

**NAMANGAN DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI HUZURIDAGI
DSc.03/2025.27.12.T.15.02 RAQAMLI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI ILMIY
KENGASH**

NAMANGAN DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI

AXMADJANOV SUXROB BAXTIYOR O'G'LI

**PILTALASH MASHINASI TA'MINLASH SILINDRI KONSTRUKSIYASINI
TAKOMILLASHTIRISH VA PARAMETRLARINI ASOSLASH**

05.02.03 – Texnologik mashinalar, robotlar, mexatronika va robototexnika tizimlari

**TEXNIKA FANLARI bo'yicha falsafa doktori (PhD)dissertatsiyasi
AVTOREFERATI**

Namangan– 2026

**Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi avtoreferati
mundarijasi**

**Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD) по
технических наук**

**Contents of dissertation abstract of doctor of philosophy (PhD) on technical
sciences**

Axmadjanov Suxrob Baxtiyor o'g'li

Piltalash mashinasi ta'minlash silindri konstruksiyasini
takomillashtirish va parametrlarini asoslash 5
.....

Ахмаджанов Сухроб Бахтиёр угли

Совершенствование конструкции питающего цилиндра
лентичной машины и обоснование его параметров 25
.....

Axmadjanov Suxrob Baxtiyor ugli

Improvement of the feeding cylinder design of the draw frame
machine and substantiation of its 49
parameters.....

E'lon qilingan ishlar ro'yxati

Список опубликованных работ

List of published works 53

**NAMANGAN DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI HUZURIDAGI
DSc.03/2025.27.12.T.15.02 RAQAMLI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI ILMIY
KENGASH**

NAMANGAN DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI

AXMADJANOV SUXROB BAXTIYOR O'G'LI

**PILTALASH MASHINASI TA'MINLASH SILINDRI KONSTRUKSIYASINI
TAKOMILLASHTIRISH VA PARAMETRLARINI ASOSLASH**

05.02.03 – Texnologik mashinalar, robotlar, mexatronika va robototexnika tizimlari

**TEXNIKA FANLARI bo'yicha falsafa doktori (PhD)dissertatsiyasi
AVTOREFERATI**

Namangan– 2026

Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi mavzusi O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasida B2025.4.PhD/T6176 raqam bilan ro'yhatga olingan.

Doktorlik dissertatsiyasi Namangan davlat texnika universitetida bajarilgan.

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

Ilmiy rahbar:

Qorabayev Sherzod Ahmadjanovich
texnika fanlari doktori, dotsent

Rasmiy opponentlar:

Ergashev Jamoliddin Samatovich
texnika fanlari doktori, professor

Matismailov Saypila Lolashbayevich
texnika fanlari doktori, professor

Yetakchi tashkilot:

Farg'ona davlat texnika universiteti

Dissertatsiya himoyasi Namangan davlat texnika universiteti huzuridagi DSc.03/2025.27.12.T.15.02 raqamli Ilmiy kengashning 2026 yil "25" avgust soat 10:00 dagi majlisida bo'lib o'tadi. (Manzil: 160115, Namangan sh., Kosonsoy ko'chasi 7-uy. Tel.: (99869) 228-76-71, faks: (99869) 228-76-75; e-mail: info@namdtu.uz. Namangan davlat texnika universitetida 3-binosi, 1-qavat, kichik majlislar zali.

Dissertatsiya bilan Namangan davlat texnika universitetining Axborot-resurs markazida tanishish mumkin (208-raqam bilan ro'yxatga olingan). Manzil: 160115, Namangan sh., Kosonsoy ko'chasi 7-uy. Tel: (99869) 228-76-71 Faks: (99869) 228-76-75.

Dissertatsiya avtoreferati 2026 yil "11" avgust kuni tarqatildi.
(2026 yil "09" iyuldagi 7/2-raqamli reestr bayonnomasi).

A.M. Maxkamov

Ilmiy darajalar berish bo'yicha ilmiy kengash raisi,
texnika fanlari doktori, dotsent

Sh.A. Mahsudov

Ilmiy darajalar berish bo'yicha ilmiy kengash ilmiy kotibi,
texnika fanlari falsafa doktori, dotsent

A.A. Umarov

Ilmiy darajalar berish bo'yicha ilmiy kengash huzuridagi
ilmiy seminar raisi, texnika fanlari doktori

KIRISH (falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi annotatsiyasi)

Dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va ahamiyati. Jahonda to'qimachilik va yengil sanoat mahsulotlari assortimentini kengaytirish, ip va ipdan tayyorlanadigan mahsulotlarning sifat ko'rsatkichlari, barqarorligi va texnologik ishonchliligini oshirish hamda ularning jahon bozoridagi raqobatbardoshligini ta'minlash masalalariga alohida ahamiyat berilmoqda. Hozirgi kunda zamonaviy to'qimachilik sanoatida yuqori sifatli yarim mahsulotni barqaror parametrlar bilan shakllantirishga xizmat qiluvchi texnologik mashinalar va ularning ishchi organlarini takomillashtirish va amaliyotga joriy etishni taqozo etadi. Rivojlangan chet el mamlakatlarida, AQSH, Yaponiya, Germaniya, Italiya, Xitoy¹ kabi davlatlarda sifati va fizik-mexanik xossalari yuqori bo'lgan ip ishlab chiqarishda sezilarli yutuqlarga erishilgan bo'lib, ularda to'qimachilik sanoati ishlab chiqarish samaradorligini oshirish va mahsulot raqobatbardoshligini ta'minlash uchun texnologik jarayonlarni boshqarish usullarini takomillashtirishga alohida e'tibor qaratilmoqda.

Jahonda yarim tayyor mahsulot ishlab chiqarishda yuqori samaradorlikka erishish, zamonaviy takomillashgan texnologik mashinalarning yangi ilmiy-texnikaviy yechimlarini ishlab chiqishga yo'naltirilgan ilmiy tadqiqotlar olib borilmoqda. Ushbu yo'nalishda, jumladan pitalash mashinasida sifatli pilta olish texnologiyasini takomillashtirish bo'yicha tadqiqotlar ustivor hisoblanmoqda. Shu bilan birga, piltaning barqaror sifat ko'rsatkichlarini ta'minlashdagi texnologik jarayonlarida yuqori samaradorlikni ta'minlaydigan yangi usullarini yaratish, pitalash mashinasining ta'minlash silindrini yangi konstruktiv yechimlar asosida takomillashtirish hamda uning ishchi parametrlarini ishlab chiqarish dolzarb vazifalardan hisoblanmoqda.

Respublikamizda to'qimachilik mahsulotlari ishlab chiqarish uchun zarur ip olish jarayonida pitalash mashinalarining texnik darajasi va ularning ishchi organlari konstruksiyasini takomillashtirishga alohida e'tibor qaratilmoqda. Xususan, piltaning sifat ko'rsatkichlarini barqarorlashtirish va texnologik jarayonlarning uzluksizligini ta'minlash maqsadida pitalash mashinalarida qo'llaniladigan ta'minlash silindrlarining konstruktiv yechimlari hamda ularning ish parametrlarini ilmiy asosda takomillashtirish dolzarb vazifa hisoblanadi. Yarim tayyor mahsulot olishda texnologik jarayonlarning samaradorligini oshiradigan yuqori samarador texnika va texnologiyalarni ishlab chiqish yuzasidan keng qamrovli chora-tadbirlar amalga oshirilib, muayyan natijalarga erishilmoqda. 2022-2026 yillarga mo'ljallangan yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasi² da, jumladan, «Milliy iqtisodiyot barqarorligini ta'minlash va yalpi ichki mahsulotda sanoat ulishini oshirishga

¹ https://www.textileworld.com/textile-world/2026/06/results-of-the-38th-itmf-global-textile-industry-survey-bottoming-out-cautious-recovery/?utm_source

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

qaratilgan sanoat siyosatini davom ettirib, sanoat mahsulotlarini ishlab chiqarish hajmini 1,4 baravarga oshirish...» bo'yicha vazifalari belgilangan. Ushbu vazifalarni amalga oshirishda, xususan, piltalash mashinalarining ta'minlash tizimini takomillashtirish orqali piltaning fizik-mexanik xossalarini yaxshilash va to'qimachilik mahsulotlarining sifatini oshirish muhim hisoblanadi.

O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022 yil 28 yanvardagi PF-60-son «2022-2026 yillarga mo'ljallangan Yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to'g'risida»gi, 2022 yil 21 yanvardagi PF-53-son «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, 2020 yil 5 maydagi PF-5989-son To'qimachilik va tikuv-trikotaj sanoatini qo'llab-quvvatlashga doir kechiktirib bo'lmaydigan chora-tadbirlar to'g'risida»gi Farmonlari, 2019 yil 16 sentyabrdagi PQ-4453-son «Yengil sanoatni yanada rivojlantirish va tayyor mahsulotlar ishlab chiqarishni rag'batlantirish chora tadbirlari to'g'risida» gi, 2017 yil 28 noyabrdagi PQ-3408-son «Paxtachilik tarmog'ini boshqarish tizimini tubdan takomillashtirish chora-tadbirlari to'g'risida»gi Qarorlari hamda mazkur faoliyatga tegishli boshqa me'yoriy-huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni amalga oshirishga ushbu dissertatsiya tadqiqoti muayyan darajada xizmat qiladi.

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

Muammoning o'rganilganlik darajasi. Tolalar xususiyatlari va tizim parametrlarining kombinatsiyasini cho'zish kuchi va ip sifatiga ta'sirini tahlil qilish, cho'zish zonasining texnologik parametrlarini optimallashtirish orqali ipdagi notekislik, nuqsonlar va uzilish sonini kamaytirish, tolalar ingichkaligi va cho'zish darajasi nisbatining o'zaro ta'siri natijasida cho'zish kuchining chegaralarini aniqlash, piltalash mashinasining cho'zish zonasida amalga oshiriladigan texnologik sozlamalarning ip sifatiga ta'sirini o'rganish, piltalash mashinasining pastki slindrlar oralig'ini o'zgartirish orqali paxta ipi sifatiga ta'sirini o'rganish, kabi masalalarni hal qilishda bir qator taniqli xorijiy olimlar katta hissa qo'shganlar, jumladan Graham, Bragg, Balasubramanian, S.M. Ishtiaque, Yasemin Aydogmus Korkmaz, Karthikeyan M. Ramasamy, Abdulsalam Bagwan, Suresh Kumar, A.Gupta, Sh.Aggarwal , S. Klein, G. Grosberg, T. Behera, A.A. Chishoim, M. Saha, H. Stalder, K.P. Chellamani va boshqalar.

Piltalash mashinasining chiqarish tezligini tahlil qilish, piltalash mashinasining cho'zish zonasida valiklarning yuzasi va ularning diametrini tolalarning harakat trayektoriyasiga bevosita ta'sirini o'rganish, piltalash mashinasi texnologik parametrlarini optimallashtirish orqali mahsulot sifatini yaxshilashga O'zbekistonning taniqli olimlarining ilmiy ishlari bag'ishlangan. Bulardan: Jumaniyazov Q.J., Ibragimov X.X, Gafurov K.G., Burnashev R.Z.,

Matismailov S.L., Amzayev L.A. Meliboyev U.X., Mirzaboyev B., Parpiyev X., Azizov I.R., Tojimirzayev S.T. va boshqalar. Olib borilgan ilmiy tadqiqotlar natijasida, piltalash mashinasi ishchi parametrlarini yaxshilash, mahsulot sifatini hamda ishlab chiqarish unumdorligini oshirish bo'yicha salmoqli natijalarga erishilgan.

Shu bilan birga, piltalash mashinasining cho'zish zonasini optimallashtirish, pilta sifatiga ta'sir etuvchi fizik-mexanik omillarni tahlil qilish, piltalash mashinasida elektrodvigatel tezligini SCADA orqali monitoring qilish va PID bilan boshqarish jarayonini tahlil qilish kabi muammolar yetarli darajada o'rganilmagan.

Dissertatsiya mavzusining dissertatsiya bajarilgan oliy ta'lim muassasasining ilmiy-tadqiqot ishlari bilan bog'liqligi. Dissertatsiya tadqiqoti O'zbekiston Respublikasi Davlat ilmiy-texnika dasturlarining asosiy yo'nalishlari ro'yxatiga kiritilgan va Namangan davlat texnika universiteti ilmiy -tadqiqot ishlari rejasi doirasida bajarilgan.

Tadqiqotning maqsadi. Piltalash mashinasi ta'minlash silindri konstruksiyasini takomillashtirish va parametrlarini asoslash orqali mahsulot sifatini yaxshilashdan iborat.

Tadqiqotning vazifalari:

piltalash mashinasida cho'zish jarayoniga ta'sir etuvchi asosiy omillar-silindrlar oralig'i, valik bosimi, riflya qiyalik burchagi, cho'zish tezligi, pilta chiziqli zichligi va tolalar xossalarining mahsulot sifatiga ta'sirini aniqlash.

pilta tolalar tutamini markazlashtirish va cho'zish zonasida barqaror yo'naltirish imkonini beruvchi takomillashtirilgan riflyali ta'minlash silindri konstruksiyasini ishlab chiqish.

riflyali silindr o'yiqlarining qiyalik burchagi, profil shakli va sirt geometriyasining pilta harakati, bosim kuchi, ishqalanish kuchi va taranglik holatiga ta'sirini nazariy jihatdan asoslash.

silindrning burchak tezligi, cho'zish tezligi va valik bosimining pilta strukturaviy holatiga ta'sirini aniqlash hamda ularning optimal ishlash chegaralarini belgilash.

pilta sifat ko'rsatkichlari - massa bo'yicha variatsiya koeffitsiyenti, qirqimlar bo'yicha notekislik, chiziqli zichlik barqarorligi hamda keyingi jarayonda olinadigan ip sifat ko'rsatkichlarini eksperimental aniqlash.

riflya qiyalik burchagi, silindrlar orasidagi cho'zilish miqdori va valik bosimining pilta notekisligiga ta'sirini matematik-statistik usullar yordamida baholash.

takomillashtirilgan riflyali silindrni qo'llash natijasida pilta, pilik va ip sifat ko'rsatkichlarida yuzaga keladigan o'zgarishlarni mavjud konstruksiya natijalari bilan solishtirish.

piltalash mashinasida tezlikni monitoring qilish va boshqarish jarayonining mahsulot sifatiga ta'sirini baholash, SCADA va PID boshqaruv elementlarining texnologik barqarorlikdagi o'rnini aniqlash.

taklif etilgan konstruktiv yechimni ishlab chiqarishga joriy va amaliy tavsiyalar ishlab chiqish.

Tadqiqotning obyekti sifatida RSB-D 45 rusumli pitalash mashinasi, pitalash piltasi, ip namunalari hamda pitalash mashinasi yuritish mexanizmlari olingan.

Tadqiqotning predmetini pitalash mashinasi ta'minlash qismidagi riflyali silindrlar o'yiqlarini turli burchak ostida tayyorlash orqali pitalash piltasi notekisligini kamaytirish, takomillashgan konstruksiyadagi pitalash mashinasi yordamida ishlab chiqarilgan pilta va keyingi jarayonlarda olingan pilik hamda ip sifatini yaxshilash jarayonlari tashkil qiladi.

Tadqiqotning usullari. Tadqiqot jarayonida to'qimachilik mahsulotlarini sifat ko'rsatkichlarini aniqlashning dasturiy tahlili, nazariy mexanika, statistik va matematik hisoblash, PID regulyator asosida boshqarish konsepsiyasi, SCADA monitoringi va turg'unlik tahlili kabi usullardan foydalanilgan.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi quyidagilardan iborat:

tolalar harakatining mexanik qonuniyatlari hamda cho'zish zonasidagi kuchlar taqsimoti tahlili asosida pitalash mashinasi ta'minlash silindrining turli qiyalik burchakli riflya profiliga ega yangi konstruksiyasi ishlab chiqilgan;

piltaning riflyali silindr o'yiqlari bo'ylab harakatida hosil bo'ladigan bosim va taranglik kuchlarining riflya qiyalik burchagiga bog'liqligini ifodalovchi tenglamalar ishlab chiqilgan;

cho'zish jarayonida tolalar uchlari tekislanishini va piltaning bir tekisda cho'zilishini ta'minlash uchun turli qiyalik burchagiga ega riflyali silindr bilan pilta tolalari orasidagi ishqalanish kuchini silindrning burchak tezligiga bog'liqlik tenglamalari olingan;

to'la omilli tajriba natijalari asosida cho'zish silindri riflyalarining qiyalik burchagi, I va II silindrlar orasidagi cho'zilish miqdori hamda valiklarga berilgan bosimni maqbul qiymatlari asosida piltaning massa bo'yicha variatsiya koeffitsientini aniqlashning matematik modeli ishlab chiqilgan.

Tadqiqotning amaliy natijalari quyidagilardan iborat:

takomillashgan riflyali silindrlar yordamida ishlangan model va grafik tahlillar to'qimachilik mashinasozligida yangi avlod cho'zish tizimlarini loyihalashda samarali ilmiy asos bo'lib xizmat qilishi, o'tkazilgan nazariy modellashtirishlar, kuchlarning tarqalish trayektoriyasi va cho'zish tezligiga bog'liq deformatsion parametrlar asosida ilg'or pitalash texnologiyasini ishlab chiqish uchun asos yaratishi aniqlangan;

O'zbekiston Respublikasi Namangan viloyatida joylashgan "Tubo Smart Textile" MCHJ sharoitida o'tkazilgan tajribalarda cho'zish silindri riflyalarining qiyalik burchagi 10° va I-II silindrlar orasidagi cho'zilish miqdori 1,3 mm bo'lgan variantda piltaning massa bo'yicha umumiy variatsiya koeffitsiyenti 2,71% ni tashkil etib, Uster Statistik 2023 bo'yicha 25–50% lik sifat sinfiga oshirishga erishilgan;

1 metrlik qirqim bo'yicha variatsiya koeffitsiyenti eng yaxshi natijada 0,49% ni tashkil etib, bu Uster Statistik 2023 bo'yicha 5–25% sinfiga to'g'ri kelishi va tolalarning mahalliy darajada bir tekis taqsimlanganligini ko'rsatgan. 3 metrlik qirqim bo'yicha variatsiya koeffitsiyenti 0,34% ga teng bo'lib, bu ko'rsatkich Uster Statistik 2023 bo'yicha 5% lik sinfga yaqinlashgani va

piltaning o'rta masofali barqarorligi yuqori darajada bo'lishiga erishilgan;

to'liq faktorial eksperiment asosida olingan regression tenglamalar Fisher mezonini bo'yicha adekvatligi tekshirilib, riflya burchagi (X_1), cho'zilish miqdori (X_2) va bosim (X_3) omillarining piltaning massa va qirqim bo'yicha notekisligiga ta'siri statistik jihatdan ishonchli ekanligi aniqlangan;

yangi konstruksiyadagi riflyali silindrni qo'llash natijasida ip sifatining yaxshilanishi hisobiga 1 kg ipdan olinadigan sof foyda 28,06 so'mdan 32,94 so'mga oshishiga, hisob-kitoblarga ko'ra, SCADA tizimini joriy etish natijasida piltalash jarayonida yiliga 32400 kVt soat elektr energiya tejaldi, bu esa 29,16 million so'm iqtisodiy samaradorlikni ta'minlangan yillik iqtisodiy samaradorlik esa 183,438 mln. so'm bo'lishiga erishilgan.

Tadqiqot natijalarining ishonchiligi. Tadqiqot yakunida o'z aksini topgan umumiy xulosalar, piltalash mashinasining yangi konstruksiyadagi riflyali silindri qo'llanilib olingan piltaning ratsional qiymatlari bo'yicha tenglamalarini olininganligi, olingan yarim tayyor va tayyor mahsulotlarni zamonaviy sinov laboratoriya dastgohlarida tekshirilganligi, nazariy va amaliy olingan natijalarni bir-biriga o'zaro mosligi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati. Tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyati piltalash mashinasida yangi konstruksiyadagi riflyali silindr yaratilganligi hamda yangi qurilmada olinadigan mahsulotning harakat trayektoriyalari va ratsional qiymatlari bo'yicha tenglamalari tuzilganligi, nazariy va amaliy tadqiqotlar natijalarini asoslanganligi bilan izohlanadi.

tadqiqot natijalarining amaliy ahamiyati yangi konstruksiyadagi riflyali silindr bilan jihozlangan piltalash mashinasi qo'llanilishi orqali mahsulot sifatini yaxshilanganligi, olingan yarim tayyor va tayyor mahsulotlarning notekislik va boshqa bir qator sifat ko'rsatkichlari bo'yicha yaxshilanganligi, piltalash mashinasi asosiy parametrlarini mahsulot sifatiga ta'sirini tahlil qilinganligi, optimal parametrlarni tanlash orqali mahsulot sifatini yaxshilash hamda mashina ishlash ishonchliligini oshirilganligini tajribalar natijasida asoslanganligi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining joriy qilinishi. Takomillashgan riflyali silindr bilan jihozlangan piltalash mashinasini qo'llash orqali olingan ilmiy natijalar asosida:

piltalash mashinasining yangi konstruksiyadagi riflyali silindr mexanizmi Namangan shahridagi «Namangan paxta teks» MCHJ klaster «Oqtosh tekstil» MCHJ korxonalarida ishlab chiqarishga joriy etilgan («O'zto'qimachilik sanoat» uyushmasining 2026 yil 14 maydagi №01/06-668 son ma'lumotnomasi). Natijada yangi konstruksiyadagi riflyali silindrni qo'llash orqali olingan piltaning massa bo'yicha umumiy variatsiya koeffitsiyenti 2,71 % ni tashkil qilib, Uster Statistik 2023 bo'yicha 25-50% li ko'rsatkichlarga yetishiga erishilgan hamda ip sifati yaxshilanishi hisobiga korxonada kutilayotgan yillik iqtisodiy samaradorlik 183,438 mln so'mni, bir yilda bitta chiqarish qismida esa 6091 so'mni tashkil etgan.

Tadqiqot natijalarining aprobatyasi. Dissertatsiya ishining natijalari 3 ta xalqaro va 4 ta respublika ilmiy-texnik anjumanlarida ma'ruza qilingan va

muhokamadan o'tgan.

Tadqiqot natijalarining e'lon qilinishi. Dissertatsiya mavzusi bo'yicha jami 12 ta ilmiy ish chop etilgan, shulardan, O'zbekiston Respublikasi Oliy attestatsiya komissiyasining dissertatsiyalar asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan ilmiy nashrlarda 5 ta maqolalar, jumladan 3 ta respublika va 2 ta chet el ilmiy jurnallarida nashr etilgan.

Dissertatsiyaning tuzilishi va hajmi. Dissertatsiya kirish, to'rtta bob, umumiy xulosalar, foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati va ilovalardan iborat. Dissertatsiya hajmi 115 betni tashkil etadi.

DISSERTATSIYANING ASOSIY MAZMUNI

Dissertatsiyaning **kirish** qismida tadqiqot mavzuning dolzarbligi va zarurati asoslangan bo'lib, olib borilgan tadqiqotning asosiy maqsadi va masalalari ifodalangan, tadqiqotning obyekti va predmeti tavsiflangan, Respublikaning fan va texnologiyalari rivojlanishining ustuvor yo'nalishlariga mosligi ko'rsatilgan, olingan natijalarning ishonchliligi asoslangan, tadqiqotning ilmiy yangiligi va amaliy ahamiyati bayon etilgan, tadqiqot natijalarining amaliyotga joriy qilinishi, ishni aprobatyasi, chop etilgan ishlar, dissertatsiya tuzilishi va hajmi bo'yicha ma'lumotlar keltirilgan.

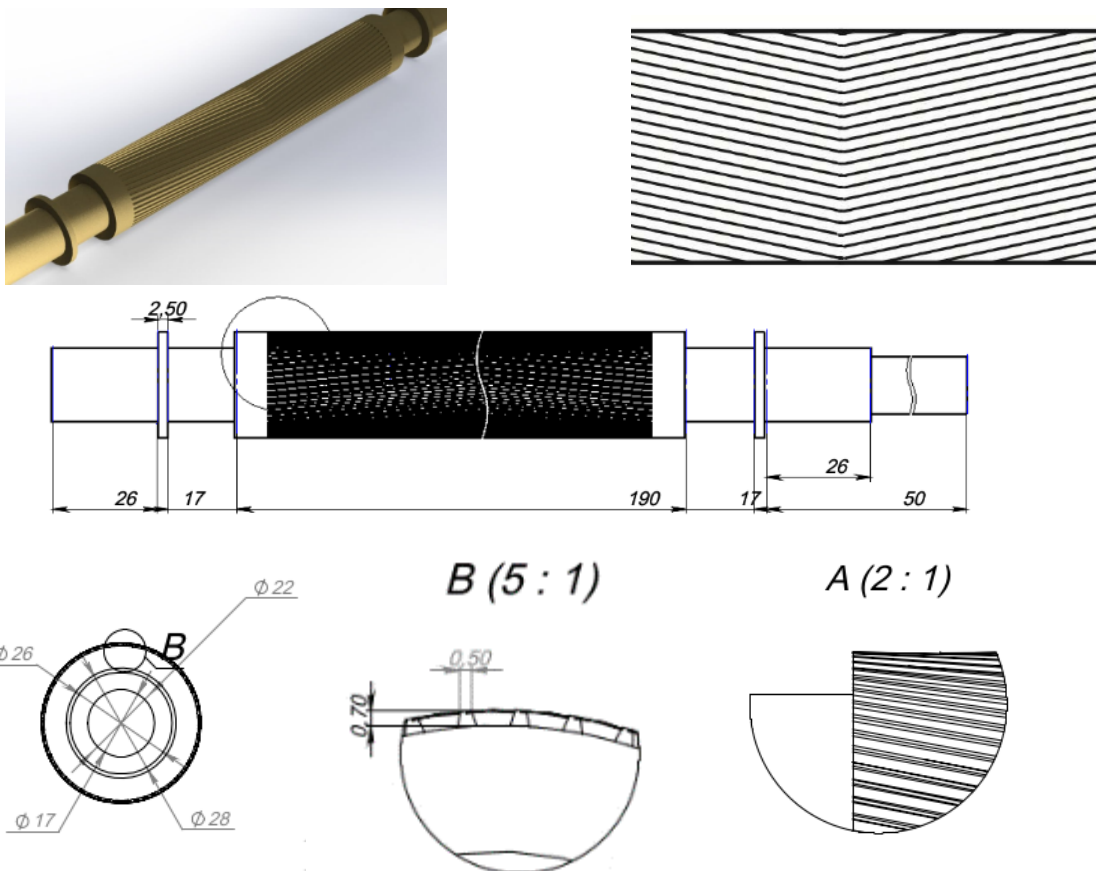
Dissertatsiyaning **"Piltalash mashinasining cho'zish jarayoniga ta'sir etuvchi omillar va ularning ilmiy asoslari"** deb nomlangan birinchi bobida respublika to'qimachilik sanoatining rivojlanish yo'nalishlari va istiqbollari, zamonaviy piltalash mashinalari va ularning texnologik imkoniyatlari, piltalash mashinasining cho'zish zonasini optimallashtirish bo'yicha olib borilgan ilmiy tadqiqotlar hamda pilta sifatiga ta'sir etuvchi fizik-mexanik omillar va ularning statistik tahliliga qaratilgan mavjud ilmiy va amaliy ishlanmalar tahlillari keltirilgan. Shuningdek, halqali yigirishda ta'minlovchi piltaning strukturaviy tuzilishi va tozaligining ip sifatiga ta'sirini baholash to'g'risida ma'lumotlar berilgan.

Dissertatsiyaning **"Takomillashtirish riflyali silindrlarning cho'zish jarayonida piltaga ko'rsatadigan mexanik ta'sirini nazariy tahlili"** deb nomlangan ikkinchi bobda Piltalash mashinasi takomillashtirilgan silindr riflyalari ta'sirida piltaning nazariy hisob tahlili keltirilgan. Shuningdek, piltani yo'naltiruvchi riflya ta'siridagi cho'zishning nazariy tahlili hamda silindr burchak tezligining va cho'zish tezligining piltaning strukturaviy holatiga ta'siri bo'yicha ma'lumotlar keltirilgan.

Bobda dastlab piltaning riflyali silindrlar orasida harakatlanishini ifodalovchi kuchlar – taranglik kuchi T , ishqalanish kuchi F , yo'nalish kuchi va markazdan qochma kuchlarning ta'siri modellashtirildi. Bu kuchlar sistemada uch o'lchamli harakatga sabab bo'lishi mumkinligi uchun ularning OX va OY o'qlari bo'yicha taqsimlanishi hisobga olindi.

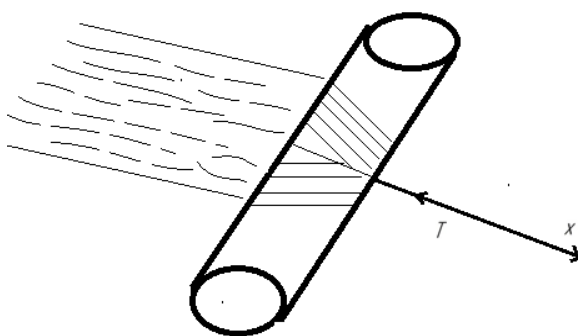
So'ngra, riflyali silindrlarning qiyalik burchagi $\alpha = 8^\circ, 10^\circ, 12^\circ$ qiymatlarida piltaning tarangligi, deformatsiyasi, cho'zish tezligi va strukturaviy holati grafiklar asosida tahlil qilindi. Natijalar shuni ko'rsatadiki, $\alpha = 10^\circ$ da piltaning deformatsiyalanishi optimal, ya'ni bir tekis taqsimlanadi va notekislik ko'rsatkichlari kamayadi.

Silindrning riflya o'yiqlarini ratsional burchakka burish yo'li bilan tolalarni markazga yo'naltirish orqali piltaning sifat ko'rsatkichlarini orttirish, tukdorligi, neps ko'rsatkichlarini kamaytirish orqali sifatli pilta olishning nazariy tahlilini keltiramiz (1-rasmga qarang).



1-rasm. Piltalash mashinasida tavsiya qilinayotgan silindrning geometrik sxemasi

Uchlari to'g'rilangan piltalar hosil bo'lishdagi yo'naltiruvchi riflya o'yiqlari ta'siridagi piltaning harakatini dinamik tahlili keltirilgan hamda markazga yo'naltirilgan tolalarning natijasida piltalarni bir tekisda uzatish orqali notekisligini kamaytirishdagi masalasi ko'rib chiqilgan. Dalamber prinsipidan foydalanib ko'rilayotgan masalani quyidagicha ifodalaymiz.



2-rasm. Riflya o'yiqlaridagi piltaning harakat sxemasi.

Yo'naltiruvchi riflyani burchaklari sirtidan o'tuvchi piltaning harakatini ifodalaymiz (2-rasmga qarang).

Riflyani burchaklari sirtidan o'tuvchi piltaning α yo'nalishidagi harakati

$$\dot{\vartheta}_x = \dot{S} \cos \alpha$$

$$\dot{\vartheta}_y = \dot{S} \sin \alpha$$

Bu yerda: S -riflyani sirtining uzunligi, α -og'ish burchagi.

Riflyani burchak ostida yo'naltiruvchi silindrlar orasidan o'tuvchi piltaning harakat differensial tenglamasini tuzamiz

$$m \frac{d\vartheta}{dx} = \frac{dT}{dx} - \mu P(x) \quad (1)$$

(1) differensial tenglamani sodda ko'rinishga keltiramiz:

$$\frac{d\vartheta}{dx} = \frac{1}{m} \frac{dT}{dx} - \frac{\mu}{m} P(x) \quad (2)$$

(2) differensial ifodadan silindrlar orasidan o'tuvchi piltaning massasi $m = \rho \cdot A$ ga teng bu yerda ρ - piltaning zichligi, A -kesim yuzasi.

$$\rho \cdot A \cdot \frac{d\vartheta}{dt} = \frac{dT}{dx} - \mu P(x) \quad (3)$$

(3) differensial tenglamadan $\vartheta = \vartheta(x, t)$ deb qarasak u holda, (3) differensial tenglamaga oddiy holatda statsionar yechim quyidagicha ifodalanadi:

$$\frac{dT}{dx} - \mu P(x) = 0 \Rightarrow \frac{dT}{dx} = \mu P(x) \quad (4)$$

(4) ifoda piltaning silindrlar orasidan o'tishdagi tarangligini o'zgarishini ifodalaydi. Bu (4) tenglikni integrallab taranglik kuchini aniqlaymiz:

$$T(x) = T_0 + \mu \int_{x_0}^x P(S) ds \quad (5)$$

(5) tenglikdan piltani silindrlarga kirishda va chiqishdagi taranglik kuchini o'zgarishini pilta uzunligi bo'yicha va piltaning o'yiqlari α burchak ostidagi piltaning differensial ifodasini quyidagicha aniqlaymiz:

$$\rho A \frac{d\vartheta}{dt} = \frac{dT}{dx_0} - \mu P(S) \cos \alpha \quad (6)$$

(6) ifodadagi piltaning taranglik kuchini ishqalanish kuchi orqali bog'lab hisoblaymiz:

$$F_{ish} = \mu \cdot P(x) \quad (7)$$

(7) agar taranglik kuchi silindrlar orasidan o'tishdagi qamrash burchagi bo'yicha o'zgarishi:

$$T(x) = T_0 e^{\varphi \mu} \quad (8)$$

(8) tenglikdan taranglik kuchi bilan bosim kuchini bog'liqlik ifodasini aniqlaymiz:

$$P(x) = \frac{1}{\mu} \varphi \cdot T_0 e^{\varphi \mu} \quad (9)$$

(9) ifodani riflya o'yiqchalari burchak ostidagi piltaning x va y o'qlari bo'yicha bosim kuchini aniqlaymiz:

$$\begin{cases} P_x = P(x) \cos \alpha \\ P_y = P(x) \sin \alpha \end{cases} \quad (10)$$

(10) tenglikka (9) ifodani qo'yib hisoblaymiz:

$$\begin{cases} P_x = \frac{1}{\mu} \varphi T_0 e^{\varphi \mu} \cos \alpha \\ P_y = \frac{1}{\mu} \varphi T_0 e^{\varphi \mu} \sin \alpha \end{cases} \quad (11)$$

(11) tenglik ya'ni piltaning silindrlar orasidan o'tishdagi og'ish burchak bosim kuchini o'zgarishini (2) ifodaga qo'yib piltaning taranglik kuchini aniqlaymiz:

$$\begin{cases} m \frac{d\vartheta}{dx} = \frac{dT}{dx} - T_0 \varphi e^{\varphi \mu} \cos \alpha \\ m \frac{d\vartheta}{dy} = \frac{dT}{dy} - T_0 \varphi e^{\varphi \mu} \sin \alpha \end{cases} \quad (12)$$

$$m \frac{dS}{dx} \cos \alpha = \frac{dT}{dx} - T_0 \varphi e^{\varphi \mu} \cos \alpha$$

$$T(x) = m \cdot \cos \alpha \cdot S(x) + \int T_0 \cdot e^{\varphi \cdot \mu} \cdot \cos \alpha \cdot dx \quad (13)$$

(13) ifodadan $S(x) = x$ bo'lsa, u holda

$$T(x) = m \cdot x \cdot \cos \alpha + \frac{T_0 \cdot \cos \alpha}{\varphi} \cdot e^{\varphi \cdot \mu} + C \quad (14)$$

(14) tenglikdagi C integral boshlang'ich shartdan foydalanib aniqlaymiz:

$$T(0) = 0 \Rightarrow C_1 = -\frac{T_0 \cos \alpha}{\varphi}$$

$$T(x) = m \cdot x \cdot \cos \alpha + \frac{T_0 \cdot \cos \alpha}{\varphi} (e^{\varphi \cdot \mu} - 1) \quad (15)$$

$$T(y) = m \cdot y \cdot \sin \alpha + \frac{T_0 \cdot \sin \alpha}{\varphi} (e^{\varphi \cdot \mu} - 1) \quad (16)$$

(11), (15) va (16) ifodalardan yo'naltiruvchi riflyadan o'tuvchi piltaning yo'naltiruvchi taranglik kuchlarini o'zgarishi va bosim kuchlarini o'zgarishini Maple dasturi orqali grafiklarda tahlili keltirilgan.

2-rasmda keltirilgan riflya o'yiqa uzunligini S deb belgilash kiritilgan, bu uzunlikni OX va OY o'qi bo'yicha proyeksiyalari quyidagicha ifodalanadi:

$$\begin{cases} X = S \cdot \cos \alpha \\ Y = S \cdot \sin \alpha \end{cases} \quad (17)$$

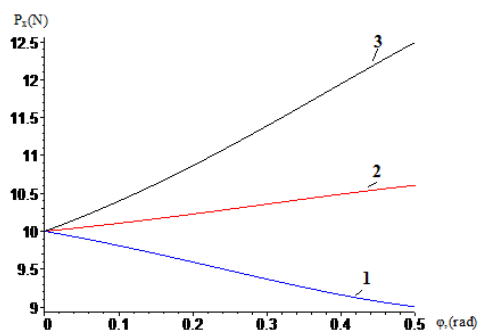
(17) tengliklarni (11), (15) va (16) ifodalarga qo'yib riflyadan o'tishdagi piltaning harakati natijasidagi taranglik va bosim kuchlarini aniqlaymiz:

$$\begin{cases} P_x = \frac{1}{\mu} \cdot \varphi \cdot T_0 \cdot e^{\varphi \cdot \mu} \cdot \cos \alpha \\ P_y = \frac{1}{\mu} \cdot \varphi \cdot T_0 \cdot e^{\varphi \cdot \mu} \cdot \sin \alpha \end{cases} \quad (18)$$

$$\begin{cases} T_x = m \cdot S \cdot \cos \alpha + \frac{T_0 \cdot \cos \alpha}{\varphi} (e^{\mu \cdot \varphi} - 1) \\ T_y = m \cdot S \cdot \sin \alpha + \frac{T_0 \cdot \sin \alpha}{\varphi} (e^{\mu \cdot \varphi} - 1) \end{cases} \quad (19)$$

(18) va (19) ifodalardan foydalanib o'yiqa uzunligi S bo'yicha bosim va

taranglik kuchlarini S bo'yicha bosim va taranglik kuchlarini o'zgarishini Maple dasturi orqali tahlili keltirilgan (3-rasmga qarang).



3-rasm. Takomillashgan riflyadan o'tishdagi piltaning OX o'qi bo'yicha bosim kuchini o'yiqla og'ish burchagini turli xil $\alpha_1 = 8^\circ$, $\alpha_2 = 10^\circ$, $\alpha_3 = 12^\circ$ qiymatlarida qamrash burchagiga bog'liqlik grafigi

3-rasmda takomillashgan rifli silindrdan o'tish jarayonida piltaning OX o'qi bo'yicha harakatidagi bosim kuchining (P_x) φ – ya'ni qamrash burchagiga bog'liq o'zgarishi keltirilgan. Grafikda uchta turli rif burchagi uchun ($\alpha_1 = 8^\circ$, $\alpha_2 = 10^\circ$, $\alpha_3 = 12^\circ$) bosim kuchining grafigi chizilgan: 1-qator (qizil) $\alpha_1 = 8^\circ$, 2-qator (ko'k) $\alpha_2 = 10^\circ$, 3-qator (qora) esa $\alpha_3 = 12^\circ$ burchakka mos keladi.

Yuqoridagi nazariy tahlillar asosida shuni aytish mumkinki, takomillashgan riflyali silindrlar yordamida ishlangan model va grafik tahlillar to'qimachilik mashinasozligida yangi avlod cho'zish tizimlarini loyihalashda samarali ilmiy asos bo'lib xizmat qiladi.

Dissertatsiya ishining **“Pitalash mashinasining cho'zish asbobi moslamasi ishining tadqiqoti”** deb nomlangan uchinchi bobida pitalash piltaning sifat ko'rsatkichlarini baholash, pitalash piltasi sifat ko'rsatkichlariga ta'sir etuvchi omillarning matematik-statistik tahlili va optimal qiymatlarini aniqlash, pitalash mashinasida tezlikni SCADA orqali monitoring va PID bilan boshqarish, pitalash mashinasi tezlik boshqaruv tizimining matematik modeli va turg'unlik tahlili hamda pitalash mashinasining cho'zish asbobi riflyali silindrlarning o'yiqlarini o'zgartirish natijasida olingan iplarning iqtisodiy samaradorligi hisobi yoritilgan.

Eksperimental tadqiqotlar “Tubo Smart Textile” MChJ (Namangan viloyati, Namangan shahri) korxonasining ishlab chiqarish sharoitida SB-D15 pitalash mashinasida olib borildi.

Pitalash pitalari “yaxshi” toifasiga kiruvchi I navdagi 4-tipli, “Namangan-77” seleksiyasiga mansub paxta tolalaridan ishlab chiqarilgan.

Texnologik jarayon paxta tolalarini dastlabki mexanik ishlovdan o'tkazish bosqichi bo'lgan SAURER Autocard SC-6M tarash mashinasida chiqish mahsulotining chiziqli zichligi 4920 teks (Ne 0,120) bo'lib, ishchi organlarining chiziqli tezligi 220 m/min ni tashkil etadi. Rieter SB-D15 va RSB-D145 pitalash mashinalarida pilta qo'shish va cho'zish jarayoni amalga oshirilib tolalar massasining tekislanishini ta'minlab, piltaning strukturaviy barqarorligini oshiradi. Zinser FL-668 piliklash mashinasida mahsulotning chiziqli zichligini

472 teks (Ne 1,25) gacha kamaytirilib oxirgi bosqichda Zinser RM-350 halqali yigirish mashinasida 27 teks (Ne 21,5) ip olinadi.

Cho'zish qurilmasining sozlash parametrlarini optimallashtirish masalasini hal qilish maqsadida to'liq faktorli eksperiment (TFE) o'tkazildi. Ushbu eksperimentda jami $3^2=9$ ta tajriba, ya'ni faktorlarning barcha darajalari o'zaro kombinatsiyalangan to'liq tekshiruv amalga oshirildi. To'qimachilik tadqiqotlarida esa, odatda, to'liq kombinatorik tahlil eng samarali optimallashtirish usuli sifatida tanlanadi. Faktorlarning o'zgarish darajalari 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval

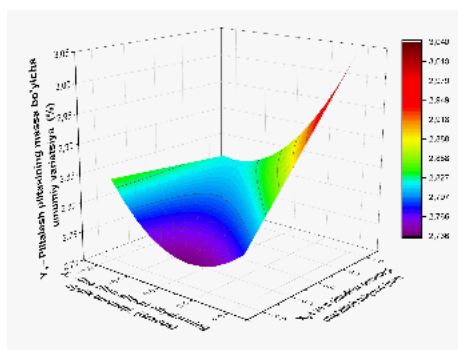
Omillarning o'zgarish darajalari

Omillar	Kodlangan qiymat			O'zgarish oralig'i
	-1	0	+1	
Cho'zish silindri riflyalarining qiyalik burchagi	8°	10°	12°	2°
I va II silindrlar orasidagi cho'zilish miqdori	1,3	1,4	1,5	0,1
Valiklarga berilgan bosim	310	320	330	10

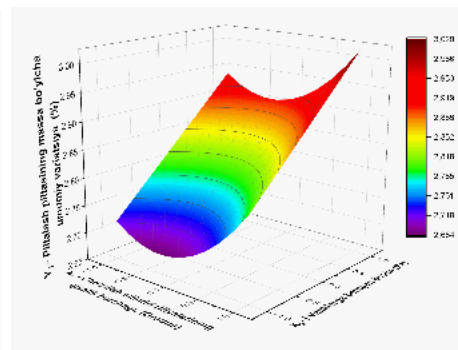
Chiquvchi omillar sifatida Y1– Pitalash piltasining massa bo'yicha umumiy variatsiya koeffitsienti, Y2- Pitalash piltasining qirqim bo'yicha variatsiya koeffitsienti, 1 m lik, % va tanlab olindi. Regressiya koeffitsientlarini aniqlashda va ularni ahamiyatlilikini tekshirishda Styudent, matematik modelning adekvat yoki adekvat emasligini tekshirish maqsadida Fisher mezonlaridan foydalanildi.

Tadqiqotlarda b_{13} b_{23} b_{22} b_{33} koeffitsienti tadqiq etilayotgan parametrlar uchun ahamiyatsiz ekanligi ma'lum bo'ldi va ahamiyatsiz koeffitsientlarni chiqarib tashlaymiz, hamda ahamiyatli koeffitsientlar bilan tenglamani qayta yoziladi:

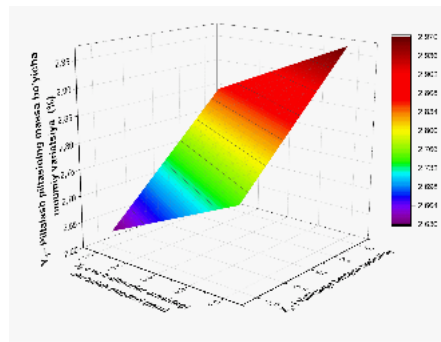
$$Y_{R1} = 2,8 + 0,04 * X_1 + 0,06 * X_2 + 0,11 * X_3 + 0,07 * X_1 * X_2 + 0,21 * X_1^2$$



a)



b)



c)

4-rasm. Omillarning chiquvchi parametrga ta'sir grafiklari: a) 1- va 2-omillar; b) 2- va 3-omillar; c) 1- va 3-omillar.

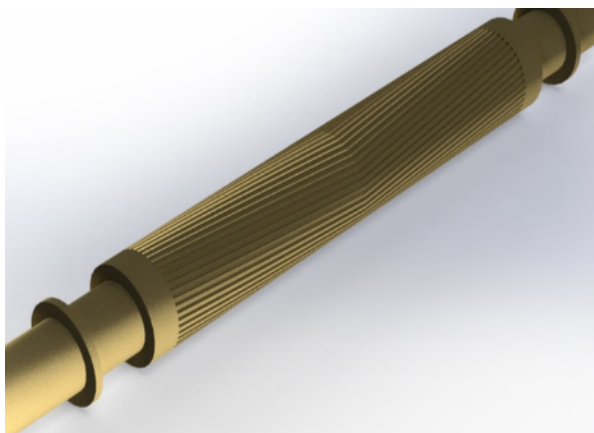
4.a-rasmdagi grafikdan ko'rinadiki, riflya burchagi 10° bo'lganda va cho'zilish miqdori 1,3 mm ga yaqinlashganda Y_1 minimal qiymatga ($\approx 2,7-2,8$ %) ega bo'ladi. Bu sharoitda tolalar optimal darajada taralib, piltaning massaviy bir tekisligi ta'minlanadi. Burchak 8° yoki 12° bo'lganda va cho'zilish 1,4 yoki 1,5 mm ga og'ganda mexanik zo'riqish ortib, Y_1 qiymati 3,10–3,20 % gacha oshadi.

4.b-rasmdagi grafikdan ko'rinadiki, cho'zilish miqdori 1,3 mm va bosim 310 Pa bo'lganda piltaning massa bo'yicha notekisligi eng kichik bo'ladi ($Y_1 \approx 2,63$ %). Bosim 330 Pa ga oshganda tolalar siqilishi kuchayib, Y_1 2,98 % dan yuqoriga ko'tariladi. Bosimning 320 Pa ga tushirilishi esa tolalarning yetarli ushlanmasligiga olib kelib, notekislikni oshiradi.

4.c-rasmdagi grafikdan ko'rinadiki, riflya burchagi 10° va bosim 310 Pa kombinatsiyasida piltaning massaviy barqarorligi maksimal bo'lib, Y_1 minimal qiymatga ega. Burchakning 12° gacha oshishi yoki bosimning 330 Pa ga yetishi tolalarning ortiqcha deformatsiyasini keltirib chiqaradi va massa bo'yicha variatsiya koeffitsientining 3,15–3,20 % gacha ortishiga sabab bo'ladi.

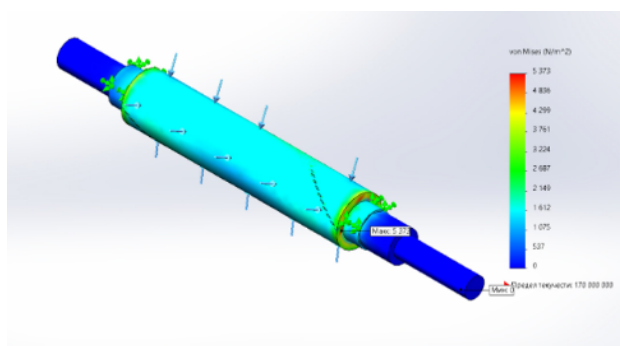
Taklif etilayotgan riflya silindrning mexanik mustahkamlik, deformatsiya chegarasi va boshqa parametrlarining optimal nisbatini ta'minlashga qaratilgan. Mustahkamlik tahlili yordamida riflya silindrning kuchlanish va siljish holatlari baholanadi, eng katta kuchlanish zonalari aniqlanadi hamda material tanlovi asoslanadi.

Ixtiyoriy detalni muhandislik hisoblashda uni statik tahlil qilishdan boshlanadi. Taklif etilayotgan riflya silindr uchun statik hisobni olib boramiz.

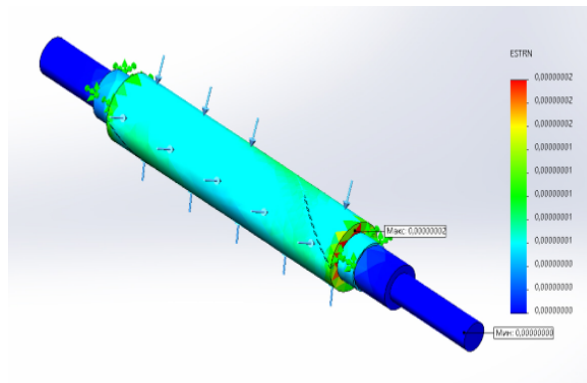
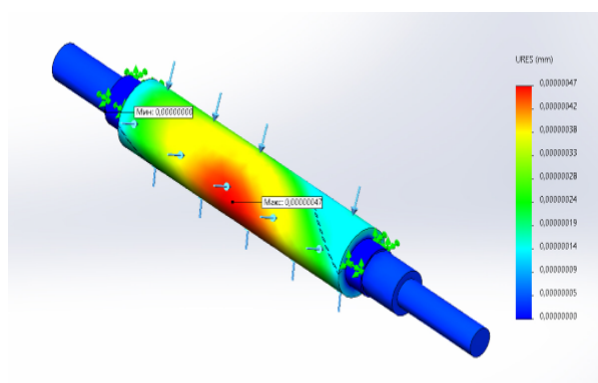


5-rasm. Taklif etilayotgan riflya silindrning umumiy ko'rinishi

Taklif etilayotgan riflya silindr uchun material tanlanadi, o'rnatish sharti qo'yiladi, tashqi kuchlar belgilanadi va ularning qiymatlari kiritiladi. Natijalar rangli epyuralar ko'rinishida tasvirlanadi (6-7 a,b,c-rasmlarga qarang).

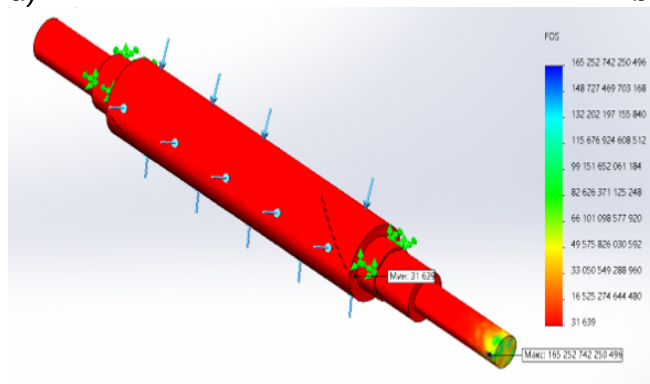


6-rasm. Simli sirtning kuchlanish epyurasi



a)

b)



c)

7-rasm. Taklif etilayotgan riflyali silindrning mustahkamlik zaxirasini aniqlash epyuralari:
a) ko'chish epyurasi, b) deformatsiya epyurasi, c) mustahkamlik zaxirasi

Epyuralardan ko'rinib turibdiki, riflya silindrga optimal tanlab olingan 310 Pa kuchlanish berilgan, ko'chish – 0,00000047 mm ni, deformatsiya – 0,0000002 ni, eng kichik mustahkamlik zaxirasi – 31,639 ni tashkil qildi.

Mazkur tadqiqotda 700 ayl/min tezlikni PID regulyator asosida boshqarish konsepsiyasi, SCADA monitoringi va turg'unlik tahlili yagona tizim sifatida bayon qilindi.

Boshqaruv tizimining yuqori darajasida SCADA operator interfeysi orqali boshqaruv va monitoring vazifasini bajaradi. Operator SCADA ekranida setpoint tezlikni kiritadi, ishga tushirish va to'xtatish buyruqlarini beradi hamda jarayon holatini kuzatadi. SCADA foydalanuvchiga qulay bo'lishi uchun indikatorlar, ogohlantirishlar (alarm), trend grafiklar va holat bayroqlari bilan ta'minlanadi. Bu interfeys texnologik jarayonni real vaqt rejimida baholash va kerakli vaqtda aralashish imkonini beradi. Aynan piltalash kabi uzluksiz jarayonda operatorning trendlarni ko'rishi muhim, chunki tezlikdagi kichik tebranishlar ham mahsulot sifatiga ta'sir ko'rsatadi.



8-rasm. Piltalash mashinasi SCADA bosh ekrani (HMI interfeysi)

SCADA va pastki darajadagi boshqaruv qurilmalari o'rtasida PLC markaziy rol o'ynaydi. PLC setpointni qabul qiladi, sensorlardan real tezlik signallarini oladi va regulyatsiya algoritmi (PID) bo'yicha boshqaruv signalini shakllantiradi. Ushbu signal VFD ga yuboriladi va VFD motorni kerakli chastotada ishlatadi. Natijada motor tezligi o'zgaradi va o'lchangan tezlik qayta PLC ga uzatiladi, ya'ni tizim yopiq kontur bo'lib ishlaydi. Bu arxitektura boshqaruvning moslashuvchanligi va servis qulayligini oshiradi, chunki parametrlar PLC/SCADA orqali tez sozlanadi.

Tezlikni o'lchash uchun amaliy tizimda enkoder, tachogenerator yoki VFD ning ichki tezlik baholash funksiyasi qo'llanilishi mumkin. O'lchash sifati yuqori bo'lsa, regulyator xatolikni tez va aniq ko'radi hamda tebranishlar kamayadi. Shu bilan birga, motor toki, harorat yoki vibratsiya kabi qo'shimcha parametrlar ham diagnostika uchun foydali bo'lishi mumkin. SCADA trend

oynasida tezlikning vaqt bo'yicha o'zgarishi qayd etilib boriladi va sinov natijalarini tahlil qilishda asosiy manba bo'lib xizmat qiladi. Trend oynasi keyinchalik PID sozlashni aniqroq qilishga ham yordam beradi.

Piltalash mashinasida elektrmotor tezligini SCADA asosida monitoring qilish va PID regulyator yordamida yopiq konturda boshqarish konsepsiyasi asoslab berildi. Roliklar orasidagi tortish jarayonida yuzaga keladigan yuklama o'zgarishlari tezlikning beqarorlashuviga olib kelishi mumkinligi ko'rsatildi. SCADA-PLC-VFD arxitekturasida operatorga jarayonni real vaqt rejimida kuzatish, setpoint kiritish va tezkor aralashish imkonini berishi bilan ahamiyatli ekanligi asoslandi.



9-rasm. SCADA trend/monitoring oynasi (tezlik grafigi va holat indikatorlari)

Tezlikni aniq o'lchash va yopiq kontur boshqaruv orqali piltaning bir xilligi hamda uzilishlar xavfini kamaytirish mumkinligi ilmiy jihatdan izohlandi. Natijada SCADA va PID asosidagi boshqaruv tizimi piltalash jarayonining texnologik barqarorligini ta'minlovchi muhim omil ekanligi aniqlandi.

Elektrmotor + VFD + mexanik uzatmalar majmuasini matematik modellashtirishda amaliy yondashuv sifatida birinchi tartibli inertsia modeli qo'llaniladi. Bu model tezlikning darhol o'zgarmasligi, balki ma'lum vaqt doimiysi bilan o'zgarishini ifodalaydi. Piltalash mashinasida tezlik konturi odatda tez ishlashi kerak, shuning uchun vaqt doimiysi 0.3-1.0 s diapazonda bo'lishi mumkin. Model kirishida chastota (Hz), chiqishida tezlik (ayl/min) qabul qilinadi, bu esa VFD boshqaruv signallariga juda mos keladi. Shunday qilib, tizim uchun soddalashtirilgan, lekin amaliy jihatdan ishonchli matematik asos yaratiladi.

$$G(s) = \frac{K_f}{Ts+1} \quad (20)$$

Setpoint tezlik 700 ayl/min deb olinsa va bu tezlik taxminan 25 Hz bazaviy chastotaga mos kelsa, chastotadan tezlikka o'tish koeffitsienti quyidagicha baholanadi. Bu qiymat texnik ma'lumotlar yoki tajriba o'lchovlari asosida aniqlashtiriladi. Muhimi, birliklar bir xil mantiqda yuritiladi: kirish Hz, chiqish ayl/min bo'lishi shart. Aynan shu joyda bazaviy chastota tushunchasi juda muhim bo'ladi, chunki PID odatda "umumiy chastota"ni emas, balki kichik tuzatishni (Δf) beradi. Agar bazaviy chastota kiritilmasa, tizim 700 ayl/min ga yetolmaydi va noto'g'ri grafik hosil bo'ladi.

$$K_f \approx \frac{700}{25} = 28 \text{ ayl/min/Hz}, T = 0.5 \text{ s}$$

Xatolik signali setpoint va real tezlik farqi orqali aniqlanadi. Xatolik musbat bo'lsa, tizim tezlikni ko'tarishga intiladi, manfiy bo'lsa pasaytiradi. Xatolik regulyatorning asosiy kirishidir va boshqaruv sifatini belgilaydi. Piltalashda xatolikni tez yo'qotish piltaning uzilishini kamaytiradi, lekin juda agressiv sozlash tebranishlarni ko'paytirishi ham mumkin. Shuning uchun xatolik va regulyator orasidagi bog'lanish aniq ifodalanadi.

$$e(t) = n_{\text{set}} - n(t) \quad (21)$$

PID regulyator xatolik asosida chastota tuzatish signali hosil qiladi. Proporsional qism tez reaksiyani ta'minlaydi, integral qism doimiy xatolikni yo'qotadi, differensial qism esa tebranishlarni "yumshatadi". Amaliy tizimda differensial qism odatda filtr bilan ishlatiladi, chunki o'lchov shovqini D qismni kuchaytirib yuborishi mumkin. Shu sababli PID parametrlari jarayon inertsia va shovqin darajasiga mos tanlanadi. Bu ishda PID chiqishi $\Delta f(\text{Hz})$ sifatida talqin qilinadi.

$$\Delta f(t) = K_p e(t) + K_f \int e(t) dt + K_d \frac{de(t)}{dt} \quad (22)$$

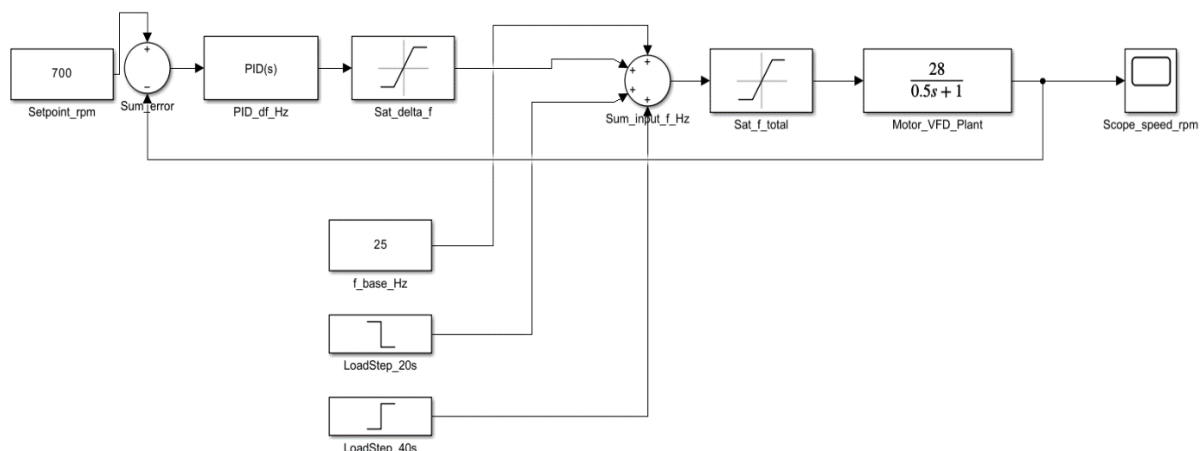
Real boshqaruv signali bazaviy chastota bilan birga shakllanadi. Bunda bazaviy chastota 700 ayl/min ga "asos" bo'lib xizmat qiladi, PID esa faqat korrsiya beradi. Yuklama perturbatsiyasi ham chastota ekvivalenti sifatida kiritiladi, chunki yuklama oshganda motor tezligi pasayadi. Demak, umumiy chastota quyidagicha yoziladi. Bu tenglama keyinchalik Simulink sxemasida to'g'ridan-to'g'ri Sum bloklar orqali amalga oshiriladi.

$$f(t) = f_{\text{base}} + \Delta f(t) + d(t) \quad (23)$$

Yuklama perturbatsiyasi tajribada 20 sekundda oshiriladi va 40 sekundda qaytariladi. Tezlik 700 dan 683 ayl/min ga tushsa, 17 ayl/min farq bo'ladi va u Hz ga o'tkazilganda 0.607 Hz atrofida chiqadi. Shu asosda disturbance signal qiymatlari tanlanadi va modelga Step ko'rinishida kiritiladi. Bu yondashuv sinov sharoitida yuklama ta'sirini soddalashtirib, lekin mazmunini saqlagan holda ifodalaydi. Natijada PID ning yuklama o'zgarishida tezlikni tiklash qobiliyati aniq ko'rinadi.

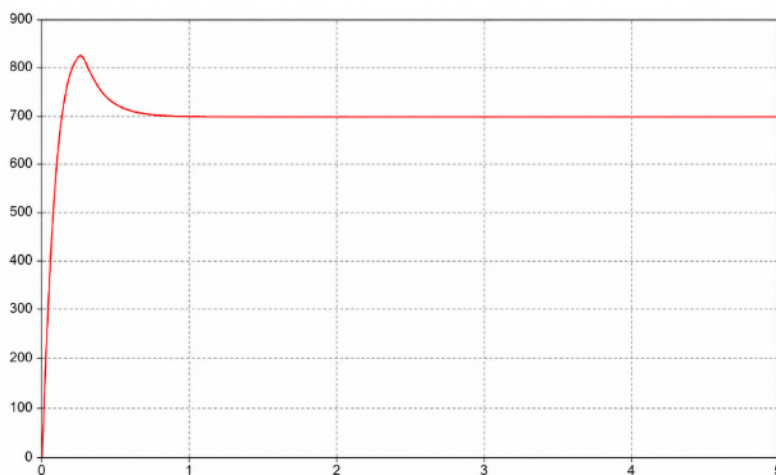
$$\Delta f_d \approx \frac{17}{28} = 0.607 \text{ Hz}$$

Simulink modeli "setpoint-xatolik-PID-cheklov-obyekt-teskari aloqa" prinsipiga ko'ra yig'iladi. Bu yerda setpoint 700 ayl/min sifatida Constant blok orqali beriladi va Sum blokda real tezlik bilan solishtiriladi. PID blok xatolikni qabul qilib, Δf tuzatishni hisoblaydi, so'ng bu signal Saturation orqali cheklanadi. Keyin Δf bazaviy chastota va disturbance bilan Summation blokda jamlanadi. Hosil bo'lgan chastota signali obyektga uzatiladi va Transfer Fcn blok motor tezligini hosil qiladi.



10-rasm. PID regulyatorli yopiq kontur boshqaruv strukturası

Simulinkdagi eng muhim nuqta - bazaviy chastota f_{base} ni albatta kiritishdir. Oldingi xatolik aynan bazaviy chastota bo'lmagani uchun kelib chiqqan: PID chiqishi ± 5 Hz cheklangan bo'lsa, maksimal tezlik 140 ayl/min atrofida qolib ketadi. Shuning uchun f_{base} doimiy (Constant) blok bilan Sum_{input} ga qo'shiladi. Amaliy jihatdan bu juda to'g'ri, chunki VFD odatda ma'lum bazaviy chastotada ishlaydi, PID esa faqat kichik tuzatishlar beradi. Natijada tizim 700 ayl/min atrofida ishlashga "yaqin" bo'ladi.



11-rasm. Bazaviy chastota va Δf konsepsiyasi bilan Simulink sxemasi

Disturbance sinovlari Simulinkda ikki Step blok orqali beriladi: 20 sekundda -0.607 Hz, 40 sekundda $+0.607$ Hz. Bu ikkala step Sum blok orqali umumiy disturbance signalni hosil qiladi va chastota summasiga qo'shiladi. Shu yerda tizimning yuklama o'zgarishiga javobi hosil bo'ladi. Agar PID to'g'ri sozlangan bo'lsa, tezlik qisqa pasayib, tezda setpointga qaytadi. Agar PID yoki diskretlash noto'g'ri bo'lsa, tebranishlar kuchayib ketishi ham mumkin.

Yuqoridagi birlashtirilgan yondashuv shuni ko'rsatadiki, piltalash jarayonida elektrmotor tezligini PID regulyator orqali boshqarish texnologik jihatdan samarali hisoblanadi. SCADA interfeysi operatorga tezlikni boshqarish va jarayonni monitoring qilish imkonini beradi, PLC esa yopiq kontur boshqaruvni real vaqt rejimida bajaradi.

Yangi konstruksiyadagi riflyali silindr o'rnatilgan pitalash mashinasining "Tubo Smart Textile" korxonasining iqtisodiy samaradorligiga ta'sirini baholashda ip sifatini yaxshilanishini hisobga olib, mavjud usulda olinayotgan ipga nisbatan taqqoslangan.

Quyida iqtisodiy samaradorlikni hisoblash uchun zarur bo'lgan asosiy ko'rsatkichlar keltirilgan (2-jadvalga qarang).

2-jadval

Asosiy ko'rsatkichlar jadvali

Nº	Ko'rsatkichlar nomi	O'lchov birligi	An'anaviy usuldagi	Taklif etilayotgan yangi konstruksiyadagi
1.	Ipning chiziqli zichligi	teks	27	27
2.	Yigirish mashinasi markasi		Zinser RM350	Zinser RM 350
3.	Mashinadagi chiqarish qismlari soni	dona	1200	1200
4.	Pishitish mexanizmining aylanish tezligi	ayl/daq	13000	13000
5.	Ip'dagi buramlar soni	bur/m	800	800
6.	Yillik ish soatlari	soat	7392	7392
7.	1-o'tim pitalash mashinasi riflyali silindrini takomillashtirish xarajatlari (4ta mashina uchun)	so'm	-	3 800 000
8.	Paxta tolasi narxi	so'm	20 000	
9.	Bir soatda 1 ta urchuqqa to'g'ri kelgan unumdorlik	kg/soat	0,025	
10.	Bir soatda 1 ta mashinaga to'g'ri keladigan unumdorlik	kg/soat	30,0105	
11.	Bir soatda korxonaga to'g'ri keladigan unumdorlik	kg/soat	630,2205	
12.	Bir yilda 1 ta urchuqqa to'g'ri kelgan unumdorlik	kg	184,8	
13.	Yillik unumdorlik	tonna	4660	

Ip sifatini yaxshilanishida yangi konstruksiyadagi riflyali silindr bilan jihozlangan pitalash mashinasi asosiy omil bo'lgan. Iqtisodiy samaradorlikni hisoblashda ushbu konstruksiyani yasashdagi ketgan umumiy xarajatlar 3 800 000 so'm ni tashkil etgan.

Korxonada sotiladigan ip narxi mavjud holatda 28060so'm ni tashkil qilib, 1kg ip uchun sof foyda 28,06so'm bo'lgan. Demak, 1kg ip tannarxi $C_e=28031,94$ so'm ga to'g'ri kelgan. Sababi, korxonada ishlab chiqarilayotgan

ip sifat ko'rsatkichi (Uster statistics 2023 bo'yicha) 95% li ko'rsatkichga to'g'ri kelgan. Takomillashgan konstruksiyani qo'llanishi natijasida ip sifati yaxshilangan va buning hisobiga narxi 32940so'm ni tashkil qilib, 1kg ip uchun sof foyda 32,94so'm bo'lgan.

Demak ip sifati yaxshilanishi hisobiga vujudga keladigan tavofut quyidagicha:

$$D = P_{n.i} - P_{n.t} = 32,94 - 28,06 = 4,88 \text{ so'm}$$

Bu yerda, C_i – yaxshilangan sifattdagi 1kg ipdan olinadigan sof foyda, C_t – avvalgi 1kg ipdan olinadigan sof foyda.

Korxonada o'rtacha hisobda yiliga 4660tonna ip ishlab chiqarilsa, ushbu miqdordagi an'anaviy va takomillashgan usulda olingan ipga to'g'ri kelgan iqtisodiy samaradorliklar va ular orasidagi tafovut quyidagicha:

$$P_t = P_{n.t} * A_{k.y} = 28,06 * 4660000 = 130759000 \text{ so'm}$$

$$P_i = P_{n.i} * A_{k.y} = 32,94 * 4660000 = 153500400 \text{ so'm}$$

$$P_d = P_i - P_t = 153500400 - 130759000 = 22741400 \text{ so'm}$$

Iqtisodiy samaradorliklar orasidagi tavofutdan bir martalik pitalash mashinasi konstruksiyasini takomillashtirish xarajatlari (riflya silindr yasash xarajatlari) chiqarib tashlansa,

$$22741400 \text{ so'm} - 3800000 \text{ so'm} = 18941400 \text{ so'm}$$

ni tashkil qiladi.

Yuqoridagi hisob-kitoblarga asosan quyida umumiy iqtisodiy samadorlikka oid jadval keltirilgan (3-jadvalga qarang).

3-jadval

Umumiy iqtisodiy samaradorlik jadvali

№	Ko'rsatkichlar nomi	O'lchov birligi	An'anaviy usuldagi	Taklif etilayotgan yangi konstruksiyadagi	Tafovut
1.	1kg ipning bahosi	so'm	28060	32940	4880
2.	Yillik unumdorlik	tonna	4660		-
3.	Sof foyda marjasi	%	0,1		-
4.	Yillik iqtisodiy samaradorlik	mln. so'm	130,759	153,5004	18,9414

Paxta tolasidan ip ishlab chiqarishda pitalash jarayonida elektr motorlarini SCADA tizimi orqali boshqarish natijasida ularning aylanish tezligi barqarorlashtirildi. Bu esa tok yuklanishlarini kamaytirib, energiya sarfini optimallashtirishga olib keldi.

Korxonada jami 15 ta elektr motor mavjud bo'lib, har birining quvvati 5 kW ni tashkil etadi. Umumiy quvvat:

$$P_{umumiy} = 15 \times 5 = 75 \text{ kW}$$

Jarayon uzluksiz ishlaydi, ya'ni kuniga 24 soat, yiliga 308 kun. Shunda yillik energiya sarfi:

$$W = 75 \times 24 \times 308 = 554400 \text{ kVt} \cdot \text{soat}$$

Elektr energiyasi narxi $1 \text{ kVt} \cdot \text{soat} = 900 \text{ so'm}$ deb olinadi. Yillik xarajat:

$$C_{\text{yillik}} = 554400 \times 900 = 498960000 \text{ so'm}$$

SCADA tizimi joriy etilgandan so'ng energiya sarfi o'rtacha **6%** ga kamaydi. Tejalgan energiya miqdori:

$$\Delta W = 5544000 \times 0.06 = 33264 \text{ kVt} \cdot \text{soat}$$

Mos ravishda iqtisodiy samaradorlik:

$$\Delta C_{\text{tok}} = 33264 \times 900 = 29937600 \text{ so'm}$$

Umumiy iqtisodiy samaradorlik:

$$C_{\text{umumiy}} = \Delta C_{\text{tok}} + C_1 = 153500400 + 29937600 = 183438000 \text{ so'm}$$

Demak, yangi konstruksiya umumiy iqtisodiy samaradorlik bo'yicha an'anaviy usuldan ustunroq. *1kg* ipning bahosi yangi konstruksiyada *4880so'm* ga yuqori bo'lib (*32940so'm*), bu yuqori narx mahsulot sifatining yaxshilanishi bo'yicha ortiqcha foyda bilan qoplanmoqda.

1kg ipdan olinadigan sof foyda *28,06so'm* dan *32,94so'm* ga oshgan. Eng muhim ko'rsatkichlardan biri — yillik umumiy iqtisodiy samaradorlik bo'lib, u an'anaviy usulda *130,759mln. so'mni* tashkil qilgan bo'lsa, yangi konstruksiyada *153,5004mln. so'mga* yetgan. Bu esa *18,9414mln. so'mlik* farqni tashkil etadi, ya'ni taklif etilayotgan yechim aniq iqtisodiy ustunlikka ega.

Xulosa qilib aytganda, tavsiya etilayotgan konstruksiyadagi piltalash mashinasi yigirish korxonalarida qo'llanilishi natijasida olingan ip sifat ko'rsatkichlari mavjud konstruksiyada olingan ip sifat ko'rsatkichlaridan yuqoriligi va buning natijasida olinadigan sof foyda ham ko'pligi hisobiga korxonaning yillik umumiy iqtisodiy samaradorligi *153,5004 mln. so'mni*, bir yilda *1 ta* urchuqqa *6091,285 so'm* ni tashkil etdi.

Hisob-kitoblarga ko'ra, SCADA tizimini joriy etish natijasida piltalash jarayonida yiliga *33264 kVt soat* elektr energiya tejaldi, bu esa *29,9376 million so'm* iqtisodiy samaradorlikni ta'minladi.

Ushbu natija shuni ko'rsatadiki, motorlarni optimal boshqarish orqali nafaqat energiya sarfi kamayadi, balki uskunalarning ishlash ishonchligi oshadi, xizmat muddati uzayadi va ekspluatatsiya xarajatlari ham qisqaradi. Umumiy iqtisodiy samaradorlik *183438000 so'mni* tashkil qiladi.

XULOSA

1. Piltalash mashinasining cho'zish zonasida tolalarning bir tekis taqsimlanishi va paralellashuvi ip sifatiga bevosita ta'sir ko'rsatadi. Bu jarayonda roliklar orasidagi masofa, bosim va cho'zish tezligi kabi parametrlarning optimal kombinatsiyasi muhim ahamiyat kasb etadi.

2. Piltani cho'zishda riflyali silindrlar orasidagi bosim va taranglik kuchlarining bir tekisda taqsimlanishi tolaniq deformatsiyasini kamaytiradi. Ayniqsa, qiyalik burchagi $\alpha = 10^\circ$ bo'lganda piltaning notekislik ko'rsatkichi minimal darajaga yetkaziladi.

3. Silindr burchak tezligi $n = 450 \text{ m/min}$ da tavsiya etilgan geometrik shakldagi riflyalar tolalarni markazga yo'naltirib, cho'zish jarayonida piltaning

strukturaviy yaxlitligini saqlab qoladi hamda yuqori sifatli kalava iplar olish imkonini yaratadi.

4. Takomillashgan riflyali silindrlar yordamida olingan matematik model va grafik tahlillar to'qimachilik mashinasozligida ta'minlash silindri konstruksiyasini takomillashtirish hamda uning optimal geometrik va texnologik parametrlarini asoslash uchun samarali ilmiy asos bo'lib xizmat qilishi aniqlandi. O'tkazilgan nazariy modelashtirishlar, kuchlarning tarqalish trayektoriyasi va cho'zish tezligiga bog'liq deformatsion parametrlar takomillashtirilgan riflyali silindr konstruksiyasining samaradorligini ilmiy jihatdan asoslab berdi.

5. "Tubo Smart Textile" MChJ sharoitida o'tkazilgan tajribalarda cho'zish silindri riflyalarining qiyalik burchagi 10° va I–II silindrlar orasidagi cho'zilish miqdori 1,3 mm bo'lgan variantda piltaning massa bo'yicha umumiy variatsiya koeffitsiyenti 2,71% ni tashkil etib, Uster Statistics 2023 bo'yicha 25–50% lik sifat sinfiga mos kelishi aniqlandi.

6. 1 metrlik qirqim bo'yicha variatsiya koeffitsiyenti eng yaxshi natijada 0,49% ni tashkil etdi, bu Uster Statistics 2023 bo'yicha 5–25% sinfiga to'g'ri keladi va tolalarning mahalliy darajada bir tekis taqsimlanganligini ko'rsatadi. 3 metrlik qirqim bo'yicha variatsiya koeffitsiyenti 0,34% ga teng bo'lib, bu ko'rsatkich Uster Statistics 2023 bo'yicha 5% lik sinfga yaqinlashadi va piltaning o'rta masofali barqarorligi yuqori darajada ekanligini tasdiqlaydi.

7. To'liq faktorial eksperiment asosida olingan regression tenglamalar Fisher mezoni bo'yicha adekvatligi tekshirilgan bo'lib, riflya burchagi (X_1), cho'zilish miqdori (X_2) va bosim (X_3) omillarining piltaning massa va qirqim bo'yicha notekisligiga ta'siri statistik jihatdan ishonchli ekanligi aniqlandi.

8. Takomillashtirilgan riflyali silindrni qo'llash natijasida ip sifatining yaxshilanishi hisobiga 1 kg ipdan olinadigan sof foyda 28,06 so'mdan 32,94 so'mga oshdi. Yillik iqtisodiy samaradorlik 183,438 mln. so'mni tashkil etadi.

НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ
DSc.03/2025.27.12.T.15.02 ПРИ НАМАНГАНСКОМ
ГОСУДАРСТВЕННОМ ТЕХНИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ

НАМАНГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

АХМАДЖАНОВ СУХРОБ БАХТИЁР УГЛИ

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ПИТАЮЩЕГО ЦИЛИНДРА
ЛЕНТОЧНОЙ МАШИНЫ И ОБОСНОВАНИЕ ЕГО ПАРАМЕТРОВ

05.02.03- Технологические машины, роботы, системы мехатроники и
робототехники

АВТОРЕФЕРАТ
ДИССЕРТАЦИИ ДОКТОРА ФИЛОСОФИИ (PhD)
ПО ТЕХНИЧЕСКИМ НАУКАМ

Наманган-2026

Тема диссертации доктора философии по техническим наукам (PhD) зарегистрирована в
Высшей аттестационной комиссии при Министерстве высшего образования, науки и инноваций

Диссертация выполнена в Наманганском государственном техническом университете.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекском, русском и английском (резюме)) размещен в веб-сайте Наманганского государственного технического университета (www.namdtu.uz) и на Информационно-образовательном портале "ZiyoNet" (www.ziynet.uz).

Научный руководитель:	Корабаев Шерзод Ахмаджонович Доктор технических наук, доцент
Официальные оппоненты:	Эргашев Джамолиддин Саматович Доктор технических наук, профессор Матисмаилов Сайпила Лолашбаевич Доктор технических наук, профессор
Ведущая организация:	Ферганский государственный технический университет

Защита диссертации состоится "25" август 2026 года в 10:00 часов на заседании при научном совете DSc.03/2025.27.12.Т.15.02 при Наманганском государственном техническом университете (Адрес: 160115, г. Наманган, ул. Касансайская, дом 7, тел. (99869) 228-76-71, факс: (99869) 228-76-75; e-mail: info@namdtu.uz, 3-здание Наманганского государственного технического университета, 1-этаж, малый зал совещаний)

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Наманганского государственного технического университета (зарегистрирован под номером 208). (Адрес: 160115, г. Наманган, ул. Касансайская, дом 7, тел.: 99869) 228-76-71, факс: (99869) 228-76-75.

Автореферат диссертации разослан "11" август 2026 года.
(реестр протокола рассылки № 7/2 от "09" июль 2026 года).

А.М.Махкамов

Председатель научного совета по
присуждению ученых степеней, доктор
технических наук, доцент

Ш.А.Махсудов

Ученый секретарь научного совета по
присуждению ученых степеней, доктор
философии технических наук, доцент

А.А.Умаров

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

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии(PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. В мире уделяется особое внимание расширению ассортимента изделий текстильной и легкой промышленности, повышению качественных показателей, устойчивости и технологической надежности пряжи и изделий из них, а также обеспечению их конкурентоспособности на мировом рынке. В настоящее время современная текстильная промышленность требует совершенствования технологических машин и их рабочих органов, обеспечивающих формирование высококачественной ленты со стабильными параметрами, и внедрения их в практику. В развитых зарубежных странах, таких как США, Япония, Германия, Италия, Китай¹, достигнуты значительные успехи в производстве пряжи и нитей с высокими физико механическими свойствами. Там особое внимание уделяется совершенствованию методов управления технологическими процессами для повышения эффективности производства и обеспечения конкурентоспособности продукции.

Во всем мире проводятся научные исследования, направленные на достижение высокой эффективности при производстве полуфабрикатов, разработку новых научно технических решений для современных усовершенствованных технологических машин. В этом направлении приоритетными считаются исследования по совершенствованию технологии получения качественной ленты на ленточных машинах. Вместе с этим, создание новых методов, обеспечивающих высокую эффективность технологических процессов при стабилизации качественных показателей ленты, совершенствование питающего цилиндра ленточной машины на основе новых конструктивных решений и разработка его рабочих параметров являются актуальными задачами.

В нашей республике особое внимание уделяется совершенствованию технического уровня ленточных машин и конструкции их рабочих органов в процессе получения пряжи, необходимых для производства текстильной продукции. В частности, актуальной задачей является научное совершенствование конструктивных решений питающих цилиндров, применяемых в ленточных машинах, и их рабочих параметров с целью стабилизации качественных показателей ленты и обеспечения непрерывности технологических процессов. В рамках реализации широкомасштабных мероприятий по разработке высокоэффективной техники и технологий, повышающих эффективность технологических процессов при получении полуфабрикатов, достигнуты определенные результаты. В

¹ https://www.textileworld.com/textile-world/2026/06/results-of-the-38th-itmf-global-textile-industry-survey-bottoming-out-cautious-recovery/?utm_source

стратегии развития нового Узбекистана на 2022–2026 годы¹, в частности, поставлены задачи по обеспечению устойчивости национальной экономики и увеличению доли промышленности в ВВП, продолжению промышленной политики, направленной на рост объема производства промышленной продукции в 1,4 раза. В реализации этих задач важное значение имеет совершенствование системы питания ленточных машин, улучшение физико механических свойств ленты и повышение качества текстильной продукции.

Данное диссертационное исследование служит в определенной степени реализации задач, поставленных в Указах Президента Республики Узбекистан от 28 января 2022 года за номером № УП-60 «О Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022 - 2026 годы», от 21 января 2022 года № УП-53 «О мерах по стимулированию глубокой переработки, производства и экспорта готовой продукции с высокой добавленной стоимостью текстильными и швейно-трикотажными предприятиями», от 05 мая 2020 года № УП-5989 «О неотложных мерах по поддержке текстильной и швейно-трикотажной промышленности», Постановлении Президента Республики Узбекистан от 16 сентября 2019 года № ПП-4453 «О мерах по дальнейшему развитию легкой промышленности и стимулированию производства готовой продукции», Постановлении Президента Республики Узбекистан, от 28 ноября 2017 года № ПП-3408 «О мерах по кардинальному совершенствованию системы управления хлопковой отраслью» и других нормативных правовых документах, связанных с данной деятельностью.

Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики. Исследования по диссертации соответствуют II приоритетному направлению «Энергетика, энергия и ресурсосбережение».

Степень изученности проблемы. В решении задач анализа влияния комбинации свойств волокон и параметров системы на силу вытяжки и качество пряжи, оптимизации технологических параметров зоны вытяжки для снижения неравнооты, дефектов и числа обрывов в пряжи, определения пределов силы вытяжки в зависимости от соотношения тонины волокон и степени вытяжки, изучения влияния технологических настроек зоны вытяжки ленточной машины на качество пряжи, а также анализа влияния изменения расстояния между нижними цилиндрами ленточной машины на качество хлопчатобумажной пряжи значительный вклад внесли известные зарубежные ученые, такие как Graham, Bragg, Balasubramanian, S.M. Ishtiaque, Yasemin Aydogmus Korkmaz, Karthikeyan M. Ramasamy, Abdulsalam Bagwan, Suresh Kumar, A. Gupta, Sh. Aggarwal, S. Klein, G. Grosberg, T. Behera, A.A. Chishoim, M. Saha, H. Stalder, K.P. Chellamani и другие.

¹ Указ Президента Республики Узбекистан от 28 января 2022 года ПФ № 60 «О стратегии развития нового Узбекистана на 2022-2026 годы»

Научные работы известных ученых Узбекистана посвящены анализу выпускной скорости ленточной машины, изучению влияния поверхности и диаметра валиков зоны вытяжки на траекторию движения волокон, оптимизации технологических параметров ленточной машины для улучшения качества продукции. Среди них: Жуманиязов К.Ж., Ибрагимов Х.Х., Гафуров К.Г., Бурнашев Р.З., Матисмаилов С.Л., Амзаев Л.А., Мелибоев У.Х., Мирзабоев Б., Парпиев Х., Азизов И.Р., Тожимирзаев С.Т. и другие. В результате проведенных исследований достигнуты значительные результаты по улучшению рабочих параметров ленточной машины, повышению качества продукции и производительности.

В то же время вопросы оптимизации зоны вытяжки ленточной машины, анализа физико механических факторов, влияющих на качество ленты, мониторинга скорости электродвигателя с помощью SCADA и управления процессом посредством PID регулятора изучены недостаточно.

Связь темы диссертации с научно исследовательскими работами высшего учебного заведения. Диссертационное исследование включено в перечень основных направлений Государственных научно технических программ Республики Узбекистан и выполнено в рамках плана научно исследовательских работ Наманганского государственного технического университета.

Цель исследования. Совершенствование конструкции питающего цилиндра ленточной машины и обоснование его параметров для улучшения качества продукции.

Задачи исследования:

определить влияние основных факторов на процесс вытяжки в ленточной машине: расстояние между цилиндрами, давление валиков, угол наклона рифлей, скорость вытяжки, линейная плотность ленты и свойства волокон;

разработать усовершенствованную конструкцию рифленого питающего цилиндра, обеспечивающую централизацию волоконного пучка и его стабильное направление в зоне вытяжки;

теоретически обосновать влияние угла наклона рифлей, формы профиля и геометрии поверхности цилиндра на движение ленты, силу давления, силу трения и состояние натяжения;

определить влияние угловой скорости цилиндра, скорости вытяжки и давления валиков на структурное состояние ленты и установить их оптимальные рабочие пределы;

экспериментально определить показатели качества ленты: коэффициент вариации по массе, неровноту по отрезкам, стабильность линейной плотности, а также показатели качества пряжи, получаемой в последующем процессе;

оценить влияние угла наклона рифлей, величины вытяжки между цилиндрами и давления валиков на неровноту ленты с помощью

математико статистических методов;

сравнить изменения показателей качества ленты, ровницы и пряжи при использовании усовершенствованного рифленого цилиндра с результатами существующей конструкции;

мониторинг скорости на ленточной машине, оценка влияния процесса управления на качество продукции, определение роль элементов управления SCADA и PID в обеспечении технологической стабильности;

разработать практические рекомендации по внедрению предложенного конструктивного решения в производство.

Объектом исследования являются ленточная машина марки RSB D 45, лента, образцы пряжи и механизмы привода ленточной машины.

Предметом исследования являются снижение неровноты ленточной ленты путем изготовления рифленых цилиндров питающей части ленточной машины под различными углами, улучшение качества ленты, ровницы и пряжи, полученных с помощью усовершенствованной конструкции ленточной машины.

Методы исследования. В процессе исследования использовались такие методы, как программный анализ для определения показателей качества текстильной продукции, теоретическая механика, статистический и математический расчет, концепция управления на основе регулятора PID, мониторинг SCADA и анализ устойчивости.

Научная новизна исследования:

На основе анализа механических закономерностей движения волокон и распределения усилий в зоне вытягивания разработана новая конструкция питающего цилиндра ленточной машины с рифленным профилем, имеющим различные углы наклона рифлей;

разработаны уравнения, выражающие зависимость давления и сил натяжения, возникающих при движении ленты по впадинам рифленого цилиндра, от угла наклона рифлей;

получены уравнения зависимости силы трения между лентой и рифленным цилиндром с различными углами наклона от угловой скорости цилиндра для обеспечения выравнивания концов волокон и равномерного вытягивания ленты в процессе вытягивания;

на основе результатов полного факторного эксперимента разработана математическая модель для определения коэффициента вариации ленты по массе в зависимости от оптимальных значений угла наклона рифлей вытяжного цилиндра, величины вытяжки между I и II цилиндрами и давления на валики.

Практические результаты исследования состоят из следующих:

Установлено, что модели и графические анализы, разработанные с использованием усовершенствованных рифленых цилиндров, служат эффективной научной основой для проектирования систем вытяжки нового поколения в текстильном машиностроении, создают основу для разработки передовой технологии прядения на основе проведенных

теоретических моделирований, деформационных параметров, зависящих от траектории распространения сил и скорости вытяжки;

В условиях ООО «Tubo Smart Textile», расположенного в Наманганской области Республики Узбекистан, в проведённых экспериментах при угле наклона рифлей вытяжного цилиндра 10° и величине вытяжки между I–II цилиндрами 1,3 мм коэффициент общей вариации ленты по массе составил 2,71%, что позволило достичь повышения до 25–50% класса качества согласно Uster Statistics 2023.

Коэффициент вариации по массе на отрезке в 1 метр в лучшем случае составил 0,49%, что соответствует 5–25% классу качества по данным Uster Statistics 2023 и указывает на равномерное распределение волокон на коротких участках. Коэффициент вариации по массе на отрезке в 3 метра составил 0,34%, что свидетельствует о приближении этого показателя качества к 5% классу по Uster Statistics 2023 и достижении высокой степени стабильности ленты на средних отрезках

Регрессионные уравнения, полученные на основе полного факторного эксперимента, были проверены на адекватность по критерию Фишера, и было установлено, что влияние факторов угла рифли (X_1), величины вытягивания (X_2) и давления (X_3) на неровнота ленты по массе и сечению статистически достоверно;

В результате применения новой конструкции рифлёного цилиндра за счёт улучшения качества пряжи чистая прибыль от 1 кг пряжи увеличилась с 28,06 до 32,94 сумов. Согласно расчётам, внедрение системы SCADA в ленточный процесс позволило сэкономить 32 400 кВт·ч электроэнергии в год, что обеспечило экономический эффект в размере 29,16 млн сумов. Годовая экономическая эффективность составила 183,438 млн сумов.

Достоверность результатов. Подтверждается общими выводами, отраженными в конце исследования, объясняются получением уравнений по рациональным значениям ленты, полученной с использованием рифленого цилиндра новой конструкции ленточной машины, проверкой полученных полуфабрикатов и готовых изделий на современных испытательных лабораторных приборах, взаимным соответствием теоретических и практических результатов.

Научная и практическая значимость. Научная значимость результатов исследования объясняется созданием рифленого цилиндра новой конструкции на ленточной машине, а также составлением уравнений по траекториям движения и рациональным значениям продукта, получаемого в новом устройстве, обоснованием результатов теоретических и практических исследований.

Практическая значимость результатов исследования заключается в улучшении качества продукции за счет применения ленточной машины, оснащенной рифленным цилиндром новой конструкции, улучшении полученных полуфабрикатов и готовой пряжи по неровноте

и ряду других показателей качества, анализе влияния основных параметров ленточной машины на качество продукции, обосновании в результате экспериментов повышения качества продукции путем выбора оптимальных параметров и повышения надежности работы машины.

Внедрение результатов. На основе научных результатов, полученных с применением ленточной машины, оснащенной усовершенствованным рифлевым цилиндром:

механизм новой конструкции рифлёного цилиндра ленточной машины внедрен в производство на предприятиях кластера ООО «Октош текстиль» и ООО «Наманган пахта текс» в городе Намангане (справка ассоциации «Узтекстильпром» от 14 мая 2026 года №01/06-668). В результате общий коэффициент вариации по массе ленты, полученной с использованием рифленого цилиндра новой конструкции, составил 2,71%, что позволило достичь показателей качества 25-50% по Uster Statistik 2023, а также ожидаемая годовая экономическая эффективность на предприятии в результате улучшения качества пряжи составила 183,438 млн (сто восемьдесят три миллиона четыреста тридцать восемьсот тысяч) сумов, а в части одного выпуска ленточной машины в год - 6091 (шесть тысяч девяносто один) сум.

Апробация. Результаты диссертационной работы доложены и обсуждены на 3 международных и 4 республиканских научно-технических конференциях.

Опубликованность результатов исследования. Всего по теме диссертации опубликовано 12 научных работ, в том числе 6 статей в научных изданиях рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов диссертаций доктора философии (PhD), из них 3 в республиканских и 2 в зарубежных научных журналах.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы и приложений. Объем диссертации составляет 115 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во **“Введении”** диссертации обоснованы актуальность и востребованность проведенного исследования, охарактеризованы цель и задачи, объект и предмет исследования, показано соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики, изложены научная новизна и практические результаты исследования, раскрыта научная и практическая значимость полученных результатов, внедрение в практику результатов исследования, сведения по опубликованным работам и структуре диссертации.

В первой главе диссертации, озаглавленной **«Факторы, влияющие**

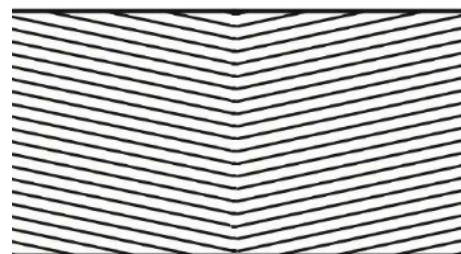
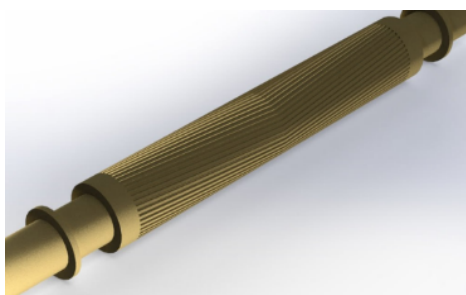
на процесс вытягивания ленточной машины, и их научные основы» представлен анализ направлений и перспектив развития текстильной промышленности республики, современных ленточных машин и их технологических возможностей, научных исследований по оптимизации зоны вытягивания ленточной машины, а также существующих научных и практических разработок, посвященных физико-механическим факторам, влияющим на качество ленты, и их статистическому анализу. Также приводятся сведения об оценке влияния структурного строения и чистоты питающей ленты на качество пряжи при кольцевом прядении.

Во второй главе диссертации озаглавленной **«Теоретический анализ механического воздействия усовершенствованных рифленых цилиндров на ленту в процессе вытягивания»** приведен теоретический расчетный анализ ленты под воздействием усовершенствованных рифлей цилиндров ленточной машины. Также представлен теоретический анализ вытягивания под воздействием направляющей рифли, а также сведения о влиянии угловой скорости цилиндра и скорости вытягивания на структурное состояние ленты.

В главе сначала было смоделировано действие сил, описывающих движение ленты между рифлеными цилиндрами: сила натяжения T , сила трения F_{ish} , направляющая сила и центробежные силы. Поскольку эти силы могут вызвать трехмерное движение в системе, было учтено их распределение по осям OX и OY .

Затем на основе графиков были проанализированы натяжение, деформация, скорость вытягивания и структурное состояние ленты при углах наклона рифленых цилиндров $\alpha = 8^\circ, 10^\circ, 12^\circ$. Результаты показывают, что при $\alpha = 10^\circ$ деформация ленты оптимальна, т.е. равномерно распределяется, а показатели неравнооты уменьшаются.

Приведем теоретический анализ получения качественной ленты путем увеличения качественных показателей ленты путем направления волокон в центр путем поворота рифлевых пазов цилиндра на рациональный угол, снижения ворсистости, показателей несп (см. рис. 1).



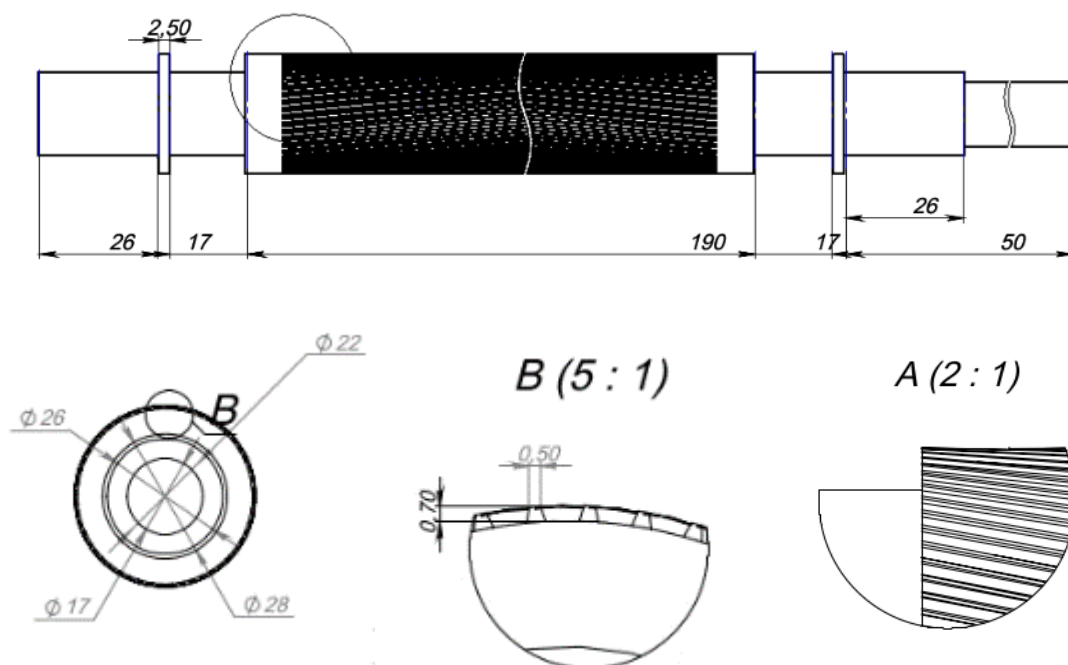


Рисунок 1. Геометрическая схема рекомендуемого цилиндра на ленточной машине

Приведен динамический анализ движения ленты под действием направляющих рифлевых канавок формирующих образования ленты с выпрямленными концами, а также рассмотрена задача уменьшения неровноты ленты за счет равномерной подачи обусловленной направлением волокон к центру. Используя принцип Даламбера, формулируем рассматриваемую задачу следующим образом.

Выразим движение ленты, проходящей через поверхность углов направляющей рифли (см. рис. 2).

Движение ленты, проходящей через поверхность углов рифли, в направлении α

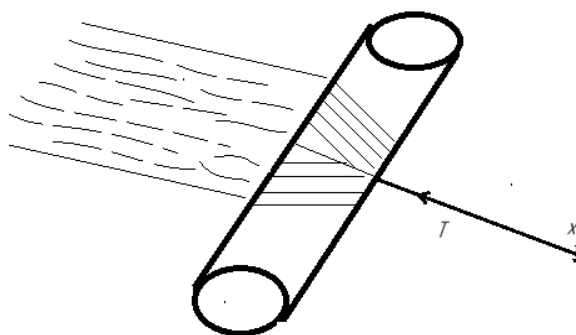


Рисунок 2. Схема движения ленты в канавках рифли

$$\vartheta_x = \dot{S} \cos \alpha$$

$$\vartheta_y = \dot{S} \sin \alpha$$

где: S -длина поверхности рифли, α - угол наклона.

В рамках исследования составлено дифференциальное уравнение,

описывающее движение ленты при её прохождении между направляющими цилиндрами, расположенными под рифлёным углом.

$$m \frac{d\vartheta}{dx} = \frac{dT}{dx} - \mu P(x) \quad (1)$$

Приведем дифференциальное уравнение (1) к простому виду:

$$\frac{d\vartheta}{dx} = \frac{1}{m} \frac{dT}{dx} - \frac{\mu}{m} P(x) \quad (2)$$

Из дифференциального выражения (2) следует, что масса ленты, проходящего между цилиндрами, равна $m = \rho \cdot A$, где ρ - плотность ленты, A - площадь сечения.

$$\rho \cdot A \cdot \frac{d\vartheta}{dt} = \frac{dT}{dx} - \mu P(x) \quad (3)$$

Если рассматривать из дифференциального уравнения (3) $\vartheta = \vartheta(x, t)$, то в обычном случае стационарное решение дифференциального уравнения (3) выражается следующим образом:

$$\frac{dT}{dx} - \mu P(x) = 0 \Rightarrow \frac{dT}{dx} = \mu P(x) \quad (4)$$

Выражение (4) выражает изменение натяжения ленты при прохождении между цилиндрами. Определяем силу натяжения, интегрируя это равенство (4):

$$T(x) = T_0 + \mu \int_{x_0}^x P(S) ds \quad (5)$$

Из равенства (5) определяем дифференциальное выражение изменения силы натяжения на входе и выходе ленты из цилиндров по длине ленты и под углом α канавок ленты следующим образом:

$$\rho A \frac{d\vartheta}{dt} = \frac{dT}{dx_0} - \mu P(S) \cos \alpha \quad (6)$$

В соответствии с выражением (6) сила натяжения ленты определяется посредством её связи с силой трения:

$$F_{ish} = \mu \cdot P(x) \quad (7)$$

(7) если изменение силы натяжения по углу захвата при прохождении между цилиндрами:

$$T(x) = T_0 e^{\varphi \mu} \quad (8)$$

Из равенства (8) определяем выражение зависимости силы натяжения от силы давления:

$$P(x) = \frac{1}{\mu} \varphi \cdot T_0 e^{\varphi \mu} \quad (9)$$

По выражению (9) определим силу давления ленты по осям x и y при её прохождении под углом рифлёных канавок:

$$\begin{cases} P_x = P(x) \cos \alpha \\ P_y = P(x) \sin \alpha \end{cases} \quad (10)$$

Подставив выражение (9) в равенство (10), вычислим:

$$\begin{cases} P_x = \frac{1}{\mu} \varphi T_0 e^{\varphi \mu} \cos \alpha \\ P_y = \frac{1}{\mu} \varphi T_0 e^{\varphi \mu} \sin \alpha \end{cases} \quad (11)$$

Подставив равенство (11), то есть изменение силы давления, вызванное углом отклонения ленты при её прохождении между цилиндрами, в выражение (2), определим силу натяжения ленты:

$$\begin{cases} m \frac{d\vartheta}{dx} = \frac{dT}{dx} - T_0 \varphi e^{\varphi \mu} \cos \alpha \\ m \frac{d\vartheta}{dy} = \frac{dT}{dy} - T_0 \varphi e^{\varphi \mu} \sin \alpha \end{cases} \quad (12)$$

$$m \frac{dS}{dx} \cos \alpha = \frac{dT}{dx} - T_0 \varphi e^{\varphi \mu} \cos \alpha$$

$$T(x) = m \cdot \cos \alpha \cdot S(x) + \int T_0 \cdot e^{\varphi \cdot \mu} \cdot \cos \alpha \cdot dx \quad (13)$$

В соответствии с выражением (13), при условии $S(x) = x$, получаем следующее

$$T(x) = m \cdot x \cdot \cos \alpha + \frac{T_0 \cdot \cos \alpha}{\varphi} \cdot e^{\varphi \cdot \mu} + C \quad (14)$$

Константу интеграла C в равенстве (14) определяем, используя начальное условие:

$$T(0) = 0 \Rightarrow C_1 = -\frac{T_0 \cos \alpha}{\varphi}$$

$$T(x) = m \cdot x \cdot \cos \alpha + \frac{T_0 \cdot \cos \alpha}{\varphi} (e^{\varphi \cdot \mu} - 1) \quad (15)$$

$$T(y) = m \cdot y \cdot \sin \alpha + \frac{T_0 \cdot \sin \alpha}{\varphi} (e^{\varphi \cdot \mu} - 1) \quad (16)$$

Из выражений (11), (15) и (16) приведен графический анализ изменения направляющих сил натяжения ленты, проходящей через направляющую рифлю, и изменения сил давления с помощью программы Maple.

На рисунке 2 длина рифлёной канавки обозначена через S . Данная величина имеет проекции на координатные оси OX и OY , которые определяются соответствующими выражениями:

$$\begin{cases} X = S \cdot \cos \alpha \\ Y = S \cdot \sin \alpha \end{cases} \quad (17)$$

Подставив равенства (11), (15) и (16) в выражение (17), определим силу натяжения и силу давления, возникающие при движении ленты через рифлёные канавки:

$$\begin{cases} P_x = \frac{1}{\mu} \cdot \varphi \cdot T_0 \cdot e^{\varphi \cdot \mu} \cdot \cos \alpha \\ P_y = \frac{1}{\mu} \cdot \varphi \cdot T_0 \cdot e^{\varphi \cdot \mu} \cdot \sin \alpha \end{cases} \quad (18)$$

$$\begin{cases} T_x = m \cdot S \cdot \cos \alpha + \frac{T_0 \cdot \cos \alpha}{\varphi} (e^{\mu \cdot \varphi} - 1) \\ T_y = m \cdot S \cdot \sin \alpha + \frac{T_0 \cdot \sin \alpha}{\varphi} (e^{\mu \cdot \varphi} - 1) \end{cases} \quad (19)$$

Используя выражения (18) и (19), проведен анализ изменения сил давления и натяжения вдоль длины рифлёной канавки S с помощью программы Maple (см. рис. 3).

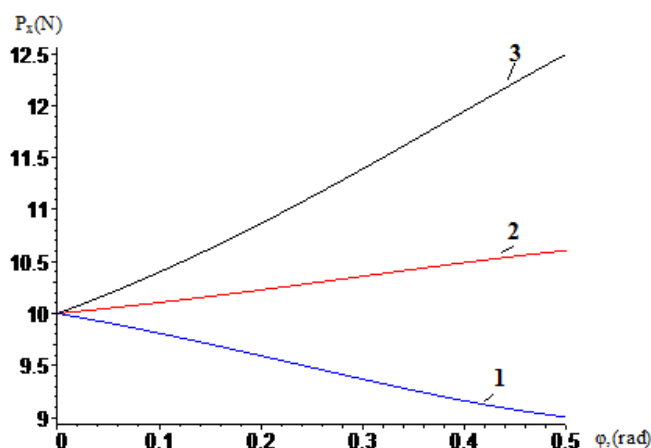


Рисунок 3. График зависимости силы давления ленты по оси OX при прохождении через усовершенствованную рифлёную канавку от угла охвата, для различных значений угла отклонения канавки: $\alpha_1 = 8^\circ$, $\alpha_2 = 10^\circ$, $\alpha_3 = 12^\circ$

На рисунке 3 приведено изменение силы давления P_x по оси OX при движении ленты через усовершенствованный рифлёный цилиндр в зависимости от угла охвата φ . На графике изображены кривые изменения силы давления для трёх различных углов рифления: ($\alpha_1 = 8^\circ$, $\alpha_2 = 10^\circ$, $\alpha_3 = 12^\circ$): 1-й ряд (красный) соответствует углу $\alpha_1 = 8^\circ$, 2-й ряд (синий) $\alpha_2 = 10^\circ$, а 3-й ряд (черный) $\alpha_3 = 12^\circ$.

На основании вышеприведенного теоретического анализа можно сказать, что модели и графические анализы, выполненные с использованием усовершенствованных рифленых цилиндров, служат эффективной научной основой при проектировании систем вытягивания нового поколения в текстильном машиностроении.

В третьей главе диссертации, озаглавленной «**Исследование работы устройства вытяжного прибора ленточной машины**» освещены оценка качественных показателей ленточной ленты, математико-статистический анализ и определение оптимальных значений факторов, влияющих на качественные показатели ленточной ленты, мониторинг скорости в ленточной машине через SCADA и управление PID, математическая модель и анализ устойчивости системы управления скоростью ленточной машины, а также расчет экономической эффективности пряжи, полученной в результате изменения канавок рифленых цилиндров вытяжного прибора

ленточной машины.

Экспериментальные исследования проводились в производственных условиях предприятия ООО «Tubo Smart Textile» (Наманганская область, город Наманган) на ленточной машине SB-D15.

Лента для ленточной машины выработана из хлопковых волокон сорта «Наманган-77», относящегося к 4-му типу I сорта, входящего в категорию «хороший».

На чесальной машине SAURER Autocard SC-6M, технологический процесс которой является этапом предварительной механической обработки хлопковых волокон, линейная плотность выходного продукта составляет 4920 текс (Ne 0,120), а линейная скорость рабочих органов составляет 220 м/мин. На ленточных машинах Rieter SB-D15 и RSB-D145 процесс сложения и вытягивания ленты обеспечивает выравнивание массы волокон и повышает структурную устойчивость ленты. На ровничной машине Zinser FL-668 линейная плотность ленты снижается и получается ровница 472 текс (Ne 1,25) и на последнем этапе на кольцевой прядильной машине Zinser RM-350 получается пряжа 27 текс (Ne 21,5).

Для решения задачи оптимизации параметров настройки вытяжного устройства был проведен полнофакторный эксперимент (ПФЭ). Всего в этом эксперименте было проведено $3^2=9$ экспериментов, то есть полная проверка всех уровней факторов, комбинированных между собой. В текстильных исследованиях, как правило, полный комбинаторный анализ выбирается как наиболее эффективный метод оптимизации. Уровни изменения факторов приведены в таблице 1.

Таблица 1

Уровни изменения факторов

Факторы	Кодированное значение			Диапазон изменения
	-1	0	+1	
Угол наклона рифлей вытяжного цилиндра	8°	10°	12°	2°
Величина вытягивания между цилиндрами I и II	1,3	1,4	1,5	0,1
Давление на валики	310	320	330	10.

В качестве выходных факторов были выбраны Y_1 - общий коэффициент вариации ленты по массе, Y_2 - коэффициент вариации по 1 м отрезкам ленты, %. При определении коэффициентов регрессии и проверке их значимости использовались критерии Стьюдента и Фишера для проверки адекватности или неадекватности математической модели.

В исследованиях выяснилось, что коэффициенты b_{13} b_{23} b_{22} b_{33} являются несущественными для исследуемых параметров, и мы удаляем несущественные коэффициенты, а уравнение переписывается

со значимыми коэффициентами:

$$Y_{R1} = 2,8 + 0,04 * X_1 + 0,06 * X_2 + 0,11 * X_3 + 0,07 * X_1 * X_2 + 0,21 * X_1^2$$

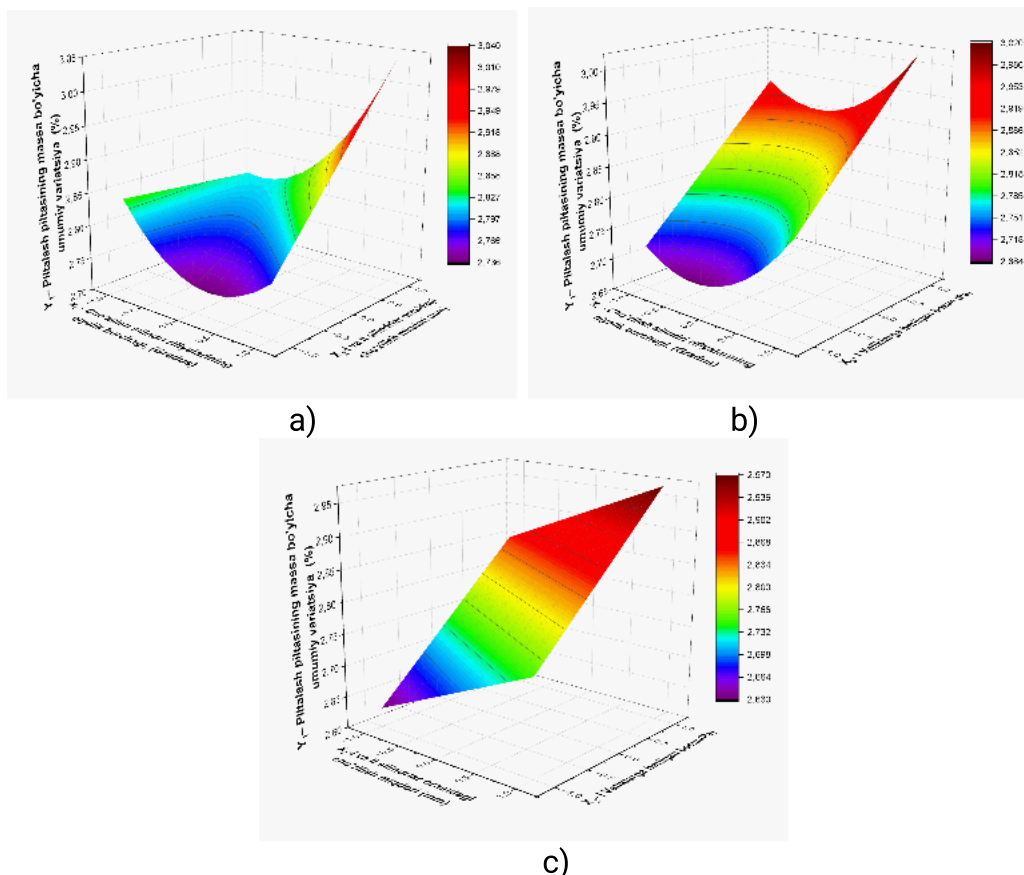


Рисунок 4. Графики влияния факторов на выходный параметр: а) факторы 1 и 2; б) факторы 2 и 3; в) факторы 1 и 3.

Из графика на рисунке 4.а видно, что при угле рифли 10° и приближении величины частной вытяжки к 1,3 мм Y_1 имеет минимальное значение ($\approx 2,7-2,8\%$). В этих условиях оптимально распрямляются волокна и обеспечивается массовая равномерность ленты. При угле 8° или 12° и отклонении вытягивания на 1,4 или 1,5 мм механическое напряжение увеличивается, и значение Y_1 увеличивается до 3,10-3,20%.

Из графика на рис. 4.б видно, что при величине вытягивания 1,3 мм и давлении 310 Па неровнота ленты по массе будет наименьшей ($Y_1 \approx 2,63\%$). При увеличении давления до 330 Па сжатие волокон усиливается и Y_1 поднимается выше 2,98%. Снижение давления до 320 Па приводит к недостаточной удерживаемости волокон и увеличивает неровнота.

Из графика на рис. 4.с видно, что при комбинации угла рифли 10° и давления 310 Па массовая устойчивость ленты максимальна, а Y_1 имеет минимальное значение. Увеличение угла до 12° или достижение давления 330 Па вызывает избыточную деформацию волокон и приводит к увеличению коэффициента вариации по массе до 3,15-3,20%.

Предлагаемая рифля направлена на обеспечение оптимального

соотношения механической прочности, предела деформации и других параметров цилиндра. С помощью анализа прочности оценивается напряженное и смещенное состояние рифленого цилиндра, определяются зоны наибольшего напряжения и обосновывается выбор материала.

Инженерный расчет произвольной детали начинается со статического анализа. Проведём статический расчёт для предлагаемого рифлёного цилиндра.

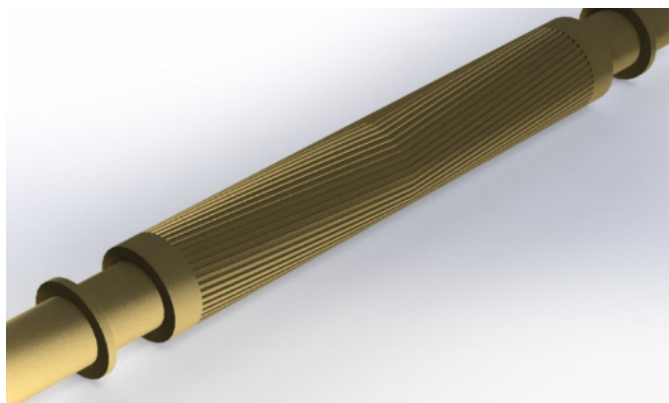


Рисунок 5. Общий вид предлагаемого рифленого цилиндра

Для предлагаемого рифлёного цилиндра выбирается материал, задаются условия установки (закрепления), определяются внешние силы и вводятся их числовые значения. Результаты отображаются в виде цветных эпюр (см.рис. 6-7 а, б, в).

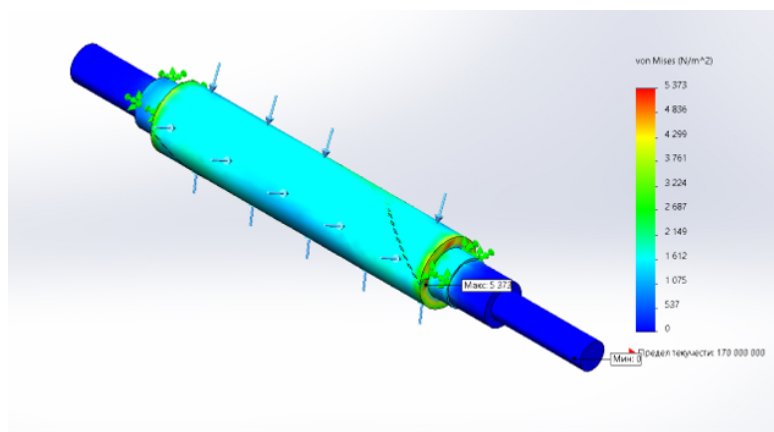


Рисунок 6. Эпюра напряжений проволоочной поверхности

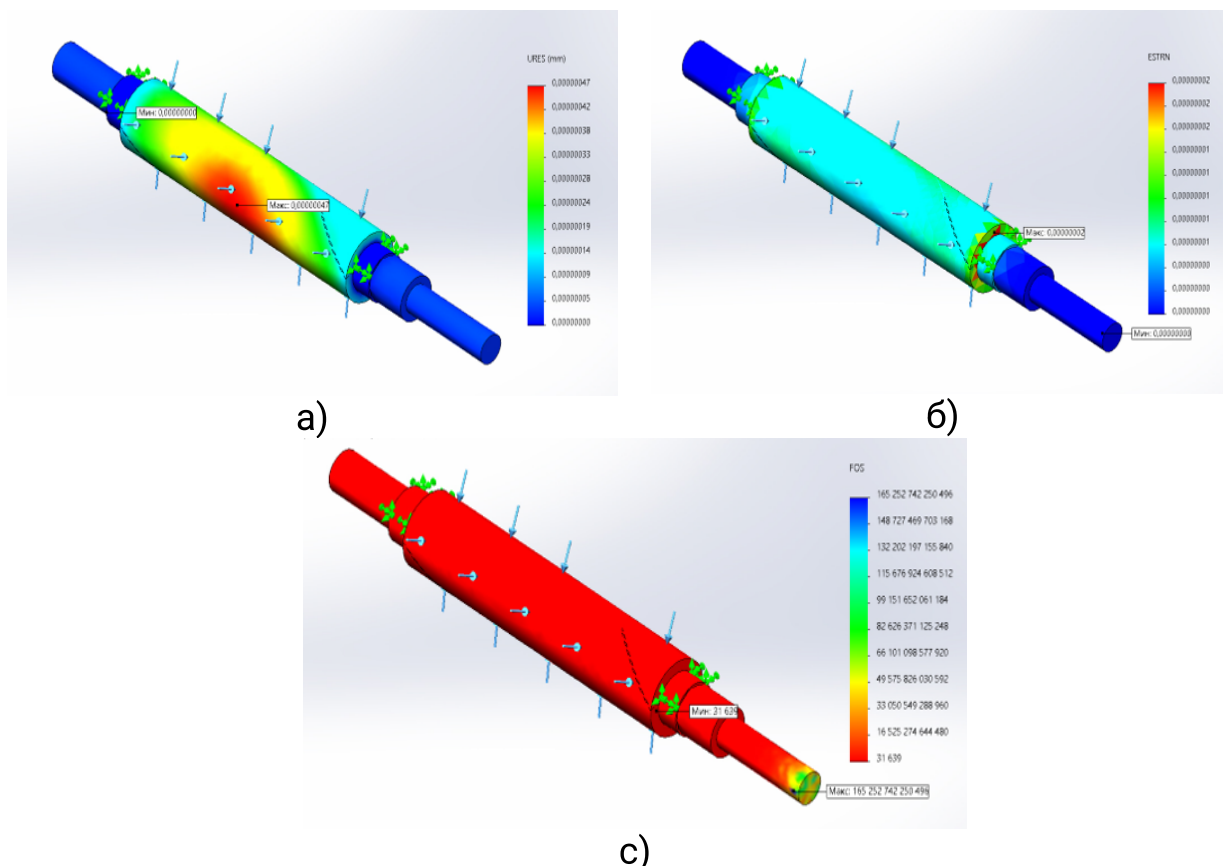


Рисунок 7. Эпюры определения запаса прочности предлагаемого рифленого цилиндра: а) эпюра перемещения, б) эпюра деформации, в) резерв прочности

Как видно из эпюр, на рифленый цилиндр было подано оптимально выбранное напряжение 310 Па, перемещение составило 0,00000047 мм, деформация - 0,0000002 мм, а минимальный запас прочности - 31,639 мм.

В данном исследовании концепция управления скоростью 700 об/мин на основе регулятора PID, мониторинг SCADA и анализ устойчивости описаны как единая система.

На высшем уровне системы управления SCADA выполняет функции управления и мониторинга через интерфейс оператора. Оператор вводит скорость setpoint на экране SCADA, подает команды запуска и остановки, а также отслеживает состояние процесса. SCADA обеспечивается индикаторами, предупреждениями (сигнализациями), трендовыми графиками и флагами состояния для удобства пользователя. Этот интерфейс позволяет оценивать технологический процесс в режиме реального времени и вмешиваться в нужный момент. Именно в таком непрерывном процессе, как ленточный, оператору важно видеть тренды, поскольку даже малые колебания скорости влияют на качество продукции.



Рисунок 8. Главный экран SCADA ленточной машины (интерфейс- HMI)

Центральную роль между SCADA и устройствами управления нижнего уровня играет PLC. PLC принимает задачу, получает сигналы реальной скорости от датчиков и формирует управляющий сигнал по алгоритму регулирования (PID). Этот сигнал передается в VFD, и VFD запускает двигатель на нужной частоте. В результате скорость двигателя изменяется и измененная скорость передается обратно в PLC, т.е. система работает в замкнутом контуре. Эта архитектура повышает гибкость управления и удобство обслуживания, так как параметры быстро настраиваются через PLC/SCADA.

Для измерения скорости в прикладной системе может использоваться энкодер, тахогенератор или внутренняя функция оценки скорости VFD. При высоком качестве измерения регулятор быстро и точно обнаруживает ошибку, а колебания уменьшаются. Однако дополнительные параметры, такие как ток двигателя, температура или вибрация, также могут быть полезны для диагностики. В трендовом окне SCADA фиксируется изменение скорости во времени и служит основным источником при анализе результатов испытаний. Диалоговое окно «В тренде» также поможет в дальнейшем улучшить точность настройки PID.

Обоснована концепция мониторинга скорости электродвигателя в ленточной машине на основе SCADA и управления в замкнутом контуре с помощью PID-регулятора. Показано, что изменения нагрузки, возникающие в процессе вытягивания между валиками (цилиндрами), могут привести к дестабилизации скорости. Обосновано, что архитектура SCADA-PLC-VFD важна тем, что позволяет оператору отслеживать процесс в режиме реального времени, вводить задачи и оперативно вмешиваться.



Рисунок 9. Окно тренда/мониторинга SCADA (график скорости и индикаторы состояния)

С научной точки зрения было объяснено, что точное измерение скорости и управление замкнутым контуром позволяют снизить однородность ленты и риск обрывов. В результате было установлено, что система управления на основе SCADA и PID является важным фактором, обеспечивающим технологическую стабильность процесса прядения.

В качестве практического подхода к математическому моделированию комплекса электродвигатель + VFD + механическая передача используется модель инерции первого порядка. Эта модель выражает не мгновенное изменение скорости, а изменение с определенной постоянной времени. В ленточной машине контур скоростей обычно должен работать быстро, поэтому постоянная времени может находиться в диапазоне. На входе модели принимается частота, на выходе - скорость (об/мин), что вполне соответствует сигналам управления VFD. Таким образом, создается упрощенная, но практически надежная математическая основа для системы.

$$G(s) = \frac{K_f}{Ts+1} \quad (20)$$

Если скорость setpoint принимается за 700 об/мин и эта скорость примерно соответствует базовой частоте 25 Hz, то коэффициент перехода от частоты к скорости оценивается следующим образом. Это значение уточняется на основании технических данных или опытных измерений. Важно, что единицы ведутся по одной и той же логике: вход должен быть в Гц, выход - в об/мин. Именно здесь понятие базовой частоты становится очень важным, поскольку PID обычно дает небольшую поправку (Δf), а не «общую частоту». Если не ввести базовую частоту, система не сможет достичь 700 об/мин, и получится неверный график.

$$K_f \approx \frac{700}{25} = 28 \text{ об/мин/Hz}, T = 0.5 \text{ с}$$

Сигнал ошибки определяется разностью между задачей и реальной скоростью. Если ошибка положительная, система стремится увеличить скорость, если отрицательная - снизить. Погрешность является основным входом регулятора и определяет качество управления. Быстрое устранение погрешности при настройке ленты уменьшает обрывность ленты, но слишком агрессивная настройка также может увеличить вибрации. Поэтому связь между погрешностью и регулятором выражается четко.

$$e(t) = n_{\text{set}} - n(t) \quad (21)$$

PID -регулятор на основе ошибки генерирует частотный корректирующий сигнал. Пропорциональная часть обеспечивает быструю реакцию, интегральная часть устраняет постоянную погрешность, а дифференциальная часть «смягчает» колебания. В практической системе дифференциальная часть обычно используется с фильтром, так как измерительный шум может усилить часть D. Поэтому параметры PID выбираются в соответствии с инерцией процесса и уровнем шума. В работе это интерпретируется как выход PID.

$$\Delta f(t) = K_p e(t) + K_i \int e(t) dt + K_d \frac{de(t)}{dt} \quad (22)$$

Реальный управляющий сигнал формируется вместе с базовой частотой. При этом «основой» служит базовая частота 700 об/мин, а PID дает только коррекцию. Пертурбация нагрузки также вводится как частотный эквивалент, так как при увеличении нагрузки скорость двигателя снижается. Значит, общая частота записывается следующим образом. Это уравнение далее реализуется в схеме Simulink непосредственно через блоки Sum.

$$f(t) = f_{\text{base}} + \Delta f(t) + d(t) \quad (23)$$

Пертурбация нагрузки в эксперименте увеличивается за 20 секунд и восстанавливается за 40 секунд. Если скорость снизится с 700 до 683 об/мин, разница составит 17 об/мин, а при переводе на Гц она составит около 0,607 Гц. На этой основе выбираются значения сигнала disturbance и вводятся в модель в виде Step. Этот подход описывает влияние нагрузки в условиях испытания, упрощая, но сохраняя содержание. В результате четко видна способность PID восстанавливать скорость при изменении нагрузки.

$$\Delta f_d \approx \frac{17}{28} = 0.607 \text{ Hz}$$

Модель Simulink собирается по принципу «setpoint-error-PID-constraint-object-feedback». Здесь setpoint задается через блок Constant в виде 700 об/мин и сравнивается с реальной скоростью в блоке Sum. Блок PID принимает ошибку и вычисляет Δf исправление, после чего

этот сигнал ограничивается через Saturation. Затем Δf базовая частота и disturbance суммируются в блоке Summation. Полученный частотный сигнал передается объекту, и блок Transfer Fcn создает скорость мотора.

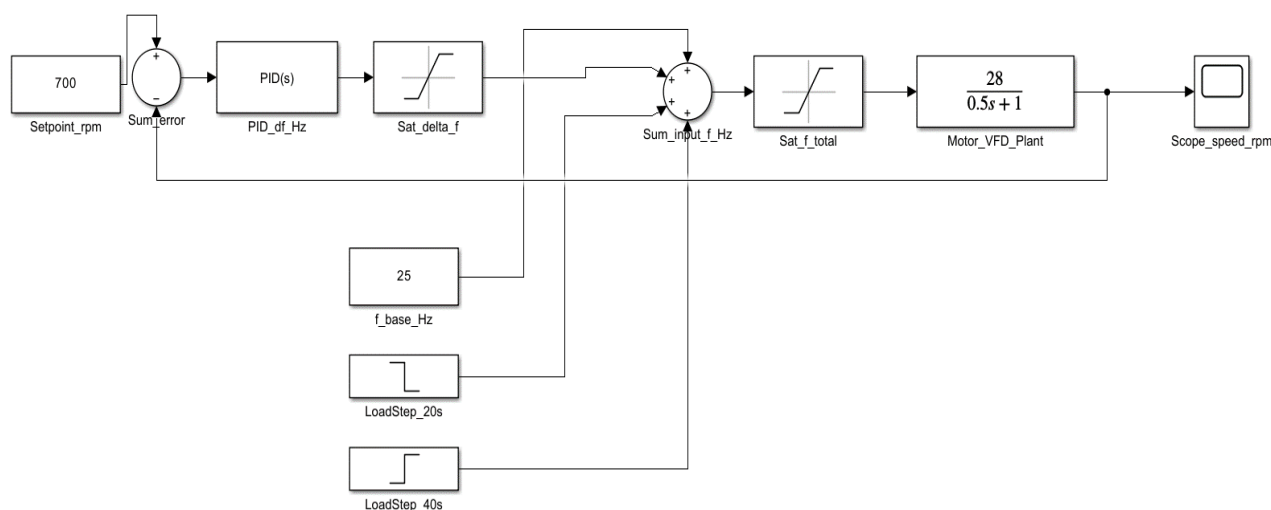


Рисунок 10. Замкнутая контурная структура управления с регулятором PID

Самый важный момент в Simulink - обязательно ввести f_{base} базовую частоту. Предыдущая ошибка возникла именно из-за отсутствия базовой частоты: если выход PID ± 5 Hz ограничен, максимальная скорость остается около 140 об/мин. Поэтому f_{base} присоединяется к сумме_input с помощью блока постоянной (Constant). Практически это очень правильно, так как VFD обычно работает на определенной базовой частоте, а PID дает лишь небольшие корректировки. В результате система будет «близка» к работе в пределах 700 об/мин.

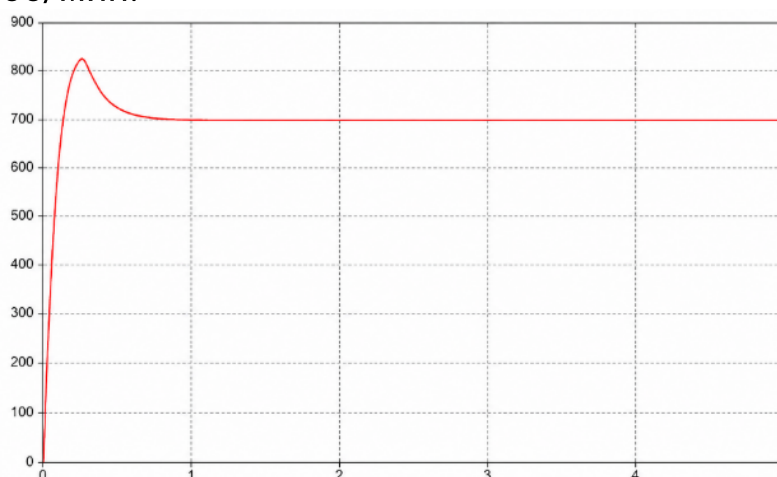


Рисунок 11. Схема Simulink с базовой частотой и концепцией

Дистурбационные тесты предоставляются в Simulink через два блока Step: -0.607 Гц за 20 секунд, +0.607 Гц за 40 секунд. Эти два шага создают общий сигнал disturbance через блок Sum и добавляются к сумме частот. Здесь возникает ответ системы на изменение нагрузки.

Если PID настроен правильно, скорость кратковременно снижается и быстро возвращается к заданному значению. Если PID или дискретизация неверны, колебания могут усилиться.

Приведенный выше комбинированный подход показывает, что регулирование скорости электродвигателя через PID -регулятор является технологически эффективным. Интерфейс SCADA позволяет оператору управлять скоростью и отслеживать процесс, а PLC выполняет управление замкнутым контуром в режиме реального времени.

При оценке влияния на экономическую эффективность предприятия «Tubo Smart Textile» ленточные машины с установленным рифленным цилиндром новой конструкции, учитывая улучшение качества пряжи, она сравнивалась с пряжей, получаемой существующим способом.

Ниже приведены основные показатели, необходимые для расчета экономической эффективности (см. таблицу 2).

Таблица 2

Таблица основных показателей

№	Наименование показателей	Единица измерения	Традиционный	Предлагаемая новая конструкция
1	Линейная плотность пряжи	текс	27	27
2	Марка прядильной машины		Zinser RM350	Zinser RM350
3	Количество выпускных частей в машине	штук	1200	1200
4	Скорость вращения крутильного механизма	об/мин	13000	13000
5	Количество круток в пряже	кр/м	800	800
6	Годовые часы работы	час	7392	7392
7	Затраты на усовершенствование рифленого цилиндра 1-перехода ленточной машины (на 4 машины)	сум	-	3 800 000
8	Цена хлопкового волокна	сум	20 000	
9	Производительность на 1 веретено в час	кг/час	0,025	
10	Производительность на 1 машину в час	кг/час	30,0105	
11	Производительность предприятия в час	кг/час	630,2205	

12	Производительность на 1 веретено в год	кг	184,8
13	Годовая производительность	тонна	4660

Основным фактором улучшения качества пряжи стала ленточная машина, оснащенная рифленным цилиндром новой конструкции. При расчете экономической эффективности общие затраты на изготовление данной конструкции составили 3 800 000 сумов.

Цена пряжи, реализуемой на предприятии, составила 28060 сумов, а чистая прибыль за 1 кг пряжи составила 28,06 сумов. Следовательно, себестоимость 1 кг пряжи составила $C_e=28031,94$ сум. Причина в том, что показатель качества пряжи, производимой на предприятии (по данным Uster statistics 2023), составил 95%. В результате применения усовершенствованной конструкции улучшилось качество пряжи, за счет чего цена составила 32940 сум, а чистая прибыль за 1 кг пряжи составила 32,94 сум.

Следовательно, разница, возникающая за счет улучшения качества пряжи, следующая:

$$D=P_{n,i}-P_{n,t}=32,94-28,06=4,88 \text{ сум.}$$

Здесь C_i - чистая прибыль от 1 кг пряжи улучшенного качества, C_t - чистая прибыль от 1 кг предыдущей пряжи.

Если предприятие производит в среднем 4660 тонн пряжи в год, то экономическая эффективность, приходящаяся на это количество пряжи, полученной традиционным и усовершенствованным способами, и разница между ними следующая:

$$P_t=P_{n,t} \cdot A_{k,y}=28,06 \cdot 4660000=130759000 \text{ сум}$$

$$P_i=P_{n,i} \cdot A_{k,y}=32,94 \cdot 4660000=153500400 \text{ сум}$$

$$P_d=P_i-P_t=153500400-130759000=22741400 \text{ сум}$$

Если из разницы между экономической эффективностью вычесть затраты на совершенствование конструкции одноразовой ленточной машины (затраты на изготовление рифленного цилиндра), то составит:

$$22741400 \text{ сум}-3800000 \text{ сум}=18941400 \text{ сум}$$

На основании приведенных выше расчетов ниже представлена таблица общей экономической эффективности (см. Таблицу 3).

Таблица 3

Таблица общей экономической эффективности

№	Наименование показателей	Единица измерения	Традиционный метод	Предлагаемая новая конструкция	Разница
1	Цена 1 кг пряжи	сум	28060	32940	4880
2	Годовая производительность	тонн	4660		

	ость				
3	Маржа чистой прибыли	%		0,1	
4	Годовая экономическая эффективность	млн. сум	130,759	153,5004	18,9414

При производстве пряжи из хлопкового волокна в ленточном процессе скорость вращения электродвигателей была стабилизирована в результате управления через систему SCADA. Это привело к снижению токовых нагрузок и оптимизации энергопотребления.

Всего на предприятии имеется 15 электродвигателей мощностью 5 кВт каждый. Общая мощность:

$$P_{\text{«общий»}} = 15 \times 5 = 75 \text{ кВт}$$

Процесс работает непрерывно, то есть 24 часа в сутки, 308 дней в году. Тогда годовое потребление энергии составит:

$$W = 75 \times 24 \times 308 = 554400 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Стоимость электроэнергии 1 кВт·ч = 900 сумов. Годовая стоимость:

$$C_{\text{«годовой»}} = 554400 \times 900 = 498960000 \text{ сум}$$

После внедрения системы SCADA энергопотребление снизилось в среднем на 6%. Экономия энергии:

$$\Delta W = 5544000 \times 0.06 = 33264 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Соответственно, экономическая эффективность:

$$\Delta \dot{C}_{\text{ТОК}} = 33264 \times 900 = 29937600 \text{ сум}$$

Общая экономическая эффективность:

$$C_{\text{общий}} = \Delta C_{\text{ТОК}} + C_1 = 153500400 + 29937600 = 183438000 \text{ сум}$$

Следовательно, новая конструкция превосходит традиционный метод по общей экономической эффективности. Цена 1 кг пряжи в новой конструкции выше на 4880 сумов (32940 сумов), эта высокая цена компенсируется избыточной прибылью за счет улучшения качества продукции.

Чистая прибыль с 1 кг пряжи увеличилась с 28,06 до 32,94 сумов. Одним из важнейших показателей является годовая общая экономическая эффективность, которая при традиционном методе составила 130,759 млн сумов, а при новой конструкции достигла 153,5004 млн сумов. Это составляет разницу в 18,9414 млн. сумов, то есть предлагаемое решение имеет явное экономическое преимущество.

В заключение можно сказать, что за счет того, что показатели качества пряжи, полученные в результате применения на прядильных предприятиях ленточной машины рекомендуемой конструкции, выше, чем показатели качества пряжи, полученной в существующей конструкции, и полученная в результате этого чистая прибыль больше, общая годовая экономическая эффективность предприятия составила 153,5004 млн. сум, в год 6091,285 сум на 1 веретено.

Согласно расчетам, внедрение системы SCADA позволило экономить 33 264 кВт·ч электроэнергии в год в ленточном процессе, что обеспечило экономическую эффективность в размере 29,9376 млн сумов.

Этот результат показывает, что за счет оптимального управления двигателями не только снижается энергопотребление, но и повышается надежность работы оборудования, увеличивается срок службы и сокращаются эксплуатационные расходы.

Общая экономическая эффективность составляет 183438000 сум.

ЗАКЛЮЧЕНИЯ

1. Равномерное распределение и параллелизация волокон в зоне вытяжки ленточной машины напрямую влияет на качество пряжи. В этом процессе важное значение имеет оптимальное сочетание таких параметров, как расстояние между валиками(цилиндрами), давление и скорость вытягивания.

2. Равномерное распределение сил давления и натяжения между рифлеными цилиндрами при вытягивание ленты снижает деформацию волокна. В частности, при угле наклона $\alpha = 10^\circ$ показатель неровноты ленты доводится до минимума.

3. Рекомендуемые рифли геометрической формы при угловой скорости цилиндра $n = 450$ м/мин направляют волокна в центр, сохраняют структурную целостность ленты в процессе вытягивания и позволяют получать высококачественную пряжу.

4. Установлено, что математические модели и графические анализы, полученные с использованием усовершенствованных рифленых цилиндров, служат эффективной научной основой для совершенствования конструкции питающего цилиндра в текстильном машиностроении и обоснования его оптимальных геометрических и технологических параметров. Проведенные теоретические моделирования, деформационные параметры, зависящие от траектории распространения сил и скорости вытягивания, научно обосновали эффективность усовершенствованной конструкции рифленых цилиндров.

5. В экспериментах, проведенных в условиях ООО «Tubo Smart Textile» было установлено, что в варианте с углом наклона рифлей вытяжного цилиндра 10° и величиной частной вытяжки между I-II цилиндрами 1,3 мм общий коэффициент вариации ленты по массе составил 2,71%, что соответствует классу качества 25–50% по Uster Statistics 2023.

6. Коэффициент вариации по 1-метровому отрезку в лучшем результате составил 0,49%, что соответствует классу 5-25% по Uster Statistics 2023 и указывает на равномерное распределение волокон на локальном уровне. Коэффициент вариации по 3-метровому отрезку

равен 0,34%, что приближается к классу 5% по Uster Statistics 2023 и подтверждает высокий уровень устойчивости ленты на среднем расстоянии.

7. Регрессионные уравнения, полученные на основе полного факторного эксперимента, были проверены на адекватность по критерию Фишера, и было установлено, что влияние факторов угла рифли (X_1), величины вытяжки (X_2) и давления (X_3) на неровноту ленты по массе и отрезкам статистически достоверно.

8. В результате применения усовершенствованного рифленого цилиндра за счет улучшения качества пряжи чистая прибыль с 1 кг пряжи увеличилась с 28,06 до 32,94 сумов. Годовая экономическая эффективность составляет 183,438 млн. сум.

**NAMANGAN STATE TECHNICAL UNIVERSITY
SCIENTIFIC COUNCIL FOR THE AWARDING OF ACADEMIC DEGREES
DSc.03/2025.27.12.T.15.02**

NAMANGAN STATE TECHNICAL UNIVERSITY

SUXROB AXMADJANOV

**IMPROVEMENT OF THE FEEDING CYLINDER DESIGN OF THE DRAW FRAME
MACHINE AND SUBSTANTIATION OF ITS PARAMETERS**

05.02.03 - Technological Machines. Robots, Mechatronic and Robotic Systems

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

Namangan– 2026

The theme of doctor of philosophy (PhD) of technical science dissertation was registered at the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under number B2025.4.PhD/T6176.

The dissertation was completed at Namangan State Technical University.

The dissertation abstract in three languages (Uzbek, Russian, and English (summary)) is posted on the website of the Scientific Council at Namangan State Technical University (www.namdtu.uz) and on the educational portal "ZiyoNet" (www.ziyo.net).

Scientific Supervisor:	Sherzod Korabayev Doctor of Technical Sciences, Dosent
Official Opponents:	Jamoliddin Ergashev Doctor of Technical Sciences, Professor Saypila Matismailov Doctor of Technical Sciences, Professor
Lead Organization:	Fergana State Technical University

The defense of the dissertation will take place at a meeting of the Scientific Council No. DSc.03/2025.27.12.T.15.02 at Namangan State Technical University on August 25 2025 at 10:00 o'clock. (Address: 160115, Namangan city, Kosonsoy Street, 7. Phone: (0569) 228-76-71, fax: (0569) 228-76-75, e-mail: niyei_info@edu.uz. Administration building of Namangan State Technical University, 1st floor, Small Conference Hall).

The dissertation can be accessed at the Information Resource Centre of Namangan State Technical University (registered under No. 208). (Address: 160115, Namangan city, Kosonsoy Street, 7. Phone: (69) 225-10-07).

The dissertation abstract was sent out on August 11, 2026.
(Registry protocol No. 7/2 dated "09" July 2026).

A.M. Makhkamov
Chairman of the Scientific Council for
Awarding Academic Degrees, Doctor of
Technical Sciences, Associate Professor

Sh.A. Mahsudov
Scientific Secretary of the Scientific Council
for Awarding Academic Degrees, Doctor of
Philosophy in Technical Sciences (PhD),
Associate Professor

A.A. Umarov
Chairman of the Scientific Seminar at the
Scientific Council for Awarding Academic
Degrees, Doctor of Technical Sciences

INTRODUCTION (Abstract of the doctor of philosophy (PhD) dissertation)

Research objective is to improve product quality by modernizing the design and substantiating the parameters of the feed cylinder of the drawing frame.

Scientific novelty of the research is as follows:

based on the analysis of the mechanical laws of fiber movement and force distribution in the drawing zone, a new design of the feed cylinder for the drawing frame has been developed, featuring a flute profile with varying inclination angles;

equations have been derived expressing the relationship between the pressure and tension forces generated during sliver movement along the flutes of the cylinder and the flute inclination angle;

to ensure the alignment of fiber ends and uniform sliver drafting during the drawing process, equations have been obtained for the dependence of the frictional force between the sliver fibers and the fluted cylinder with different inclination angles on the cylinder's angular velocity;

based on the results of a full factorial experiment, a mathematical model has been developed for determining the mass variation coefficient of the sliver as a function of the optimal values of the flute inclination angle of the drawing cylinder, the draft between cylinders i and ii, and the pressure applied to the rollers.

Practical results of the research is as follows:

it has been established that the models and graphical analyses developed using the improved fluted cylinders can serve as an effective scientific basis for the design of next-generation drawing systems in textile machinery engineering; the theoretical modeling, force distribution trajectories, and deformation parameters dependent on drawing speed provide a foundation for the development of advanced drawing technology;

in experiments conducted at "Tubo Smart Textile" LLC in Namangan Region, Republic of Uzbekistan, with a flute inclination angle of 10° and a draft between cylinders I–II of 1.3 mm, the total mass variation coefficient of the sliver was 2.71%, achieving an improvement to the 25–50% quality class according to Uster Statistics 2023;

the best result for the variation coefficient over a 1-meter cut was 0.49%, which corresponds to the 5–25% class according to Uster Statistics 2023, indicating a uniform local distribution of fibers. The variation coefficient over a 3-meter cut was 0.34%, approaching the 5% class according to Uster Statistics 2023, demonstrating a high level of medium-range sliver stability;

the adequacy of the regression equations obtained from the full factorial experiment was verified using Fisher's criterion, confirming that the effects of the factors – flute angle (X_1), draft (X_2), and pressure (X_3) – on the mass and sectional unevenness of the sliver are statistically reliable;

as a result of applying the new-design fluted cylinder, the net profit per 1 kg of yarn increased from 28.06 UZS to 32.94 UZS due to improved yarn

quality. According to calculations, the implementation of the SCADA system resulted in annual electricity savings of 32,400 kWh in the drawing process, which corresponds to an economic efficiency of 29.16 million UZS, with the total annual economic effect reaching 183.438 million UZS.

Implementation of research results. Based on the scientific findings obtained through the application of the drawing frame equipped with the improved fluted cylinder:

the new-design fluted cylinder mechanism of the drawing frame has been introduced into production at the enterprises “Namangan Paxta Teks” LLC cluster and “Oqtosh Tekstil” LLC in Namangan (certificate No. 01/06-668 dated May 14, 2026, from the “Uzto’qimachilik sanoat” Association). As a result, the total mass variation coefficient of the sliver produced using the new-design fluted cylinder was 2.71%, achieving performance indicators within the 25–50% range according to Uster Statistics 2023. Due to improved yarn quality, the expected annual economic effect at the enterprise amounted to 183.438 million UZS, and 6,091 UZS per one production section per year.

Approbation of research results. The results of the dissertation work have been presented and discussed at 3 international and 4 republican scientific-technical conferences.

Publication of research results. A total of 12 scientific works have been published on the dissertation topic, of which 5 articles were published in scientific journals recommended by the Higher Attestation Commission of the Republic of Uzbekistan for publishing the main scientific results of dissertations, including 3 republican and 2 foreign scientific journals.

Structure and volume of the dissertation. The dissertation consists of an introduction, four chapters, general conclusions, a list of references, and appendices. The total volume of the dissertation is 115 pages.

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

I qism (I часть; I part)

1. Qorabayev Sh. A., Axmadjanov S.B., Adashev B.M. (2025). Piltaning strukturaviy tuzilishi va tozaligi ip sifatiga ta'sirini baholash. JIZPI xabarnomasi, № 2 (2025), (05.00.00. OAK Rayosatining 2024 yil 25-dekabrdagi №365/4-son qarori). <https://slib.uz/article/36880>
2. Qorabayev Sh. A., Bobojonov X.T., Saloxiddinov J., Matchonova G., Axmadjanov S.B. (2025). Tarash piltasi notekisligini baholash. JIZPI xabarnomasi, № 2 (2025), (05.00.00. OAK Rayosatining 2024 yil 25-dekabrdagi №365/4-son qarori). <https://slib.uz/article/36881>
3. Qosimov A.A., Axmadjanov S.B. (2024). Design of the mechanical properties of the fabric used by wind yarn spinning from cotton and polyester fibers. Scientific and Technical Journal of NamIET, 9(2). (05.00.00. №33) <https://niet.uz/index.php/nj/article/view/439>
4. Qorabayev Sh. A., Axmadjanov S.B., Adashev B.M., Narmatov E. (2025) Evaluation of the influence of sliver structural composition and cleanliness on yarn quality. Modern American Journal of Engineering, Technology, and Innovation, 1(03). (June). (05.00.00, №14) <https://usajournals.org/index.php/2/article/view/619/677>
5. Axmadjanov S.B. (2024). Design of mechanical properties of wind fabric. International journal of advance scientific research, 4(06), (June). (05.00.00, № 23, 35) <https://doi.org/10.37547/ijasr-04-06-06>

II qism (II часть; II part)

6. Axmadjanov S.B., Jumyazova R., Sobirova R. (2024, May 30). Analyzed on the basic of international standards in determining the properties and qualities of different composition and fabrics. "To'qimachilik va yengil sanoat mahsulotlarining zamonaviy dizaynlarini yaratishda konseptual tahlillar, innovatsion yechimlar" mavzusida Xalqaro ilmiy-amaliy konferensiyasi, 496-500. https://new.namdtu.uz/storage/projects/4bbd172e-a839-43fc-a94a-f05dba59e2c5/assets/toqimachilik-va-yengil-sanoat-mahsulotlarining-zamonaviy-dizaynlarini_d3vsAEU6.pdf
7. Sarimsakov A., Axmadjanov S.B. (2024, Oktyabr 11). Paxta xomashyosining sifatini oshirish modellari. "Xalqaro standartlar asosida mahsulot sifatini ta'minlashda energiya va resurstejamkor zamonaviy texnologiyalarni qo'llashning innovasion usullari" mavzusidagi Respublika amaliy anjumani, 321-322. https://new.namdtu.uz/storage/projects/4bbd172e-a839-43fc-a94a-f05dba59e2c5/assets/xalqaro-standartlar-asosida-mahsulot-sifatini-taminlashda-energiya_xh4rgrTx.pdf
8. Boltabayev Sh., Axmadjanov S.B. (2024, Oktyabr 11). Silindrik

detallarni yumaloqlikdan og'ishlarini zamonaviy vositalarda o'lchash. "Xalqaro standartlar asosida mahsulot sifatini ta'minlashda energiya va resurstejamkor zamonaviy texnologiyalarni qo'llashning innovasion usullari" mavzusidagi Respublika amaliy anjumani, 111-113.

https://new.namdtu.uz/storage/projects/4bbd172e-a839-43fc-a94a-f05dba59e2c5/assets/xalqaro-standardlar-asosida-maxsulot-sifatini-taminlashda-energiya_xh4rgrTx.pdf

9. Axmadjanov S.B. (2024, Oktyabr 11). To'qimachilik sanoatida piltaning mexanik xossalarini tadqiq qilish. "Xalqaro standartlar asosida mahsulot sifatini ta'minlashda energiya va resurstejamkor zamonaviy texnologiyalarni qo'llashning innovasion usullari" mavzusidagi Respublika amaliy anjumani, 546-548.

https://new.namdtu.uz/storage/projects/4bbd172e-a839-43fc-a94a-f05dba59e2c5/assets/xalqaro-standardlar-asosida-maxsulot-sifatini-taminlashda-energiya_xh4rgrTx.pdf

10. Mamadalieva D., Qorabayev Sh., Mahsudov Sh., Sovutov M., Adashev B., Axmadjanov S. (2025). Evaluation and enhancement of ring strength in ring pile fabrics. AIP Conf. Proc. 3304, 030072. (05.00.00, (3)) <https://doi.org/10.1063/5.0269374>

11. Qorabayev Sh. A., Axmadjanov S.B., Adashev B.M. (2025, June 21). A review of scientific research on the optimization of the drafting zone of the sliver machine. International Conference on Developments in Education Hosted from Toronto, Canada, June. P37-40. <https://innovateconferences.org/index.php/ic/article/download/261/260/503>

12. Axmadjanov S.B. (2025, April 17). To'qimachilik sanoatida piltaning cho'zilish darajasiga ta'sir qiluvchi omillarni tadqiq qilish. "Ilm-fan, texnologiya va sanoat integratsiyasi: muammo va yechimlar" mavzusidagi Respublika ilmiy-amaliy anjumani, 133-135. https://new.namdtu.uz/storage/projects/4bbd172e-a839-43fc-a94a-f05dba59e2c5/assets/namdtu-toplam-24042025tsmt_lxgNpBCz.pdf

Avtoreferat «Namangan davlat texnika universiteti
ilmiy texnika jurnali» tahriridan o'tkazildi va o'zbek, rus,
ingliz tillaridagi mantlari mosligi tekshirildi (07.08.2026
y)

Bosishga ruhsat etildi 07.08.2026 y.
Bichimi 60X84 1/16, "Times New Roman"
Garniturada raqamli bosma usulida bosildi.
Shartli bosma tabog'i 3. Adadi: 60. Buyurtma: № 23
NamDTU bosmaxonasida chop etildi
Namangan shahri, Kosonsoy ko'cha, 7-uy.

