

NAMANGAN DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI
HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI
DSc.03/2025.27.12.T.15.03 RAQAMLI ILMIY KENGASH

NAMANGAN DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI

KAMALOVA IRODA IBROXIMOVNA

**“USTKI KIIYIMLAR UCHUN MO‘LJALLANGAN IKKI QATLAMLI
TRIKOTAJ TO‘QIMALARINI MAHALLIY XOMASHYOLARDAN ISHLAB
CHIQARISH TEXNOLOGIYASINI TAKOMILLASHTIRISH”**

05.06.02 – To‘qimachilik materiallari texnologiyasi va xomashyoga dastlabki ishlov berish

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

Namangan 2026

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

**Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD)
по техническим наукам**

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

Kamalova Iroda Ibroximovna

Ustki kiyimlar uchun mo‘ljallangan ikki qatlamli trikotaj to‘qimalarini mahalliy xomashyolardan ishlab chiqarish texnologiyasini takomillashtirish..... 5

Камалова Ирода Иброхимовна

Совершенствование технологии производства двухслойных трикотажных полотен из местного сырья для верхней одежды..... 29

Kamalova Iroda Ibrokhimovna

Improvement of the technology of production of two-layer knitted fabrics intended for outerwear from domestic fabrics..... 55

E‘lon qilingan ishlar ro‘yxati

Список опубликованных работ

List of published works..... 58

NAMANGAN DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI
HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI
DSc.03/2025.27.12.T.15.03 RAQAMLI ILMIY KENGASH

NAMANGAN DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI

KAMALOVA IRODA IBROXIMOVNA

**“USTKI KIIYIMLAR UCHUN MO‘LJALLANGAN IKKI QATLAMLI
TRIKOTAJ TO‘QIMALARINI MAHALLIY XOMASHYOLARDAN ISHLAB
CHIQARISH TEXNOLOGIYASINI TAKOMILLASHTIRISH”**

05.06.02 – To‘qimachilik materiallari texnologiyasi va xomashyoga dastlabki ishlov berish

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 Oliy attestatsiya komissiyasida B2021.1.PhD/T2199 raqam bilan ro'yxatga olingan.

Dissertatsiya Namangan davlat texnika universitetida bajarilgan.

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

Ilmiy rahbar:

Baxtiyar Farruxovich Mirusmanov
texnika fanlari doktori, dotsent

Rasmiy opponentlar:

Xanxadjaeva Nilufar Rahimovna
texnika fanlari doktori, professor

Abduraxmanov Abdurashid
texnika fanlari nomzodi, dotsent

Yetakchi tashkilot:

Farg'ona davlat texnika universiteti

Dissertatsiya himoyasi Namangan davlat texnika universitetida huzuridagi DSc.03/2025.27.12.T.15.03 raqamli Ilmiy Kengashning 2026 yil "16" 05 soat 13-30 dagi majlisida bo'lib o'tadi. (Manzil: 160605, Namangan sh., Janubiy aylanma yo'li ko'chasi, 17-uy, tel. (+99855) 251-43-04, 455-43-04, e-mail: info@nsi.uz, Namangan davlat texnika universitetida ma'muriy binosi, 1-qavat, kichik majlislar zali).

Dissertatsiya bilan Namangan davlat texnika universitetining Axborot – resurs markazida tanishish mumkin (166-raqam bilan ro'yxatga olingan). Manzil: 160103, Namangan sh., Yangi Namangan tumani, Islom Karimov ko'chasi 12-uy. Tel: (99869) 234-14-85

Dissertatsiya avtoreferati 2026 yil «5» may kuni tarqatildi.

(2026 yil «14» yanvardagi № 86 -raqamli reyestr bayonnomasi).



Q.M. Xoliqov

Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy kengash raisi, texnika fanlari doktori, professor

X.T. Bobojonov

Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy kengash ilmiy kotibi, texnika fanlari doktori, dotsent

J.Q. Yuldashev

Ilmiy kengash qoshidagi ilmiy darajalar beruvchi ilmiy seminar raisi, texnika fanlari doktori, dotsent

KIRISH (falsafa doktori (PhD) dissertatsiya annotatsiyasi)

Dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zarurati. Jahonda trikotaj sanoatidagi ishlab chiqarish samardorligini oshirish, mahsulot raqobatbardoshligini ta'minlash uchun texnologik jarayonlarni boshqarish usullarini takomillashtirish, yangi assortimentdagi trikotaj matolarni ishlab chiqarish masalalariga alohida ahamiyat berilmoqda. Global trikotaj matolari bozori 2023 yilda 28 mlrd. \$ bo'lganini, 2033-yilgacha talab 5,1% ga o'sishi hamda 46 mlrd. \$ ga yetishi bashorat qilinmoqda¹. Bu borada, jumladan turli xildagi trikotaj kiyimlariga, texnik maqsadlarda trikotaj matodlardan hamda sun'iy intellektga asoslangan 3D trikotaj to'qimalaridan foydalanishga bo'lgan talab kun sayin ortib bormoqda. Shu bilan birga, trikotaj xususiyatlarini bashorat qilishga, texnikaviy, estetik va zamonaviy badiiy-rangli bezatilgan hamda standart talablariga javob beradigan trikotaj matolari ishlab chiqarishga alohida e'tibor qaratilmoqda.

Jahonda yuqori samarali, innovatsion, energiyatejamkor texnik vosita va texnologiyalarni trikotaj ishlab chiqarish jarayonlariga tadbiiq qilishga, zamonaviy metodlarni qo'llash orqali sifatli hamda xaridorgir mahsulotlar ishlab chiqarishga qaratilgan ilmiy tadqiqotlar olib borilmoqda. Ushbu yo'nalishda, jumladan, trikotaj to'qimalarining yangi assortimentini ishlab chiqish, ularning texnologik parametrlarini, fizik-mexanik xususiyatlarini tadqiq etish va ularning asosiy o'zgarish qonuniyatlarini nazariy asoslash, matematik modellarini ishlab chiqish va bashorat qilish metodikasini yaratish bo'yicha tadqiqotlar ustuvor hisoblanmoqda. Shu bilan birga, yangi xomashyo turlaridan trikotaj to'qimalarini olish texnologik rejimlarini ishlab chiqishga, mavjud texnika va texnologiyalarni takomillashtirishga, trikotaj mashinalarining texnologik imkoniyatlarini kengaytirishga, texnologik jarayonlarni avtomatik boshqarishga yo'naltirilgan ishlar bo'yicha tadqiqotlar olib borish dolzarb vazifalardan hisoblanmoqda.

Respublikamizda trikotaj ishlab chiqarish korxonalarida o'rnatilgan trikotaj to'quv mashinalarining texnologik imkoniyatlarini takomillashtirish, sifat ko'rsatkichlari yuqori va xomashyo sarfi kam bo'lgan trikotaj to'qimalarini ishlab chiqarish bo'yicha tadqiqotlar ustuvor yo'nalishlardan hisoblanadi. Ushbu maqsadlarni ro'yobga chiqarish bo'yicha yillik va istiqbolga mo'ljallangan keng ko'lamli chora-tadbirlar amalga oshirilmoqda. Xususan, "O'zbekiston — 2030" strategiyasi² da, "Mahalliy xomashyo bazasidan samarali foydalanish va ilg'or texnologiyalarga asoslangan sanoatni rivojlantirish" hamda "Sanoatning "drayver" sohalarini rivojlantirish va hududlarning sanoat salohiyatini to'liq ishga solish" bo'yicha muhim vazifalar belgilangan. Ushbu vazifalarni amalga oshirishda, jumladan, trikotaj korxonalarining eksportga yo'naltirilgan mahsulotlarni ishlab chiqarishda ularning raqobatbardoshligini ta'minlaydigan resurstejamkor hamda ikki qatlamli trikotaj to'qimalarining yangi tuzulishli variantlarini ishlab chiqarish texnologiyasini takomillashtirish, trikotaj mashinalari ishchi holatini o'zgartirish hisobiga turli

¹ <https://www.factmr.com/report/2865/knitted-fabrics-market>

² O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2023-yil 11-sentabrdagi "O'zbekiston — 2030" strategiyasi" to'g'risida PF-158-son Farmoni

assortimentdagi ikki qatlamli trikotaj to'qimalari olishga qaratilgan ushbu ilmiy izlanishlar muhim hisoblanadi.

O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 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 Farmoni, 2022 yil 28 yanvardagi PF-60-son «2022-2026 yillarga mo'ljallangan Yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to'g'risida»gi Farmoni, 2024 yil 1-maydagi PF-71-son «To'qimachilik va tikuv-trikotaj sanoatini rivojlantirishni yangi bosqichga olib chiqish chora-tadbirlari to'g'risida» gi Farmoni, O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2025 yil 16 yanvardagi «To'qimachilik va tikuv-trikotaj sanoatida qayta ishlash zanjirini rivojlantirish bo'yicha qo'shimcha chora-tadbirlar to'g'risida»gi PF-6-son Farmoni, hamda mazkur faoliyatga tegishli boshqa me'yoriy-huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni amalga oshirishda ushbu dissertatsiya tadqiqoti muayyan darajada xizmat qiladi.

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

Muammoning o'rganilganlik darajasi. Trikotaj mahsulotlari ishlab chiqarish texnologiyasini yaratish va takomillashtirish, yangi trikotaj to'qima tuzilishini tahlil qilish, trikotaj to'qimalarini fizik-mexanik va deformatsion xususiyatlarini tadqiq etish kabi masalalarni hal qilishda bir qator xorijiy olimlar katta hissa qo'shganlar, jumladan, M.Midzuda, Syuy-Li-Son., Yu Lu., V.B Gupta, V.K.Kothari, D.N.Sandip, A.V.Shivaprakash, V.H. Maharaddi, A.D, Mikucioniene, T.H.Somashekar, B.V.Vasumathi, JameelaKh, A.S. Dalidovich, I.I.Shalov, L.I.Kudryavin, V.M.Lazarenko, I.G.Sitovich, A.A. Guseva, L.B.Karyakin, E.B.Pospelov va boshqalar.

Shakl saqlash xususiyati yuqori bo'lgan trikotaj to'qimalarini olish texnologiyalarini takomillashtirish, trikotaj mahsulotlarining assortimentini kengaytirish, mahalliy xomashyolardan samarali foydalanish, trikotaj mashinalarini texnologik imkoniyatlarini kengaytirish hamda trikotaj to'qimalarining turli xususiyatlarini tadqiq etishga O'zbekistonning taniqli olimlarining ilmiy ishlari bag'ishlangan. Bulardan: X.A.Alimova, Muqimov M.M, N.R.Xanxadjayeva, Q.M Xoliqov, B.F.Mirusmanov, L.I.Petrosova, T.G.Yakusheva, K.Z.Yunusov, F.A. Abduraximova, M.I.Umarova, X.A.Xazratkulov, G.X.Gulyayeva, M.M., Musayeva, N.M Musayev, M.M Mirsodiqov va boshqalar. Olib borilgan ilmiy tadqiqotlar natijasida trikotaj to'qimalarining tuzilishi, shakl barqarorligi va fizik-mexanik xossalari o'rtasidagi bog'liqlikni chuqur o'rganish, shuningdek, mahalliy xom ashyolardan foydalangan holda yuqori sifatli va raqobatbardosh trikotaj mahsulotlarini ishlab chiqarishning ilmiy va texnologik asoslarini yaratish bo'yicha salmoqli natijalarga erishilgan.

Shu bilan birga, texnologik imkoniyatlar va iqtisodiy samaradorlikni muvofiqlashtirish, shakl saqlash xususiyatini oshirish, shuningdek, yangi trikotaj to'qima tuzilishlari va ularni ishlab chiqarishning kompleks ilmiy-texnologik asoslarini ishlab chiqish bo'yicha ko'plab tadqiqotlar olib borilgan bo'lishiga

qaramasdan, ikki qatlamli trikotaj to'qimalarini ishlab chiqarishda xomashyo sarfi kam, tarkibidagi xomashyo (ip) ning chiziqliy zichliklarini va ularning to'qima tarkibida joylashuvini turli tartibda o'zgartirish orqali yangi assortimentdagi trikotaj matolar ishlab chiqarish hamda ushbu o'zgartirishlarni ikki qatlamli trikotajning texnologik va fizik-mexanik xususiyatlariga ta'sirini ilmiy asoslarini ishlab chiqish kabi muammolar yetarli darajada o'rganilmagan.

Dissertatsiya mavzusining dissertatsiya bajarilgan oliy ta'lim yoki muassasasining ilmiy-tadqiqot ishlari rejalari bilan bog'liqligi. Dissertatsiya tadqiqoti Namangan davlat texnika universitetining ilmiy-tadqiqot ishlari hamda "Ikki qatlamli trikotaj to'qimalarini mahalliy xomashyolardan ishlab chiqarish texnologiyasini takomillashtirish" mavzusidagi xo'jalik shartnomasi doirasida bajarilgan.

Tadqiqotning maqsadi ikki qatlamli trikotaj to'qimalarini mahalliy xomashyolardan ishlab chiqarish texnologiyasini ishlab chiqishdan iborat.

Tadqiqotning vazifalari:

ikki qatlamli trikotaj to'qimalarining yangi tuzilishli variantlarini ishlab chiqarish texnologiyasini takomillashtirish va to'qish usulini asoslash;

ikki qatlamli trikotaj to'qimalar tarkibidagi iplarning chiziqliy zichligi o'zgarishining trikotaj matosini fizik-mexanik xususiyatlariga ta'sir etuvchi omillarini ilmiy asoslash;

ikki qatlamli trikotaj to'qimalarini olishda ipni ignalarga qo'yish burchagini trikotaj tarkibidagi halqalar o'lchamiga ta'sirini tahlil qilish va nazariy asoslash;

ikki qatlamli trikotaj to'qimalarining yangi tuzilishli variantlarini trikotajning sifat ko'rsatkichlariga bog'liqlik omillarini asoslash.

Tadqiqotning obyekti sifatida Xitoyning "WONDERFUL" firmasida ishlab chiqarilgan "HP-380" rusumli yassi ikki ignadonli trikotaj to'quv mashinasi olingan.

Tadqiqotning predmetini mahalliy xomashyolar paxta va poiakrilonitril (PAN) iplaridan foydalanib ikki qatlamli trikotaj to'qima namunalarini ishlab chiqarish jarayonlari tashkil etadi.

Tadqiqot usullari: Tadqiqot jarayonida trikotaj texnologiyasi, to'qimachilik materialshunosligi, nazariy mexanika va amaliy matematika usullari hamda kompyuter dasturiy ta'minotidan foydalanilgan. Tajriba-sinov ishlarida TTYESI qoshidagi sinov laboratoriyasi va "TANG GROUP" MCHJ korxonasidagi mavjud sinov uskunalaridan foydalanilgan.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi quyidagilardan iborat:

ikki qatlamli trikotaj to'qimalarining yangi tuzulishli variantlarini ishlab chiqarish texnologiyasi ignalarni tanlab ishlatish va egish chuqurligini boshqarish asosida takomillashtirilgan;

olingan yangi tuzulishli variantlarda xomashyoning chiziqliy zichligi va rapportdagi joylashuvining o'zgarishi sifat ko'rsatkichlariga bog'liqligi asoslangan;

ignalarga ip qo'yish burchagini trikotaj tarkibidagi halqalar o'lchamiga ta'sir etish omillari matematik model asosida tahlil qilingan va regression tenglamalar olingan;

trikotaj to'qimasi tarkibidagi iplarning chiziqliy zichliklari o'zgartirish natijasida texnologik ko'rsatkichlar va fizik-mexanik xususiyatlariga ta'sir etuvchi omillar kompleks baholangan va tahlil qilingan.

Tadqiqotning amaliy natijalari quyidagilardan iborat:

ikki qatlamli trikotaj to'qimalarini variantlari tarkibidagi iplarini miqdori va iplarning chiziqliy zichliklarini son ko'rsatkichlari aniqlangan;

ikki qatlamli trikotaj to'qimalarini igna ilgagi ta'sirida ipning taranglik kuchini uzatishning turli xil tezliklarda to'qilishni zichligini optimal qiymatlari aniqlangan;

ikki qatlamli trikotaj to'qimalarini fizik-mexanik xususiyatlarini o'rgangan holda to'qimalarni pishqlik ko'rsatkichlaridan biri ularning ishqalanishga chidamliligi aniqlangan;

ikki qatlamli trikotaj to'qimalarini mashinani texnologik imkoniyatlaridan foydalanib, iplarni chiziqliy zichliklarini va to'qimada iplar joylarini almashinish natijasida to'qilishdagi pishqligi oshirilgan;

trikotaj to'qimalarining 6 ta variantlarini tahlili asosida, to'qimalarni sifat ko'rsatkichlarini kompleks baholangan.

Tadqiqot natijalarining ishonchliligi. Tadqiqot natijalarining ishonchliligi dissertatsiyada shakllantirilgan ilmiy holatlar, prinsiplar, xulosalar, tavsiyalar va amaliy tadqiqot natijalarining bir-biriga mos kelishi, aprobatiya va joriy qilinishidagi ijobiy natijalar, shuningdek natijalarni solishtirish, baholash kriteriyalariga ko'ra, ularning adekvatligiga, o'tkazilgan tadqiqotlarning ijobiy natijalari va ularning ko'rib chiqilayotgan sohasidagi ma'lumotlariga qiyosiy tahlili bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati. Tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyati xomashyo sarfi kam bo'lgan, yuqori sifatli yangi tuzilishli ikki qatlamli trikotaj to'qimalarining tarkibidagi kalava iplarining chiziqliy zichliklarini trikotajning texnologik ko'rsatkichlariga va fizik-mexanik xususiyatlariga bog'liqligi bilan izohlanadi.

Tadqiqotning amaliy ahamiyati xomashyo sarfi kam bo'lgan, yuqori sifatli ikki qatlamli trikotaj to'qimalarini yangi tuzilishi yaratilishida va olishda, mashinaning texnologik imkoniyatlarini kengayishida, to'qima va mahsulot turlarini ko'payishida hamda paxta va PAN iplarini qo'llanish ko'lamini kengayishi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining joriy qilinishi. Trikotaj mashinalarida yangi tuzilishdagi ikki qatlamli trikotaj to'qimalarini olish texnologiyasini takomillashtirish bo'yicha ishlab chiqilgan natijalar asosida:

mahalliy korxonalarda ichki bozor hamda eksportga yo'naltiriladigan ikki qatlamli trikotaj to'qimalarini olish texnologiyasi TANG GROUP" MCHJ korxonasida ishlab chiqarishga joriy qilingan ("O'zto'qimachilik sanoat" uyushmasining 2025-yil 7-iyuldagi №03/25-1668 sonli ma'lumotnomasi). Natijada moddiy resurslarni tejash va ishlov berish texnologiyasini takomillashtirish asosida ishlab chiqarilgan mahsulot birligiga nisbatan mehnat unumdorligini 2-3 % oshishiga erishilgan hamda xomashyo sarfini kamaytirish hisobiga korxonada 1 tonna mato olishdan kutilayotgan iqtisodiy samaradorlik 21 mln 536 ming (yigirma bir million besh yuz o'ttiz olti ming) so'mni tashkil qilgan.

Tadqiqot natijalarining aprobatiyasi. Tadqiqot ishining natijalari 6 ta xalqaro, 4 ta respublika ilmiy-texnik anjumanlarida ma'ruza qilingan va muhokamadan o'tgan.

Tadqiqot natijalarining e'lon qilinganligi. Dissertatsiya mavzusi bo'yicha jami 22 ta ilmiy ish chop etilgan, shulardan, 1 ta monografiya, O'zbekiston Respublikasi Oliy attestatsiya komissiyasining dissertatsiyalar asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan ilmiy nashlarda 9 ta maqola, ulardan 3 tasi respublika va 6 tasi chet el jurnallarida nashr etilgan hamda Intelektual mulk agentligidan EHM dasturi uchun 2 ta guvohnoma olingan.

Dissertatsiyaning tuzilishi va hajmi. Dissertatsiya tarkibi kirish, uchta bob, xulosa, foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati va ilovalardan iborat. Dissertatsiyaning hajmi 128 betni tashkil etadi.

DISSERTATSIYANING ASOSIY MAZMUNI

Kirish qismida o'tkazilgan tadqiqotning dolzarbligi va zaruriyati asoslangan, tadqiqotning maqsadi va vazifalari, obyektlari va predmeti tavsiflangan, Respublika fan va texnologiyalar rivojlanishining ustuvor yo'nalishlariga mosligi ko'rsatilgan, tadqiqotning ilmiy yangiligi va amaliy natijalari bayon qilingan, olingan natijalarning ilmiy va amaliy ahamiyati ochib berilgan, tadqiqot natijalarini amaliyotga joriy qilish, nashr etilgan ilmiy ishlar va dissertatsiya tuzilishi bo'yicha ma'lumotlar keltirilgan.

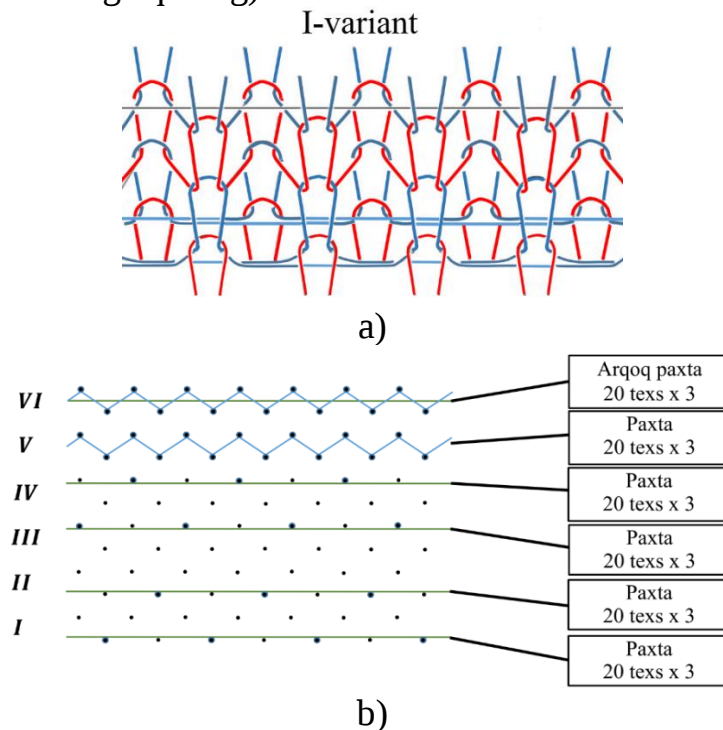
Dissertatsiyaning **“Trikotaj matolarini ishlab chiqarishning bugungi kun holati”** deb nomlangan birinchi bobida trikotaj mahsulotlari assortimentini kengaytirish va sifatini oshirish, trikotajni ishlab chiqarishda turli xil xomashyolardan samarali foydalanish, yangi tuzilishli trikotaj to'qima va maxsulotlarini ishlab chiqarish, ularni nazariy va amaliy jihatdan rivojlantirish masalalari bo'yicha tadqiqotlar tahlil qilingan.

Belgilangan vazifalarni hal qilishda turli xom ashyolardan foydalanib, to'qimachilik maxsulotlarini ishlab chiqarish yo'nalishlari, shuningdek asosiy xomashyo: paxta, poliakrilnitril (PAN), jun, yarim jun, lavsan, spandeks va laykra iplarini qayta ishlash va sifatini oshirish masalalari o'rganildi. Kalava ipining chiziqliy zichligi o'zgarishi, halqa ipi uzunligi bir xil bo'lganda, uning texnologik va ekspluatasion xususiyati, halqa parametrlari, mato o'lchami va uning yuza zichligini o'zgarishiga olib kelishi bo'yicha ikki qatlamli trikotaj ishlab chiqarishda xom ashyo sarfini kamaytirish uchun, trikotaj tuzilishiga glad halqa qatorini kiritishni taklif etilgan.

Tahlil qilingan adabiyotlar sharxi, bajarilgan ilmiy ishlar, patentlar va internet tarmoqlaridan olingan ma'lumotlarning tahlillarini umumlashtirib va yakunlab, shunday xulosaga kelish mumkin, ya'ni trikotaj to'quv mashinalarida trikotaj to'qimalarini olishda iplarning chiziqliy zichliklarini son ko'rsatkichlari va to'qimalar tarkibida ularni joylari almashtirilganda, to'qimani texnologik ko'rsatkichlariga xamda fizik-mexanik xususiyatlariga iplarni ta'sirini tadqiqot-lashga bag'ishlangan to'liq, oxirigacha bajarilgan tadqiqot ishlari bajarilmaganligi ma'lum bo'ldi. Olib borilgan tahlillar natijasida dissertatsiya ishini maqsad va vazifalari aniqlab olindi.

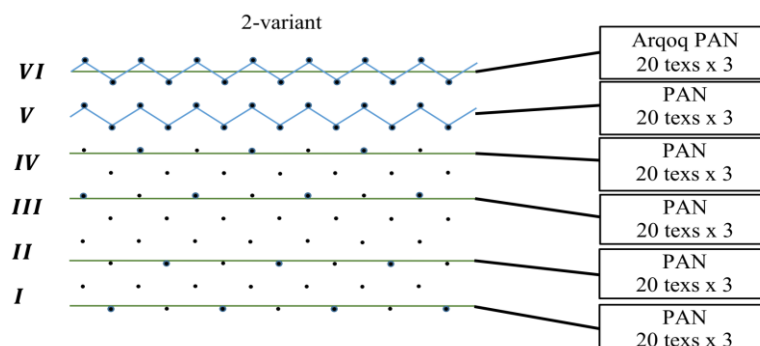
Dissertatsiyaning **“ikki qatlamli trikotaj to'qimalarini mahalliy xomashyolardan ishlab chiqarish texnologiyasini takomillashtirish”** deb nomlangan ikkinchi bobida ikki qatlamli trikotaj to'qimalarini olishda foydalanilgan iplarning fizik-mexanik xususiyatlarini tadqiqotlari o'tkazilgan.

Xitoyning “WONDERFUL” firmasida ishlab chiqarilgan “HP-380”rusumidagi yassi ikki ignadonli zamonaviy trikotaj to‘quv mashinasining texnologik imkoniyatlaridan to‘liq foydalanib, to‘qima tarkibidagi iplarini miqdorini trikotaj to‘qimasini texnologik parametrlariga va fizik-mexanik xususiyatlariga ta’sirini tadqiqotlash hamda ikki qatlamli trikotaj to‘qima turlarini kengaytirish maqsadida, ikki qatlamli trikotaj to‘qimasining 6 ta variantini tuzilishi va olish usullari ishlab chiqildi. Olingan ikki qatlamli trikotaj to‘qimasining I-variantini tuzilishi va grafikli yozuvi 1-rasmda keltirilgan bo‘lib, uning hamma halqa qatori chiziqliy zichligi 20 teks x 3 paxta ipidan to‘qilgan. (1-rasmga qarang).



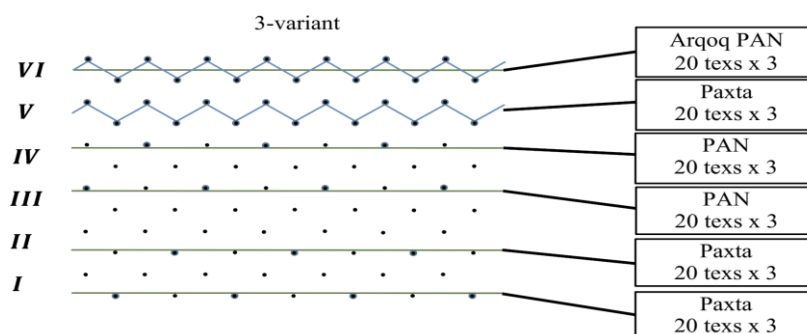
1-rasm. Ikki qatlamli trikotaj to‘qimasining (a) tuzilishi va (b) grafikli yozuvi

Ikki qatlamli trikotaj to‘qimasini tarkibidagi xomashyolarni almashtirilishi, ya’ni ikki qatlamli trikotaj to‘qimasini texnologik ko‘rsatkichlariga va fizik-mexanik xususiyatlariga ta’sirini tadqiq va tahlil qilish maqsadida bu to‘qimaning II-varianti chiziqliy zichligi 20 teks x 3 ga teng bo‘lgan 100 % PAN kalava ipidan foydalanib to‘qib olingan. Bu ikki qatlamli trikotaj to‘qimasini tuzilishi I-variant tuzilishi bilan bir xil bo‘lganligi sababli to‘qimani faqat grafikli yozuvlari va iplar bilan taxtlanishlari 2-rasmda keltirilgan (2-rasmga qarang).



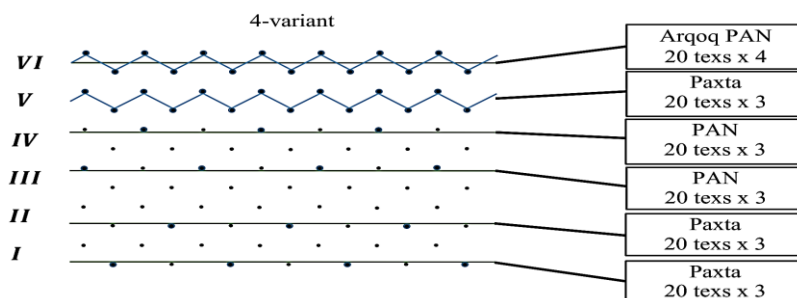
2-rasm. Ikki qatlamli trikotaj to‘qimasining grafikli yozuvi.

Ikki qatlamli trikotaj to'qimasini tarkibidagi iplarni chiziqliy zichliklari va joylari almashtirilganda trikotajni texnologik va fizik-mexanik xususiyatlariga tasirini tadqiqot qilish maqsadida ikki qatlamli trikotaj to'qimasini III-variantini grafikli yozuvi 3-rasmga keltirilgan (3-rasmga qarang).



3-rasm. Ikki qatlamli trikotaj to'qimasining grafikli yozuvi.

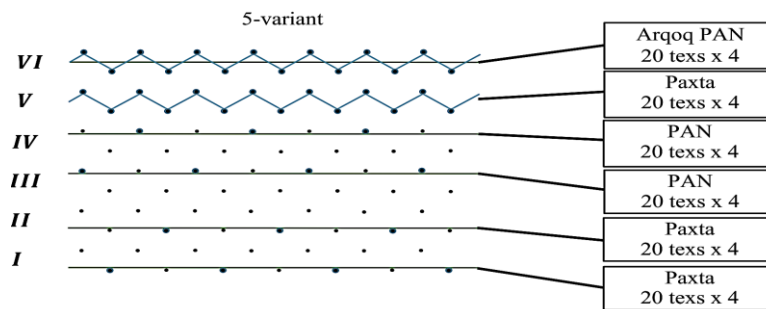
Mashina karetkasini chapdan o'ngga harakatlanishida to'qimani III-halqa qatori ort ignadonning toq ignalarida chiziqliy zichligi 20 teks x 3 PAN ipidan hosilali glad halqa qatori to'qilsa, mashina karetkasini o'ngdan chapga harakatlanishida hosilali glad to'qimasini IV-halqa qatori ort ignadonning juft ignalarida hosilali glad halqa qatorlari to'qiladi. To'qimaning rapportini eng oxirigi halqa qatorida hosilali glad halqa qatorlarini birlashtirgan lastik halqa qatorlarini protyajkalari ustiga chiziqliy zichligi 20 teks x 3 PAN arqoq ipi, mashina karetkasini o'ngdan chapga harakatlanishi natijasida qo'yilgan (4-rasmga qarang).



4-rasm. Ikki qatlamli trikotaj to'qimasining grafikli yozuvi

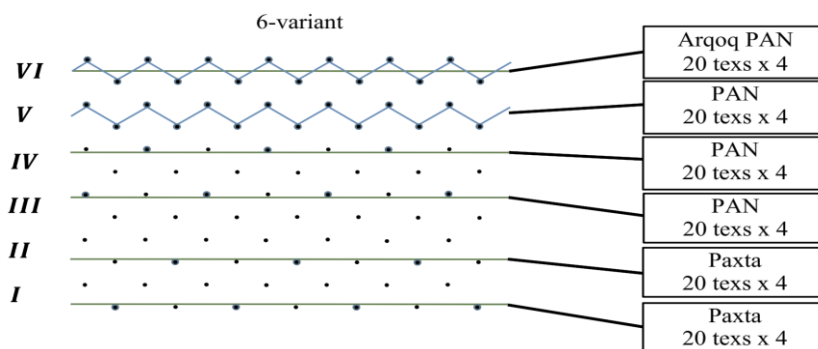
Natijada, zamonaviy trikotaj to'quv mashinasining texnologik imkoniyatlaridan to'liq foydalanib, mashinaning konstruktiv tuzilishiga hech qanday o'zgartirishlar kiritmasdan ikki qatlamli trikotaj to'qimasini III-varianti to'qib olingan. Ikki qatlamli trikotaj to'qimasini eniga bo'lagan cho'zilishini kmaytirish maqsadida bu trikotajning IV-variantining tuzilishi yaratilib, qolgan variantlardan farqi to'qima halqa qatorlarini hosil qilishda arqoq ipining chiziqliy zichligi 20 teks x 4 PAN ipidan hosil qilingan. Ikki qatlamli trikotaj to'qimasini grafikli yozuvi 4-rasmga keltirilgan bo'lib, ikki qatlamli trikotajning birinchi, ikkinchi va uchinchi halqa qatorlari oldin olingan I, II- va III-variantlarniki bilan taxtlanishlari bir hil bo'lib, faqatgina PAN ipidan hosil qilingan arqoq ipini chiziqliy zichligi 20 teks x 4 ga teng va halqa qatorlarini to'qish ketma-ketliklari oldingi variantlar kabi to'qilishi bir xil.

Ikki qatlamli trikotaj to'qimasining V-variantini grafikli yozuvi 5-rasmga keltirilgan. Bu variantni IV-variantdan farqi halqa qatorlarini turli chiziqliy zichliklarga ega bo'lagan iplardan olinish bilan farqlanishini ko'rish mumkin (5-rasmga qarang).



5-rasm. Ikki qatlamli trikotaj to'qimasining grafikli yozuvi.

Ikki qatlamli trikotaj to'qimasini eniga bo'lagan cho'zilishini yanada kamaytirish maqsadida bu trikotajning VI-variantining grafikli yozuvi 6-rasmga keltirilgan bo'lib, to'qimani beshinchi halqa qatori chiziqiy zichligi 20 teks x 4 PAN ipidan hosil qilinganligini ko'rish mumkin (6-rasmga qarang).

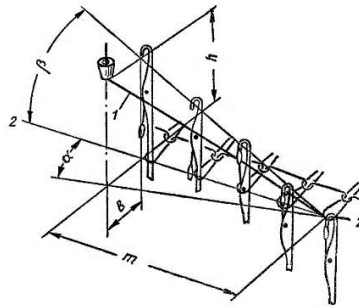


6-rasm. Ikki qatlamli trikotaj to'qimasining grafikli yozuvi.

Mashinada lastik 1+1 to'qimasini halqalariga oldi va orqa ignadonda hosil qilingan hosilali glad halqalari tashlanishi hisobiga har ikkala alohida to'qilgan qatlam birlashtirildi. Ikki qatlamli trikotaj to'qimalarini bunday usul bilan to'qish, ikki qatlamli trikotaj to'qimalarini olishning takomillashgan usullaridan biri bo'lib hisoblanadi va bu usul mashinaning unumdorligiga ta'sir etmaydi. Olingan ikki qatlamli trikotaj to'qimalaridan bolalar, ayollar va erkaklar engil ustki trikotaj mahsulotlarini ishlab chiqarishda foydalanish mumkin.

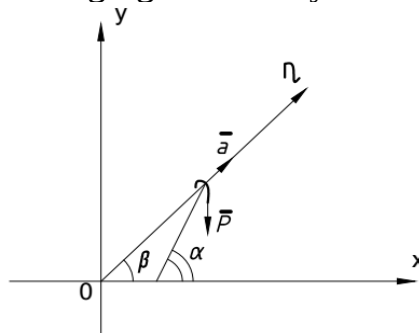
Ipni ignalarga qo'yish burchagini trikotajning sifat ko'rsatkichlariga ta'sirini nazariy tadqotlarini olib borishda quyidagi natijalarga ega bo'ldik. Ip ignaga uzluksiz va vaqti-vaqti bilan qo'yilishi mumkin. Ipni ignaga qo'yishning ikki usulida ham ip yurgizgich qo'zg'aluvchan yoki qo'zg'almas bo'lishi mumkin. Yassi ignadonli ko'ndalangiga to'qiydigan mashinalarida ip ignaga vaqti-vaqti bilan qo'yiladi.

Halqa hosil qilish jarayonida berilayotgan ip tarangligiga katta ahamiyat berish zarur, chunki ipning tarangligi halqa ipining uzunligiga bog'liqdir. Agar berilayotgan ipning tarangligi kam bo'lsa, halqa hosil qilish jarayonida iplar chalkashib ketishi yoki ignadan sirg'anib tushib ketishi mumkin, taranglikning katta bo'lishi esa ipning uzilib ketishiga sabab bo'ladi. Ipning ignaga to'g'ri yoki noto'g'ri qo'yilishi ipni ignaga qo'yish o'lchamlariga bog'liqdir. Ignaga berila yotgan ipning vertikal tekislikdagi proyeksiyasi bilan eski halqalar chizig'i 2-2 orasidagi burchak β -ipni halqalar chizig'iga nisbatan qo'yish burchagi deyiladi (7-rasmga qarang).



7-rasm. Yassi ikki ignadonli trikotaj to‘quv mashinasida ipni qo‘yish sxemasi: α -ipni ignalarga nisbatan qo‘yish burchagi; β -ipni halqalar chizig‘iga nisbatan qo‘yish burchagi; m -ip yurgizgichning ilgarilash miqdori; h -ip yurgizgichning bo‘ylamasiga balandligi; B -ignalar tekisligi bilan ip yurgizgich orasidagi masofa.

Ip qo‘yish jarayonida ipni tarangligini, iplarning har hil taxtlanishida, iplarni chiziqiy zichligiga bog‘lab, halqa ipi uzunligiga ta‘sirini tahlili keltirilgan. Ignaga berilayotgan ipning gorizontal tekislikdagi proyeksiyasi bilan ignalar tekisligi orasidagi burchak α -ipni ignalarga nisbatan qo‘yish burchagi deyiladi (8-rasmga qarang). Ignalar qadami bo‘ylab ip yurgizgichdan to ipni egishni boshlagan ignagacha bo‘lgan m masofaga ip yurgizgichning ilgarilashi deyiladi.



8-rasm. Ipni qo‘yish sxemasi. Bu erda: m -igna massasi, kg; a - igna tezlanishi, m/s^2 ; P - ipning taranglik kuchi, N; $m|s$;

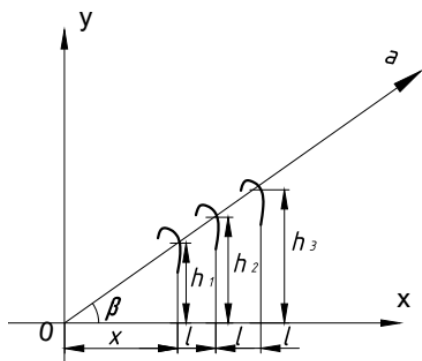
Ipni halqalar va ignalar chizig‘iga nisbatan ip qo‘yish burchaklari ip yurgizgichning ilgarilash miqdori m , ip yurgizgichning bo‘ylamasiga balandligi h va ignalar tekisligi bilan ip yurgizgich orasidagi masofa B lar orqali sozlanadi. Uzatilayotgan ipni ilib olishdagi harakatini quyidagi differensial tenglama orqali ifodalaymiz.

Ip deformatsiyasining o‘zlaridagi proyeksiyasini mos ravishda S_y va S_x ko‘rinishida yozish mumkun. Shularni xisobga olgan holda (2) ni qaytta yozamiz.

$$\left. \begin{aligned} m \frac{dv_y}{dt} &= -\varepsilon S \sin \beta - \frac{dv_y}{dt} \cdot m \cdot \cos(\alpha - \beta) \\ m \frac{dv_x}{dt} &= -\varepsilon S \cos \beta - \frac{dv_x}{dt} \cdot m \cdot \sin(\alpha - \beta) \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

(1) tenglamadan ipni halqalar chizig‘iga nisbatan qo‘yish burchagini rasional qiymatini tanlash, va halqa hosil qilish jarayoniga ta‘sirini balandligiga bog‘liqlik ifodasi grafigini *Maple* dasturi orqali tahlil qilingan. Tahlil natijalaridan ma‘lumki, ip ilgakning qiyalik burchagining o‘zgarishi bo‘yicha ip yurgizgich uzatayotgan balandliklarini ip ilgak tezliklariga bog‘liqlik trayektoriyalari keltirilgan ipning ip

yurgizgichning tezligi oshishi iplarning taranglik kuchini oshishiga olib keladi bu esa iplarning uzilishlar sonini oshiradi.

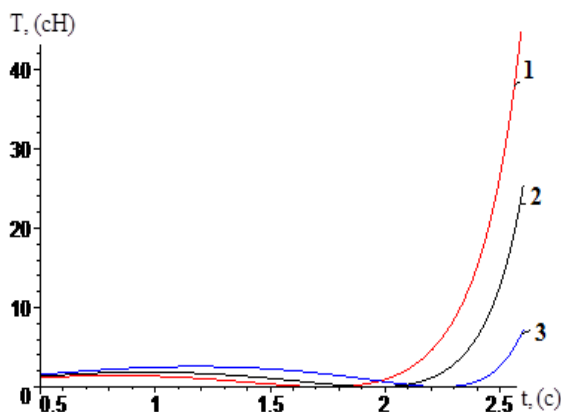


9-rasm. Igna ilgagining joylashish sxemasi.

$$\vartheta = \sqrt{\frac{2 \cdot a \cdot H}{\sin(\arctg(\frac{h_2}{x+l}))}} \cdot \frac{\cos(\arctg(\frac{h_2}{x+l}))}{\cos \alpha} \quad (2)$$

Taranglik kuchlarini to'g'ri baholashda ip uzatkich tezligini tanlash orqali ipni tarangligini, iplarning har hil taxtlanishini iplarni chiziqliy zichligiga bog'lab baholash keltirilgan.

$$\vartheta = \sqrt{\frac{T}{\mu}} \quad (3)$$



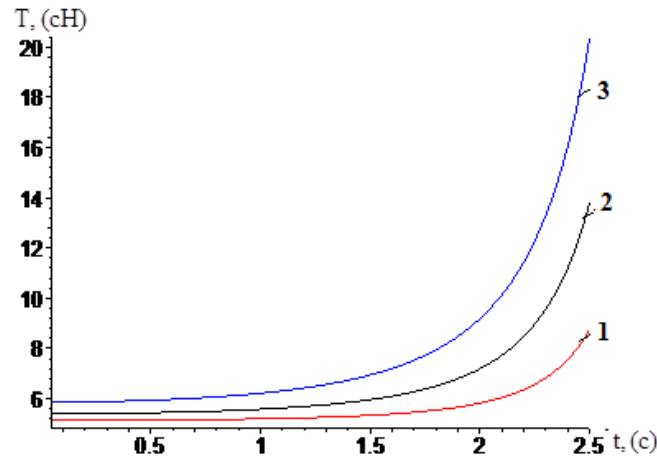
10-rasm. Igna ilgagi ta'sirida ipning taranglik kuchini ilgak og'ish. Ipni uzatish burchagining turli xil, 1- $\alpha = 30^\circ$; 2- $\alpha = 45^\circ$; 3- $\alpha = 60^\circ$; qiymatlarida vaqtga bog'liq grafigi.

(3) tenglikda μ -ipning taranglik kuchi, T-ipning chiziqliy zichligi, ip uzatkich va igna ilgagi jarayonida ignalar tezligining ipning taranglik kuchiga va ipning chiziqliy zichligiga bog'liqligini ifodalaygan tenglamadan ipning taranglik kuchini aniqlashda

$$T = \mu \cdot \vartheta^2 = \mu \cdot \frac{2 \cdot a \cdot H}{\sin(\arctg(\frac{h_1}{x+l}))} \cdot \left[\frac{\cos(\arctg(\frac{h_1}{x+l}))}{\cos \alpha} \right]^2 \quad (4)$$

(4) ifoda ipning taranglik kuchini chiziqliy zichligiga ilish balandligiga, β -ipni halqalar chizig'iga nisbatan qo'yish burchagiga, igna ilgagi og'ish burchagiga bog'liqlik ifodasini *Maple* dasturi orqali grafiklarda tahlillari keltirilgan.

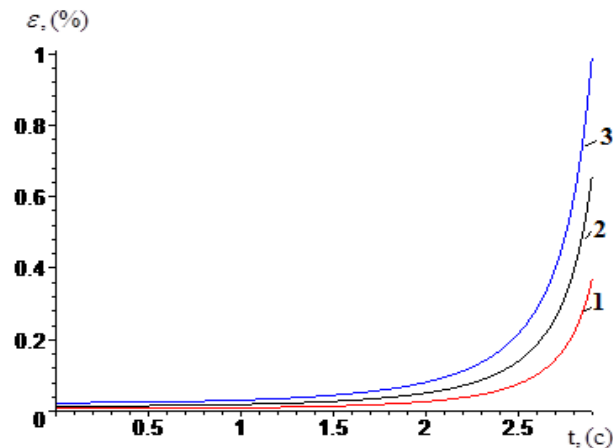
10-11-rasmlardagi grafiklardan shuni xulosa qilishimiz mumkinki, igna ilgagi ta'sirida hosil bo'ladigan taranglik kuchini bir meyarda saqlashda ip ilgakning og'ish burchagi $\alpha_2 = 45^\circ$ qiymatida va ip yurgizgichning tezligini $\vartheta_2 = 1,2 \text{ m/s}$ ipning taranglik kuchlari bir tekisda oshishi halqa hosil qilishda iplarni bir tekisda uzatilishini ta'minlash mumkin (10-rasmga qarang).



11-rasm. Igna ilgagi ta'sirida ipning taranglik kuchini uzatish tezliklarining turli xil; 1- $\vartheta_1 = 1,0 \text{ m/s}$; 2- $\vartheta_2 = 1,2 \text{ m/s}$; 3- $\vartheta_2 = 1,4 \text{ m/s}$; qiymatlarida vaqtga bog'liq grafifi.

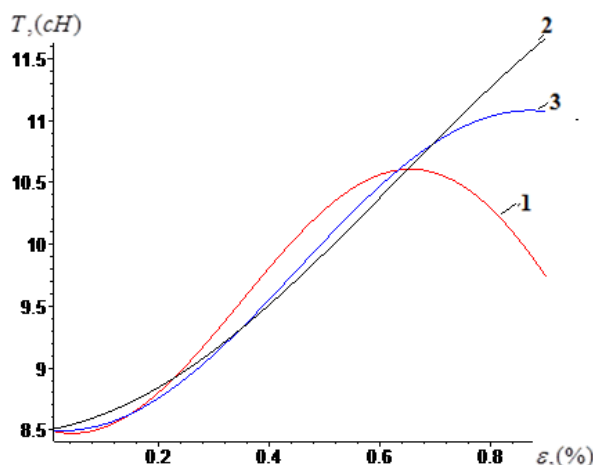
Igna ilgagi ta'sirida iplarda hosil bo'ladigan taranglik kuchi xisobiga iplarning bir tekisda cho'zilishini tahlil qilish orqali sifat ko'rsatkichlariga ta'sirini ko'rib chiqamiz. Ipning nisbiy cho'zilishini taranglik kuchiga bog'liqlik ifodasini aniqlaymiz. Nisbiy cho'zilishdagi ipning chiziqliy zichligi ipni uzatishdagi tezligini igna ilgagi balandligiga va ipning kesim yuzasiga bog'liqlik ifodasi aniqlangan (12-rasmga qarang).

$$\varepsilon = \frac{T}{E \cdot S} = \frac{1}{E \cdot S} \cdot \frac{2 \cdot a \cdot H \cdot \mu}{\sin(\arctg(\frac{h}{x+l}))} \cdot \left[\frac{\cos(\arctg(\frac{h}{x+l}))}{\cos \alpha} \right]^2 \quad (5)$$



12-rasm. Igna ilgagi ta'sirida ipning nisbiy uzayishini tezliklarining turli xil $\vartheta_1 = 1.0 \text{ m/s}$; $\vartheta_2 = 1.2 \text{ m/s}$; $\vartheta_3 = 1.4 \text{ m/s}$ qiymatlarida vaqtga bog'liq grafifi

Xulosa qilib aytganda, ip ilgak ta'sirida ipning cho'zilishini taranglik kuchini og'ish burchagini $\alpha_2 = 45^\circ$ qiymatida ilib olishda uzatish tezligi $\vartheta_2 = 1.2 \text{ m/s}$ bo'lganda ipning uzayishi $\varepsilon = 0.6 \div 0.8$ gacha bo'lishi iplarni bir tekisda halqa hosil qilishni ta'minlaydi, bu esa ipning sifat ko'rsatkichlarini oshishiga xizmat qiladi.



13-rasm. Igna ilgagi ta'sirida ipning taranglik kuchini ipning chiziqliy zichliklarini turli xil, 1 – $T_1 = (20 \text{ teks}) \times 2$, 2 – $T_2 = (20 \text{ teks}) \times 3$, 3 – $T_3 = (20 \text{ teks}) \times 4$ qiymatlarida nisbiy uzayishiga bog'liq grafigi: 1- $\vartheta_1 = 1.0 \text{ m/s}$; 2- $\vartheta_2 = 1.2 \text{ m/s}$; 3- $\vartheta_3 = 1.4 \text{ m/s}$

Bu burchakni ilgakga nisbatan ipning og'ish burchagi deb qaralsa ham bo'ladi. 20 teks x3 mashinada ishlatilganda mashina qiynalmasdan to'qiydi. 20 teks x 2 ingichkalik qiladi, to'qima buralib ketishi mumkin. 20 teks x 4 qalinroq bo'ladi to'qimani zichligi yuqori bo'ladi. Halqalarni bir tekis hosil qilishda uzatish tezligining 1- $\vartheta_1 = 1.0 \text{ m/s}$; 2- $\vartheta_2 = 1.2 \text{ m/s}$; 3- $\vartheta_3 = 1.4 \text{ m/s}$ qiymatlarida ipning chiziqliy zichliklarini 1 – $T_1 = (20 \text{ teks}) \times 2$, 2 – $T_2 = (20 \text{ teks}) \times 3$, 3 – $T_3 = (20 \text{ teks}) \times 4$ mos qiymatlarida iplarning bir tekisda uzayishini ta'minlab berishini turli xil teksdagi iplarni cho'zish tezliklari ta'siridagi taranglik kuchlarini mos ravishda o'zgarishini grafikda ko'rishimiz mumkin (13-rasmga qarang). Bunda turli xil teksdagi iplar uchun iplarni uzatish tezliklarini to'g'ri tanlash halqalarni bir tekisda ta'minlashga erishiladi bu esa o'z navbatida iplarning uzilishlar sonini kamayishiga olib keladi. Ipning cho'zilishini taranglik kuchini og'ish burchagini $\alpha_2 = 45^\circ$ qiymatida ilib olishda uzatish tezligi 1- $\vartheta_1 = 1.0 \text{ m/s}$ qiymatida ipning chiziqliy zichligini 1 – $T_1 = (20 \text{ teks}) \times 2$ tanlash, uzatish tezligi 2- $\vartheta_2 = 1.2 \text{ m/s}$; esa ipning chiziqliy zichligini 2 – $T_2 = (20 \text{ teks}) \times 3$ tanlash va uzatish tezligi 3- $\vartheta_3 = 1.4 \text{ m/s}$ chiziqliy zichligini 3 – $T_3 = (20 \text{ teks}) \times 4$ muhim ahamiyat kasb etadi. Ilgakli ignalar joylashuvidan shuni ta'riflash mumkinki, $T_1 = (20 \text{ teks}) \times 2$, $T_2 = (20 \text{ teks}) \times 3$, hamda $T_3 = (20 \text{ teks}) \times 4$ iplarni ham ilib olishdagi taranglik kuchlari bir teksda o'zgarishi 20-teksli iplar ham tahlil qilingan.

Takomillashtirilgan ta'minlash parametrlarini optimallashtirish masalasini yechish uchun to'la omilli tajriba TOT– 3x3, 8 ta variantda tajriba o'tkazildi, ya'ni barcha omillar o'rtasidagi xamma qaytarilmaydigan kombinatsiyalar miqdorlarini nazarga olinadi, chunki to'qimachilik tadqiqotlarda bu usul optimal variantni izlashda eng

samarali usul xisoblanadi. Omillarning o'zgarish darajasi 1-jadvalda, tajriba rejasi esa 2-jadvalda keltirilgan.

1-jadval

Omllarning o'zgarish sathlari

Omllar		O'lchov birligi	O'zgarish sathlari			O'zgarish intervali
Nomi	Kodlari		-1	0	+1	
Halqa qadami	X_1	mm	1.25	1.30	1.35	0.05
Vertikal bo'yicha zichligi	X_2	dona	44	53	62	9
Qalinligi	X_3	mm	1.4	1.6	1.8	0.2

2-jadval

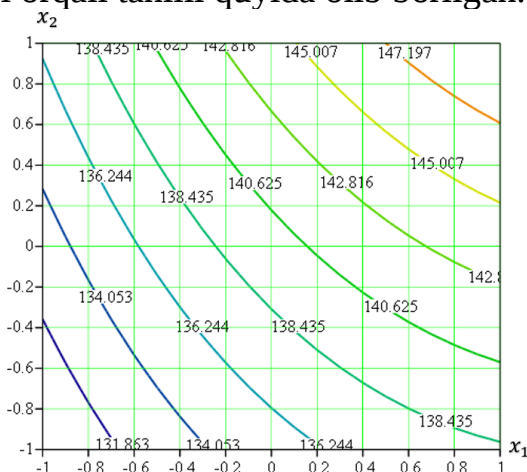
Tajriba rejasi

T/r	Omllar sathlari			$\bar{Y}_{u1}$ (1)	$\bar{Y}_{u2}$ (2)	$\bar{Y}_{u3}$ (3)	Uzilishdagi cho'zilishi $\bar{Y}_{u.orta}$	$S^2\{y_{u1}\}$, dispersiya
U	X_1	X_2	X_3					
1	+	+	-	142	144	145	144	2,889
2	0	+	+	143	145	146	145	2,889
3	-	+	0	139	140	142	140	1,889
4	+	0	0	140	142	140	141	2,222
5	0	0	-	143	144	141	143	1,889
6	-	0	+	139	137	139	138	2,222
7	+	-	+	132	130	132	131	2,222
8	0	-	0	138	137	139	138	1,000
O'rtacha qiymat				133,5	139,9	140,5	140	
								$\sum = 17.222$

Uzilishdagi cho'zilishi bo'yicha olingan regressiya tenglamasi quyidagicha:

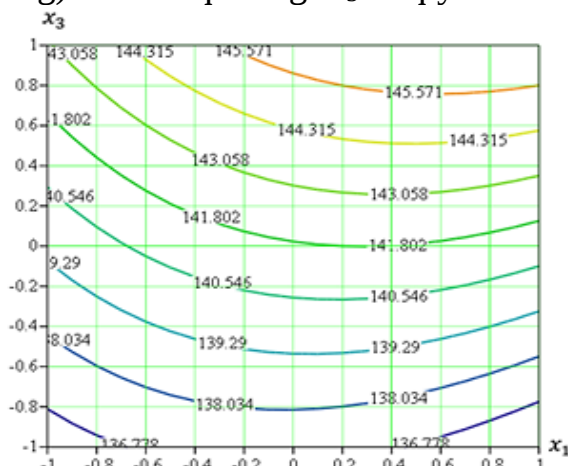
$$y_1 = 139.1 + 0.777x_1 + 4.498x_2 - 0.721x_3 + 1.083x_1x_2 - 4.583x_1x_3 - 1.374x_1^2 \quad (6)$$

Uzilishdagi cho'zilish bo'yicha regression tenglamani kiruvchi paramertlarning ta'sirlaridagi izochizqlari orqali tahlili quyida olib borilgan.



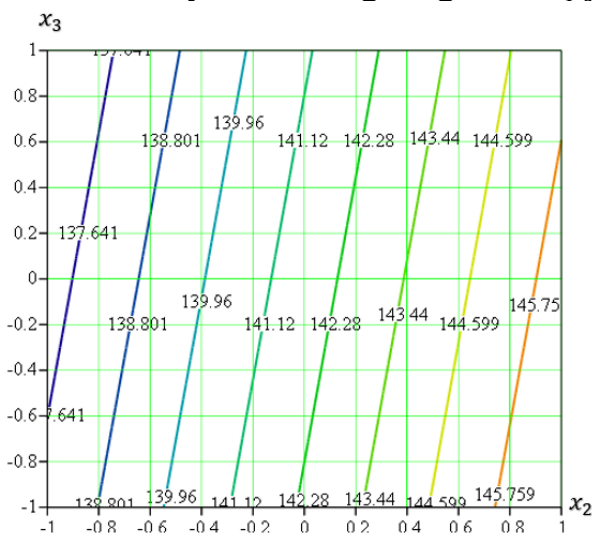
14-rasm. Matoni vertikal bo'yicha zichlikni halqa qadamiga bog'liqligi

Halqa qadamining $x_1=0.6-1$ gacha oshishi vertikal bo'yicha zichligining $x_2=0.6-1$ gacha oshishi hisobiga uzilishdagi cho'zilish oshganligini izochiziqlarda ko'rishimiz mumkin (14-rasmga qarang). Bunda qalinligi $x_3=1$ qiymatida erishadi.



15-rasm. Matoning qalinligi halqa qadamiga bog'liqligi

Qalinligining $x_3=0.6-1$ gacha o'zgarishi halqa qadamining $x_1=0.2-1$ gacha oshishi hisobiga uzilishdagi cho'zilish oshganligini izochiziqlarda ko'rishimiz mumkin (15-rasmga qarang). Bunda vertikal bo'yicha zichligining $x_2=1$ qiymatida erishadi.



16-rasm. Matoning qalinligi vertikal bo'yicha zichlikka bog'liqligi

Qalinligining $x_3=(-1)-(-0.2)$ gacha o'zgarishi vertikal bo'yicha zichligining $x_2=0.6-1$ gacha oshishi hisobiga uzilishdagi cho'zilish oshganligini izochiziqlarda ko'rishimiz mumkin(16-rasmga qarang). Bunda halqa qadamining $x_1=0$ qiymatida erishadi.

Dissertatsiyaning **“Ikki qatlamli trikotaj to'qimalarining texnologik ko'rsatkichlari va fizik-mexanik xususiyatlarini tadqiqoti”** deb nomlangan uchinchi bobida ikki qatlamli trikotaj to'qimalarini texnologik ko'rsatkichlarini va fizik-mexanik xususiyatlarini tadqiq va tahlil qilish bo'yicha quyidagi natijalar olingan.

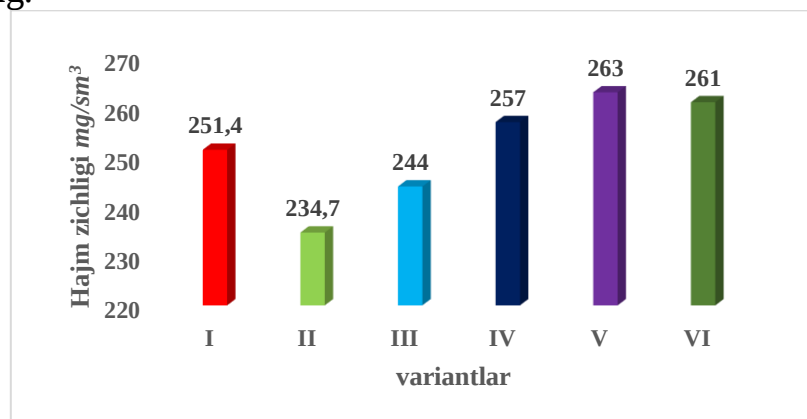
Olingan ikki qatlamli trikotaj to'qimalarini variantlaridagi hajm zichliklari bir-biri bilan solishtirilgan. Ikki qatlamli trikotaj to'qimalarining tarkibidagi paxta iplarini chiziqliy zichliklarini son ko'rsatkichlarini o'zgartirish va ularni joylarini almashtirish

hisobiga trikotajning hajm zichligi 263 mg/sm^3 dan $234,7 \text{ mg/sm}^3$ gacha o'zgarishini ko'rish mumkin.

Olingan namunalarning I-variantini yuza zichligi $M_s=352 \text{ gr/m}^2$ va qalinligi $T=1,40 \text{ mm}$ bo'lgan ikki qatlamli trikotaj to'qimasining I-variantini hajm zichligi $251,4 \text{ mg/sm}^3$ ga teng, hamda $M_s=328,6 \text{ gr/m}^2$ yuza zichlikka va $T=1,40 \text{ mm}$ qalinlikka ega bo'lgan ikki qatlamli trikotaj to'qimasining II-variantini hajm zichligi $234,7 \text{ mg/sm}^3$ ga teng.

Ikki qatlamli trikotaj to'qimalarini texnologik ko'rsatkichlarini hajm va yuza zichliklarini tahlili bo'yicha quyidagi xulosaga kelish mumkin: ya'ni I-variant bilan II-variant va III-variantlarning hajm zichliklarini o'zaro solishtiradigan bo'lsak, ikki qatlamli trikotaj to'qimasining II-varianti $16,7 \text{ mg/sm}^3$ ga, ya'ni $7,25\%$ ga kam va III-varianti 7 mg/sm^3 ga, ya'ni $3,03\%$ ga xomashyo kam sarflanadigan to'qima variantlari sifatida qabul qilish mumkin (17-rasmga qarang).

Ustki trikotaj mahsulotlari ishlab chiqarishda foydalaniladigan trikotaj matolarining havo o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti, to'qima turi, qalinligi va zichligiga bog'liq bo'lgan holda qo'yida keltirilgan chegaralarda o'zgardi, ya'ni tahlil natijalari shuni ko'rsatdiki (18-rasmga qarang), olingan ikki qatlamli trikotaj to'qimalarini 6-ta varianti bo'yicha eng yuqori havo o'tkazuvchanlik ko'rsatkichi $191,2 \text{ sm}^3/\text{sm}^2\text{sek}$ ga teng, 100% paxta ipidan to'qilgan mato bo'lsa, eng kam havo o'tkazuvchanlik ko'rsatkichi $100,8 \text{ sm}^3/\text{sm}^2\text{sek}$ VI-variantni havo o'tkazuvchanlik ko'rsatkichi. I-variant matosining havo o'tkazuvchanlik ko'rsatkichi bilan taqqoslanganda, V-variantning havo o'tkazuvchanligi $119,6 \text{ sm}^3/\text{sm}^2\text{sek}$ ga teng bo'lib, I-variantga nisbatan havo o'tkazuvchanligi $37,4\%$ kamligi aniqlandi. VI-variantning havo o'tkazuvchanligi $100,8 \text{ sm}^3/\text{sm}^2\text{sek}$ ga teng bo'lib, I-variantga nisbatan havo o'tkazuvchanligi $47,2\%$ kamligi aniqlandi. Buning sababi, VI-variantning halqa qatorlarini hosil qiluvchi hosilali glad, lastik va arqoq iplarini chiziqiy zichliklari $20 \text{ teks} \times 4$ ga teng bo'lib, qolgan variantlarga nisbatan trikotajni qalinligi yuqori bo'lib $1,80 \text{ mm}$ ga teng.



17-rasm. Ikki qatlamli trikotaj to'qimalarini hajm zichliklari

Ishqalanishga chidamlilik bo'yicha olingan natijalar tahlili shuni ko'rsatdiki (19-rasmga qarang), $12000 \text{ ming/aylana}$ dan $23500 \text{ ming/aylana}$ gacha o'zgarishi aniqlandi. I-variantning ishqalanishga chidamligi eng kam, $12000 \text{ ming/aylana}$ ni tashkil qilgan bo'lsa, uning yuqori ko'rsatkichi VI-variantda bo'lib,

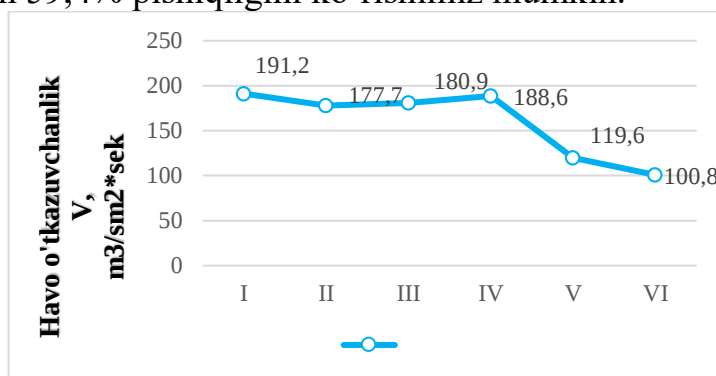
3-jadval

Ikki qatlamli trikotaj to'qimalarining texnologik ko'rsatkichlarini tadqiqot natijalari

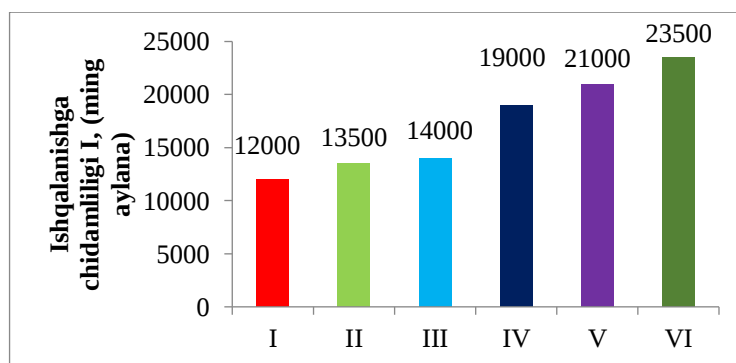
Variantlar	Xomashyolarning chiziqliy zichligi (teks)		Iplarni toʻqimadagi Miqdori (%)		Halqa qadami A, (mm)	Halqa qatori balandligi V, (mm)	Toʻqimaning zichligi, (halqalar soni)		Halqa ipi uzunligi L, (mm)	Matoning yuza zichligi, M _s (gr/m ²)	Matoning qalinligi T (mm)	Matoning hajmiy zichligi, δ (mg/sm ³)	Haqiqiy hajmiy yengillik, Δδ _{x,y} (mg/sm ³)	Haqiqiy nisbiy yengillik η (%)
	Toʻqima nomi va xomashyolarning chiziqliy zichligi (teks)						Eni boʻyicha zichlik, (Rg)	Boʻyi boʻyicha zichlik, (Rv)						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	12	13	14
I	Hosilali glad Paxta 20 teks x 3	Hosilali glad Paxta 20 teks x 3	Lastik, Paxta 20 teks x3	Arqoq Paxta 20 teks x3	1,35	0,63	54	62	4,44	352	1,40	251,4	-	-
II	Hosilali glad PAN 20 teks x 3	Hosilali glad PAN 20 teks x 3	Lastik PAN 20 teks x 3	Arqoq PAN 20 teks x 3	1,22	0,96	42	48	5,71	328,6	1,40	234,7	16,7	7,25
III	Hosilali glad Paxta 20 teks x 3 34,65%	Hosilali glad PAN 20 teks x 3 18,85%	Lastik Paxta 20 teks x 3 42,20%	Arqoq Paxta 20 teks x 3 4,30%	1,14	0,85	50	56	4,90	353,5	1,45	244	7	3,03
IV	Hosilali glad Paxta 20 teks x 3 32,50%	Hosilali glad PAN 20 teks x 3 17,20%	Lastik PAN 20 teks x 3 44,60%	Arqoq Paxta 20 teks x 4 5,70%	1,14	0,85	49	57	4,88	347	1,35	257	-6	2,17
V	Hosilali glad Paxta 20 teks x 4 35,60%	Hosilali glad PAN 20 teks x 4 18,20%	Lastik Paxta 20 teks x 4 41,80%	Arqoq PAN 20 teks x 4 4,4%	1,41	1,05	37	44	6,50	466.1	1,70	263	11,6	4,41
VI	Hosilali glad Paxta 20 teks x 4 17,41%	Hosilali glad PAN 20 teks x 4 35,50	Lastik PAN 20 teks x 4 44,00 %	Arqoq Paxta 20 teks x 4 3,09%	1,26	1,05	40	47	5,93	469,7	1,80	261	-9,6	3,67
	Meʼyoriy hujjatlar				Gost 8846				Gost 2855 4					

23500 ming/aylana ni tashkil qilganligi, to'qimaning hamma halqa qatorlari, ya'ni hosilali glad, lastik va arqoqli qatorlar paxta va PAN iplarini chiziqliy zichliklari 20 teks x 4 ga iplardan to'qilgan bo'lsa, I-variantning hosilali glad, lastik va arqoqli qatorlar 100% paxta ipini chiziqliy zichliklari 20 teks x 3 ga teng bo'lgan iplardan to'qilganligida. I-variantning qalinligi 1,40 mm ni tashkil etsa, VI-variantni qalinligi 1,80 mm ni tashkil qilgan. Ikki qatlamli trikotaj to'qimalarini hamma 6 ta variantlarini uzilish kuchini aniqlash bo'yicha olib borilgan tadqiqot natijalari 3-jadvalda keltirilgan.

Olingan natijalarni tahlili shuni ko'rsatdiki (20-rasmga qarang), ikki qatlamli trikotaj to'qimalarini bo'yi bo'yicha uzilish kuchining minimal qiymati I-variantda 422 N tashkil qilsa, maksimal ko'rsatkich 673 N ni, VI-variant tashkil qilib, I-variantga nisbatan 59,4% pishiqligini ko'rishimiz mumkin.



18-rasm. Havo o'tkazuvchanligiga bog'liqlik grafigi.



19-rasm. Ishqalanishga chidamlilik grafigi

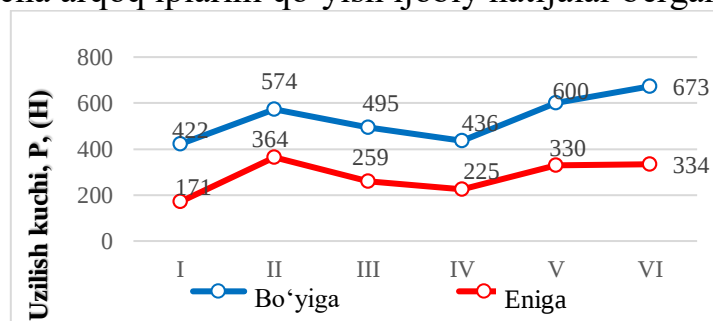
Eniga bo'lgan uzilish kuchining eng yuqori qiymati II-riantda 364 N tashkil qilgan bo'lsa, minimal qiymati I-variantda 171 N tashkil qilgan. II-variantni uzilish kuchini ortganligi ikki qatlamli trikotaj to'qimasini bu varianti 100% chiziqliy zichligi 20 teks x3 ga teng bo'lgan PAN ipidan hamma halqa qatorlari to'qilganligida. Olingan variantlar ichida eng katta uzilish kuchiga ega bo'lgan bu VI-variant, uning bo'yi bo'yicha uzilish kuchi 673N tashkil qilgan bo'lsa, eni bo'yicha 334 N ni tashkil qilgan. Ma'lum kuch ta'siri ostida trikotajni cho'zilish xususiyatiga uning cho'ziluvchanligi deyiladi. Cho'ziluvchanlik sinovdan o'tkazilayotgan namunaning cho'zilishi bilan tavsiflangan. To'qib olingan trikotajning bo'yi bo'yicha cho'zilishi 105 dan to 111% gacha cho'zilishini ko'rishimiz mumkin. Bo'yi bo'yicha eng kam cho'ziluvchanlik I-variantga ta'luqli bo'lib, 101% ni tashkil etadi.

4-jadval

Ikki qatlamli trikotaj matolarining fizik-mexanik xususiyatlarini tadqiq natijalari

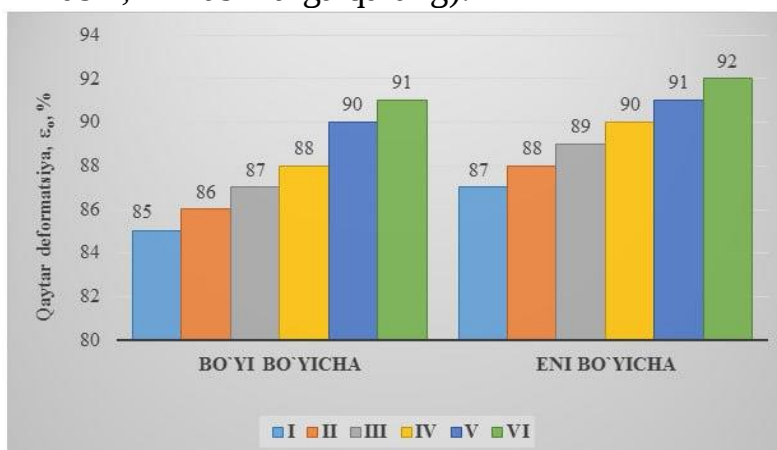
Variantlar	Xomashyolarning chiziqliy zichligi (teks)				Havo oʻtkazuvchanlik V, (sm ³ /sm ² *sek)	Ishqalanishga chidamlilik I, (ming aylana)	Uzilish kuchi R, (N)		Uzilishdagi chshzilishL, (%)		Deformasiya ε _n , (%)				Kirishish U, (%)	
	Hosilali glad	Hosilali glad	Lastik	Arqoq			Boʻyi boʻyi cha	Eni boʻyicha	Boʻyi boʻyi cha	Eni boʻyicha	Qaytar ε _n , %		Qaytmas ε _n , %		Boʻyiga	Eniga
											Boʻyiga	Eniga	Boʻyiga	Eniga		
1	2	3	4	5	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
I	Paxta 20 teks x 3	Paxta 20 teks x 3	Paxta 20 teks x 3	Paxta 20 teks x 3	191,2	12000	422	171	101	145	85	87	15	13	-15	-5
II	PAN 20 teks x 3	PAN 20 teks x 3	PAN 20 teks x 3	PAN 20 teks x 3	177,7	13500	574	364	109	135	86	88	14	12	-5	-20
III	Paxta 20 teks x 3 34,65%	PAN20 teks x 3 18,85%	Paxta 20 teks x 3 42,20%	Paxta 20 teks x 3 4,30%	180,9	14000	495	259	104	136	87	89	13	11	-10	-7
IV	Paxta 20 teks x 3 32,50%	PAN 20 teks x 3 17,20%	PAN 20 teks x 3 44,60%	Paxta 20 teks x 4 5,70%	188,6	19000	436	225	105	135	88	90	12	10	-9	-7
V	Paxta 20 teks x 4 35,60%	PAN 20 teks x 4 18,20%	Paxta 20 teks x 4 41,80%	PAN 20 teks x 4 4,4%	119,6	21000	600	330	110	139	90	91	10	9	-12	-7
VI	Paxta20 teks x 4 17,41%	PAN 20 teks x 4 35,50	PAN 20 teks x 4 44,00 %	Paxta 20 teks x 4 3,09%	100,8	23500	673	334	111	138	91	92	9	8	-10	-5
	Standart boʻyicha				Gost 1228-2014 100 (dm ³ /m ² ·sek) kam emas	Gost 16486-93 15-30 oddiy 30-100 must. 100 dan yuq.juda must	Gost t 28554-90 80 N dan kam emas		gost 28554-90 I-0-40% II-41-100% III-100% dan yu				Gost 28882-90 5-20% koʻp emas		Gost 26667-85 6-8% koʻp emas	Gost 26667-85 8-10% koʻp emas

Bo'yi bo'yicha eng ko'p cho'ziluvchanlik VI-variantga tegishli bo'lib 111% na tashkil etgan. Ikki qatlamli trikotajni eni bo'yicha eng kam uzilishdagi cho'ziluvchanligi IV-variantda bo'lib, 135% ni tashkil qilsa, eng ko'p cho'ziluvchanlik I-variantda, 145% na tashkil qilgan. Ya'ni eni bo'yicha cho'ziluvchanlik 100% paxta ipidan olingan I-variant ikki qatlamli trikotajga nisbatan IV-variantniki 6,89% ga kam ekanligi ma'lum bo'ldi. Bu variantda trikotajni tarkibiga qo'yilgan arqoq ipini chiziqliy zichligi 20 teks 4 bo'lganligida. Olib borilgan tadqiqot ishlarni natijasida ma'lum bo'ldiki, trikotajni eniga bo'lgan cho'ziluvchanligini kamaytirish uchun trikotajni tarkibiga eni bo'yicha arqoq iplarini qo'yish ijobiy natijalar bergani ma'lum bo'ldi.



20-rasm. Ikki qatlamli trikotaj to'qimalarini uzilish kuchi grafigi

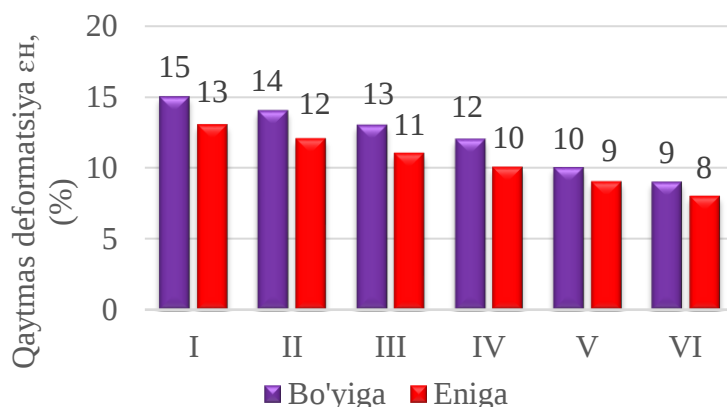
Ikki qatlamli trikotaj mato namunalarida bo'yiga qaytar deformasiyaning miqdori 85 % dan 88 % gacha o'zgarishi (4-jadvalga qarang), eni bo'yicha qaytar deformasiya miqdori esa 86 % dan 90 % gacha o'zgarishi olib borilgan tadqiqotlar natijasida ma'lum bo'ldi. (21-rasm, 22-rasmlarga qarang).



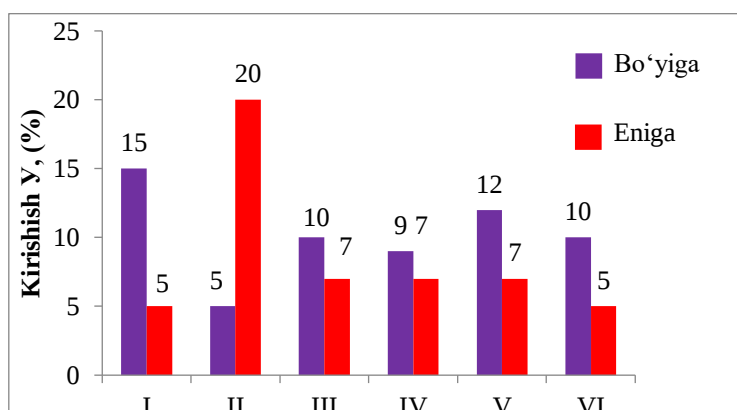
21-rasm. Ikki qatlamli trikotaj mato namunalarini tarkibidagi xomashyolar miqdorini qaytar deformatsiyaga bog'liqlik grafigi

Trikotaj matolarining kirishishi ham ularning sifat ko'rsatkichlarini tavsiflovchi asosiy ko'rsatkichlardan biri bo'lib hisoblanadi. Ikki qatlamli trikotaj matolari tarkibidagi paxta va PAN iplarining chiziqliy zichliklarini va miqdorini o'zgarishi, kirishuvchanlik hususiyatiga ta'sirini o'rganish maqsadida tadqiqotlar olib borildi. Ikki qatlamli trikotaj mato namunalarining kirishish jarayoning tadqiqot natijalaridan ma'lum bo'ldiki, bunda bo'yiga kirishish 5 % dan 15 % gacha, eniga esa 5 % dan 20 % gacha o'zgardi, olingan natijalar bo'yicha shunday xulosaga kelish mumkinki, trikotaj tarkibida PAN va paxta iplarini miqdorini o'zgarib borishi, trikotajni kirishuvchanligini kamayishiga olib keldi (23-rasmga qarang). Olingan trikotaj

matolarining fizik-mexanik xususiyatlari tahlilidan ma'lum bo'ldiki, pishiqligi eniga va bo'yiga cho'ziluvchanlikka bardoshligi va yuza zichligining son ko'rsatkichlari bilan, iplarning chiziqliy zichliklari hamda xomashyolarni matodagi miqdorlari bilan matolar bir-biridan farq qilishi aniqlandi.

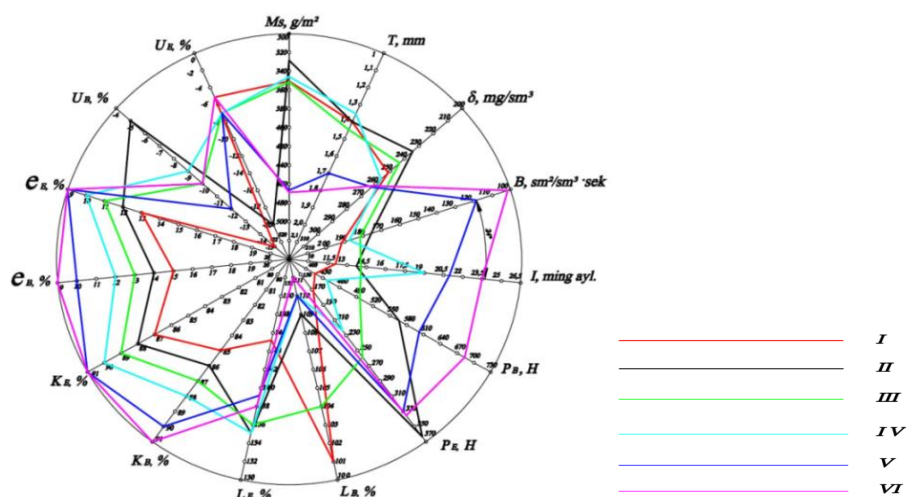


22- rasm. Ikki qatlamli trikotaj namunalarini qaytmas deformatsiya gistogrammasi

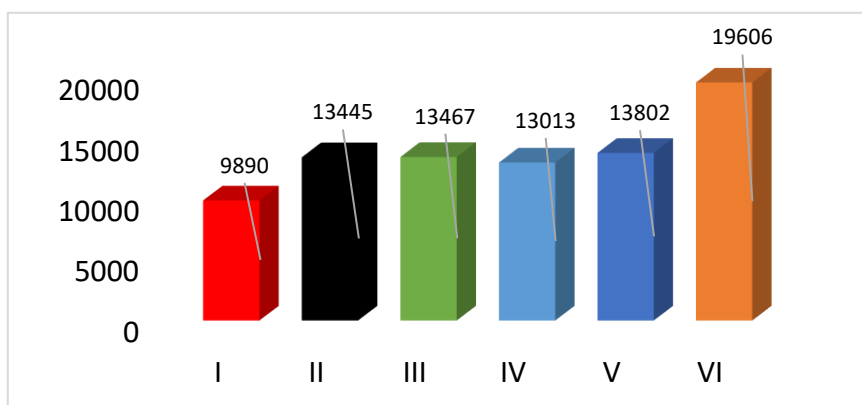


23-rasm. Ikki qatlamli trikotaj namunalarini kirishuvchanlik gistogrammasi

Variantlarni o'zaro taqqoslab ko'rish natijasida halqa qatorlarini yigirilgan paxta va PAN iplaridan foydalanib to'qilgan to'qilgan to'qimalarni III-va IV-variantlarni hajm zichliklari boshqa variantlarnikiga qaraganda kam bo'lsa, fizik-mexanik xususiyatlari bo'yicha V- va VI-variantlarining son ko'rsatkichlari boshqa variantlarnikiga qaraganda yuqori ekanligini, ya'ni bu variantlarning sifat ko'rsatkichlari qolgan variantlarga nisbatan yuqori ekanligi olib borilgan tadqiqotlar va tahlillar natijasida aniqlandi va sifat ko'rsatkichlari yuqori deb topilgan V-va VI-variantlarni ishlab chiqarishga tavsiya berildi. Ikki qatlamli trikotaj matolarining sifat ko'rsatkichlarini aniqlash maqsadida, matolarining sifat ko'rsatkichlarini kompleks baholash diagrammasi (24-rasmga qarang) va sifat ko'rsatkichlarini kompleks baholash gistogrammasidan foydalanildi (25-rasmga qarang). Ikki qatlamli trikotaj matolarining sifat ko'rsatkichlarini kompleks baholash natijalaridan ma'lum bo'ldiki, II-variant mato 100% PAN ipidan olingan, ikki qatlamli trikotaj matolarning V-va VI-variant matolari, asos matolariga nisbatan yuqori sifat ko'rsatkichlarga ega ekanligi ma'lum bo'ldi.



24-rasm. Ikki qatlamli trikotaj matolarining sifat ko'rsatkichlarini kompleks baholash diagrammasi.



25-rasm. Ikki qatlamli trikotaj matolarining sifat ko'rsatkichlarini kompleks baholashning qiyosiy gistogrammasi

Iqtisodiy samaradorlikka yangi tuzilishli ikki qatlamli trikotaj matolarini yaratilishi hisobiga erishildi (5-jadvalga qarang).

5-jadval

Ikki qatlamli trikotaj matolarining iqtisodiy samaradorlik hisobi

No	Ko'rsatkichlar	O'lchov birligi	VI-variant	V-variant
1	1 kg matoga ketgan xomashyo sarfi	so'm	62.240	40.704
2	1 tonna matoga ketgan xomashyo sarfi	so'm	62.240.000	40.704.000
3	Iqtisodiy samaradorlik	so'm		21.536.000

Demak, ikki qatlamli trikotaj matolarini V-variant bilan 1 tonna xomashyo qayta ishlanganda kutiladigan iqtisodiy samaradorlik 21 mln. 536 ming. so'mni tashkil qilgan (2025-yil narxlarida).

UMUMIY XULOSA VA TAKLIFLAR

1. Ilmiy tadqiqot ishlarini tahlillarini umumlashtirib va yakunlab, shunday xulosaga kelish mumkin, ya'ni trikotaj to'quv mashinalarida trikotaj to'qimalarini olishda iplarni chiziqliy zichliklarini son ko'rsatkichlarini va to'qima tarkibida iplarni joylari almashtirilganda, to'qimani texnologik ko'rsatkichlariga hamda fizik-mexanik xususiyatlariga ta'sirini tadqiqotlashga bag'ishlangan, to'liq ma'lumotlar yo'qligi ma'lum bo'lgan.

2. Xomashyolarni xususiyatlarini tadqiqotidan ma'lum bo'ldiki, paxta ipini pishiqligi PAN ipini pishiqligidan 4,5 % ga yuqori ekanligi aniqlangan.

3. Xitoyning WODERFUL firmasida ishlab chiqarilgan "HP-380" rusumli yassi ikki ignadonli trikotaj to'quv mashinasining texnologik imkoniyatlarini tadqiqoti, mashinada ignalar va ponalar hamda turlicha taxtlanishlar holatini o'zgartirish hisobiga ikki qatlamli trikotaj to'qimalari olingan.

4. Ikki qatlamli trikotaj to'qimalarini mashinani texnologik imkoniyatlaridan foydalanib to'qishda, iplarni chiziqliy zichliklarini va to'qimada iplar joylarini almashtirish hisobiga ikki qatlamli trikotaj to'qimalarini 6 ta variantini olish texnologiyasi takomillashtirilgan.

5. Ikki qatlamli trikotaj to'qimalarini olingan 6 ta variantlarining texnologik ko'rsatkichlarini tahlilidan ma'lum bo'ldiki, III-variantning hajm zichligi 244 mg/sm^3 tashkil qilib I-variant bilan solishtirilganda III-variantda 7,4% ga kam va qolgan variantlarda xomashyo sarfi oshiganligi ma'lum bo'ldi.

6. Igna ilgagi ta'sirida hosil bo'ladigan taranglik kuchini bir meyorda saqlashda ip ilgakning og'ish burchagi $\alpha_2 = 45^0$ qiymatida va ipyurgizgichning tezligini $v_2 = 1.2 \text{ m/s}$ ipning taranglik kuchlari bir tekisda oshishi halqa hosil qilishda iplarni bir tekisda uzatilishi aniqlandi.

7. Ip cho'zilishida taranglik kuchini og'ish burchagi $\alpha_2 = 45^0$ qiymatida ilib olishda uzatish tezligi $v_2 = 1.2 \text{ m/s}$ bo'lganda ipning uzayishi $\varepsilon = 0.6 \div 0.8 \text{ mm}$ gacha bo'lishi iplarni bir tekisda halqa hosil qilishini ta'minlashi aniqlandi.

8. Trikotaj to'qimalarining 6 ta variantlarini tahlili asosida, to'qimalarni sifat ko'rsatkichlarini kompleks baholash usulidan foydalanib, tuzilgan diagramma va gistogrammalar tahlilidan V-va VI-variantlarni sifat ko'rsatkichlari yuqori e'kanligi ma'lum bo'ldi.

9. Sifat ko'rsatkichlari yuqori deb topilgan ikki qatlamli trikotaj to'qimalarini V-varianti bilan 1 tonna xomashyo qayta ishlanganda, VI-variantga nisbatan kutiladigan iqtisodiy samaradorlik 21 mln. 536 ming. so'mni tashkil qilgan (2025-yil narxlarida) ("O'zto'qimachilik sanoati" uyushmasining 2025 yil 7 iyuldagi 03/25-1668-sonli ma'lumotnomasi bilan tasdiqlangan).

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.03/2025.27.12.T.15.03 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ
УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ НАМАНГАНСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ
ТЕХНИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ**

**НАМАНГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

КАМАЛОВА ИРОДА ИБРОХИМОВНА

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА
ДВУХСЛОЙНЫХ ТРИКОТАЖНЫХ ПОЛОТЕН ИЗ МЕСТНОГО СЫРЬЯ
ДЛЯ ВЕРХНЕЙ ОДЕЖДЫ**

05.06.02-Технология текстильных материалов и первичная обработка сырья

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

Наманган -2026

Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Министерстве высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан за B2021.1.PHD/T2199.

Диссертация выполнена в Наманганском государственном техническом университете.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекском, русском, английском (резюме)) размещен на веб-сайте Научного совета (www.namdtu.uz) при Наманганском государственном техническом университете и Информационно-образовательном портале «Ziyonet» (www.ziyonet.uz).

Научный руководитель:

Мирусманов Бахтияр Фаррухович.

доктор технических наук, доцент

Официальные оппоненты:

Ханхаджаева Нилуфар Рахимовна

доктор технических наук, профессор

Абдурахманов Абдурашид

кандидат технических наук, доцент

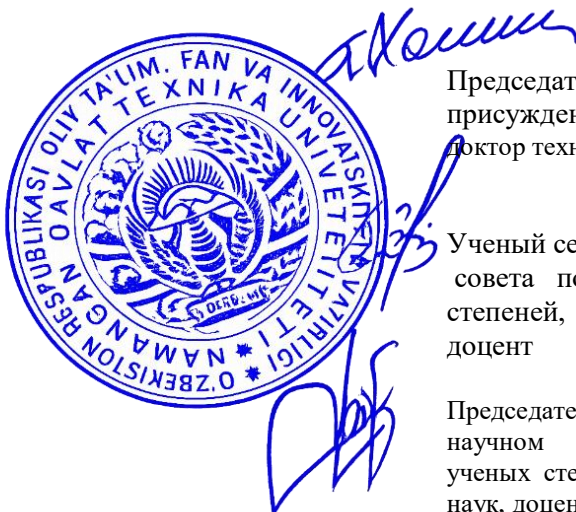
Ведущая организация:

Ферганский государственный технический университет

Защита диссертации состоится “16” 05 2026 года в 13-30 часов на заседании научного совета DSc.03/2025.27.12.T.15.03 при Наманганском государственном техническом университете (Адрес: г.Наманган, ул. Южная кольцевая, дом 17, тел. (99869) 228-76-71, Faks: (99895) 251-43-04. e-mail: info@namdtu.uz, Наманганский государственный технический университет, 15-здание, 1 -этаж, зал совещаний).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Наманганского государственного технического университета (зарегистрирован под номером №166). (Адрес: г.Наманган, Новый Наманганский район, улица И. Каримова, дом 12, тел. (998) 69-234-14-85).

Автореферат диссертации разослан “5” май 2026__ года.
(реестр протокола рассылки №86 от “14” январ 2026 года).



К.М.Холиков

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

Х.Т.Бобожанов

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

Ж.К.Юлдашев

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 трикотажной промышленности особое внимание уделяется совершенствованию методов управления технологическими процессами для повышения производственной эффективности и обеспечения конкурентоспособности продукции, а также вопросам разработки трикотажных полотен новых ассортиментных групп. Прогнозируется, что мировой рынок трикотажных полотен, составивший в 2023 году 28 млрд. долларов, к 2033 году вырастет на 5,1% и достигнет 46 млрд. долларов¹. В этой связи, в частности, наблюдается ежедневный рост спроса на различные виды трикотажной одежды, трикотажные полотна для технических целей, а также на основанные на искусственном интеллекте 3D трикотажные ткани. Одновременно особый акцент делается на прогнозировании характеристик трикотажа и производстве трикотажных полотен, отвечающих техническим, эстетическим и современным художественно-колористическим требованиям, а также стандартам.

В мире ведутся научные исследования, направленные на внедрение в процессы трикотажного производства высокоэффективных, инновационных, энергосберегающих технических средств и технологий, а также на выпуск качественной и востребованной продукции путем применения современных методов. В этом направлении приоритетными считаются исследования по разработке нового ассортимента трикотажных полотен, изучению их технологических параметров, физико-механических свойств, теоретическому обоснованию основных закономерностей их изменений, разработке математических моделей и созданию методики прогнозирования. В то же время, актуальными задачами являются проведение исследований по разработке технологических режимов получения трикотажных полотен из новых видов сырья, совершенствованию существующей техники и технологий, расширению технологических возможностей трикотажного оборудования, а также работы, направленные на автоматическое управление технологическими процессами.

Для предприятий трикотажной промышленности нашей страны приоритетными направлениями исследований являются совершенствование технологических возможностей установленных трикотажно-вязальных машин, а также разработка трикотажных полотен с высокими качественными показателями и низким расходом сырья. Для реализации этих целей осуществляются масштабные ежегодные и перспективные мероприятия. В частности, в Стратегии «Узбекистан — 2030»² определены важные задачи по «Эффективному использованию местной сырьевой базы и развитию промышленности на основе передовых технологий», а также «Развитию «драйверных» отраслей промышленности и полному задействованию промышленного потенциала регионов». При выполнении этих задач, в

¹ <https://www.factmr.com/report/2865/knitted-fabrics-market>

² Указ Президента Республики Узбекистан № УП-158 от 11 сентября 2023 года о «Стратегии Узбекистана – 2030»

частности, данные научные изыскания, направленные на совершенствование технологии производства новых структурных вариантов двухслойных трикотажных полотен, обеспечивающих конкурентоспособность предприятий при выпуске экспортно-ориентированной продукции, а также на получение различных ассортиментных групп двухслойных трикотажных полотен путем изменения рабочего состояния трикотажных машин, имеют важное значение.

Работа данного диссертационного исследования в определенной степени способствует выполнению задач, изложенных в следующих нормативно-правовых актах Республики Узбекистан: Указ Президента Республики Узбекистан № УП-5989 от 5 мая 2020 года «О неотложных мерах по поддержке текстильной и швейно-трикотажной промышленности»; Указ Президента Республики Узбекистан № УП-60 от 28 января 2022 года «О Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022–2026 годы»; Указ Президента Республики Узбекистан № УП-71 от 1 мая 2024 года «О мерах по выводу развития текстильной и швейно-трикотажной промышленности на новый этап»; Указ Президента Республики Узбекистан № УП-6 от 16 января 2025 года «О дополнительных мерах по развитию перерабатывающего звена в текстильной и швейно-трикотажной промышленности»; а также других нормативно-правовых документов, регулирующих данную сферу деятельности.

Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики. Диссертационное исследование соответствует приоритетным направлениям развития науки и технологий республики II. “Энергетика, энерго-и ресурсосбережение”.

Степень изученности проблемы. В разработке и совершенствовании технологии производства трикотажных изделий, анализе новых структур трикотажных полотен, исследовании физико-механических и деформационных свойств трикотажа значительный вклад внесли ряд зарубежных ученых, такие как М. Мидзуда, Сюй Ли Сун, Ю. Лу, В.Б. Гупта, В.К. Котари, Д.Н. Санджив, А.В. Шивапракаш, В.Х. Махарадди, А.Д. Микуцёнене, Т.Х. Сомашекар, Б.В. Васумати, Джамиля Х., А.С. Далидович, И.И. Шалов, Л.И. Кудрявин, В.М. Лазаренко, И.Г. Ситович, А.А. Гусева, Л.Б. Карякин, Е.Б. Пospelов и другие.

Научные работы известных ученых Узбекистана посвящены совершенствованию технологий получения трикотажных полотен с высокими формоустойчивыми свойствами, расширению ассортимента трикотажных изделий, эффективному использованию местного сырья, расширению технологических возможностей трикотажного оборудования и исследованию различных свойств трикотажных полотен. Среди них: Х.А. Алимова, М.М. Мукимов, Н.Р. Ханхаджаева, К.М. Холиков, Б.Ф. Мирусманов, Л.И. Петросова, Т.Г. Якушева, К.З. Юнусов, Ф.А. Абдурахимова, М.И. Умарова, Х.А. Хазраткулов, Г.Х. Гуляева, М.М. Мусаева, Н.М. Мусаев, М.М. Мирсодиков и другие. В результате проведенных научных исследований достигнуты весомые результаты в области углубленного изучения взаимосвязи между структурой, формоустойчивостью и физико-механическими свойствами трикотажных полотен, а также в создании научно-технологических основ производства

высококачественных и конкурентоспособных трикотажных изделий с использованием местного сырья.

Вместе с тем, несмотря на проведение многочисленных исследований по согласованию технологических возможностей и экономической эффективности, повышению формоустойчивости, а также разработке комплексных научно-технологических основ новых структур трикотажных полотен и их производства, такие проблемы, как производство новых ассортиментных групп трикотажных материалов с низким расходом сырья в двухслойном трикотажном производстве путем изменения порядка расположения и линейной плотности составляющих его нитей (пряжи) в структуре полотна, а также разработка научных основ влияния данных изменений на технологические и физико-механические свойства двухслойного трикотажа, остаются недостаточно изученными.

Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация. Диссертационное исследование выполнено в рамках научно-исследовательских работ Наманганского государственного технического университета и по хозяйственному договору на тему «Совершенствование технологии производства двухслойных трикотажных полотен из местного сырья».

Цель исследования является совершенствование технологии производства двухслойного трикотажа из местного сырья.

Задачи исследования:

совершенствование технологии производства и обоснование способа вязания новых структурных вариантов двухслойного трикотажа;

научное обоснование факторов изменения линейной плотности нитей в составе двухслойного трикотажа, влияющих на физико-механические свойства трикотажного полотна;

анализ и теоретическое обоснование влияния угла подачи нити на иглы при вязании двухслойного трикотажа на размер петель в составе трикотажа;

обоснование факторов зависимости новых структурных вариантов двухслойного трикотажа от качественных показателей трикотажа.

Объектом исследования является плосковязальная двухфонтурная трикотажная машина марки “HP-380”, произведенная китайской компанией “WONDERFUL.”

Предметом исследования составляют процессы производства образцов двухслойного трикотажного полотна с использованием местных видов сырья — хлопковой и полиакрилонитрильной (ПАН) пряжи.

Методы исследования. В процессе исследования использовались методы трикотажной технологии, материаловедения текстильных материалов, теоретической механики и прикладной математики, а также компьютерное программное обеспечение. Для проведения экспериментально-испытательных работ были задействованы оборудование испытательной лаборатории при ТТУЭСИ (Ташкентский технический университет энергетики и связи? требует

уточнения аббревиатуры) и существующие испытательные установки на предприятии ООО «TANG GROUP».

Научная новизна исследования заключается в следующем:

усовершенствована технология производства новых структурных вариантов двухслойного трикотажа на основе выборочного использования игл и управления глубины кулирования;

обоснована зависимость изменения линейной плотности и расположения сырья в раппорте от показателей качества в полученных вариантах с новой структурой; на основе математической модели проанализированы факторы, влияющие игольного угла подачи нити на размер петли в структуре трикотажа и получены уравнения регрессии;

комплексно оценены и проанализированы факторы, влияющие на технологические показатели и физико-механические свойства в результате изменения линейной плотности нитей в структуре трикотажного полотна.

Практические результаты исследования состоят из следующих:

Определены количественные показатели (количество и линейная плотность) нитей, составляющих структуру различных вариантов двухслойных трикотажных полотен.

Установлены оптимальные значения плотности вязания при различных скоростях передачи усилия натяжения нити на игольный крючок для двухслойного трикотажа.

В ходе изучения физико-механических свойств двухслойных трикотажных полотен определено их сопротивление истиранию как один из ключевых показателей прочности.

Путем использования технологических возможностей трикотажной машины и варьирования линейной плотности нитей и их взаимного расположения в структуре полотна достигнуто повышение плотности и, как следствие, прочности двухслойного трикотажа.

На основе анализа 6 вариантов трикотажных полотен проведена комплексная оценка их качественных показателей.

Достоверность результатов исследования. Достоверность результатов исследования объясняется соответствием сформулированных в диссертации научных положений, принципов, выводов, рекомендаций и результатов экспериментальных исследований, положительными результатами апробации и внедрения, а также сопоставлением результатов, их адекватностью по критериям оценки, сравнительным анализом положительных результатов проведенных исследований и их данных в рассматриваемой области.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость результатов исследования объясняется выявлением зависимости технологических показателей и физико-механических свойств трикотажа от линейной плотности пряжи, входящей в состав двухслойных трикотажных полотен новой структуры, отличающихся низким расходом сырья и высоким качеством.

Практическая значимость исследования заключается в создании и получении высококачественных двухслойных трикотажных полотен с низким

расходом сырья, расширении технологических возможностей машины, увеличении ассортимента трикотажных полотен и изделий, а также расширении применения хлопчатобумажных и ПАН-нитей.

Внедрение результатов исследования. На основе разработанных результатов по совершенствованию технологии получения двухслойных трикотажных полотен новой структуры на трикотажных машинах:

Технология получения двухслойных трикотажных полотен для внутреннего рынка и экспорта, предназначенная для местных предприятий, внедрена в производство на предприятии ООО «TANG GROUP» (справка Ассоциации «Узтекстильпром» от 7 июля 2025 года № 03/25-1668). В результате, на основе экономии материальных ресурсов и усовершенствования технологии обработки, достигнут рост производительности труда на 2-3% на единицу выпускаемой продукции, а ожидаемая экономическая эффективность от получения 1 тонны ткани на предприятии за счет снижения расхода сырья составила 21 миллион 536 тысяч (21 536 000) сумов.

Апробация результатов исследования. Результаты диссертационного исследования были представлены в форме докладов и обсуждены на 3 международных и 4 республиканских научно-технических конференциях.

Публикация результатов исследования. По теме диссертации опубликовано в общей сложности 22 научные работы, из них: 8 статей в научных изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов диссертаций, в том числе 2 статьи в республиканских и 6 статей в зарубежных журналах, а также получено 2 свидетельства от Агентства по интеллектуальной собственности на программное обеспечение для ЭВМ.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, трех глав, выводов и заключения, списка литературы и приложений. Объем диссертации составляет 128 страниц.

СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

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

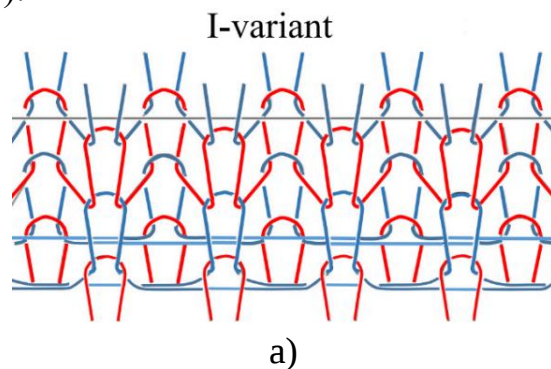
В первой главе диссертации, озаглавленной “**Современное состояние производства трикотажных полотен**” проведен анализ исследований по вопросам расширения ассортимента и повышения качества трикотажных изделий, эффективного использования различных видов сырья в трикотажном производстве, разработки трикотажных полотен и изделий новых структур, а также их теоретического и практического совершенствования.

При решении поставленных задач были изучены направления производства текстильных изделий с использованием различного сырья, а также вопросы переработки и повышения качества основного сырья: хлопка, полиакрилонитрила (ПАН), шерсти, полушерсти, лавсана, спандекса и лайкра. Учитывая, что изменение линейной плотности нити основы при неизменной длине петли приводит к изменению ее технологических и эксплуатационных свойств, параметров петли, размера полотна и поверхностной плотности, предлагается ввести в трикотажную структуру ряд гладьевых петель для снижения расхода сырья при производстве двухслойных трикотажных изделий.

Обобщая и подводя итоги анализа проанализированной литературы, выполненных научных работ, патентов и данных, полученных из сети Интернет, можно сделать вывод о том, что при получении трикотажных полотен на трикотажных ткацких машинах при численных показателях линейной плотности нитей и перестановке их мест в составе трикотажного полотна, исследования влияния нитей на технологические показатели и физико-механические свойства трикотажного полотна до настоящего времени не было проведено ни одной полной, всесторонне завершенной исследовательской работы. В результате проведенного анализа были определены цели и задачи диссертационной работы.

Во второй главе диссертации **“Совершенствование технологии производства двухслойного трикотажа из местного сырья”** проведены исследования физико-механических свойств нитей, использованных при получении двухслойного трикотажа.

С целью исследования влияния количества нитей в составе полотна на технологические параметры и физико-механические свойства трикотажного полотна, а также расширения ассортимента двухслойного трикотажа с полным использованием технологических возможностей современной плосковязальной двухфонтурной трикотажной машины марки “НР-380” производства китайской фирмы “WONDERFUL” разработаны структура и способы получения 6 вариантов двухслойного трикотажа. Структура и графическая запись I-варианта полученного двухслойного трикотажа приведены на рисунке 1, вязание всех рядов осуществлялось из хлопчатобумажной пряжи линейной плотностью 20 текс x 3 (см. рисунок 1).



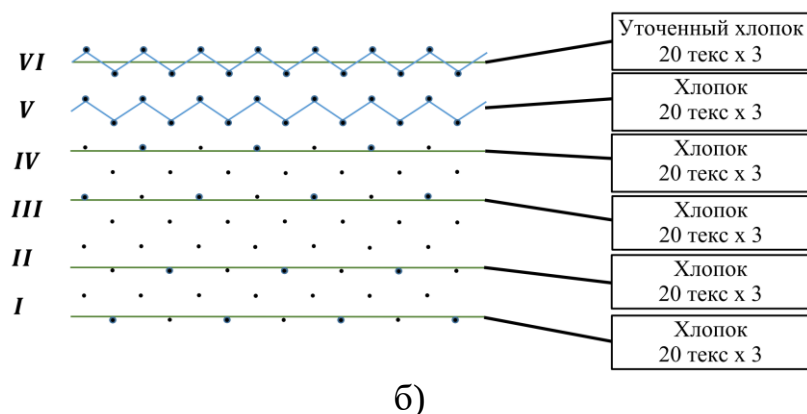


Рисунок 1. Структура (а) и графическая запись (б) двухслойного трикотажа

Для исследования и анализа влияния замены сырья в составе двухслойного трикотажа, т.е. на технологические показатели и физико-механические свойства двухслойного трикотажа, II вариант этого полотна был выработан с использованием 100% пряжи ПАН линейной плотностью 20 текс х 3. Поскольку структура этого двухслойного трикотажа идентична структуре I-варианта, на рисунке 2. показаны только графические записи и заправки нитями (см. рисунок 2).

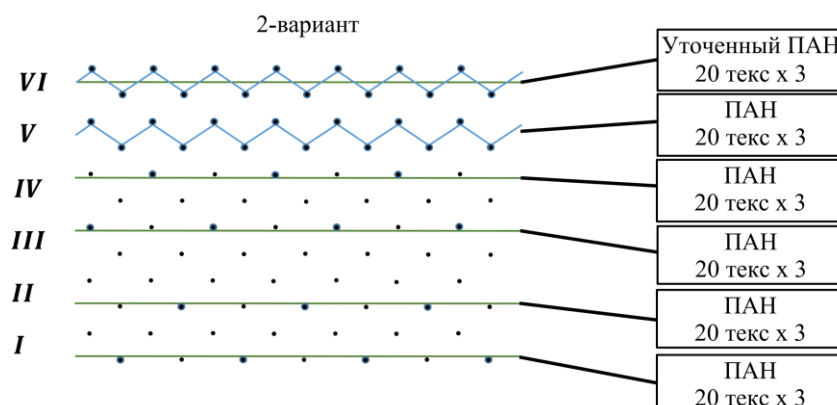


Рисунок 2. Графическая запись двухслойного трикотажа

В целях исследования влияния линейной плотности и перемещения нитей в составе двухслойного трикотажа на технологические и физико-механические свойства трикотажа, графическая запись III-варианта двухслойного трикотажа представлена на рисунке 3 (см. рисунок 3).

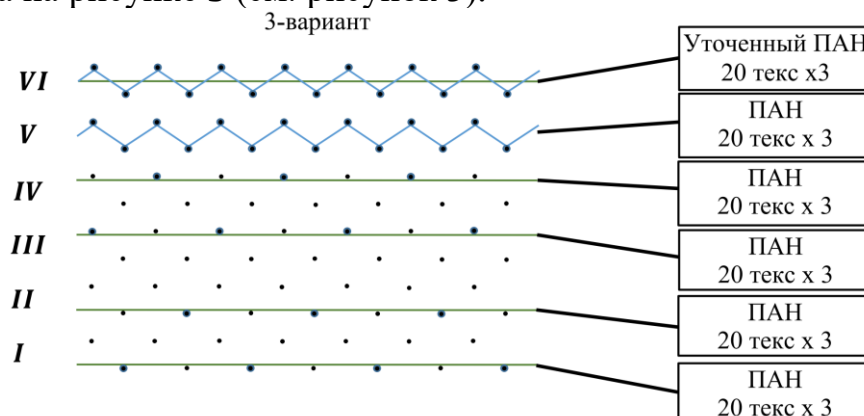


Рисунок 3. Графическая запись двухслойного трикотажа

При движении каретки машины слева направо на нечетных иглах задней фонтуры провязывается III-й ряд петель производной глади из ПАН пряжи линейной плотности 20 текс х 3, а при движении каретки машины справа налево на четных иглах задней фонтуры вяжется IV-й ряд петель производной глади. В последнем ряду раппорта переплетения уточная нить из ПАН линейной плотностью 20 текс х 3 укладывается поверх протяжек ластичных петель, соединяющих ряды производной глади, в результате перемещения каретки машины справа налево.

В результате, полностью используя технологические возможности современной трикотажной машины, без внесения каких-либо изменений в конструктивную структуру машины, был разработан III-вариант двухслойного трикотажа. С целью уменьшения растяжения по ширине двух слойного трикотажа была создана структура IV-варианта этого трикотажа, отличающаяся от остальных вариантов тем, что при формировании петельных рядов полотна линейная плотность уточной нити составляет 20 текс х 4 ПАН. Графическая запись двухслойного трикотажа представлена на рисунке-4 (см. рисунок 4), где первый, второй и третий петлевые ряды двухслойного трикотажа имеют одинаковую заправку с ранее полученными I, II и III вариантами, только линейная плотность уточной нити, образованной из нити ПАН, равна 20 текс х 4, а последовательность вязания петлевых рядов такая же, как и в предыдущих вариантах.

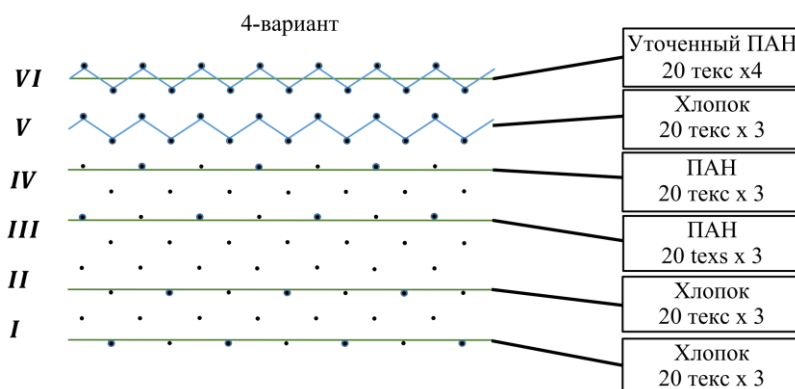


Рисунок 4. Графическая запись двухслойного трикотажа

Графическая запись V-варианта двухслойного трикотажа представлена на рисунке – 5 (см. рисунок 5). Видно, что этот вариант отличается от варианта IV тем, что петельные ряды получают из нитей с различной линейной плотностью.

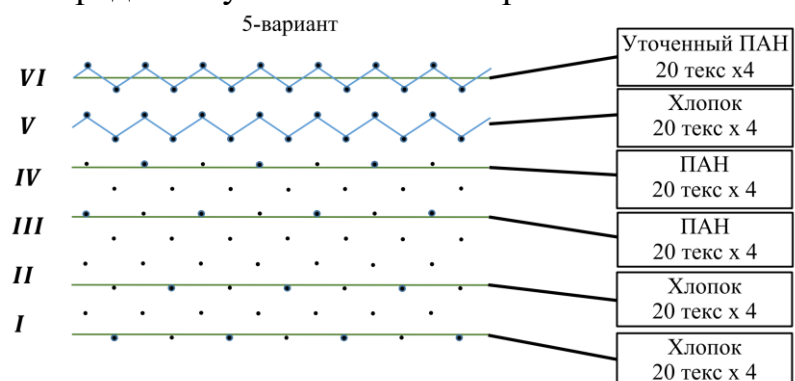


Рисунок 5. Графическая запись двухслойного трикотажа

С целью дальнейшего уменьшения растяжения по ширине двухслойного трикотажа графическая запись VI-варианта этого трикотажа представлена на рисунке-6 (см. рисунок 6), и видно, что V-петельный ряд трикотажа образована из пряжи ПАН линейной плотностью 20 текс х 4. На машине за счёт набрасывания петель производной глади, сформированных на передней и задней игольницах (фонтурах), на петли переплетения ластик 1+1 было осуществлено объединение обоих отдельно провязанных слоёв. Такой способ вязания двухслойных трикотажных полотен является одним из усовершенствованных способов получения двухслойных трикотажных полотен и не влияет на производительность машины. Полученные двухслойные трикотажные полотна могут быть использованы в производстве легких верхних трикотажных изделий для детей, женщин и мужчин.

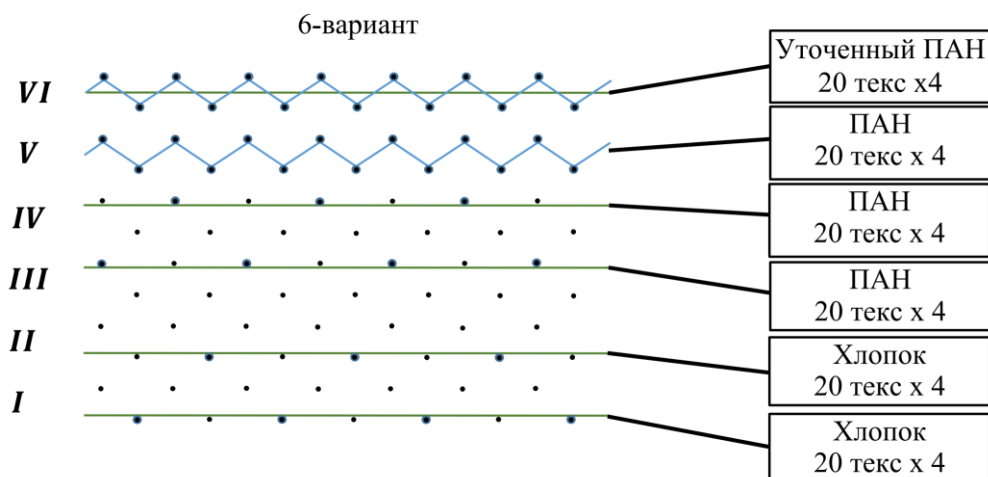


Рисунок 6. Графическая запись двухслойного трикотажа

При проведении теоретических исследований влияния угла наложения нити на иглы на качественные показатели трикотажа мы получили следующие результаты. Нить может накладываться на иглу непрерывно и периодически. При обоих способах наложения нити на иглу нитеводитель может быть подвижным или неподвижным. В плоскофанговых поперечновязальных машинах нить периодически вставляется в иглу.

В процессе петлеобразования необходимо уделять большое внимание натяжению подаваемой нити, так как натяжение нити зависит от длины нити петли. Если натяжение подаваемой пряжи недостаточное, то в процессе образования петель нити могут перепутываться или соскальзывать с иглы, а чрезмерно большое натяжение приводит к обрыву нити. Правильное или неправильное вставление нити в иглу зависит от размеров вставки нити в иглу. Угол β между проекцией нити, подаваемой на иглу, в вертикальной плоскости и линией старых петель 2-2 называется углом подачи нити относительно линии петель (см. рисунок 7).

Приведен анализ влияния натяжения нити в процессе наложения нити на длину петлевой нити в зависимости от линейной плотности нитей при различных наложениях нитей.

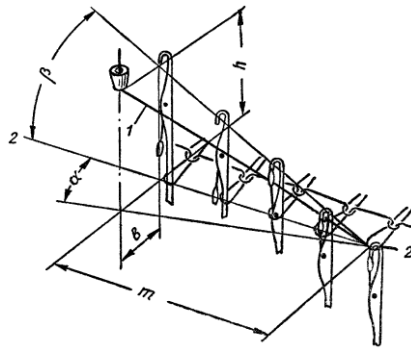


Рисунок 7. Схема прокладывания нити на плосковязальной двухфонтурной машине: α - угол наложения нити относительно игл; β - угол наложения нити относительно линии петель; m - величина продвижения нитеводителя; h - продольная высота нитеводителя; B - расстояние между плоскостью игл и нитеводителем.

Угол между проекцией нити, подаваемой на иглу, в горизонтальной плоскости и плоскостью игл называется α - углом подачи нити относительно игл. Расстояние m вдоль шага игл от нитеводителя до иглы, с которой начинается захват и изгиб нити, называется продвижением нитеводителя.

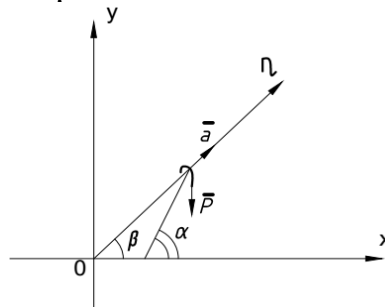


Рисунок 8. Схема прокладывания нити: m - масса иглы, кг; a -ускорение иглы, м/с^2 , P -сила натяжения нити, Н; м/с .

Углы прокладывания нити относительно линий петель и игл регулируются величиной опережения нитеводителя m , продольной высотой нитеводителя h и расстоянием между плоскостью игл и нитеводителем B . Движение передаваемой нити при захвате выражается следующим дифференциальным уравнением.

Проекцию деформации нити можно записать в соответствующем виде S_y и S_x . Учитывая это, перепишем (2).

$$\left. \begin{aligned} m \frac{dv_y}{dt} &= -\varepsilon S \sin \beta - \frac{dv_y}{dt} \cdot m \cdot \cos(\alpha - \beta) \\ m \frac{dv_x}{dt} &= -\varepsilon S \cos \beta - \frac{dv_x}{dt} \cdot m \cdot \sin(\alpha - \beta) \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

Из уравнения (1) приведен график выбора рационального значения угла наложения нити относительно линии петли, а также анализ выражения зависимости влияния процесса образования петли от высоты с помощью программы Maple. Из анализа приведённого графика показаны траектории зависимости высот, на которые поднимает нить нитеводитель от скорости иглы при изменении угла наклона иглы. Увеличение скорости нитеводителя приводит к увеличению силы натяжения нитей, что увеличивает количество обрывов нитей.

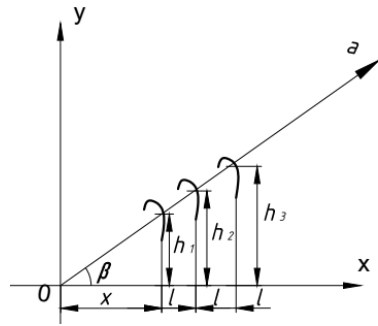


Рисунок 9. Схема расположения крючка иглы.

$$\vartheta = \sqrt{\frac{2 \cdot a \cdot H}{\sin(\arctg(\frac{h_2}{x+l}))}} \cdot \frac{\cos(\arctg(\frac{h_2}{x+l}))}{\cos \alpha} \quad (2)$$

Для правильной оценки силы натяжения приведена оценка натяжения нити путем выбора скорости нитенаправителя, различной раскладки нити в зависимости от линейной плотности нити.

В уравнении (3) μ - сила натяжения нити, T - линейная плотность, при определении силы натяжения нити из уравнения, выражающего зависимость скорости игл от силы натяжения нити и линейной плотности нити в процессе нитенаправителя и крючка иглы

$$T = \mu \cdot \vartheta^2 = \mu \cdot \frac{2 \cdot a \cdot H}{\sin(\arctg(\frac{h_2}{x+l}))} \cdot \left[\frac{\cos(\arctg(\frac{h_2}{x+l}))}{\cos \alpha} \right]^2 \quad (4)$$

В выражении (4) приведён анализ зависимости силы натяжения нити от её линейной плотности, высоты подъёма, β - угла наложения нити относительно линии петель и угла отклонения крючка иглы, выполненный с помощью программы Maple в виде графиков.

$$\vartheta = \sqrt{\frac{T}{\mu}} \quad (3)$$

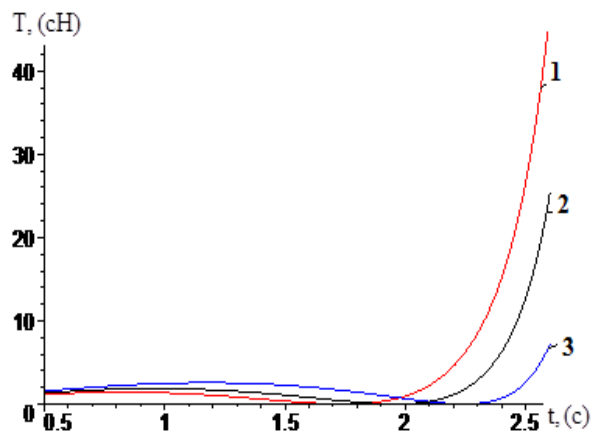


Рисунок 10. Отклонение натяжения нити под действием крючка иглы. График зависимости подачи нити от времени при различных углах подачи 1- $\alpha = 30^\circ$; 2- $\alpha = 45^\circ$; 3- $\alpha = 60^\circ$

Из графиков на рисунках 10-11 можно сделать вывод, что для поддержания силы натяжения нити в пределах нормы под действием крючка иглы при угле

отклонения крючка иглы $\alpha_2=45^\circ$ и скорости подачи нити $\vartheta_2=1,2$ м/с сила натяжения нити увеличивается равномерно, что обеспечивает равномерную подачу нити при формировании петель.

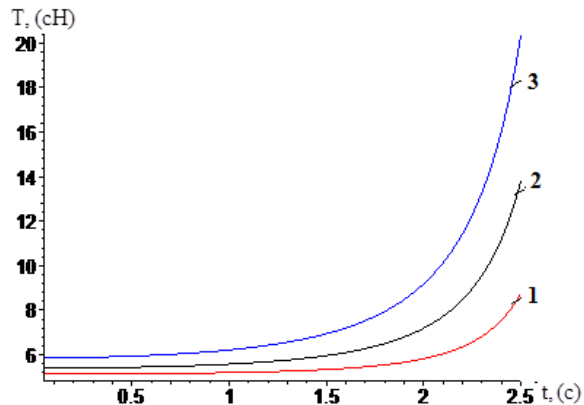


Рисунок 11. График зависимости силы натяжения нити от времени под воздействием крючка иглы при различных скоростях подачи: 1- $\vartheta_1 = 1,0$ м/с; 2- $\vartheta_2 = 1,2$ м/с; 3- $\vartheta_2 = 1,4$ м/с;

Рассмотрим влияние на качественные показатели путем анализа равномерного растяжения нитей за счет силы натяжения, возникающей в нитях под действием крючка иглы. Определим выражение зависимости относительного удлинения нити от силы натяжения. Определено выражение зависимости линейной плотности нити при относительном растяжении от скорости подачи нити, высоты крючка иглы и площади сечения нити (см. рисунок 12).

$$\varepsilon = \frac{T}{E \cdot S} = \frac{1}{E \cdot S} \cdot \frac{2 \cdot a \cdot H \cdot \mu}{\sin(\arctg(\frac{h}{x+l}))} \cdot \left[\frac{\cos(\arctg(\frac{h}{x+l}))}{\cos \alpha} \right]^2 \quad (5)$$

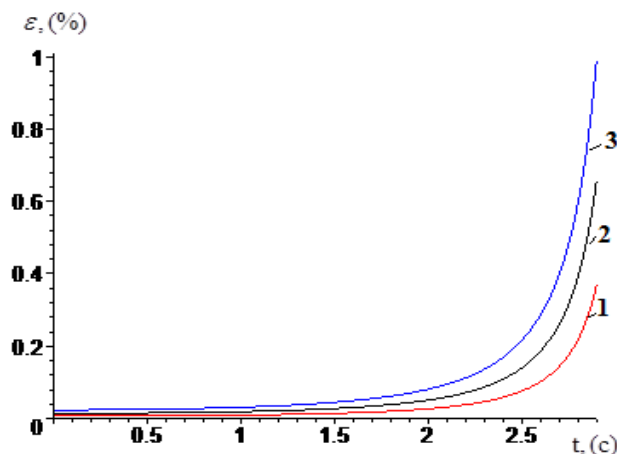


Рисунок 12. График относительного удлинения нити под действием крючка иглы в зависимости от времени при различных значениях скорости: $\vartheta_1 = 1,0 \frac{m}{s}$; $\vartheta_2 = 1,2 \frac{m}{s}$; $\vartheta_3 = 1,4$ м/с

Вывод заключается в том, что при воздействии крючка иглы равномерное вытягивание нити достигается при угле отклонения $\alpha_2=45^\circ$ и скорости подачи $\vartheta_2=1,2$ м/с, когда удлинение нити достигает $\varepsilon=0.6\div 0.8$. Это обеспечивает равномерное формирование петель и способствует улучшению качественных показателей нити.

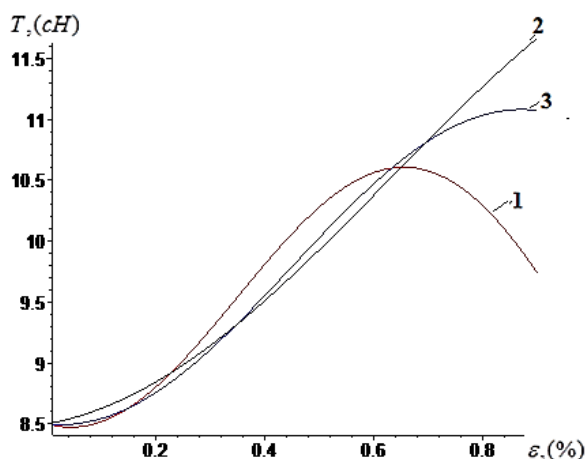


Рисунок 13. График зависимости силы натяжения нити под воздействием крючка иглы от относительного удлинения при различных значениях линейной плотности нити 1- $T_1=(20 \text{ текс}) \times 2$; 2- $T_2=(20 \text{ текс}) \times 3$; 3- $T_3=(20 \text{ текс}) \times 4$: 1- $\vartheta_1 = 1.0 \text{ м/с}$; 2- $\vartheta_2 = 1.2 \text{ м/с}$; 3- $\vartheta_3 = 1.4 \text{ м/с}$

Этот угол можно рассматривать как угол наклона нити относительно крючка. При использовании на машине 20 текс х3 машина вяжет без затруднения. При использовании тонкой нити 20 текс х 2 ткань может скручиваться. Нить 20 текс $\times$ 4 более толстая, плотность ткани при этом будет выше. При равномерном формировании петель можно наблюдать на графике, как при различных скоростях подачи нити 1- $\vartheta_1 = 1.0 \text{ м/с}$; 2- $\vartheta_2 = 1.2 \text{ м/с}$; 3- $\vartheta_3 = 1.4 \text{ м/с}$ для нити с линейной плотностью 1- $T_1=(20 \text{ текс}) \times 2$; 2- $T_2=(20 \text{ текс}) \times 3$; 3- $T_3=(20 \text{ текс}) \times 4$ обеспечивается равномерное вытягивание нитей, а также как изменяются силы натяжения при различной скорости вытягивания нитей разных линейных плотностей (см. рисунок 13). При этом правильный выбор скорости подачи нитей для нитей разного текса обеспечивает равномерное обеспечение петель, что, в свою очередь, приводит к уменьшению количества обрывов нитей.

Растяжение нити при улавливании при угле отклонения силы натяжения $\alpha_2 = 45^\circ$ имеет важное значение: при скорости подачи 1- $\vartheta_1 = 1.0 \text{ м/с}$ следует выбирать линейную плотность нити 1- $T_1=(20 \text{ текс})$, при скорости подачи 2- $\vartheta_2 = 1.2 \text{ м/с}$ линейную плотность нити 2- $T_2=(20 \text{ текс}) \times 3$; а при скорости подачи 3- $\vartheta_3 = 1.4 \text{ м/с}$ линейную плотность 3- $T_3=(20 \text{ текс}) \times 4$. По расположению крючковых игл можно охарактеризовать, что силы натяжения при захвате нитей $T_1=(20 \text{ текс})$ $T_2=(20 \text{ текс}) \times 3$ и $T_3=(20 \text{ текс}) \times 4$ текс изменяются одинаково, проанализированы и нити 20 текс.

Для решения задачи оптимизации усовершенствованных параметров был проведен полнофакторный эксперимент в варианте ПФЭ-3х3, т.е. учитывается

количество всех неповторяющихся комбинаций между всеми факторами, так как в текстильных исследованиях этот метод является наиболее эффективным в поиске оптимального варианта. Степень изменения факторов представлена в таблице 1, а план эксперимента в таблице 2.

Таблица 1

Уровни изменения факторов

Факторы		Единица измерения	Уровни изменения			Интервал изменения
Название	Коды		-1	0	1	
Шаг петли	X_1	мм	1.25	1.30	1.35	0.05
Плотность по вертикали	X_2	штук	44	53	62	9
Толщина	X_3	мм	1.4	1.6	1.8	0.2

Таблица 2

План эксперимента

No	Уровни факторов			$\bar{Y}_{u1}$	$\bar{Y}_{u2}$	$\bar{Y}_{u3}$	Удлинение при разрыве $\bar{Y}_{u.орта}$	$S^2\{y_{u1}\}$, дисперсия
U	X_1	X_2	X_3					
1.	+	+	-	142	144	145	144	2,889
2.	0	+	+	143	145	146	145	2,889
3.	-	+	0	139	140	142	140	1,889
4.	+	0	0	140	142	140	141	2,222
5.	0	0	-	143	144	141	143	1,889
6.	-	0	+	139	137	139	138	2,222
7.	+	-	+	132	130	132	131	2,222
8.	0	-	0	138	137	139	138	1,000
Среднее значение				133,5	139,9	140,5	140	
								$\Sigma = 17.222$

Уравнение регрессии, полученное по удлинению при разрыве

$$y_1 = 139.1 + 0.777x_1 + 4.498x_2 - 0.721x_3 + 1.083x_1x_2 - 4.583x_1x_3 - 1.374x_1^2 \quad (6)$$

Анализ уравнения регрессии по удлинению проведён с помощью изолиний, отражающих влияние входных параметров.

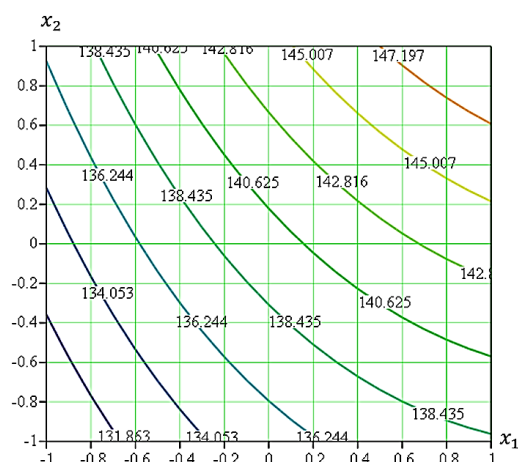


Рисунок 14. Зависимость вертикальной плотности от шага петли

На изолиниях видно, что увеличение шага петли до $x_1=0.6-1$ увеличивает удлинение при разрыве за счет увеличения плотности по вертикали до $x_2=0.6-1$ (см. рисунок 14). В этом случае толщина достигается при $x_3=1$.

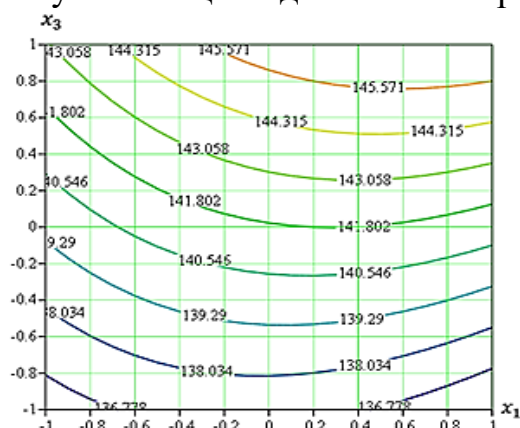


Рисунок 15. Зависимость толщины от шага петли

На изолиниях видно, что изменение толщины до $x_3=0.6-1$ увеличивает удлинение при разрыве за счет увеличения шага петли до $x_1=0.2-1$ (см. рисунок 15). При этом плотность по вертикали достигается при значении $x_2=1$.

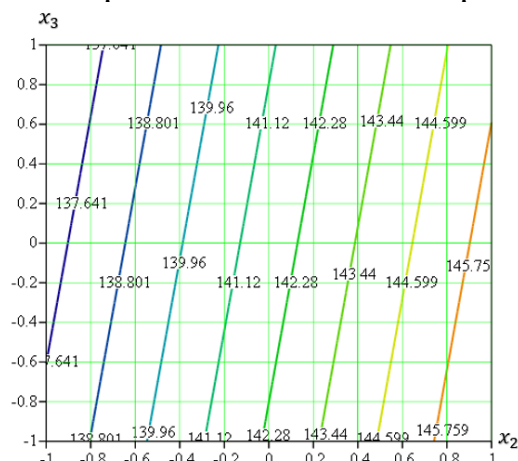


Рисунок 16. Зависимость толщины от вертикальной плотности.

Изменение толщины до $x_3=(-1)-(-0.2)$ и увеличение плотности по вертикали

до $x_2=0.6-1$ увеличивает удлинение при разрыве (см. рисунок 16). Это достигается при значении шага петли $x_1=0$.

В третьей главе диссертации под названием **“Исследование технологических показателей и физико-механических свойств двухслойного трикотажа”** по исследованию и анализу технологических показателей и физико-механических свойств двухслойного трикотажа получены следующие результаты.

Сравнены объемные плотности полученных двухслойных трикотажных полотен в вариантах. За счет изменения количественных показателей линейной плотности хлопковых нитей в составе двухслойного трикотажа и их перестановки можно увидеть изменение объемной плотности трикотажа с 263 мг/см^3 до $234,7 \text{ мг/см}^3$.

Объёмная плотность двухслойного трикотажного полотна I-варианта полученных образцов при поверхностной плотности $M_s=352 \text{ г/м}^2$ и толщине $T=1,40 \text{ мм}$ составляет $251,4 \text{ мг/см}^3$, а объёмная плотность двухслойного трикотажного полотна II-варианта при поверхностной плотности $M_s=328,6 \text{ г/м}^2$ и толщине $T=1,40 \text{ мм}$ равна $234,7 \text{ мг/см}^3$.

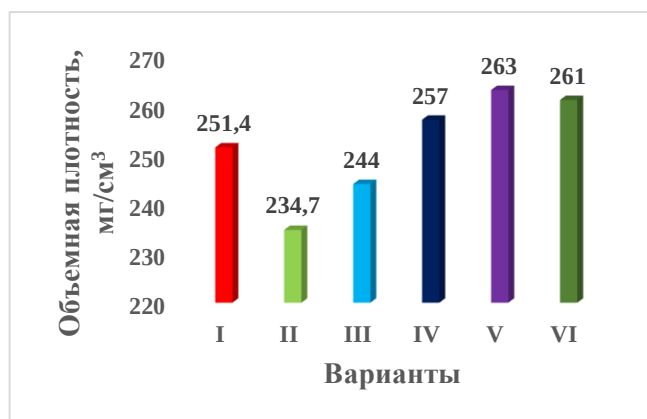


Рисунок 17. Объемная плотность двухслойного трикотажа

По анализу объемной и поверхностной плотности технологических показателей двухслойного трикотажа можно сделать следующий вывод: т.е. если сравнить объемную плотность I-варианта с II-вариантом и III-вариантом, то II-вариант $16,7 \text{ мг/см}^3$ двухслойного трикотажа можно принять как вариант трикотажа с меньшим расходом сырья на 7,25% и III-вариант 7 мг/см^3 , т.е. на 3,03% (см. рисунок 17).

Коэффициент воздухопроницаемости трикотажных полотен, используемых при производстве верхних трикотажных изделий, изменялся в зависимости от вида, толщины и плотности полотна в следующих пределах, т.е. результаты анализа показали (см. рисунок 18), что по 6 вариантам полученных двухслойных трикотажных полотен наибольший показатель воздухопроницаемости составляет полотно из 100% хлопчатобумажной пряжи $191,2 \text{ см}^3/\text{см}^2\text{сек}$, VI вариант имеет наименьший показатель воздухопроницаемости $100,8 \text{ см}^3/\text{см}^2\text{сек}$. Установлено, что по сравнению с показателем воздухопроницаемости полотна I-варианта, воздухо-

Таблица 3

Результаты исследования технологических параметров двухслойного трикотажа

10	Линейная плотность сырья (текс)		Нити в ткани Количество (%)		Шаг петли А (мм)	Высота петельного ряда V (мм)	Плотность ткани, (количество колец)		Длина нити петли L, (мм)	Поверхностная плотность полотна, M _c (гр/м ²)	Толщина полотна Т (мм)	Объемная плотность полотна, (мг/см ³)	Реальная объемная легкость, Δδ _{ху} (мг/см ³)	Действительная относительная лёгкость ρ (г/г)
	Наименование полотна и линейная плотность сырья (текс)	Наименование полотна и линейная плотность сырья (текс)	Наименование полотна и линейная плотность сырья (текс)	Наименован ие полотна и линейная плотность сырья (текс)			Плотность по ширине, (Rg)	Плотность по длине, (Rv)						
I	Производная гладь Хлопок 20 текс х 3	Производная гладь Хлопок 20 текс х 3	Ластик Хлопок 20 текс х3	Уток Хлопок 20 текс х3	1,35	0,63	54	62	4,44	352	1,40	251,4	-	-
II.	Производная гладь ПАН 20 текс х 3	Производная гладь ПАН 20 текс х 3	ЛастикПАН 20 текс х 3	Уток ПАН 20 текс х 3	1,22	0,96	42	48	5,71	328,6	1,40	234,7	16,7	7,25
III.	Производная гладь Хлопок 20 текс х 3 34,65%	Производная гладь ПАН 20 текс х 3 18,85%	Ластик Хлопок 20 текс х 3 42,20%	Уток Хлопок 20 текс х 3 4,30%	1,14	0,85	50	56	4,90	353,5	1,45	244	7	3,03
IV.	Производная гладь Хлопок 20 текс х 3 32,50%	Производная гладь ПАН 20 текс х 3 17,20%	Ластик ПАН 20 текс х 3 44,60%	Уток Хлопок 20 текс х 4 5,70%	1,14	0,85	49	57	4,88	347	1,35	257	-6	2,17
V	Производная гладь Хлопок 20 текс х 4 35,60%	Производная гладь ПАН 20 текс х 4 18,20%	Ластик Хлопок 20 текс х 4 41,80%	Уток ПАН 20 текс х 4 4,4%	1,41	1,05	37	44	6,50	466,1	1,70	263	11,6	4,41
VI.	Производная гладь Хлопок 20 текс х 4 17,41%	Производная гладь ПАН 20 текс х 4 35,50	Ластик ПАН 20 текс х 4 44,00%	Уток Хлопок 20 текс х 4 3,09%	1,26	1,05	40	47	5,93	469,7	1,80	261	-9,6	3,67
	Нормативные документы				Гост 8846				Гост 28554					

проницаемость V-варианта составила 119,6 см³/см²сек, что на 37,4% меньше, чем в I-варианте.

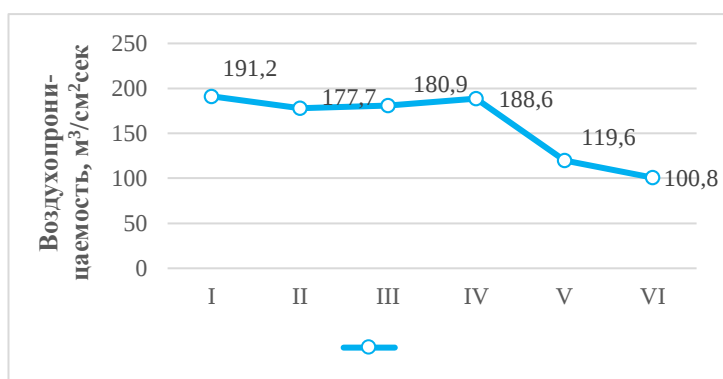


Рисунок 18. График воздухопроницаемости

Воздухопроницаемость VI-варианта составила 100,8 см³/см²сек, что на 47,2% меньше, чем в I-варианте. Это связано с тем, что линейная плотность нитей производной глади, ластика и утка, образующих петлевые ряды в варианте VI, равна 20текс х 4, а толщина трикотажа выше по сравнению с другими вариантами и составляет 1,80 мм.

Анализ полученных результатов показал, что показатель износостойкости к истиранию изменяется в пределах от 12000 до 23500 тыс/циклов (см. рисунок 19). У I-варианта износостойкость к истиранию является наименьшей и составляет 12000 тыс/циклов, тогда как наибольшее значение отмечено у VI-варианта- 23500 тыс/циклов.

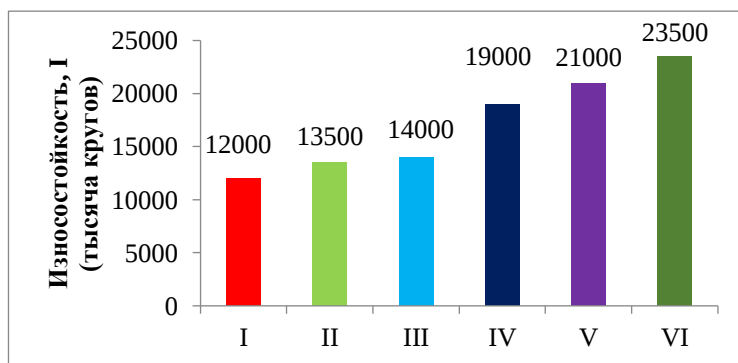


Рисунок 19. График износостойкости к истиранию

Это объясняется тем, что все ряды петель полотна, а именно ряды производной глади, ластика и уточные ряды, были связаны из хлопчатобумажных и ПАН-нитей с линейной плотностью 20 текс х4, ряды производной глади, ластика и уточные ряды I-варианта были связаны из 100% ной хлопчатобумажной пряжи с линейной плотностью 20 текс х3.

Максимальный показатель составляет 673 Н, в VI-варианте мы видим, что прочность составляет 59,4% по сравнению с I-вариантом. Максимальное значение разрывной нагрузки по ширине составило 364 Н во II-варианте, а минимальное значение -171 Н в I-варианте. Увеличение разрывной нагрузки II-варианта обусловлено тем, что в данном варианте двухслойного трикотажа

Таблица 4

Результаты исследования физико-механических свойств двухслойных трикотажных полотен

Варианты	Линейная плотность сырья (текс)				Воздухопроницаемость V, (см³/см²*сек)	Прочность на истирание I, (тыс. обор))	Разрывная нагрузка R, (N)		Разрывное удлинениеL, (%)		Деформация ε _n , (%)				Усадка U, (%)	
	Производная гладь	Производная гладь	Ластик	Уток			По длине	По ширине	По длине	По ширине	Возврат ε _n ,%		Невозвратный ε _n ,%		По длине	По ширине
											По длине	По ширине	По длине	По ширине		
1.	2.	3.	4.	5.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.
И	Хлопок 20 текс х 3	Хлопок 20 текс х 3	Хлопок 20 текс х 3	Хлопок 20 текс х 3	191,2	12000	422	171	101	145	85	87	15	13	-15	-5
II.	ПАН 20 текс х 3	ПАН 20 текс х 3	ПАН 20 текс х 3	ПАН 20 текс х 3	177,7	13500	574	364	109	135	86	88	14	12	-5	-20
III.	Хлопок 20 текс х 3 34,65%	ПАН20 текс х 3 18,85%	Хлопок 20 текс х 3 42,20%	Хлопок 20 текс х 3 4,30%	180,9	14000	495	259	104	136	87	89	13	11	-10	-7
IV.	Хлопок 20 текс х 3 32,50%	ПАН 20 текс х 3 17,20%	ПАН 20 текс х 3 44,60%	Хлопок 20 текс х 4 5,70%	188,6	19000	436	225	105	135	88	90	12	10	-9	-7
V	Хлопок 20 текс х 4 35,60%	ПАН 20 текс х 4 18,20%	Хлопок 20 текс х 4 41,80%	ПАН 20 текс х 4 4,4%	119,6	21000	600	330	110	139	90	91	10	9	-12	-7
VI.	Хлопок20 текс х 4 17,41%	ПАН 20 текс х 4 35,50	ПАН 20 текс х 4 44,00%	Хлопок 20 текс х 4 3,09%	100,8	23500	673	334	111	138	91	92	9	8	-10	-5
	По стандарту				Гост 1228-2014 не менее 100 (дм³/м²·сек)	Гост 16486-93 15-30 обычный 30-100 прочный > 100. сверхпрочный	ГОСТ Т 28554-90 не менее 80 Н		гост 28554-90 I-0-40% II-41-100% Свыше II-100%				Гост 28882-90 не более 5-20%		Гост 26667-85 Не более 6-8%	Гост 26667-85 Не более 8-10%

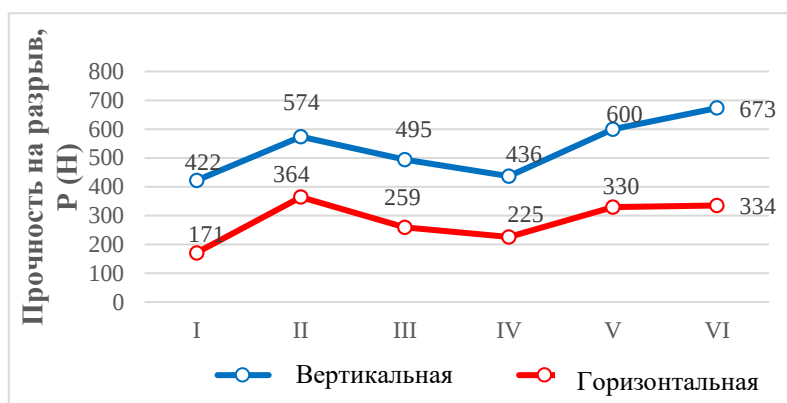


Рисунок 20. График разрывной нагрузки двухслойного трикотажа

все ряды петель выполнены из 100% акриловой пряжи с линейной плотностью 20 текс х3. Среди полученных вариантов VI-вариант имеет наибольшую разрывную нагрузку, разрывная нагрузка по длине составила 673 Н, а по ширине - 334 Н. При этом разрывная нагрузка по длине составила 673 Н, а по ширине - 334 Н (см. рисунок 20). Способность трикотажа растягиваться под действием определенной силы называется его растяжимостью. Растяжимость характеризуется растяжением испытуемого образца.

Мы видим, что удлинение по длине вязаного трикотажа составляет от 105 до 111%. Наименьшая растяжимость по длине относится к I-варианту и составляет 101%. Наибольшая растяжимость по длине принадлежит VI-варианту и составила 111%. Наименьшее разрывное удлинение двухслойного трикотажа по ширине в IV варианте и составило 135%, а наибольшее удлинение в варианте I составило 145%. То есть, выяснилось, что растяжимость по ширине I-варианта, полученного из 100% хлопчатобу-мажной пряжи, была на 6,89% меньше, чем в двухслойном трикотаже IV-варианта. В этом варианте линейная плотность уточной нити, входящей в состав трикотажа, составляет 20 текс х 4. В результате проведенных исследований стало известно, что для уменьшения растяжимости трикотажа по ширине положительные результаты дает прокладквание уточных нитей по ширине в структуру трикотажа.

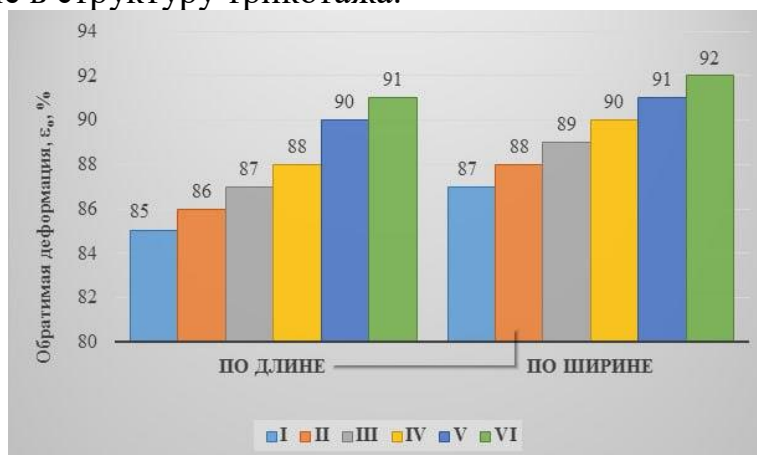


Рисунок 21. Гистограмма обратимой деформации двухслойного трикотажа.

В результате проведенных исследований установлено, что в образцах двухслойного трикотажа величина обратимой деформации по длине изменяется

от 85% до 88% (см. таблицу 4), а величина обратимой деформации по ширине изменяется от 86% до 90%. (см. рисунки 21 и 22).

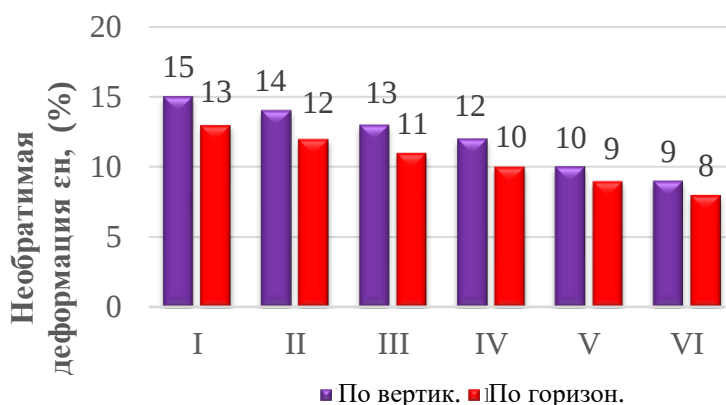


Рисунок 22. Гистограмма необратимой деформации двухслойного трикотажа

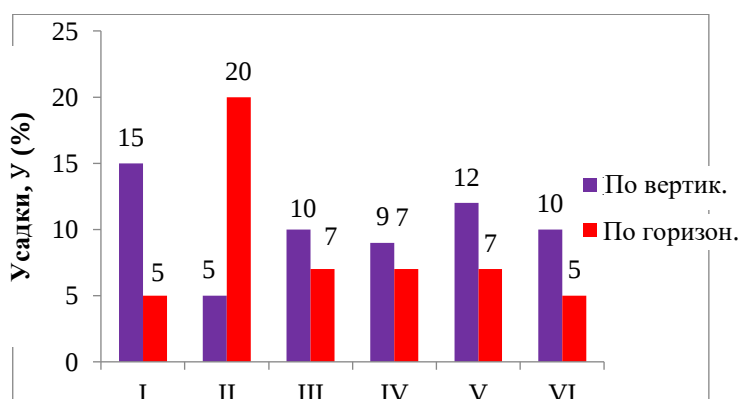


Рисунок 23. Гистограмма усадки двухслойного трикотажа

Усадка трикотажных полотен также является одним из основных показателей, характеризующих их качественные показатели. С целью изучения влияния изменения линейной плотности и количества хлопковых и ПАН нитей в составе двухслойных трикотажных полотен на свойства усадки были проведены исследования. Из результатов исследования процесса усадки образцов двухслойного трикотажа стало известно, что усадка по длине изменялась от 5% до 15%, а по ширине от 5% до 20%, по полученным результатам можно сделать вывод, что изменение количества ПАН и хлопчатобумажных нитей в составе трикотажа привело к снижению усадки трикотажа (см. рисунок 23).

Анализ физико-механических свойств полученных трикотажных полотен показал, что по численным значениям прочности, устойчивости к растяжению по ширине и длине, а также поверхностной плотности материалы различаются между собой в зависимости от линейной плотности нитей и соотношения сырьевых компонентов в структуре полотна.

В результате взаимного сравнения вариантов было установлено, что объемная плотность III и IV вариантов тканых полотен с использованием хлопчатобумажных и ПАН нитей петельных рядов была ниже, чем у других вариантов, а количественные показатели V и VI вариантов по физико-механическим свойствам были выше, чем у других вариантов, то есть показатели

качества этих вариантов были выше, чем у остальных вариантов и V- и VI-варианты с высокими качественными показателями рекомендованы к производству. С целью определения качественных показателей двухслойного трикотажа использованы диаграмма комплексной оценки качественных показателей двухслойного трикотажа (см. рисунок 24) и гистограмма комплексной оценки качественных показателей (см. рисунок 25).

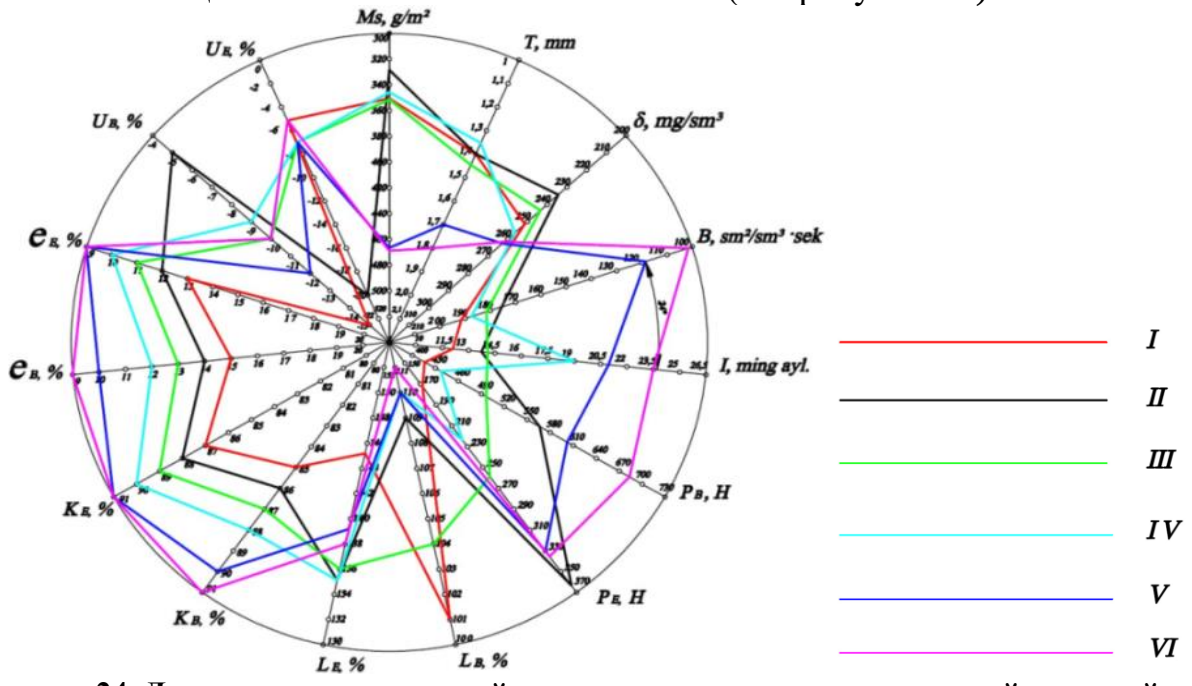


Рисунок 24. Диаграмма комплексной оценки качественных показателей двухслойного трикотажа

По результатам комплексной оценки качественных показателей двухслойных трикотажных полотен было установлено, что полотно II-варианта получено из 100% пряжи ПАН, полотна V-и VI-вариантов двухслойного трикотажа имеют более высокие качественные показатели по сравнению с базовыми полотнами.

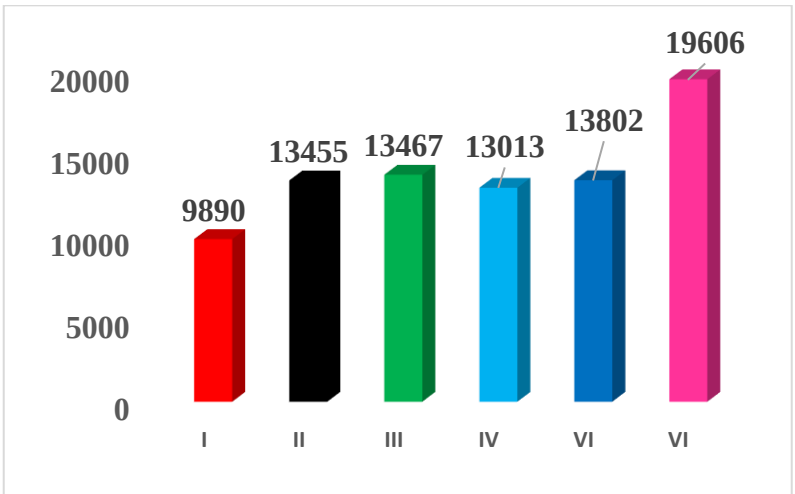


Рисунок 25. Сравнительная гистограмма комплексной оценки качественных показателей двухслойного трикотажа

Экономическая эффективность достигнута за счет создания двухслойных трикотажных полотен новой структуры (см. таблицу 5).

Таблица 5

Расчет экономической эффективности двухслойного трикотажа

№	Показатели	Единица измерения	Вариант VI	Вариант V
1.	Расход сырья на 1 кг полотна	сум	62,240	40.704
2.	Расход сырья на 1 тонну полотна	сум	62 240 000	40 704 000
3.	Экономическая эффективность	сум		21 536 000

Таким образом, ожидаемая экономическая эффективность при переработке 1 тонны сырья двухслойного трикотажа в варианте V составляет 21 млн. 536 тысяч. 000 сумов (в ценах 2025 года).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Обобщая и подводя итог анализу научно-исследовательских работ, можно сделать вывод о том, что при получении трикотажных полотен на трикотажных машинах отсутствуют полные данные, посвященные исследованию влияния количественных показателей линейной плотности нитей и перемещения нитей в составе трикотажного полотна на технологические показатели и физико-механические свойства полотна.

2. Исследование свойств сырья показало, что прочность хлопчатобумажной пряжи на 4,5% выше, чем у пряжи ПАН.

3. Исследование технологических возможностей плосковязальной двухфонтурной трикотажной машины марки “HP-380” произведенной китайской фирмой WODERFUL, получены двухслойные трикотажные полотна за счет изменения положения игл и клиньев, а также различных заправок в машине.

4. При вязании двухслойного трикотажа с использованием технологических возможностей машины усовершенствована технология получения 6 вариантов двухслойного трикотажа за счет изменения линейной плотности нитей и расположения нитей в полотне.

5. Анализ технологических показателей полученных 6 вариантов двухслойного трикотажа показал, что объемная плотность III-варианта составила 244 мг/см³, по сравнению с I-вариантом, что на 7,4% меньше в III-варианте, а расход сырья увеличился в остальных вариантах.

6. Установлено, что при поддержании равномерного натяжения нити под воздействием крючка иглы при угле отклонения нити от крючка $\alpha = 6^\circ$ и скорости нитеподатчика $\vartheta_2 = 1,2$ м/с силы натяжения нити возрастают равномерно, что обеспечивает равномерную подачу нитей при образовании петель.

7. Установлено, что при захвате нити с углом отклонения силы натяжения $\alpha_2 = 45^\circ$ и скорости подачи $\vartheta_2 = 1,2$ м/с удлинение нити до $\varepsilon = 0.6 \div 0.8$ мм обеспечивает равномерное образование петли.

8. На основе анализа 6 вариантов трикотажных полотен, анализа диаграмм и гистограмм, составленных с использованием метода комплексной оценки показателей качества трикотажного полотна, было установлено, что показатели качества V-и VI-вариантов были высокими.

9. Ожидаемая экономическая эффективность при переработке 1 тонны сырья с V-вариантом двухслойного трикотажа с высокими показателями качества по сравнению с VI-вариантом составила 21 млн. 536 тыс. сумов (в ценах 2024 года) (утверждено актом Ассоциации “Узтукимачиликсаноат” от 7 июля 2025 года № 03/25-1668).

**SCIENTIFIC COUNCIL AWARDING SCIENTIFIC DEGREES
DSc.03/2025.27.12.T.15.03 AT NAMANGAN STATE TECHNICAL
UNIVERSITY**

NAMANGAN STATE TECHNICAL UNIVERSITY

IRODA KAMALOVA IBRAHIMOVNA

**IMPROVING THE TECHNOLOGY FOR PRODUCING DOUBLE-LAYER
KNITTED FABRICS FOR OUTERWEAR FROM LOCAL RAW
MATERIALS**

**05.06.02 – Technology of textile materials and
primary processing of raw materials**

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

Namangan – 2026

The theme of doctor of philosophy dissertation of technical sciences is registered in the higher attestation commission under the Ministry of higher education, science and innovation of the Republic of Uzbekistan under the number No.B2021.1.PhD/T2199.

The dissertation was completed at the Namangan state technical university.

Abstract of the dissertation posted in three languages (Uzbek, Russian, English (summary)) on the website of the scientific council at the Namangan state technical university (www.namdtu.uz) and on the educational information portal “ZiyoNet”.

Scientific supervisor:

Mirusmanov Batiyar

Candidate of Technical Sciences, Associate professor

Official opponents:

Khankhadjayeva Nilufar

doctor of technical sciences, Professor.

Abdurakhmanov Abdurashid

Candidate of Technical Sciences, Associate professor

The leading organization:

Fergana state technical university

The defense of the dissertation will take place on “16” 05 2026 year at 13-30 hours at a meeting at the scientific council DSc.03/2025.27.12.T.15.03 at the Namangan state technical university (Address: 160605, Namangan city, south ring road, building 17. Tel.: +998 55 251-43-04, +998 55 255-43-04; e-mail: info@namdtu.uz)

The dissertation can be found at the Information and resource center of the Namangan state technical university (registered under number No.166). (Address: Namangan city, Islom Karimov street, 12 Tel/fax: +(99869) 234-14-85; Website: www.namdtu.uz).

The abstract of dissertation was sent out on “5” may 2026 year.
(mailing report № 86 on “14” january 2026 year).



K.M. Xolikov

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

X.T. Bobojanov

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

J.K. Yuldashev

Chairman of the scientific seminar at the scientific council that awarding scientific degrees, doctor of technical sciences, associate professor

INTRODUCTION (abstract of the PhD dissertation)

Purpose of the research is to improve the technology for producing double-layer knitted fabrics using local raw materials.

The scientific novelty of the research consists of the following:

by utilizing the technological capabilities of the machine, the technology for producing new structural variants of double-layer knitted fabrics has been improved, and the knitting method has been substantiated;

when the linear densities of the yarns in double-layer knitted fabrics are varied, the factors influencing the technological parameters and physical-mechanical properties of the knitted fabric have been analyzed and justified;

during the knitting of double-layer knitted fabrics, the influence factors of the yarn feeding angle to the needles on the loop size within the fabric structure have been determined through regression equation analysis based on a mathematical model and theoretically substantiated;

the factors determining the dependence of quality indicators on the newly obtained structural variants of double-layer knitted fabrics have been substantiated.

Implementation of the research results. Based on the developed results for improving the technology of producing two-layer knitted fabrics of a new structure on knitting machines:

The technology for producing two-layer knitted fabrics for the domestic market and export, intended for local enterprises, has been implemented in production at "TANG GROUP" LLC (reference from the "Uztekstilprom" Association dated July 7, 2025, No. 03/25-1668). As a result, through the saving of material resources and the improvement of processing technology, labor productivity per unit of output has increased by 2-3%, and the expected economic efficiency from producing 1 ton of fabric at the enterprise due to reduced raw material consumption amounted to 21 million 536 thousand (21,536,000) Uzbek soums.

Approbation of the research results. The results of the dissertation research were presented in the form of reports and discussed at 3 international and 4 national scientific and technical conferences.

Publication of the research results. A total of 22 scientific works have been published on the topic of the dissertation, including: 8 articles in scientific publications recommended by the Higher Attestation Commission of the Republic of Uzbekistan for publishing the main scientific results of dissertations, of which 2 articles were published in national journals and 6 articles in foreign journals. Additionally, 2 certificates for computer software were obtained from the Intellectual Property Agency.

Structure and volume of the dissertation. The dissertation consists of an introduction, three chapters, conclusions, a list of references, and appendices. The total volume of the dissertation is 128 pages.

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

I bo'lim (I часть; part I)

1. I.I.Kamalova. Yassi ignadonli trikotaj mashinasi o'rnatilgan ikki qavatli paxta ipli trikotaj to'qimasi asosida maxsulot ishlab chiqarishga ixtisoslashgan korxonani loyixalash// ISBN: 978-9910-662-90-4. Monografiya. (O'zbekiston). 2024.
2. K.M.Холиков, А.Т.Журабоев, Ш.Ш. Шогофуров, И.И.Камалова Исследование физико-механических свойств двухслойного трикотажа // Volgograd International scientific journal Publishing House «Scientific survey», Mart 2020 № 1, p, 25-30.(05.00.00)
3. Rizametova M.A., Mirusmanov B.F I.I.Kamalova., Trikotaj matosidan ayollar kuz mavsumiga mo'ljallangan ko'ylak tanlash va asoslash // Namangan muhandislik texnologiya instituti ilmiy-texnika jurnali Vol. 6, Maxsus son 1. 2021yil, 151-155 b. (05.00.00 №33)
4. I.I.Kamalova. Manufacture of silk knitted fabrics in the activities of textile enterprises Academician an international multidisciplinary research journal Namangan Institute of Engineering and Technology Vol. 11, Issue 3, 2021, 68-73 p. (05.00.00 №33)
5. Mirusmanov.B.F, I.I.Kamalova., Mukimov.M.M Paxta ipakli hosilali glad trikotaj to'qimalarini olish texnologiyasi. // O'zbekistonda fanlararo innovatsiyalar va ilmiy tadqiqotlar jurnal. 2022 y. 8-son. 550-556 bet. (02.00.00; №1.).
6. I.I.Kamalova., Mirusmanov.B.M., Qayumov.J.A Qosimov.A.A., Yupova.M.N. Mathematical Modeling of the Bulk Density Property of Knitted Fabrics. // Scientific Research Publishing Engineering, 2022.14. p 33-42.
7. I.I.Kamalova., Jo'raboyev.N.N. Xoliqov.Q.M. Mirusmanov.B.M. Analysis of air permeability in different parts of men's and women's socks. // Asian Journal of Research in Social Sciences and Humanities. A peer reviewed refereed in international journal/ Vol. 12, Issue 1, 2022. p, 294-297. (05.00.00;IF)
8. Yusupova M., Mirzabayev B., Inoyatova M., Abduraimova M., I.I.Kamalova. Организация и управления факторами и процессами, влияющими на уровень очистки на разрыхлительно-очистительном агрегате// Universum: технические науки. Электрон научн. журн. 2023.11(116). Стр. 22-25. (02.00.00; № 1).
9. I.I.Kamalova. Physical and mechanical analysis of two layers of cotton silk in knitted tissues“American Journal of Engineering”, Mechanics and Architecture. Volume 2, Issue 2, 2024 p. 33-37. 5 стр
10. I.I.Kamalova. Ikki qatlamli trikotaj to'qilamarini “LX-280-T” rusumli yassi ikki ignadonli trikotaj to'quv mashinasida olish texnologiyasini takomillashtirish. “To'qimachilik va moda sanoati ilm-fan va innovatsiyalar” ilmiy texnik jurnali. 2024. 4-son. 48-54 b.
11. I.I.Kamalova. Trikotaj matolarining fizik-mexanik xususiyatlar tahlili “To'qimachilik va tikuv-trikotaj sanoatini yanada rivojlantirish va kadrlar

tayyorlashga innovatsion yondoshuvlar” Respublika onlayn ilmiy-amaliy anjumani Namangan muhandislik-texnologiya instituti 22-aprel (1-4-Sho’balar), 2020 yil, 140-142 b.

II bo‘lim (II часть; part II)

1. O‘ralov L., I.I.Kamalova. Erkaklar ustki kiymi (kurtka) uchun iste’molchi talablarini o‘rganish bo‘yicha marketing tadqiqoti // “Paxta, to‘qimachilik va engil sanoat mahsulotlari sifatini ta’minlashning zamonaviy konsepsiyalari” mavzusida o‘tkazilgan halqaro ilmiy-amaliy konferensiya Maqolalar to‘plami, 2021 yil, 22-23 aprel 2 tom 223-225 bet.

2. Mirusmanov B.F., I.I.Kamalova., Yangi tuzilishli ikki qatlamli trikotaj to‘qimalarini olish texnologiyasi // Fargona “Zamonaviy ta’lim tizimini rivojlantirish va unga qaratilgan kreativ g‘oyalar, takliflar va yechimlar” mavzusidagi ko‘p tarmoqli 35 – sonli Respublika ilmiy – amaliy konferensiyasi.15.04.2022 yil, Farg‘ona.171-172 bet.

3. Mirusmanov.B.M., I.I.Kamalova., Mahalliy iplardan foydalanib yosh bolalar kolgotkasini ishlab chiqarish tadqiqi // “To‘qimachilik va yengil sanoati sohalarida innovatsion texnologiyalarni joriy etishda oliy ta’lim va ishlab chiqarish korxonalarining tutgan o‘rni” mavzusida o‘tkazilgan halqaro ilmiy-amaliy konferensiyasi Materiallar to‘plami, (2022 yil 29-30 aprel), Termez-2022 86-89 bet.

4. Mirusmanov B.F., Qurbonov R.T., I.I.Kamalova. Ikki qavatli paxta – ipakli lastik trikotaj to‘qimasini texnologik ko‘rsatgichlarini tadqiqoti // Namangan muhandislik-texnologiya instituti “Tikuv-trikotaj sanoatida innovatsion texnologiyalar, ishlab chiqarishdagi muammo, tahlil va sohani rivojlanish istiqbollari” mavzusida xalqaro ilmiy-amaliy anjuman 2022 yil, 7-8 oktyabr.173-177 bet.

5. Mirusmanov B.F., Qurbonov R.T., I.I.Kamalova. Ikki qavatli paxta – ipakli lastik trikotaj to‘qimasini fizik-mexanik xususiyatlarini tadqiqoti//Namangan muhandislik-texnologiya instituti “Tikuv-trikotaj sanoatida innovatsion texnologiyalar, ishlab chiqarishdagi muammo, tahlil va sohani rivojlanish istiqbollari” mavzusida xalqaro ilmiy-amaliy anjuman 2022 yil, 5-6 may. 168-172 bet.

6. Mirusmanov B.F., I.I.Kamalova. Ikki qatlamli paxta-ipakli trikotaj to‘qimalarini sifat ko‘rsatkichlarini kompleks baholash// Namangan Muhandislik-Qurilish instituti “sanoat va mashinasozlik mahsulotlarini ishlab chiqarishda sifat ko‘rsatkichlarini ta’minlashda innotsion texnologiyalar” mavzusidagi Respublika ilmiy-amaliy konferentsiya materiallari to‘plami 1 qism 24-noyabr 2023yil, 317-320 bet.

7. I.I.Kamalova. Xomashyo turini tanlash // “Xalqaro standartlar asosida maxsulot sifatini ta’minlashda energiya va resurstejamkor zamonaviy texnologiyalarni qo‘llashning innovatsion usullari” Respublika miqyosidagi ilmiy amaliy anjumanning maqolalar to‘plami (2024, yil 10-11 oktyabr) 409-411 b.

8. I.I.Kamalova. Ikki qatlamli trikotaj to‘qimalarini “LX-280 T” rusumli yassi ikki ignadonli trikotaj to‘quv mashinasida olish taxlili. “Academic Research in Modern Science” International scientific-online conference 28.11.2024. USA p, 80-83.

9. Mirusmanov B.F., Muqimov.M.M., I.I.Kamalova. Research of Physico-Mechanical Properties of Cotton-Silk Purl Knitted Fabrics // AIP Conference Proceedings Research Article March 11 2024 AIP Conf. Proc. 3045, p, 040014-1–040014-7 (12 March).

11. U.M.Isomaddinov Yangi tuzilishdagi ikki qatlamli trikotaj to‘qimalarini olish xisobiga yassi ikki ignadonli trikotaj mashinalarini texnologik imkoniyatlarini kengaytirish // O‘zbekiston Respublikasi Adliya Vazirligi “Elektron xisoblash mashinalari uchun yaratilgan dasturinig rasmiy o‘tganligini to‘g‘risida” № DGU 30137 17.11.2023.

12. Roxmonov Durbek Azamjonovich Ustki kiyim uchun mo‘ljallangan ikki qatlamli trikotaj to‘qimalarining tarkibidagi xomashyolari turli darajada o‘zgarish va fizik mexanik ko‘rsatgichlariga ta’sirini tadqiqi// O‘zbekiston Respublikasi Adliya Vazirligi “Elektron xisoblash mashinalari uchun yaratilgan dasturinig rasmiy o‘tganligini to‘g‘risida” № DGU 44549 28.11.2024.

Avtoreferat “Namangan davlat texnika universiteti ilmiy-
texnika jurnali” tahriridan o‘tkazildi va o‘zbek, rus, ingliz tillaridagi
matnlari mosligi tekshirildi (“13” aprel, 2026 yil).

Bosishga ruxsat etildi: 14. aprel.2026 yil.
Bichimi 60x84 $\frac{1}{16}$, «Times New Roman»
Garniturada raqamli bosma usulida bosildi.
Shartli bosma tabog‘i 3. Adadi:50.
“NamDTU” bosmaxonasida chop etildi.
Namangan shahri, Janubiy aylanma yo‘li ko‘chasi 26-uy.