

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

---

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

**GULYAYEVA GULFIYA XARISOVNA**

**SHAKL SAQLASH XUSUSIYATLARI YUQORI BO‘LGAN TRIKOTAJ  
OLISH TEXNOLOGIYASI ASOSLARI**

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

**TEXNIKA FANLARI DOKTORI (DSc)  
DISSERTATSIYASI AVTOREFERATI**

**Toshkent – 2025**

**Doktorlik dissertatsiyasi avtoreferati mundarijasi**  
**Оглавление автореферата докторской диссертации**  
**Contents of the Abstract of Doctoral Dissertation**

<b>Gulyayeva Gulfiya Xarisovna</b> Shakl saqlash xususiyatlari yuqori bo‘lgan trikotaj olish texnologiyasi asoslari.....	3
<b>Гуляева Гульфия Харисовна</b> Основы технологии получения формоустойчивого трикотажа.....	29
<b>Gulyaeva Gulfiya Kharisovna</b> Fundamentals of the form-stable knitwear producing technology.....	57
<b>E‘lon qilingan ishlar ro‘uxati</b> <b>Список опубликованных работ</b> <b>List of published works.....</b>	60

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

---

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

**GULYAYEVA GULFIYA XARISOVNA**

**SHAKL SAQLASH XUSUSIYATLARI YUQORI BO‘LGAN TRIKOTAJ  
OLISH TEXNOLOGIYASI ASOSLARI**

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

**TEXNIKA FANLARI DOKTORI (DSc)  
DISSERTATSIYASI AVTOREFERATI**

**Texnika fanlari doktori (DSc) dissertatsiyasi mavzusi O‘zbekiston Respublikasi Oliy ta’lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi Oliy Attestatsiya komissiyasida B2023.2.DSc/T633 raqami bilan ro‘yxatga olingan.**

Dissertatsiya Toshkent to‘qimachilik va yengil sanoat institutida bajarilgan.

Dissertatsiya avtoreferati uch tilda (o‘zbek, rus, ingliz (rezyume)) Toshkent to‘qimachilik va yengil sanoat instituti huzuridagi Ilmiy kengash veb-sahifasida ([www.titli.uz](http://www.titli.uz)) va «ZiyoNet» Axborot-ta’lim portalida ([www.ziynet.uz](http://www.ziynet.uz)) joylashtirilgan.

**Ilmiy maslahatchi:**

**Mukimov Mirabzal Mirayubovich**  
texnika fanlari doktori, professor

**Rasmiy opponentlar:**

**Matismailov Saypila Lalashbayevich**  
texnika fanlari doktori, professor

**Valiev Gulam Nabidjonovich**  
texnika fanlari doktori, professor

**Bitus Yevgeniy Ivanovich**  
texnika fanlari doktori, professor

**Yetakchi tashkilot:**

**Namangan davlat texnika universiteti**

Dissertatsiya himoyasi Toshkent to‘qimachilik va yengil sanoat instituti huzuridagi DSc.03/30.12.2019.T.08.01 raqamli ilmiy kengashning 2025 yil «03» iyul soat 10<sup>00</sup> dagi majlisida bo‘lib o‘tadi. (Manzil: 100100, Toshkent sh., Yakkasaroy tumani, Shohjahon-5, tel.:(+99871) 253-06-06, 253-08-08, faks: 253-36-17.e-mail:titlp\_info@edu.uz, Toshkent to‘qimachilik va yengil sanoat instituti ma’muriy binosi, 2-qavat, 222-xona).

Dissertatsiya bilan Toshkent to‘qimachilik va yengil sanoat institutining Axborot-resurs markazida tanishish mumkin (243-raqami bilan ro‘yxatga olingan). Manzil: 100100, Toshkent, Shohjahon-5, tel.:(+99871) 253-06-06, 253-08-08.

Dissertatsiya avtoreferati 2025 yil «18» iyun kuni tarqatildi.  
(2025 yil «18» iyundagi 243-raqamli reestr bayonnomasi).



**X.H. Kamilova**

Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy  
Kengash raisi, t.f.d., professor



**A.Z. Mamatov**

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

**Sh.Sh. Xakimov**

Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy  
Kengash qoshidagi ilmiy seminar  
raisi, t.f.d., professor

## KIRISH (fan doktori (DSc) dissertatsiyasi annotatsiyasi)

**Dissertatsiyaning dolzarbligi va zarurati.** 2024 yilda jahon to‘qimachilik bozori qiymati 748 milliard AQSh dollari deb baholanmoqda, va 2029 yilga borib uning hajmi 889,24 milliard AQSh dollariga yetishi bashorat qilinmoqda, ushbu davrda (2024-2029 yillar) o‘rtacha yillik o‘shish sur‘ati 3,52% ni tashkil etadi. To‘qimachilik sanoati dinamik rivojlanayotgan soha bo‘lib, uning asosiy raqobatchilari Xitoy, Yevropa Ittifoqi, AQSh va Hindistondir. Faol sanoatlashtirish va ilg‘or texnologiyalarni joriy etish korxonalarini modernizatsiyasiga asos bo‘ladi, bu esa yuqori samarali mahsulot ishlab chiqarishga imkon beradi<sup>1</sup>. Bu borada, trikotaj to‘qimasini tuzilishini takomillashtirish va tabiiy hamda sintetik xomashyolardan samarali foydalanish orqali shakl saqlash xususiyati yuqori bo‘lgan trikotaj mahsulotlarini ishlab chiqarish uchun ilmiy asoslangan texnologiyalarni ishlab chiqish muhim vazifalardan biridir.

Jahonda xomashyo sarfini kamaytirish, trikotaj matolar assortimentini kengaytirish, trikotaj ishlab chiqarish texnologiyasini takomillashtirish, xususiyatlar va texnologik jarayonlarni bashorat etish modellarini ishlab chiqish, shuningdek, olingan natijalarni ishlab chiqarishga integrasiya qilishga qaratilgan ilmiy-tadqiqot ishlari olib borilmoqda. Bu borada ustki trikotaj mahsulotlari uchun mo‘ljallangan trikotajni shakl saqlash xususiyatini oshirishning hamda bashorat etishning yangi samarali usullarini ishlab chiqish muhim ahamiyat kasb etadi. Shu bilan birga, trikotaj deformatsiyalanishni tahlil qilish asosida shakl saqlash xususiyati yuqori bo‘lgan trikotaj to‘qimalarini ishlab chiqishning nazariy va texnologik asoslarni yaratish masalalari dolzarb hisoblanmoqda.

Respublikamizda ilg‘or texnologiyalarni joriy etish va to‘qimachilik mahsulotlarining jahon bozoridagi o‘rnini mustahkamlashga alohida e‘tibor qaratilmoqda. Ushbu sohada trikotaj mahsulotlarini yuqori texnologik usullarda ishlab chiqarishni o‘zlashtirish bo‘yicha sezilarli natijalarga erishilgan. Bu esa sanoatning salohiyatga egaligini va xalqaro standartlarga javob beradigan trikotaj mahsulotlarini ishlab chiqarish uchun samarali texnologiyalarni ishlab chiqish zaruriyati mavjudligini tasdiqlaydi. Bugungi kunda mamlakatimiz iqtisodiyotining ushbu tarmog‘ida quyidagi ustuvor vazifalar belgilangan: «... respublikaning eksport salohiyatini yanada oshirish va 2026 yilga kelib respublikaning eksport hajmini 30 milliard AQSh dollariga yetkazish<sup>2</sup>. Tayyor mahsulotlar va yarim tayyor mahsulotlar ulushini eksport tuzilmasida 3,3 barobar oshirish, GSP + va boshqa tizmlar doirasida Yevropa mamlakatlariga tayyor mahsulot eksportini kengaytirish», «... to‘qimachilik sanoatida ipni qayta ishlash darajasini 100 foizga yetkazish, yuqori sifatli matolar talabini qondirish uchun 400 ming tonna sun‘iy va aralash tolalarni ishlab chiqarishni yo‘lga qo‘yish...»<sup>3</sup>. Ushbu vazifalarni amalga oshirishda import o‘rnini bosuvchi va

<sup>1</sup> <https://www.mordorintelligence.com/ru/industry-reports/global-textile-industry---growth-trends-and-forecast-2019---2024>

<sup>2</sup> O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 28.01.2022 yildagi PF-60-son 2022 — 2026-yillarga mo‘ljallangan Yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to‘g‘risida” gi Farmoni

<sup>3</sup> O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 11.09.2023 yildagi PF-158-son “O‘zbekiston — 2030” strategiyasi to‘g‘risida” gi Farmoni

eksportga yo‘naltirilgan sifat va raqobatbardoshlik talablariga javob beradigan trikotaj mahsulotlarini ishlab chiqarish, rikotaждан foydalanish davrida halqa tuzilishi muvozanat holati nazariyasiga asoslangan holda sifat ko‘rsatkichlari yaxshilangan trikotaj matolarini ishlab chiqishga qaratilgan tadqiqotlar muhim hisoblanadi.

O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022 yil 28 yanvardagi PF-60-son «2022-2026-yillarga mo‘ljallangan yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to‘g‘risida»gi, 2023 yil 11 sentyabrdagi PF-158-son "O‘zbekiston-2030 strategiyasi" to‘g‘risidagi, 2023 yil 2 sentyabrdagi PF-155-son "To‘qimachilik sanoatini moliyaviy qo‘llab-quvvatlash bo‘yicha qo‘shimcha chora-tadbirlar to‘g‘risida"gi, 2024 yil 1 maydagi PF-71-son "To‘qimachilik va tikuv-trikotaj sanoatini rivojlantirishni yangi bosqichga olib chiqish chora-tadbirlari to‘g‘risida"gi Farmonlari, hamda mazkur faoliyatga tegishli boshqa me‘yoriy-xuquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni amalga oshirishda ushbu dissertatsiya tadqiqoti muayyan darajada xizmat qiladi.

**Tadqiqotning respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining ustuvor yo‘nalishlariga mosligi.** Mazkur tadqiqot respublika fan va texnologiyalar rivojlanishining II. “Energetika, energiya-resurstejamkorlik, transport, mashina va asbobo‘zlik” ustuvor yo‘nalishlari doirasida bajarilgan.

**Dissertatsiya mavzusi bo‘yicha xorijiy ilmiy-tadqiqotlar sharhi**<sup>4</sup>. Dunyoning yetakchi ilmiy-tadqiqot markazlari va universitetlari, jumladan, Mordor Intelligence Xalqaro analitik markazi, Textiles and Clothing Research Centre (Hindiston), Massachusetts Institute of Technology (MIT) (AQSH), Technical University of Munich (TUM) (Germaniya), Ghent University (Belgiya), University of Manchester (Buyuk Britaniya), Almata To‘qimachilik va Yengil sanoat ilmiy-tadqiqot instituti (Qozog‘iston), RUP «Yengil sanoati ilmiy tadqiqotlar markazi» (Belarus), «To‘qimachilik va yengil sanoati Innovasion ilmiy-ishlab chiqarish markazi» OAJ (Rossiya), Toshkent to‘qimachilik va yengil sanoat instituti (O‘zbekiston) tomonidan trikotaj ishlab chiqarish sohasiga oid texnika va texnologiyalarni takomillashtirish bo‘yicha ilmiy tadqiqotlar olib bormoqda.

Jahonning ilmiy markazlarida olib borilgan texnika va texnologiyalarni takomillashtirish bo‘yicha tadqiqotlar natijasida ishlab chiqarish samaradorligini oshirish va trikotaj mahsulotlarining sifatini yaxshilashga qaratilgan quyidagi natijalar olindi: tabiiy va aralash xomashyolardan foydalanib yangi tuzilishli trikotajni olishning samarali usullari ishlab chiqilgan (Textiles and Clothing Research Centre, Hindiston); texnik va kompression trikotaj mahsulotlarini olish, badiiy bezash va konstruktsiyasining yangi texnologiyalari ishlab chiqilgan (Sankt-Peterburg davlat texnologiya va dizayn universiteti, Rossiya), trikotaj mahsulotlarini ishlab chiqarish yangi texnologiyalari ishlab chiqilgan va jarayonlari avtomatlashtirilgan (Hochschule Albstadt universiteti, Germaniya), ustki va ichki mahsulotlar uchun yuqori elastikli trikotaj matolarini olishning yangi texnologiyalar yaratilgan (Moskva davlat to‘qimachilik universiteti, Rossiya), ikki qatlamli, tukli, aralash tuzilishli, paxta-ipakli

---

<sup>4</sup> Dissertatsiya mavzusi bo‘yicha xorijiy ilmiy-tadqiqotlar sharhi: [www.icac.org](http://www.icac.org), <https://www.mit.edu/>; <http://www.cotton.org>; <https://www.tum.de/en/>; [www.indiantextilejournal.com](http://www.indiantextilejournal.com); Journal of Textile Science & Engineering. <https://atu.edu.kz/science/research-institutes/light-industry>; <https://inpctlp.ru/>; <https://www.ugent.be/en> va бошқа манбаалар асосида ишлаб чиқилган

va maxsus trikotaj matolarini olish usullari va texnologik reglamentlar ishlab chiqilgan (Toshkent to‘qimachilik va yengil sanoat instituti, O‘zbekiston).

Dunyoda olib borilayotgan trikotajning texnologik ko‘rsatkichlari va fizik-mexanik xususiyatlarini boshqarish bo‘yicha tadqiqotlar, shuningdek, trikotajning yangi tuzilishlarini ishlab chiqarish samaradorligini oshirishga qaratilgan ilmiy asoslangan texnologiyalarni joriy etish bo‘yicha izlanishlar istiqbolli hisoblanadi, va ular natijada ishlab chiqarish xarajatlarini oshirmay mahsulot sifatini sezilarli darajada yaxshilashga imkon beradi.

**Muammoning o‘rganilganlik darajasi.** Trikotaj mahsulotlarini ishlab chiqarish texnologiyasini takomillashtirish trikotaj to‘qimalar va mahsulotlarning tuzilishlari, gigienik va deformatsion xususiyatlarini o‘rganish masalalari chet el olimlar, jumladan V. Kumar, V.R. Sampath, N. Emirhanova, Y. Kavusturan, E. Onofrei, S.A.Frydrych, H.R. Mattila, D. Farama, Bartkowiak Grazyna, Szucht Edwart, C. Candan, A. Mukhopadhyay va boshqalarning ilmiy-tadqiqot ishlarida ko‘rib chiqilgan.

Bu fan sohasida A.S. Dalidovich, I.I. Shalov, L.A. Kudryavin, V.M. Lazarenko, V.A. Zinovyeva, L.P. Rovinskaya, I.G. Sitovich, A.V. Truyevsev, M.M. Mukimov, N.R. Xanxadjaeva, K.M. Xolikov, B.F. Mirusmanov, K.Z. Yunusov, A.E. Isabayev, Sh. Muxamedjanov va boshqa olimlarning shakl saqlash xususiyati yuqori bo‘lgan trikotaj to‘qimalarni olish, trikotaj mahsulotlar assortimentini kengaytirish, shuningdek, trikotajning texnologik ko‘rsatkichlari va fizik-mexanik xossalarini tadqiq qilishga bog‘ishlangan fundamental ishlari ma’lumdir.

Gigiyenik xususiyatlari yuqori bo‘lgan trikotaj mahsulotlarini yaratish, trikotaj to‘qimalari va mahsulotlarning deformatsion xossalarini tadqiq etish masalalari prof. X.A. Alimova, F.U. Nigmatova, S.SH. Tashpulatov, V.S. Ribina, D.U. Aripjanova, A.P. Rogova, A.I. Tabakova kabi olimlarning ilmiy-tadqiqot ishlarida ko‘rib chiqilgan.

Xususiyatlari yaxshilangan trikotaj to‘qimalarni ishlab chiqarish usullariga bog‘ishlangan ilmiy-tadqiqot ishlarini tahlili shuni ko‘rsatdiki, tabiiy va kimyoviy iplardan shakl saqlash xususiyati yuqori bo‘lgan trikotaj to‘qimalarini olishning nazariy va texnologik asoslarini ishlab chiqish dolzarb va ilmiy-amaliy ahamiyatga ega vazifa hisoblanadi.

**Dissertatsiya tadqiqotining dissertatsiya bajarilgan oliy ta'lim muassasasining ilmiy-tadqiqot ishlari rejalari bilan bog‘liqligi.** Dissertatsiya ishi Toshkent to‘qimachilik va yengil sanoat instituti ilmiy-tadqiqot ishlari rejasi doirasida amalga oshirilgan va quyidagi ilmiy-tadqiqot loyihalarida aks etgan: 26/2019-son shartnoma asosida bajarilgan «Klasterning trikotaj mahsulotlari uchun uchun yangi to‘qimalarni ishlab chiqish» (2019 yil), 12/2021-son shartnoma asosida bajarilgan “Ustki mahsulotlarini ishlab chiqarishga mo‘ljallangan trikotaj to‘qimalarini ishlab chiqish” (2021yil), 5/2022 sonli «BUXARA MEGA GLOBAL TEKS» MChJ to‘qimachilik kompleksi uchun trikotaj jihozlar parkini tahlil qilish, tanlash va asoslash» (2022 yil).

**Tadqiqotning maqsadi** trikotaj elementlari deformatsiyalanishni tahlil qilish asosida shakl saqlash xususiyati yuqori bo‘lgan trikotaj to‘qimalarini ishlab chiqishning nazariy va texnologik asoslarni yaratishdan iborat.

### **Tadqiqotning vazifalari:**

halqali tuzilish parametrlari deformatsiyalanishi tahlili asosida trikotajning ekspluatatsion yuklanishdagi barqarorlik modeli kontsepsiyasini ishlab chiqish;

trikotaj tuzilishining deformatsiyalangan holatida halqaning pishiqligi va transformatsiyasini modellashtirish;

paxta iplaridan ishlab chiqarilgan trikotaj matolarini elastikligini oshirish va shakl saqlash xususiyatini deformatsiyalanish tahlilining model usulida baholash asosida ilmiy asoslarni yaratish;

trikotaj tuzilishiga cho'ziluvchanligi kam bo'lgan elementlarni kiritish hisobiga aralash trikotajning shakl saqlash xususiyatini oshirish usullarini ishlab chiqish;

qatlamlarning tuzilishini, shuningdek birlashtiruvchi va arqoqli iplarni qo'yish usullarini takomillashtirish asosida shakl saqlash xususiyati yuqori bo'lgan ikki qatlamli trikotaj to'qimalarining yangi tuzilish va olish usullarini ishlab chiqish;

trikotaj tuzilishiga qo'shimcha iplarni kiritish orqali trikotajning shakl saqlash xususiyatini oshirishning texnologik usullarini ishlab chiqish.

**Tadqiqotning ob'ektiga** trikotajning shakl saqlash xususiyatlarini oshirish jarayonlari va usullaridir, jumladan ekspluatatsiya davomida halqalarning deformatsiyasi va transformatsiyasini tahlil qilish.

**Tadqiqotning predmetini** yangi tuzilishdagi shakl saqlash xususiyati yuqori bo'lgan aralash, ikki qatlamli, futerli va arqoqli trikotaj to'qimalarini olish usullari va vositalari tashkil etadi.

**Tadqiqotning usullari.** Ilmiy tadqiqot ishida nazariy, eksperimental, kompleks baholash, iplar mexanikasi, matematik statistika usullari, hisob ishlarida Maple, Math Cad, Excel, chizma va grafik ishlarida Auto Cad, Corel Draw dasturlaridan foydalanilgan.

**Tadqiqotning ilmiy yangiligi** quyidagilardan iborat:

ilk bora trikotaj nazariyasida halqa ipi uzunligi koeffitsienti  $k_l$  orqali ipning plastik deformatsiyasini inobatga oluvchi va trikotaj tuzilishini uzoq davr muvozanat holatda qolishiga ta'sir etadigan halqa ipning texnologik uzunligi  $l_T$  ko'rsatgichi va uni aniqlash algoritmi ishlab chiqilgan;

trikotaj tuzilishining holatlar uchburchagini tahlil qilish asosida, qaytmas deformatsiyasini aks etadigan halqa ko'rsatkichlaridan kelib chiqib matoning shakl saqlash koeffitsiyentini aniqlash formulasi ishlab chiqilgan;

trikotajning deformatsiyalanishni tahlili asosida paxta ipidan ishlab chiqarilgan trikotaj matolarini elastikligini oshirish va shakl saqlash xususiyatini baholash ilmiy asoslari yaratilgan;

lastik va interlok to'qimalar tuzilishiga qo'shimcha elementlar kiritish asosida aralash trikotajni yangi turlarini yaratish hisobiga shakl saqlash xususiyatini oshirish texnologiyasi ishlab chiqilgan;

trikotaj qatlamlar tuzilishini, shuningdek birlashtiruvchi va arqoqli iplarini qo'yish usulini takomillashtirish asosida shakl saqlash xususiyati yuqori bo'lgan ikki qatlamli to'qimalarini olish texnologiyasi ishlab chiqilgan;

qo'shimcha ipni qo'yish yangi usullarini yaratish hisobiga shakl saqlash xususiyati yuqori bo'lgan arqoqli, futerli va arqoqli-futerli trikotajni olish texnologiyasi ishlab chiqilgan.

**Tadqiqotning amaliy natijalari** quyidagilardan iborat:

shakl saqlash xususiyati yuqori bo'lgan aralash trikotajni yangi tuzilishlari va samarali olish usullari ishlab chiqilgan;

gigienik xususiyatlari yaxshilangan va shakl saqlash xususiyati yuqori bo'lgan elastifikasiyalangan tukli trikotajning tuzilishlari va olish usullari ishlab chiqilgan;

trikotaj tuzilishi va laykra ipi miqdori to'qimaning shakl saqlash xususiyatiga ta'sir etish qonuniyatlari aniqlangan;

tuzilishida qo'shimcha ip mustahkam mahkamlangan bir, ikki qavatli, ikki qatlamli va arqoqli trikotaj to'qimalarini olish usullari ishlab chiqilgan;

shakl saqlash yuqori bo'lgan aralash, ikki qatlamli va tukli trikotaj to'qimalarini ishlab chiqarishda xomashyo sarfini kamaytirishning texnologik yechimlari ishlab chiqilgan.

**Tadqiqot natijalarining ishonchliligi** dissertatsiyadagi ilmiy prinsiplar, xulosalar va tavsiyalar, shuningdek ularning uyg'unligi; nazariy va amaliy tadqiqotlar natijalari; aprotasiya va tadbiiq etishda olingan ijobiy natijalar; natijalarning belgilangan baholash me'zonlariga muvofiqligi va mavjud fan sohasidagi tadqiqotlar bilan solishtirilishi orqali ularning adekvatligi bilan izohlanadi.

**Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati.** Tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyati, ilk bora trikotaj nazariyasida halqa ipning texnologik uzunligi (HITU) tushunchasi kiritilgan. Bu ko'rsatkich, halqa ipi uzunligi koeffisienti  $k_l$  orqali ipning plastik deformatsiyasini inobatga olgan holda trikotaj tuzilishini uzoq davr barqaror qolishiga olib keladi. Shuningdek, trikotaj tuzilishining chegaraviy holatida halqa qadami  $\psi_{III}$  va halqa ustunchasi bo'yicha  $\psi_c$  transformasiya koeffisienti orqali baholash taklif etilgan. Shakl saqlash xususiyatini maxsus koeffisient orqali baholash formulasi ishlab chiqilgan.

Tadqiqot natijalarining amaliy ahamiyati ustki mahsulotlar uchun mo'ljallangan shakl saqlash xususiyati 94 % dan oshgan aralash, ikki qatlamli va arqoqli trikotaj to'qimalarining yangi tuzilishlari va olish usullari taklif etilgan. Tukli trikotajni ishlab chiqarishda tarkibidagi laykra ipini ratsional miqdorlari ishlab chiqilgan.

**Tadqiqot natijalarining joriy qilinishi.** Shakl saqlash xususiyati va sifat ko'rsatkichlari yuqori bo'lgan trikotajning yangi tuzilishlarini olish yuqoritexnologik usullarini ishlab chiqish bo'yicha olingan natijalar asosida:

arqoqli, futerli va arqoqli-futerli trikotaj to'qimalarining yangi tuzilishlari va olish usullariga O'zbekiston Respublikasi Adliya vazirligi huzuridagi "Intellectual mulk markazi" davlat muassasasi tomonidan ixtiroga 5 ta patent olingan («Arqoqli trikotaj olish usuli» №IAP 06001-2019y., №IAP 06397-2021y.; «Shakl saqlash xususiyati yuqori bo'lgan ko'ndalang to'qilgan trikotajni olish usuli», №IAP 06303-2020y.; «Shakl saqlash xususiyati yuqori bo'lgan trikotajni olish usuli», №IAP 06330-2020y.; «Shakl saqlash xususiyati yuqori bo'lgan futer trikotaj to'qimasini olish usuli», №IAP 06461-2021g.). Natijada shlab chiqilgan shakl saqlash xususiyati yuqori bo'lgan trikotajni olish usullari hisobiga tuzilishga kiritilgan qo'shimcha ipni

mahkamlanganlik darajasi oshgan, matoning uning qaytar deformatsiyasini 32% ga, issiqlik saqlash xususiyatini 70% ga oshirishga erishilgan;

yangi shakl va issiqlik saqlash xususiyatlari yuqori bo'lgan trikotajni olish texnologiyasi «Sedat Triko Tashkent» QK MChJ, «Textile Mill Tashkent» QK MChJ, «Degrez teks LTD» MChJ, «Porloq Chust Brendi» MChJ korxonalarida ishlab chiqarishga joriy qilingan ((“O‘zto‘qimachilik sanoat” uyushmasi ma’lumotnomasi 03/25-3285, 06.12.2024y.). Natijada shakl saqlash xususiyati yuqori bo'lgan trikotaj to‘qimasining sifat ko‘rsatkichlarini yaxshilash, xomashyo sarfini 20% gacha kamaytirishga erishilgan va mahalliy korxonalarda ichki va tashqi bozorga yo‘naltirilgan mahsulotlar ishlab chiqarish imkoni yaratilgan.

**Tadqiqot natijalarining aprobeasiyasi.** Tadqiqot natijalari bo‘yicha jami 42 ta ilmiy- texnik konferensiyalarda, shu jumladan 26 ta xalqaro, 16 ta Respublika ilmiy konferensiyalarida va ilmiy seminarlarda muhokama qilingan.

**Tadqiqot natijalarining e'lon qilinganligi.** Dissertatsiya mavzusi bo‘yicha 70 ta ilmiy ishlar chop etilgan, shulardan 21 ta ilmiy maqola, jumladan O‘zbekiston Respublikasi Oliy attestatsiya komissiyasining dissertatsiyalar asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan ilmiy nashrlarda 12 ta maqola, jumladan, 5 tasi respublika va 6 tasi xorijiy jurnallarda, 2 ta maqola Scopus bazasidagi jurnallarda nashr etilgan, 5 ta ixtiroga patent olingan, 1 ta monografiya chop etilgan.

**Dissertatsiyaning tuzilishi va hajmi.** Dissertatsiya kirish, oltita bob, xulosa, foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati va ilovalardan iborat. Dissertatsiyaning hajmi 200 betni tashkil etadi.

## DISSERTATSIYANING ASOSIY MAZMUNI

**Kirish** qismida o‘tkazilgan tadqiqotning dolzarbligi va zaruriyati asoslangan, tadqiqot maqsadi va vazifalari, ob'ekti va predmetlari tavsiflangan, respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining ustuvor yo‘nalishlariga mosligi ko‘rsatilgan, tadqiqotning ilmiy yangiligi va amaliy natijalari bayon qilingan, olingan natijalarning ilmiy va amaliy ahamiyati yoritib berilgan, tadqiqot natijalarini ishlab chiqarishga joriy qilish, nashr etilgan ishlar va dissertatsiya tuzilishi bo‘yicha ma'lumotlar keltirilgan.

Dissertatsiyaning «**Shakl saqlash xususiyati yuqori bo'lgan trikotajni ishlab chiqarish usullarini tahliliy sharhi**» deb nomlangan birinchi bobi to‘qimachilik sanoatining bugungi holati, mahalliy xomashyoni qayta ishlab, raqobatbardosh va sifatli mahsulotlar ishlab chiqarish bo‘yicha texnika va texnologiyalarni rivojlantirish, assortimentni kengaytirish, shuningdek, qo‘shimcha iplardan foydalanish, tuzilish va xomashyo tarkibini o‘zgartirish hisobiga trikotaj shakl saqlash xususiyatini oshirish usullarini tahlil qilishga bag‘ishlangan.

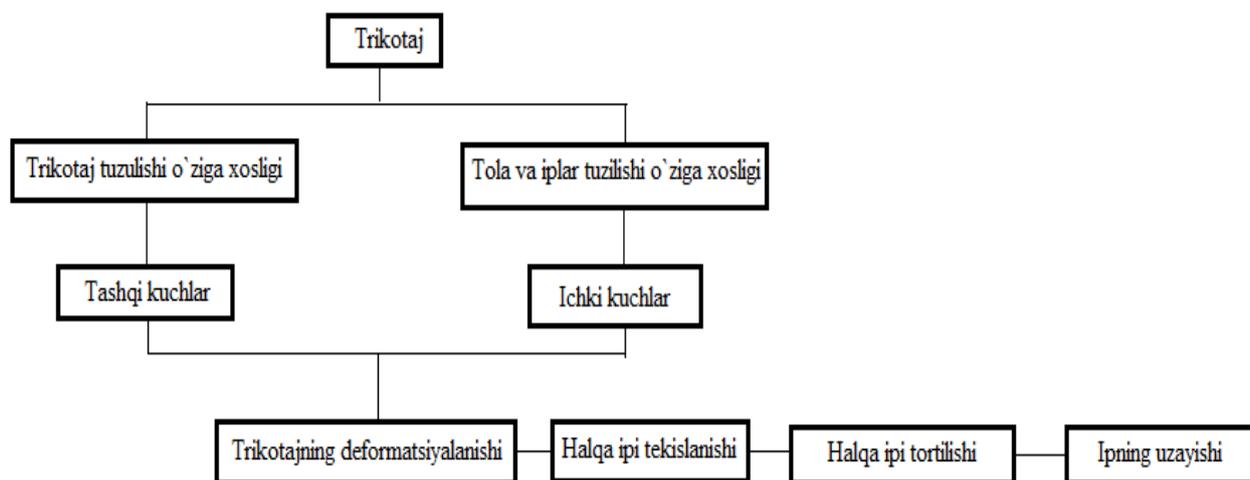
Trikotajning shakl saqlash xususiyatini oshirish usullarini tahlili shuni ko‘rsatadiki, hozirgi kunda trikotaj to‘qimalar elementlarini aralashtirish, trikotaj tuzilishiga qo‘shimcha iplar qo‘shish va kimyoviy xomashyo turlaridan foydalanish usullari qo‘llaniladi. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, trikotaj tuzilishini o‘zgartirish uning ko‘rsatkichlari va fizik-mexanik xususiyatlariga sezilarli darajada ta’sir ko‘rsatishi mumkin. Yangi trikotaj tuzilishlarini ishlab chiqish mahsulot uchun eng

muhim bo‘lgan xususiyatlarni bashorat qilish va talab qilingan sifat ko‘rsatkichlarini shakllantirish imkonini beradi. Ishlab chiqilgan usullarni joriy etish murakkabligi tufayli amaliyotda keng qo‘llanilmaydi.

Tadqiqot natijalari asosida shakl saqlash xususiyatini oshirishning yangi usullarni ishlab chiqishda trikotajning deformatsiyalanishi, shuningdek trikotaj tuzilishi elementlari va parametrlar transformasiyasi tahlili asosida ilmiy asoslanishi lozimligi aniqlandi.

Ikkinchi «Ekspluatasion yuklanishda trikotaj tuzilishi barqarorlik modelining geometrik konsepsiyasi» deb nomlangan bobi halqa ko‘rsatkichlar uchburchagi bazasida trikotaj tuzilishining barqarorlik nazariy asoslarini ishlab chiqishga, mahkamlik mustahkamligini modellashtirishga va trikotaj tuzilishining cho‘zilish jarayonidagi chegaraviy holatidagi halqa transformasiyasini (shakl o‘zgartirish) tadqiq qilishga bag‘ishlangan.

Trikotajning deformatsiyalanishini kompleks tahlil qilish asosida, halqa strukturasi elementlari va parametrlarining transformasiyasini hisobga olgan holda uning deformatsiyalanishining asosiy sxemasi ishlab chiqilgan (1-rasm). Halqa ipi deformatsiyasini batafsil tadqiq etish tayyor mahsulotning deformatsiyalanishini umumiy baholashga imkon yaratadi, bu esa trikotaj matosida halqa muhim element ekanligidan dalolat beradi.



1-rasm. Trikotajning deformatsiyalanish bazaviy sxemasi

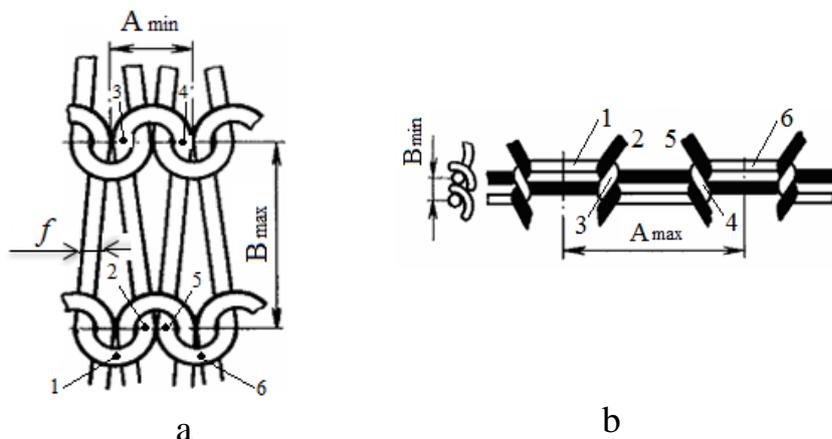
Shu bilan birga, halqaning uzunligini geometrik va empirik modellar orqali, hamda halqa modullari  $M$  orqali quyidagi formula bilan ifodalash mumkin:

$$l = 0,0357 \sqrt{\frac{T}{\gamma}} M, \text{ mm} \quad (1)$$

$T$  – ipning qalinligi (chiziqli zichligi), teks;  $\gamma$  – ip tashkil topgan tola hajmiy zichligi,  $\text{mg/mm}^3$ ,  $M$ –halqa moduli.

Trikotajning qayishqok-elastik xususiyatlarini bilish asosida, halqadagi ipning uzunligini boshqarish orqali halqaning barqaror shaklini yaratish mumkin. Bu, o‘z navbatida, shakl saqlash xususiyati yuqori bo‘lgan trikotaj matosini shakllantirish uchun asos yaratadi. Har bir trikotaj to‘qimasi uchun halqa qatori balandligi  $B$  va halqa

qadami Aning chegaraviy (maksimal) qiymatlari mavjud (2-rasm), ular to‘qimaning bo‘yiga va eniga cho‘zilishini aniqlaydi.



2-rasm. Glad trikotaj to‘qimasining bo‘yi (a) va eni (b) bo‘yicha cho‘zilganda ko‘rinishi

Ishda trikotajning muvozanat holatiga mos keluvchi halqa parametrlari ( $A_0$ ;  $B_0$ ) ga nisbatan halqa qadami  $A_\varepsilon$  va halqa qatori balandligi  $B_\varepsilon$  o‘lchamlarining chegaraviy nisbiy o‘zgarishlari baholangan.

$$B_\varepsilon = \frac{B_{max} - B_0}{B_0} = \frac{B_{max}}{B_0} - 1; \quad A_\varepsilon = \frac{A_{max} - A_0}{A_0} = \frac{A_{max}}{A_0} - 1 \quad (2)$$

Trikotaj halqasi faqat geometrik tasvir ekanligini inobatga olgan holda,  $A_\varepsilon$  va  $B_\varepsilon$  qiymatlarini halqaning deformatsiyasi sifatida talqin qilish mumkin emas. Bunga sabab deformatsiya tushunchasi jism (yoki uning bir qismi) shakli yoki o‘lchamlarining tashqi kuchlar, isiqlik, namlik va boshqa ta’sirlar natijasida o‘zgarishini anglatadi. Kiritilgan  $A_\varepsilon$  va  $B_\varepsilon$  tushunchalarni hisobga olgan holda, halqa ipning uzunligi uchun A.S. Dalidovichning ma’lum qonunlarini aniqlovchi ifodalar olingan:

$$l = 2B_0(B_\varepsilon + 1) + 3\pi f; \quad l = A_0(A_\varepsilon + 1) + 3\pi f \quad (3)$$

Muvozanat holatidagi glad trikotaj to‘qimasining  $A_0$  va  $B_0$  parametrlari uchun I.I. Shalovning empirik formulalarini qo‘llash maqsadga muvofiqdir:

$$A_0 = 0,2l + \frac{0,7}{\sqrt{1000/T}}; \quad B_0 = 0,27l - \frac{1,5}{\sqrt{1000/T}}, \quad (4)$$

Shunda, (8)-bog‘lanishlarning (9)-nisbatini hisobga olgan holda, o‘zgarishlardan so‘ng halqa ipi uzunligini hisoblash uchun formula ko‘rinishga ega bo‘ladi:

$$l = \frac{-\frac{3}{\sqrt{1000}}(B_\varepsilon+1)+3\pi f}{1-0,54(B_\varepsilon+1)}; \quad l = \frac{\frac{0,7}{\sqrt{1000}}(A_\varepsilon+1)+3\pi f}{1-0,2(A_\varepsilon+1)} \quad (5)$$

(5)-formulalarda trikotaj nazariyasiga muvofiq ravishda kuchli deformatsiyalangan (qisilgan) holatda hosil bo‘luvchi ipning minimal qalinligi  $f$  shartli diametriga  $d_y$  ( $f \approx d_y$ ) tenglashtiramiz, chunki ushbu tadqiqot natijalariga ko‘ra ularning qiymatlari amalda bir-biriga mos keladi.

Trikotaj ishlab chiqarish nazariyasi va amaliyotida ilk bor halqa ipning texnologik uzunligi (HITU) tushunchasi taklif qilingan bo‘lib, turli trikotaj to‘qima

namunalarning bir davrli xususiyatlarini cho‘zish bo‘yicha eksperimental tadqiqotlarga asoslangan.

Halqa ipi uzunligi koeffisienti  $k_l$  hisobga olgan holda, HITUni aniqlash uchun formulalar quyidagi ko‘rinishni qabul qiladi:

$$l_T = \frac{\sqrt{\frac{3}{1000} \frac{(B_\varepsilon + 1) + 3\pi f}{T}}}{1 - 0,54(B_\varepsilon + 1)} \left(1 - \frac{\varepsilon_{pl}}{n\varepsilon_p}\right), mm \quad l_T = \frac{\sqrt{\frac{0,7}{1000} \frac{(A_\varepsilon + 1) + 3\pi f}{T}}}{1 - 0,2(A_\varepsilon + 1)} \left(1 - \frac{\varepsilon_{pl}}{n\varepsilon_p}\right), mm \quad (6)$$

Bu yerda  $k_l = \left(1 - \frac{\varepsilon_{pl}}{n\varepsilon_p}\right)$  – halqa uzunligi koeffisienti

Shunday qilib, halqa ipning texnologik uzunligi  $l_T$  tushunchasi, asosan, trikotaj to‘qimasining plastik deformatsiyalariga ekvivalent bo‘lgan ipning plastik deformatsiyalar darajasini inobatga oluvchi hisoblash formulasi orqali aniqlangan uzunligini anglatadi.

Halqa ipining texnologik uzunligini hisoblash uchun algoritm ishlab chiqilgan:

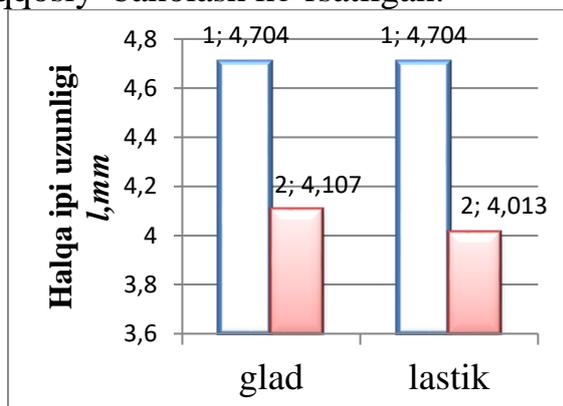
1. Halqa ipi uzunligini aniqlash.
2. Glad trikotaj to‘qimasi muvozanat holatidagi parametrlarini aniqlash (4).
3. Halqa qadami  $A_\varepsilon$  va halqa qatorining balandligi  $B_\varepsilon$  o‘lchamlarining chegaraviy nisbiy o‘zgarishlarini hisoblash:

$$A_\varepsilon = \frac{l - 3\pi f}{A_0} - 1; \quad B_\varepsilon = \frac{l - 3\pi f}{2B_0} - 1 \quad (7)$$

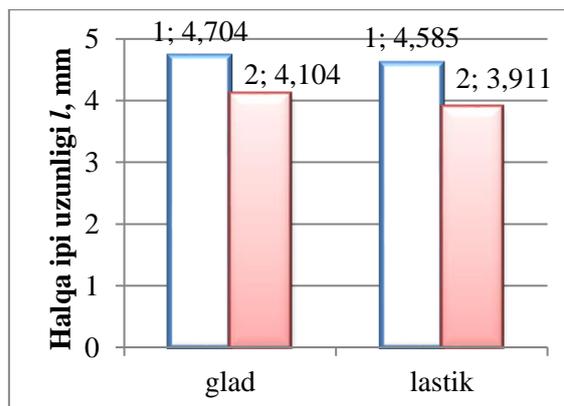
4. Halqa uzunligi koeffisientini  $k_l$  trikotajni cho‘zishda bir davrli omillarni eksperimental tadqiqot etish asosida aniqlash.
5. Halqa ipning texnologik uzunligini  $l_T$ -ni (6)-formulalarga muvofiq aniqlash.

Yuqorida ishlab chiqilgan algoritmga muvofiq, chiziqli zichligi 20 teks x 3 bo‘lgan yigirilgan paxta ipidan ishlab chiqarilgan glad trikotaj to‘qimasi uchun halqa ipning texnologik uzunligi (HITU) hisoblandi.

3 va 4-rasmlarda halqa ipi uzunligini texnologik ko‘rsatkichlar kompleksini: halqa moduli, halqa qadami chegaraviy miqdorlari, halqa qatori balandligi, halqa ipi uzunligi koeffisienti, inobatga olgan holda hisoblash-eksperimental usulda aniqlangan taqqosiy baholash ko‘rsatilgan.



3-rasm. Glad va lastik trikotaj to‘qimalarida halqa ipi uzunligi  $l$  ning halqa moduli  $M$  bo‘yicha hisoblangan qiymati (1) hamda ekspluatasion kuchlanish va qaytmas (plastik) deformatsiyani hisobga olgan halqa ipi texnologik uzunligi  $l_T$  (2) bilan taqqoslanishi.



4-rasm. Glad va lastik trikotaj to‘qimalarida halqa ipi uzunligi  $l$  ning halqa chegaraviy nisbiy o‘lchamlari ( $A_\varepsilon$ ,  $B_\varepsilon$ ) bo‘yicha hisoblangan qiymati (1) hamda ekspluatasion kuchlanish va qaytmas (plastik) deformatsiyani hisobga olgan halqa ipi texnologik uzunligi  $l_T$  (2) bilan taqqoslanishi.



geometriya modelidan kelib chiqqan holda, ipning mexanik xususiyatlarini hisobga olmagan holda),  $A_1$  va  $B_1$  hisobiy qiymatlari uchun ifodalar quyidagi ko‘rinishga keltirilgan.

$$B_1 = \frac{2B_0(l-\pi f-2A_0)-A_0(l-\pi f-4B_0)}{2(4B_0-2A_0)}, \text{mm}; \quad (11) \quad A_1 = \frac{2B_0(l-\pi f-2A_0)-A_0(l-\pi f-4B_0)}{4B_0-2A_0}, \text{mm}; \quad (12)$$

Shunday qilib, halqa ko‘rsatkichlarining holatlar uchburchagidagi NC kesmani, to‘liq deformatsiyaning plastik qismini aniqlaydigan bo‘lib, quyidagi formula orqali hisoblash mumkin:

$$NC = \sqrt{(A_1 - A_0)^2 + (B_1 - B_0)^2} = k_G \quad (13)$$

bu erda  $k_{\Pi}$  – halqa ko‘rsatkichlarining qaytmas o‘zgarishlar koefitsienti.

Plastik deformatsiya halqa tuzilishining barqarorligini baholash uchun salbiy parametr bo‘lgani sababli, muvozanat holati ko‘rsatkichlarini hisobga olgan holda, maxsus shakl saqlash koefitsientini  $K_{\phi}$  kiritish maqsadga muvofiqdir.

$$K_{\phi} = \frac{1}{k_{\Pi}} = \frac{1}{\sqrt{(A_1 - A_0)^2 + (B_1 - B_0)^2}} \quad (14)$$

Chiziqli zichligi 20 teksx3 bo‘lgan paxta ipidan olingan glad trikotaj matosi uchun shakl saqlash xususiyati koefitsientini hisoblash algoritmi ishlab chiqildi va uning asosida hisobiy tajriba amalga oshirildi.

1. Ipning qalinligini (diametrini) aniqlash:  $d_{yc} = 0,0357 \cdot \sqrt{\frac{T}{\gamma}}$ , mm
2. Halqa ipining hisobiy uzunligi (1)
3. Glad trikotaj to‘qimasi halqaning muvozanat holatidagi parametrlari (4)
4. Halqa parametrlarini holatlar uchburchagi bo‘yicha, qaytmas (plastik) o‘zgarishlariga muvofiq, (11) va (12) hisoblash.
5. Trikotaj matosining shakl saqlash xususiyati koefitsientini aniqlash.

$$K_{\phi} = \frac{1}{\sqrt{(A_1 - A_0)^2 + (B_1 - B_0)^2}} \quad (14)$$

Shu tariqa, HITUni inobatga olgan holda halqaning shakl saqlash xususiyati koefitsienti, qaytmas deformatsiyaning inobatga olmagan holatiga nisbatan yuqori. Boshqa trikotaj to‘qimalari uchun bajarilgan hisoblar, mazkur qonuniyatlar saqlanishi va quyidagi ko‘rinishda tasvirlanishini ko‘rsatdi:

$$K_{\phi}=1,770 > 1,089 \text{ (glad)}; \quad K_{\phi}=3,215 > 1,776 \text{ (lastik)}; \quad K_{\phi}=2,174 > 1,476 \text{ (interlok)}.$$

Halqa tuzilishining chegaraviy holati, trikotaj halqasining maksimal transformasiyasini baholashni va mustahkamlik ishonchliligini talab qiladi, uning modellashtirilishi eng salbiy yuklanish omillarida bajarilgan bo‘lib, bitta yo‘nalishda cho‘zilishi sharoitlarida (halqaning geometrik parametrlari eng yuqori qiymatlarini -  $A_{\max}$  va  $B_{\max}$  da bo‘ladi).

Trikotaj ipining mustahkamlik ishonchliligini modellashtirish jarayonida, qabul qilinadigan uzilishdagi normal kesish kuchini  $[\sigma_p]$  deb qabul qilinadi, bu eksperimental usul bilan uzilish mashinalarida aniqlanadi.

$$\sigma_r = \varepsilon E \leq [\sigma_p], \quad (15)$$

Bu erda  $E$  – trikotaj ipini qayishqoqlik moduli, MPa;  
 $\varepsilon$  – uzilishdagi nisbiy cho‘zilishi.

Ifoda (15) ni qayta ishlashdan so'ng ipning uzilishdagi uzunligi uchun quyidagi nisbat olingan:

$$\sigma_p = \frac{l_p - l}{l} \cdot E = \left( \frac{l_p}{l} - 1 \right) \cdot E \leq [\sigma_p],$$

bundan

$$l_p = l \left( 1 + \frac{\sigma_p}{E} \right) = 0,0357 \sqrt{\frac{T}{\gamma}} \sigma \left( 1 + \frac{\sigma_p}{E} \right), \quad (16)$$

bu erda uzilishdagi kuchlanish  $\sigma_p$  amalda quyidagi ifoda orqali aniqlanadi

$$\sigma_p = R_0 \gamma, \text{ MPa}, \quad (17)$$

bu erda  $\gamma$  – yigirilgan iplarining tarkibiy moddasining hajmiy zichligi, g/sm<sup>3</sup>;  $R_0$  – nisbiy uzilish kuchi, kN·m/kg, quyidagi bog'liqlik orqali ko'rib chiqilgan

$$P_0 = \frac{10^3 P_p}{\rho_s a_p}, \text{ kN} \cdot \text{m/kg} \quad (18)$$

bu erda  $P_p$  – uzilish kuchi, N;  $\rho_s$  – matoning yuza zichligi, g/m<sup>2</sup>;  $a_p$  – namunaning ishchi eni, mm.

Halqa qadami o'lchami  $A_\varepsilon$  va halqa qatori balandligining (ustunchalari) nisbiy chegaraviy o'zgarishlari  $B_\varepsilon$  halqa transformasiya koeffisienti  $\psi$  sifatida ham talqin qilinishi mumkin, bu erda koeffisient muvofiq ravishda halqa qadami bo'ylab va halqa ustuni bo'ylab aniqlanadi:

$$\psi_{III} = \frac{0,0357 \sqrt{\frac{T}{\gamma}} (\sigma - 3\pi)}{A_0} - 1 \quad (19); \quad \psi_c = \frac{0,0357 \sqrt{\frac{T}{\gamma}} (\sigma - 3\pi)}{2B_0} - 1 \quad (20)$$

(19) va (20) koeffisientlari uchun o'rtacha arifmetik qiymatini hisoblab, halqaning o'rtacha transformasiya koeffisienti  $\psi_{cp}$  uchun quyidagi formula olindi:

$$\psi_{cp} = \frac{0,0357 \sqrt{\frac{T}{\gamma}} (\sigma - 3\pi) \left( \frac{1}{A_0} + \frac{1}{2B_0} \right)}{2} - 1 \quad (21)$$

Kiritilgan halqa transformasiya koeffisienti  $\psi$  halqaning chegaraviy holatida o'zgarish darajasini miqdoriy baholash uchun xizmat qiladi, bu holda halqa qadami va halqa ustuni balandligi eng katta qiymatlarni qabul qiladi. Ushbu koeffisient tuzilmaning siljuvchanligini bilvosita baholashga ham yordam beradi. Masalan, ko'rib chiqilayotgan trikotaj to'qimalar turlari orasida glad trikotaj to'qimasining tuzilishi eng yuqori harakatchanlikka ega ( $\psi_c=1,456$ ), eng past siljuvchanlik esa interlok trikotaj to'qimasi tuzilishida ( $\psi_c=0,61$ ), interlok trikotaj to'qimasining tuzilishi esa eng kam siljuvchapnlik xususiyatiga ega bo'lib, va ko'rib chiqilayotgan trikotaj to'qima turlari orasida eng katta tashqi bog'lanishlar («to'ldirilganlik») majmuasiga ega ekanligi bilan asoslanadi.

Dissertatsiyaning uchinchi "**Paxta ipidan olingan trikotaj matolarining elastifikasiyalashtirilishi va ularning shakl saqlash xususiyatini baholash**" nomli bobida to'qimachilik materiallari va ulardan ishlab chiqarilgan mahsulotlarning shakl saqlash xususiyatini oshirish usullari va uni baholash mezonlari, yuqori cho'ziluvchan laykra ipidan foydalanib olingan trikotaj matolarining deformatsiyalanishini tahlil etishning modeli usuli, matematik statistika usullar orqali trikotaj matolarining shakl

saqlash xususiyatiga uning elastifikasiyalashishning ta'sirini tadqiq qilish haqida ma'lumotlar keltirilgan.

Hozirgi kunda to'qimachilik matolari va ulardan ishlab chiqarilgan mahsulotlarning shakl saqlash xususiyatini aniqlash uchun yagona umumqabul qilingan standart mavjud emasligi sababli, shakl saqlash xususiyatini baholashning (amaliy va bilvosita) ilmiy asoslangan usullarini ishlab chiqish bilan bog'liq masalalar dolzarb bo'lib qolmoqda. Shakl saqlash xususiyatini bilvosita baholash usullari uchun to'qimachilikda fizik-mexanik xususiyatlarini kompleks baholash, materiallarning aniq xususiyatlari o'rtasidagi bog'lanishlarni tadqiq qilish va ishlab chiqilayotgan mahsulotning vazifasi va talablarini inobatga olib, boshqaruvchi xususiyatni aniqlash zarurligi aniqlangan.

Shakl saqlash xususiyatini baholashda faqatgina qayishqoq deformatsiyani hisobga olish etarli emasdir, va materiallar hamda ulardan ishlab chiqarilgan mahsulotlarning shakl saqlash xususiyatini asoslangan baholash uchun elastik deformatsiya ulushini  $\varepsilon_3$  ham inobatga olish kerak, chunki A.I. Koblyakov ma'lumotlariga ko'ra trikotajni tortishdagi qayishqoq deformatsiya ulushi  $\varepsilon_y$  bilan taqqoslanadigan darajada bo'ladi.

Agar to'liq nisbiy deformatsiya munosabatidan  $\varepsilon_{\Pi} = \varepsilon_y + \varepsilon_3 + \varepsilon_{\text{III}}$  kelib chiqib, plastik deformatsiya  $\varepsilon_{\text{III}}$  ni ifodalab, uning teskari qiymatini olsak, shakl saqlash xususiyatining ijobiy ko'rsatkichi kelib chiqadi.

$$K_{\Phi} = \frac{1}{\varepsilon_{\Pi}(1 - K_{y,3})} \quad (22)$$

bu erda  $K_{y,3} = \frac{(\varepsilon_y + \varepsilon_3)}{\varepsilon_{\Pi}}$  – elastik-qayishqoq xususiyatlar koeffisienti, shuningdek, shakl saqlash xususiyatining ijobiy ko'rsatkichi sifatida ham ifodalanadi.

Tarkibida yuqori cho'ziluvchan tola bo'lgan trikotaj matosi uchun Maksvell va Kelvin-Foygtning birlashgan modeliga qayishqoq moduli E ga ega prujina ko'rinishidagi qayishqoq elementni parallel ulash orqali mexanik fenomenologik modeli olingan. Bu element laykra — yuqori cho'ziluvchan toladan iborat ipning trikotajdagi o'zini ideal qayishqoq jism sifatida tutishini modellashtiradi (6-rasm).

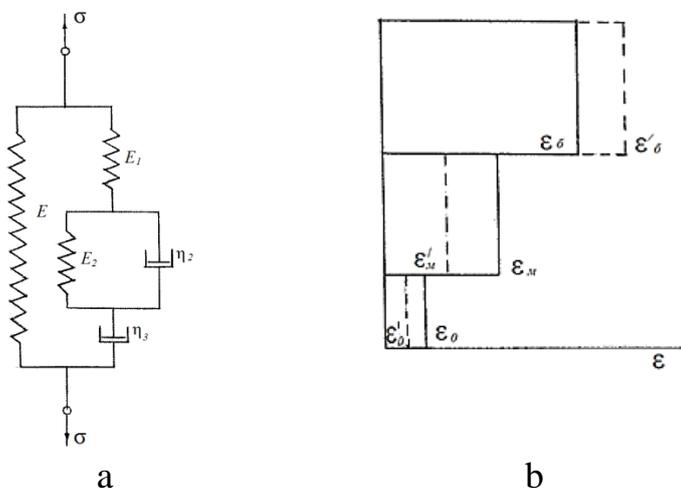
Cho'zuvchi kuch va doimiy taranglik  $\sigma$  ta'sirida umumiy (to'liq) deformatsiya uchta tarkibiy qismdan tashkil topadi ( $\varepsilon_y$ ,  $\varepsilon_3$ ,  $\varepsilon_{\text{III}}$ ,  $\varepsilon_0$  – qoldiq deformatsiya).

$$\varepsilon = \frac{\sigma}{E_1} + \frac{\sigma}{E_2} \left(1 - e^{-t/\tau}\right) + \frac{\sigma}{\eta_3} t \quad (23)$$

bu erda t — yuklama vaqti;  $\tau$  — Kelvin-Foygt elementidagi relaksiya vaqti (davriy kuchlanish relaksatsiyasi tezligini belgilaydigan doimiy qiymat). Shuning uchun trikotaj matolarining shakl saqlash xususiyatining ortishiga imkon yaratiladi.

Trikotaj tuzilishida yuqori cho'ziluvchan laykra ipi qo'llanilishi qayishqoq deformatsiya ulushlarining (tez qayta tiklanadigan va sekin qayta tiklanadigan) ortishiga yordam beradi, natijada qoldiq deformatsiya qismining qonuniy ravishda kamayishiga olib keladi.

Trikotaj ishlab chiqarishda poliuretan laykra iplaridan foydalanish yuqori cho‘ziluvchanlik bilan bir qatorda elastiklik kabi muhim fizik-mexanik xususiyatlarga ega trikotaj matolarini olishni ta’minlaydi.



6-rasm. Mexanik fenomenologik relaksasiya va siljishni tavsiflash modeliga muvofiq tarkibida yuqori cho‘ziluvchan laykra ipi mavjud trikotaj matosining to‘liq deformatsiyasini ulushlarining ( $\epsilon'_{\sigma}$ ,  $\epsilon'_{\sigma}$  va  $\epsilon'_{\theta}$ ) sxematik tasviri.

Ushbu ish doirasida olib borilgan tajribaviy tadqiqotlar natijasida, trikotaj matosida poliuretan iplari miqdorining 21-48% gacha ortishi tez qayta tiklanadigan (qayishqoq) deformatsiya  $\epsilon_{\sigma}$  ( $\epsilon_y$ ) oz miqdorda oshishi aniqlandi va boshqa tadqiqotchilar (J.S. Shiganova, V.P. Mishta va b.) tomonidan ham tasdiqlangan.

Shu bilan birga, umumiy deformatsiyaning sekin qayta tiklanadigan (elastik) tarkibiy qismi  $\epsilon_M$  ( $\epsilon_3$ ) sezilarli darajada o‘sadi. Masalan, qoldiq deformatsiya  $\epsilon_{\theta}$  mato uzunligi bo‘yicha 13,6% dan 7,0% gacha kamaygani kuzatilgan, bu esa laykra iplarining massaviy ulushi o‘zgarishiga mos keladi. Demak, trikotaj tuzilishiga yuqori cho‘ziluvchan laykra iplarini kiritish matoning deformatsiyalanishini va shakl saqlash xususiyatini ma’lum darajada boshqarish imkonini beradi.

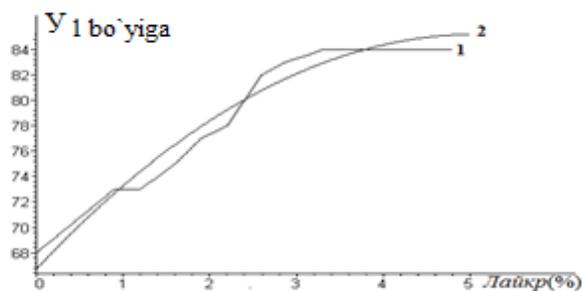
Tadqiqotda shakl saqlash xususiyatini trikotaj matolarni boshqa to‘qimachilik materiallaridan afzallik tomonlari bilan ajratadigan fizik-mexanik va geometrik xususiyatlar yig‘indisini hisobga oladigan ko‘p mezonli baholashdan foydalanish maqsadga muvofiqligi ko‘rsatilgan. Tajribani matematik rejalashtirish va statistik ma’lumotlarni qayta ishlash usullari yordamida olingan modellar nochiziqli regressiya tenglamalari bilan tavsiflangan. Ushbu modellar qayta tiklanadigan deformatsiya, cho‘ziluvchanlik va kirishuvchanlik kabi ko‘rsatkichlarning mato tarkibidagi laykra ulushiga bog‘liqligini aks ettiradi, masalan, tukli trikotaj uchun. Shunday qilib, trikotajning bo‘yi va eni bo‘yicha qaytar deformatsiyasi uchun quyidagicha ifodalanadi (7-rasm va 8-rasm).

$$y_{1n} = 66,72 + 7,26x - 0,71 x^2; \quad y_{1m} = 61,79 + 8,86x - 0,93 x^2 \quad (24)$$

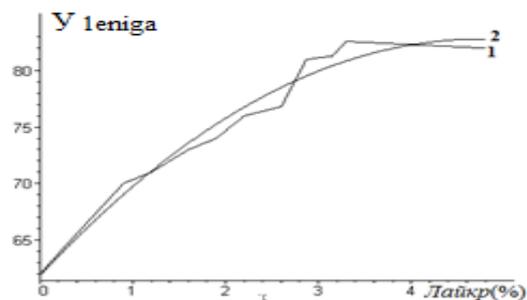
Fisher-Snedekor mezoni bo‘yicha statistik baholash regressiya tenglamalarining (24) ahamiyatligini korrelyasiya darajasi 0,97-0,98 bo‘lgani bilan isbotlaydi.

Tajriba tadqiqotlari shuni ko‘rsatdiki, laykra miqdori 4,8% gacha bo‘lganda, trikotaj matosining qaytar deformatsiyasi laykrasiz matoga nisbatan bo‘yi va eni bo‘yicha mos ravishda 16,1% va 20% ga oshadi. 6N yuklanishda matoning cho‘ziluvchanligi laykrasiz holatga nisbatan bo‘yiga 2,16 barobar, eniga esa

1,69 barobarga ortadi. Tarkibiga laykra ipi qo‘shilgan trikotaj matolarning kirishuvchanligini nisbiy o‘zgarishi eniga nisbatan bo‘yi bo‘yicha ko‘proq namoyon bo‘ladi.



7-rasm. Trikotajdagi laykra miqdori (%) uning bo'yicha bo'yicha qaytar deformatsiyasiga ta'sir etishning tajriba (1-chiziq) va approksimasiya (2-chiziq) grafiklari



8-rasm. Trikotajdagi laykra miqdori (%) uning eni bo'yicha qaytar deformatsiyasiga ta'sir etishning tajriba (1-chiziq) va approksimasiya (2-chiziq) grafiklari

Tajribani matematik rejalashtirish usuli orqali laykra miqdori, % ( $x_1$ ) va tukli trikotaj rapportidagi glad qatorlari soni ( $x_2$ ) shakl saqlash xususiyati ko'rsatkichlariga ta'siri o'rganildi:  $y_1$  – qaytar deformatsiya, %;  $y_2$  – 6N yuklanishda cho‘ziluvchanlik, %;  $y_3$  – kirishuvchanlik, %.

Regressiya tenglamalarining koeffisientlari ahamiyatliligi tekshirilgandan so‘ng, ularning yakuniy ko‘rinishi quyidagicha ifodalanadi:

1) Qaytar deformatsiya: bo‘yiga:

$$y_1 = 83,7 + 5,45 x_1; \text{ eniga: } y_1 = 84,9 + 7,3 x_1$$

2) 6N yuklanishda cho‘ziluvchanlik:

$$y_2 = 39,1 + 6,21 x_1 + 3,1 x_2; \text{ eniga: } y_2 = 51,9 + 3,9 x_1 - 2,9 x_2 + 2,6 x_1 x_2$$

$$y_2 = 51,9 + 3,9 x_1 - 2,9 x_2 + 2,6 x_1 x_2$$

3) Kirishuvchanlik: bo‘yiga:

$$y_3 = 10,2 + 0,77 x_1 + 0,82 x_2 - 0,7 x_1 x_2; \text{ eniga: } y_3 = 6,275 + 0,575 x_1 + 1,3 x_2 + 0,5 x_1 x_2$$

$$y_3 = 6,275 + 0,575 x_1 + 1,3 x_2 + 0,5 x_1 x_2$$

Fisher mezonining hisoblangan

qiymatlarini jadval ko‘rsatkichi bilan

solishtirish natijasida barcha

regressiya tenglamalari (25) adekvat

ekanligi aniqlandi. Bu esa kodlangan

$x_1, x_2$  faktorlar qiymatlaridan tabiiy

qiymatlarga o‘tish orqali

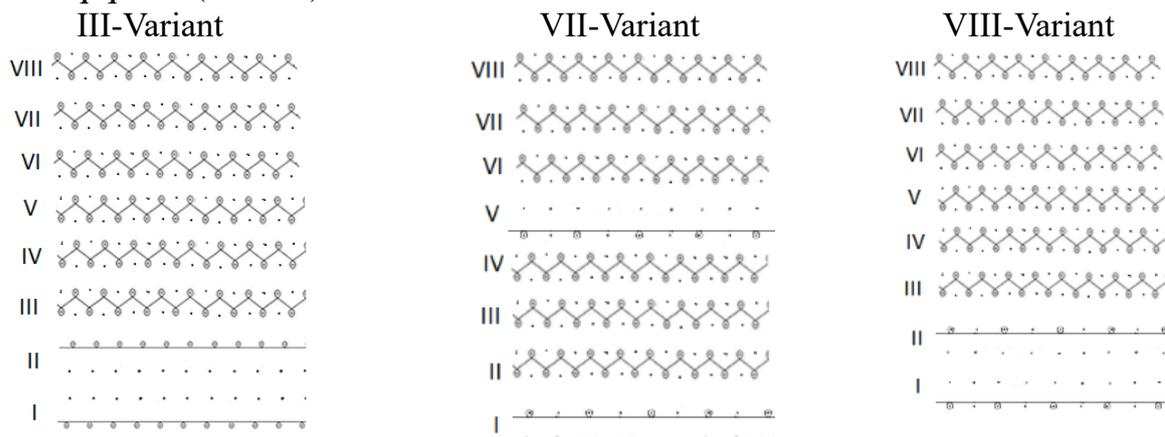
optimallashtirish parametrining

ko‘rib chiqilayotgan faktorlarga bog‘liqligini aniqlash va ushbu tenglamalardan berilgan diapazonda kirish faktorlarining o‘zgarishi uchun parametrni hisoblashda interpolyasion tenglama sifatida foydalanish imkonini beradi.

Olib borilgan tadqiqotlar asosida shakl saqlash xususiyatini oshirish uchun tukli trikotaj ishlab chiqarishda 2,4% laykra ipidan foydalanish va rapportdagi glad qatorlarini har bir qator oralatib kiritish tavsiya etiladi.

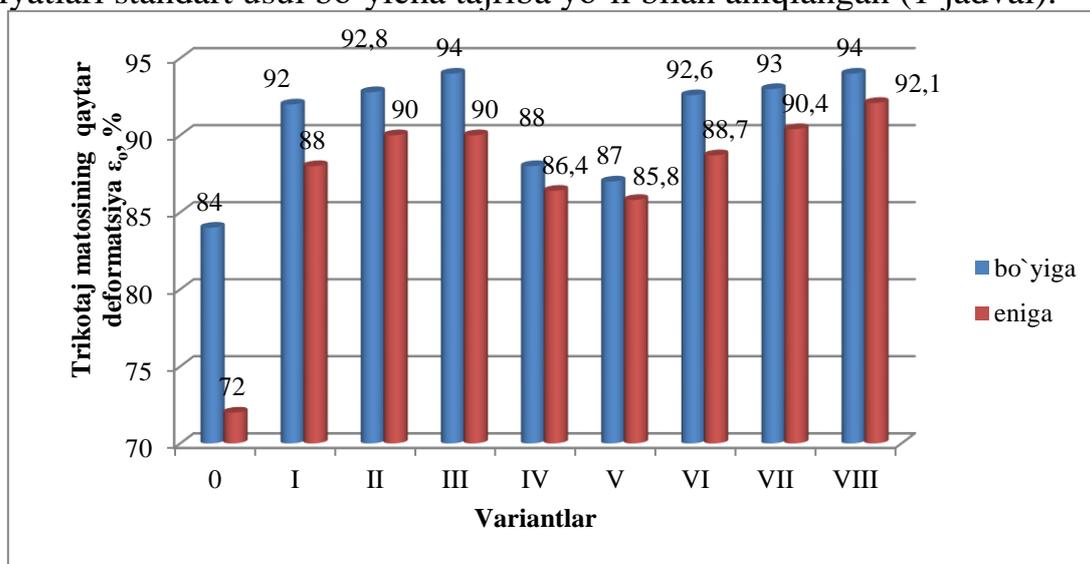
Dissertatsiyaning to‘rtinchi bobi «**Shakl saqlash xususiyati yuqori bo‘lgan aralash trikotaj to‘qimalar olish usulini ishlab chiqish**» deb nomlanib, aralash to‘qimalarni qo‘llash hisobiga shakl saqlash xususiyati yuqori bo‘lgan yangi trikotaj assortimentini va olish usullarini ishlab chiqish, hamda ularning texnologik ko‘rsatkichlar va fizik-mexanik xususiyatlarni tahlil qilishga bag‘ishlangan.

Assortimentni kengaytirish va trikotajning shakl saqlash xususiyatini oshirish maqsadida interlok va lastik to‘qimalari asosida tuzilishiga glad va hosilali glad trikotaj to‘qima qatorlari qo‘shilgan aralash trikotajning yangi tuzilishlari va olish usullari ishlab chiqildi. Ushbu usul interlok va lastik to‘qimalarining cho‘ziluvchanligini kamaytirish uchun qo‘llanilgan. Tajribaviy namunalar (8 ta variant) “FLATNIT TEXTILE” MChJ korxonasida LONG XING (Xitoy) 12-klass yassi ignadonli mashinasida ishlab chiqarilgan. Xomashyo sifatida chiziqli zichligi 32 teks  $\times$  2 bo‘lgan poliakrilonitril (PAN) ipidan foydalanilgan. Olingan variantlar tuzilishlari bilan bir-biridan farq qiladi (9-rasm).



9-rasm. Interlok asosida olingan yangi assortimentdagi aralash trikotaj to‘qimalarning grafikli yozuvlari (ishlab chiqarishga tavsiya etilgan variantlari)

Trikotaj matolarining fizik-mexanik xususiyatlari ularning qo‘llanish sohasini belgilaydigan omillar hisoblanadi. Tadqiq etilgan trikotaj namunalari asosan ustki kiyim uchun mo‘ljallangan bo‘lib, bu turdagi mahsulotlarda eng muhim xususiyatlar havo o‘tkazuvchanlik, mustahkamlik va shakl saqlash xususiyati hisoblanadi. Ishlab chiqilgan trikotaj namunalari texnologik ko‘rsatkichlari va fizik-mexanik xususiyatlari standart usul bo‘yicha tajriba yo‘li bilan aniqlangan (1-jadval).



10-rasm. Interlok to‘qimasi asosida olingan aralash trikotajning qaytar deformatsiya ulushi

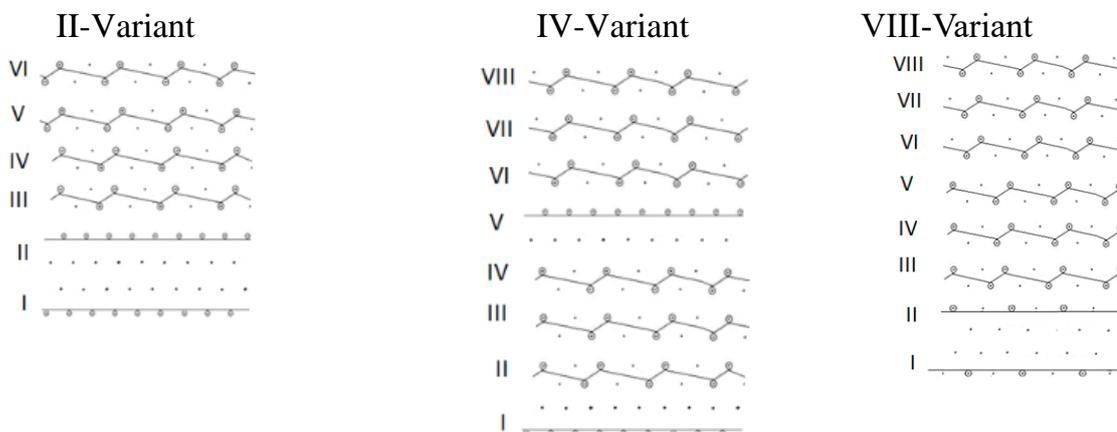
Interlok to‘qimasi asosida aralash trikotaj tuzilishlari texnologik ko‘rsatkichlarini tahlil qilish natijasida aniqlandiki, asos namunaga nisbatan xomashyo sarfi (hajmiy zichlik) 13,1-32,8% ga kamaygan.

1-jadval

**Interlok trikotaj to‘qimasi asosida olingan aralash trikotajning texnologik ko‘rsatkichlari va fizik-mexanik xususiyatlari**

Variantlar	Ko‘rsatkichlar	Trikotajning hajmiy zichligi, $\delta$ mg/sm <sup>3</sup>	Havo o‘tqazuvchanlik V, sm <sup>3</sup> /sm sek	Ishqalanishga chidamlilik, ming. ayl..	Uzilish kuchi R, N		Uzilishdagi cho‘zilishi / 6N dagi cho‘zilishi L, %		Qaytmas deformatsiya $\epsilon_n$ , %		Qaytar deformatsiya $\epsilon_0$ , %		Kirishuvchanlik U, %	
					Bo‘yiga	Eniga	Bo‘yiga	Eniga	Bo‘yiga	Eniga	Bo‘yiga	Eniga	Bo‘yiga	Eniga
0	301,3	85,9	46	728	653	40	98,6/78	16	28	84	72	5	-6	
I	245,5	51,5	42	735	631	36	71/48	8	12	92	88	3	5	
II	272,9	55,3	38	801	713	29	76/44	7,8	10	92,8	90	4	4,5	
III	238	48	36	821	694	26	61/41	6	10	94	90	5	4	
IV	223,7	80	36	718	621	34	96/68	12	12,6	88	86,4	5	6,1	
V	226,1	86	34	681	594	48	89/76	13	13,2	87	85,8	6	7,4	
VI	224	48,3	40	761	701	41	63/57	7,4	11,3	92,6	88,7	4	5,2	
VII	220	61	43	826	744	38	63/46	7	9,6	93	90,4	4,6	5,8	
VIII	212,7	55,3	43	844	726	31	64/53	6	7,9	94	92,1	4	5,3	
GOST		50-90	30dan yuqori	80N				15% gacha				8%	10%	

Rangali kompleks baholash natijalari asosida chiziqli zichligi 32 teks x 2 bo‘lgan PAN ipidan interlok to‘qimasi asosida olingan aralash trikotaj namunalarning eng maqbul variantlari deb III, VII va VIII lar aniqlandi (11-rasm).



11-rasm. Yangi assortimentdagi lastik asosida olingan aralash trikotaj to‘qimalarning grafikli yozuvlari (ishlab chiqarishga tavsiya etilgan variantlari)

Ushbu variantlar yuqori mustahkamlik xususiyatlariga ega bo'lib, shakl saqlash xususiyati yuqori va xomashyo sarfi kamaytirilgan.

Katta rapportli lastik to'qimasi asosida ishlab chiqilgan aralash trikotaj tuzilishlarini LONG XING rusumidagi 12-sinf yassi ignadonli trikotaj mashinasida olishda chiziqli zichligi 32 teks x 2 bo'lgan poliakrilonitril ipidan foydalanildi.

Tadqiqot etilayotgan katta rapportli lastik asosida olingan aralash trikotaj to'qimalarining texnologik ko'rsatkichlari va fizik-mexanik xususiyatlari tajribaviy usullarda aniqlangan va 2-jadvalda keltirilgan.

## 2-jadval

### Lastik asosida olingan aralash trikotaj to'qimalarining texnologik ko'rsatkichlari va fizik-mexanik xususiyatlari

Variantlar	Ko'rsatkichlar	Hajmiy zichlik, mg/sm <sup>3</sup>	Havo o'tkazuvchanlik V, sm <sup>3</sup> /sm <sup>2</sup> sek	Ishqalanishga chidamlilik, ming ayl.	Uzilish kuchi R, N		Uzilishdagi cho'zilishi / 6 N dagi cho'zilishi L, %		Qaytmas deformatsiya ε <sub>n</sub> , %		Qaytar deformatsiya ε <sub>0</sub> , %		Kirishuvchanlik U, %	
					Bo'yiga	Eniga	Bo'yiga	Eniga	Bo'yiga	Eniga	Bo'yiga	Eniga	Bo'yiga	Eniga
0	241,1	104,6	35	542	498	116	124/82	20	30	80	70	6	-8	
I	195,85	66,15	40	459	371	63	129/49	8	15	92	85	2	4	
II	194,8	57,9	42	701	568	53	112/39	9	14	91	86	2	2	
III	197,1	104,6	40	706	396	83	121/48	7	14	93	86	2	3	
IV	195,6	96,7	43	629	491	41	101/39	6	13	94	87	3	3	
V	232,3	100,8	39	603	481	56	68/31	12	14	88	86	3	4	
VI	192,2	112,4	41	693	399	63	121/46	13	14	87	86	3	4	
VII	193,7	112,3	44	460	350	89	136/41	10	14	90	86	3	4	
VIII	200,8	91,4	45	621	403	68	131/44	12	13	88	87	3	4	
GOST		100 gacha	30 dan ortiq	80N				15% gacha				8 % gacha	10% gacha	

Tuzilishini o'zgartirish hisobiga, rapporti kattalashtirilgan lastik qatorlari va bir qavatli trikotaj qatorlari (glad, to'liq bo'lmagan glad) qo'llanilishi natijasida "Knitted Spacer fabrics" guruhidagi to'qimalarga o'xshash karkas effektiga erishildi, bu esa ishlab chiqilgan namunalarning qalinligini oshishiga olib keldi, hajmiy zichlik esa 16,7-20,3% ga kamaydi.

Katta rapportli lastik asosida olingan yangi assortimentdagi aralash matolarning fizik-mexanik xususiyatlari tahlili shuni ko'rsatdiki trikotaj tuzilishiga cho'ziluvchanligi past bo'lgan glad va to'liq bo'lmagan glad qatorlarini kiritilishi qaytar deformatsiya ulushini sezilarli darajada oshirish imkonini beradi, bu esa o'z navbatida trikotajning shakl saqlash xususiyatini oshiradi. Bo'yi bo'yicha qaytar deformatsiya ulushi asos namuna bilan taqqoslaganda 8,75-17,5% ga, eni bo'yicha esa 21,4-24,3% ga oshgan.

Chiziqli zichligi 32 teks x 2 bo'lgan PAN ipidan olingan lastik trikotaj to'qima asosida aralash tuzilishli matolarning sifat ko'rsatkichlarini rangali kompleks baholash natijalari shuni ko'rsatdiki, II, IV va VIII variantlar eng rasional tuzilishga egadir. Ushbu variantlar yuqori mustahkamlik xususiyatlariga ega bo'lib, shuningdek shakl saqlash xususiyati yuqori va xomashyo sarfi kamdir.

Beshinchi «Ikki qatlamli trikotaj to'qimalarning shakl saqlash xususiyatini oshirish usulini ishlab chiqish» mavzusidagi bobda ikki qatlamli va ikki qatlamli arqoqli trikotaj to'qimalarni shakl saqlash xususiyatini oshirish texnologiyasi ishlab chiqilgan.

Asos namuna sifatida ikkalla qatlamli ham glad trikotaj to'qimasidan ishlab chiqarilgan ikki qatlamli trikotaj olingan (variant-0). Namuna LongXing rusumidagi yassi-ignadonli mashinada ishlab chiqarilgan bo'lib, xomashyo sifatida yangi ishlab chiqilgan namunalarni olishda foydalanilgan kabi, chiziqli zichligi 32 teks x 2 bo'lgan poliakrilonitril (PAN), biriktiruvchi ip sifatida esa chiziqli zichligi 18 teks bo'lgan teksturlangan ip (laykra + poliester) qo'llanildi.

Ikki qatlamli trikotajning texnologik ko'rsatkichlari va fizik-mexanik xususiyatlari tajriba usullari yordamida aniqlandi (3-jadval).

### 3-jadval

#### Ikki qatlamli trikotajning texnologik ko'rsatkichlari va fizik-mexanik xususiyatlari

Variantlar	0	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	GOST	
Hajmiy zichlik, mg/sm <sup>3</sup>	214,5	159,6	179,3	164,8	165,6	207,75	174,12	203,4	204,7		
Havo o'tkazuvchanlik V, sm <sup>3</sup> /sm <sup>2</sup> sek	55,4	14,71	17,43	17,43	26,62	28,12	30,92	38,44	35,33	50 gach	
Issiqlik saqlash xususiyati, %	24	54	56	54	52	48	44	40	42		
Ishqalanishga chidamlilik, tis. obor.	46,6	60	62	57	54	55	53	52	54	30 dan ortiq	
Uzilish kuchi R, N	bo'yiga	788,6	799,5	870,5	678	663,5	705	778,5	788,5	882	80N
	eniga	404,2	677,5	709,5	630	529,5	529,5	615,5	643	644,5	
Uzilishdagi cho'zilish L, %	bo'yiga	104,2	58	39	165	68	71	74	63	65	
	eniga	271,4	49	56	128	81	74	79	86	79	
6N dagi cho'zilishi, %	48	11,1	9,6	10,3	14,3	14,1	12,1	18,1	21,1		
Qaytmas deformatsiya ε <sub>n</sub> %	bo'yiga	8,5	3	2	4	6	4	2	2	3	15%
	eniga	9,8	4	2	4	8	6	3	2	6	gacha
Qaytar deformatsiya ε <sub>o</sub> , %	bo'yiga	91,5	97	98	96	94	96	98	98	97	
	eniga	90,2	96	98	96	92	94	97	98	94	
Kirishuvchanlik U, %	bo'yiga	8,5	3	2	3	2	3	4	2	2	8 gacha
	eniga	3	2	2	3	4	3	2	2	3	10 %
Pillinglanish, dona/10sm <sup>2</sup>	2	0	0	1	0	0	1	1	1	3 %	

Ishlab chiqilgan ikki qatlamli trikotaj namunalarning nisbiy yengilligi 5-25,6% ni tashkil etadi, ya'ni ularni ishlab chiqarish xom ashyo sarfini kamaytirish imkonini beradi.

Ishlab chiqilgan ikki qatlamli trikotaj namunalari issiqlik saqlash xususiyati yuqori bo'lgan ustki kiyim mahsulotlari uchun mo'ljallanganligi sababli, ularning issiqlik saqlash qobiliyatini aniqlash bo'yicha sinovlar o'tkazildi. Sinov natijalariga ko'ra, trikotaj tuzilishini o'zgartirish hisobiga tajriba namunalarning issiqlikni saqlash

ko'rsatkichi asos namuna natijalariga qaraganda sezilarli darajada ortgani ma'lum bo'ldi. Eng kam issiqlik saqlash ko'rsatkichi VII variantda bo'lib, 40% ni tashkil etdi, bu asos tshimasiga nisbatan 16,7% ga ko'p.

Ishlab chiqilgan ikki qatlamli trikotaj namunalarining 6 N dagi cho'zilish ko'rsatkichlari asos variantga nisbatan kam bo'lib, ular I cho'zilish guruhiga (0-40%) kiradi. Ikki qatlamli trikotajning eng kam cho'zilish ko'rsatkichi II variantda bo'lib, 9,6% ni tashkil etadi, ya'ni asos namunaning cho'zilishidan 5 barobar kam. Eng yuqori cho'zilish VIII variantda bo'lib, 21,1% ni tashkil etadi, bu asos namunaning cho'zilishidan 2,27 barobar kam.

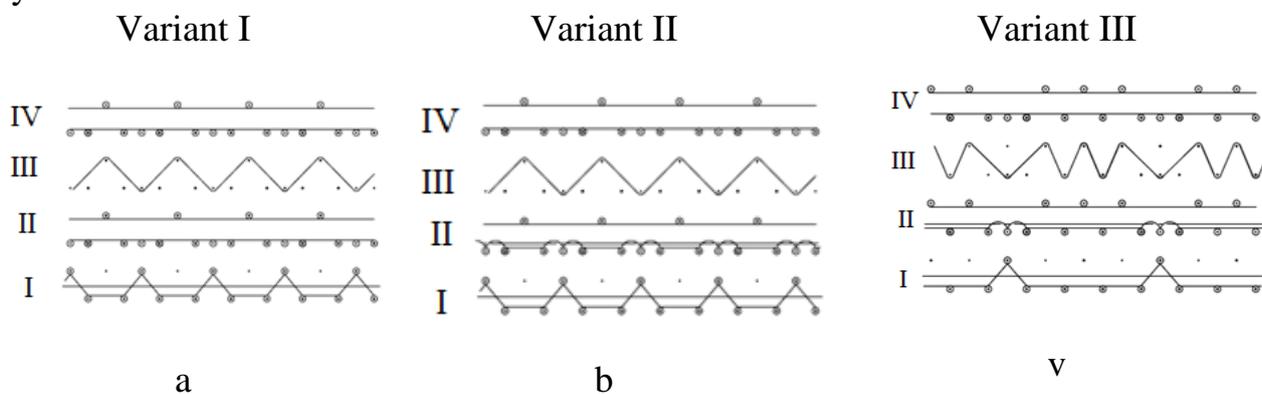
«GOST 30385-95. Ustki trikotaj mahsulotlarga mo'ljallangan trikotaj matolari. Pillingga chidamlilik me'yorlari»ga ko'ra, matoning 10 sm<sup>2</sup> yuzasiga pillar 1-3 tadan ortiq bo'lmasligi kerak. Ikki qatlamli trikotaj namunalarining pillingga bardoshlilikini tahlil qilish natijalari shuni ko'rsatdiki, asos namuna ham, ishlab chiqilgan namunalar ham standart talablariga mos keladi, shuningdek, I, II, IV, V variantlar yuzasida sinovlardan keyin pillar shakllanmagan.

Ikki qatlamli trikotaj namunalarining bo'yi bo'yicha qaytar deformatsiya ulushi 94% dan 98% gacha o'zgardi. Shu bilan birga, eni bo'yicha qaytar deformatsiya ulushi 92% dan 98% gacha o'zgardi.

Chiziqli zichligi 32 teks x 2 bo'lgan PAN ipidan ishlab chiqarilgan ikki qatlamli trikotajning sifat ko'rsatkichlarining rangali kompleks baholash natijasida eng rasional deb I, II va III variantlar aniqlandi. Ushbu variantlar yuqori mustahkamlik ko'rsatkichlariga, shakl saqlash xususiyatiga va kam xomashyo sarfiga ega.

Trikotaj tuzilishiga arqoq ipini qo'shish shakl saqlash xususiyatini oshirishning samarali usullaridan biri hisoblanadi. Bunda arqoq ipini asos to'qimada mustahkamlanishi va trikotaj tuzilishida qo'shimcha ipni qo'shish orqali xomashyo sarfini ortishi bilan bog'liq muammolar mavjud.

Ikki qatlamli arqoqli trikotajning yangi tuzilishlarini ishlab chiqish maqsadida, LONG XING rusumidagi yassi ignadonli mashinada 3 ta tajribaviy variant ishlab chiqarilgan (11-rasm), ular arqoq ipini o'tkazish va asos to'qimada mustahkamlash usuli bilan farq qiladi. Asos va arqoq iplari sifatida chiziqli zichligi 32 teks x 2 bo'lgan poliakrilonitril (PAN) ipidan foydalanildi. Biriktiruvchi ip sifatida chiziqli 18 teks (laykra ipi 70 den'e va p/e ipi 100 den'e) bo'lgan teksturlangan laykra ipdan foydalanildi.



12-rasm. Ikki qatlamli arqoqli trikotajning grafikli yozuvi

Ishlab chiqilgan ikki qatlamli arqoqli trikotaj namunalarning texnologik ko'rsatkichlari natijalari shuni ko'rsatdiki, ishlab chiqilgan namunalarda xomashyo sarfi ko'rsatkichini kamaytirishga erishilgan. Trikotaj tuzilishiga qo'shimcha arqoq ipini qo'shishga qaramay, qatlamlar tuzilini o'zgartirish orqali asos namuna bilan solishtirganda xomashyo sarfi 8,28-14,47% ga kamaydi.

Ikki qatlamli arqoqli trikotajning issiqlikni saqlash ko'rsatkichi asos namunadan 2 barobar yuqori. I-variantning issiqlik saqlash ko'rsatkichi asos namunadan 79% ga, II va III variantlarniki esa 70,8% ga yuqori.

Ikki qatlamli arqoqli trikotajning I va III variantlarida ishqalanishga chidamlilik ko'rsatkichi «Mustahkam» guruhiga mos keladi, II variantniki esa «Oddiy» guruhga muvofiqdir (GOST 16486-93).

Ishlab chiqilgan ikki qatlamli arqoqli trikotajning 6 N dagi cho'zilish ko'rsatkichlari asos variantga nisbatan kamroq bo'lganligi va ular cho'ziluvchanligi bo'yicha I guruhiga (0-40%) kirishi aniqlandi.

Ikki qatlamli trikotajning bo'yi bo'yicha qaytar deformatsiya ulushi 92,5% dan 94,6% gacha o'zgardi. Shu bilan birga, eni bo'yicha qaytar deformatsiya ulushi 90,4% dan 92,3% gacha o'zgardi.

Ustki trikotaj mahsulotlari uchun kirishuvchanlik talablari asosida ishlab chiqilgan ikki qatlamli arqoqli trikotaj namunalari nam-issiq ishlov berishda yuqori shakl saqlash xususiyatiga egaligi aniqlandi.

Tadqiqot natijalari tahlili bo'yicha asos va ishlab chiqilgan namunalarning pillinga bardoshlilik ko'rsatkichlari standart talablariga mos kelishi ma'lum bo'ldi.

Chiziqli zichligi 32 teks x 2 bo'lgan PAN ipidan ishlab chiqarilgan, ikki qatlamli arqoqli trikotajning sifat ko'rsatkichlarini rang tahlili natijasida eng yaxshi variantlar I va II ekanligini aniqlangan. Ushbu variantlarda mustahkamlik, shakl saqlash hususiyatlari yuqori va xomashyo sarfi kam, shuningdek, chiroyli tashqi ko'rinishga ega.

Dissertatsiyadagi oltinchi bobi "**Trikotajning shakl saqlash xususiyatini uning tuzilishiga qo'shimcha iplarni qo'shish orqali oshirish**" deb nomlangan bo'lib, u shakl saqlash xususiyati yuqori bo'lgan arqoqli, futerli va arqoqli-futerli trikotaj to'qima tuzilishlarini va ishlab chiqarish usullariga bag'ishlangan. Aralash usullarni qo'llash orqali trikotaj matolarining shakl saqlash xususiyatini oshirish, turli to'qima tuzilishlarining afzalliklarini bir mato ichida samarali birlashtirish imkonini beradi.

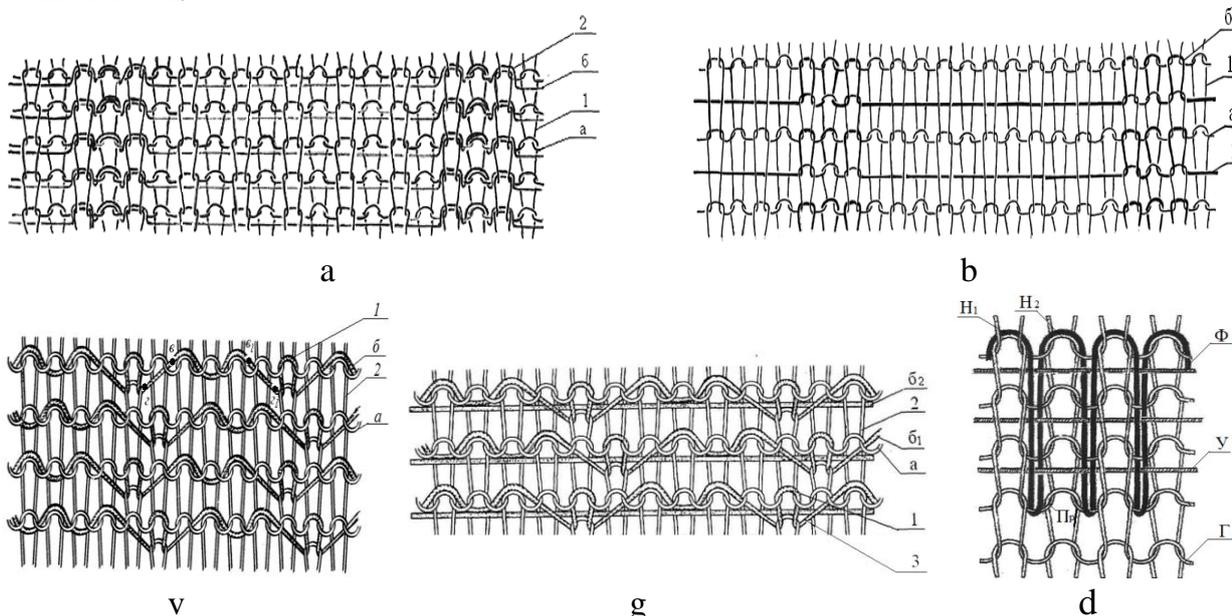
Ustki trikotaj mahsulotlariga mo'ljallangan shakl saqlash xususiyati yuqori bo'lgan va naqsh samarasiga ega bo'lgan trikotaj matolari assortimentini kengaytirish maqsadida arqoqli, futerli va arqoqli-futerli to'qima tuzilishlari va olish usullari ishlab chiqildi.

To'qima tuzilishida qo'shimcha ip mustahkam mahkamlangan naqshli arqoqli trikotajni olishning samarali usuli ishlab chiqilgan. Shakl saqlash xususiyati yuqori bo'lgan arqoq ipi futerli usulda mahkamlangan trikotaj to'qimasi lastik 1+1 asosida olinib, unda arqoq ipidan har oltinchi ustunchada futerli igna yoyi shakllantirilgan (13,a-rasm). Tavsiya etilayotgan trikotaj asos ipidan *a* tashkil topgan asos halqalaridan *I* va arqoq ipi *b* dan iborat bo'lib, u lastik 1+1 to'qimasi old va teskari halqa ustunlari orasida halqa qatori bo'ylab joylashgan. Lastik trikotaj tuzilishiga arqoq ipi kiritilishi

va asosda mustahkam mahkamlanishi natijasida trikotajning eni bo'yicha cho'ziluvchanligi kamayadi va uning shakl saqlash xususiyati ortadi.

Trikotaj tuzilishiga arqoq ipini kiritilishi trikotajning mustahkamligini oshiradi, matodagi iplarni tortilib yig'ilib qolish ehtimolini kamaytiradi, cho'zilish va sitilishni kamaytiradi, shuningdek, trikotajning issiqlik saqlash xususiyatini boshqarish imkonini beradi. Mashinaning texnologik imkoniyatlaridan kelib chiqib, xomashyo sarfiga ta'sir etmasdan arqoq ipining lastik trikotaj to'qimasi tuzilishida mustahkamlash darajasini oshirish maqsadida, halqa qatori bo'yilab qo'yilgan arqoq ipidan uchta halqa ustunchasida halqa hosil qilish taklif etilgan.

Shuningdek, 13, b - rasmda ko'rsatganidek, taklif etilgan trikotaj asos ipi *a* dan hosil bo'lgan asos halqalari 1, lastik 1+1 ning old va teskari halqalari orasida joylashtirilgan arqoq ipi *b* dan tashkil topgan. Arqoq ipidan ba'zi ignalarda halqa hosil qilinishi hisobiga trikotaj tuzilishida arqoq ipini mustahkam mahkamlanishini ta'minlanadi.



13-rasm. Yangi arqoqli, futerli va arqoqli-futerli aralash trikotaj to'qima tuzilishlari

Yangi tuzilishdagi futerli trikotajni ishlab chiqish usulida futer ipini halqa qatori bo'yicha joylashtirib, undan har uchinchi halqa ustuncha oralatib halqa hosil qilinadi, natijada futer ipidan hosil bo'lgan halqalar orasida joylashgan glad halqalarida futer yarim halqalari hosil qilinadi. 13, v-rasmdan ko'rinib turibdiki, ishlab chiqilgan trikotaj futer ipi *b* dan halqa 1 va asos ipi *a* dan halqalar 2 dan tashkil topgan. Futer ipi *b* dan xar oltinchi ustunchada halqa shakllantirilib, futer ipidan hosil bo'lgan halqalar orasida joylashgan glad halqalarida bitta oralatib futer yarim halqalar hosil qilingan. Natijada, halqa qatori bo'yicha joylashtirilgan futer ipining B-B<sub>1</sub> qismi trikotajning eni bo'yicha cho'zilishini kamaytirsa, futer ipidan hosil bo'lgan halqa va futer yarim halqalarni birlashtirib turgan B-Γ va B<sub>1</sub>-Γ<sub>1</sub> qismlari esa trikotajning bo'yi bo'yicha chuzilishini oldini oladi. Futer ipidan ba'zi ignalarda halqa hosil qilinishi hisobiga futer ipining asos to'qimada mustahkam mahkamlanishi ta'minlanadi.

Shakl saqlash xususiyati yuqori bo'lgan asos to'qimada futer va arqoqli iplari mustahkam mahkamlangan trikotajni olish usuli (13, g-rasm) glad tuzilishida futer

ipidan har oltinchi ustunchada chap va o'ngga bitta halqa qadami siljishi bilan halqa hosil qilish hisobiga mustahkamlangan. Ko'ndalang qo'yilgan arqoq iplarini trikotaj to'qimasida asos halqa tayoqchalari, futer ipidan hosil bo'lgan halqa tayoqchalari va protyajkalari orasida mahkamlanadi. Ishlab chiqilgan trikotaj futer ipi  $\sigma_1$  dan hosil bo'lgan halqalar 1, hamda asos ipi  $a$  dan hosil bo'lgan asos halqalari 2 dan tashkil topgan. Xar oltinchi ustunchada futer ipi  $\sigma_1$  dan chap va o'ng tomonga siljish bilan halqa 1 xosil qilinadi. Arqoq ipi  $\sigma_2$  halqa qatori bo'ylab joylashgan bo'lib, asos halqa tayoqchalari va futer ipi  $\sigma_1$  dan hosil bo'lgan protyajkalar orasida mahkamlangan. Bu trikotajda eni bo'yicha cho'zilishi arqoq ipi hisobiga, bo'yi bo'yicha cho'zilishi esa futer ipidan hosil bo'lgan halqa va futer yarim halqalari orasidagi qismi 3 hisobiga kamaytirildi.

Trikotajning eni va bo'yi bo'yicha cho'ziluvchanligini kamaytirish va trikotajning shakl saqlash xususiyatini oshirish maqsadida ikki qavatli ko'ndalang to'qilgan aralash tuzilishli futerli-arqoqli trikotajni olish texnologiyasi ishlab chiqildi (13, d-rasm). Trikotaj lastik to'qimasi asosida ishlab chiqarilib, uning asosi  $\Gamma$  ipidan hosil qilinadi. Trikotajning old va teskari tomoni yo'lar  $\Pi p$  bilan birlashtiriladi. Birinchi qatorda qo'yilgan futer ipi  $\Phi$  dan old tomoniga qo'yilgan yarim halqa  $H_1$  va teskari tomoniga qo'yilgan yarim halqa  $H_2$  lastik to'qimasi protyajkalar  $\Pi p$  bilan mahkamlanadi. Arqoq ipi  $Y$  halqa qatori bo'ylab joylashtirilgan bo'lib, lastik halqalari va futerli protyajkalar orasida mahkamlangan. Shakl saqlash xususiyati yuqori bo'lgan trikotajni ishlab chiqarish hisobiga ikki ignadonli mashinaning texnologik imkoniyatlari kengayadi. Trikotaj tuzilishiga arqoq va futer iplarini kiritilishi hisobiga to'qima yuzasida rangli ko'zcha shaklidagi naqsh samarasini hosil qiladi.

Shakl saqlash xususiyati yuqori bo'lgan trikotajni yangi taklif etilayotgan texnologiyalar asosida olish hisobiga 1 tonna xomashyoni qayta ishlashdan olinadigan iqtisodiy samara: interlok asosida olingan aralash trikotaj uchun – 22,3 million so'm; lastik to'qimasi asosida olingan aralash trikotaj uchun 14,6 million so'm; ikki qatlamli trikotaj uchun 19,3 million so'm; ikki qatlamli arqoqli trikotaj uchun 11,0 million so'mni tashkil etadi.

## XULOSA

«Shakl saqlash xususiyatlari yuqori bo'lgan trikotaj olish texnologiyasi asoslari» mavzusidagi doktorlik dissertatsiyasi bo'yicha olib borilgan tadqiqotlar natijalari quyidagilardan iborat:

1. Shakl saqlash xususiyati yuqori bo'lgan trikotajni ishlab chiqarish usullariga bag'ishlangan ilmiy tadqiqotlar tahlili asosida trikotajning tuzilish elementlari va xususiyatlari o'zaro bog'liqlikni qonuniyatlarini aniqlash eng dolzarb masala bo'lib qolishi, hamda trikotajning shakl saqlash xususiyatini oshirish bo'yicha ishonchli natijalarga erishish uchun esa trikotajning deformatsiyalanishini halqa tuzilish elementlari va parametrlari o'zgarishini tahlil qilish asosida ilmiy asoslangan echim ishlab chiqish zaruriyati aniqlangan.

2. Ilk bor halqadagi texnologik ip uzunligi (HITU) parametri taklif qilindi, uning hisoblash algoritmi uzunlik koeffisienti orqali asoslanib ishlab chiqildi. Bu koeffisient trikotaj namunalarning cho'zilishdagi qaytmas (plastik) deformatsiyalar ulushini

ifodalaydi. Halqa ipi texnologik uzunligi (HITU) ko'rsatkichidan foydalanish halqaning shakl saqlash xususiyatini va, muvofiq ravishda, trikotaj matosining shakl saqlash xususiyatini sezilarli darajada oshiradi.

3. Pishiqlik ishonchligini modellashtirish va halqa tuzilishining chegaraviy holatidagi transformasiyasi asosida trikotajning halqa qadami va halqa ustuni bo'ylab transformasiya koeffisientlari hamda ipning uzilishdagi uzunligi bo'yicha bog'liqliklar aniqlangan va halqa tuzilishi harakatchanligini bilvosita baholash uchun halqa transformasiyasi o'rtacha koeffisienti ( $\psi_{cp}$ ) joriy etilgan.

4. Tarkibida yuqori cho'ziluvchan laykra ipli trikotaj matolar uchun relaksasiya va siljuvchanlik jarayonlariga ta'rif berish maqsadida Maksvell va Kelvin-Foygt birlashgan modeliga asoslangan mexanik fenomenologik model taklif etilgan.

5. Laykra miqdori va trikotaj tuzilishidan kelib chiqib, shakl saqlash xususiyatining chiziqsiz regressiya bog'liqliklari aniqlangan. Tukli trikotajni ishlab chiqarishda 2,4% laykra ipidan foydalanish shakl saqlash xususiyatini oshirishga, rapportiga esa bir qator oralatib glad qatorlarini kiritish hisobiga xomashyo sarfini kamaytirishga erishilgan.

6. Yangi turdagi aralash trikotaj to'qimalarining parametrlari va xususiyatlarini tahlil qilish natijasida interlok to'qimasiga kam cho'ziluvchan elementlarning, jumladan, glad va to'liq bo'lmagan glad qatorlari kiritilishi bo'yi bo'yicha 8,75–17,5%, eni bo'yicha esa 21,4–24,3% qaytariluvchan deformatsiya ulushini oshirishi asoslangan. Lastik to'qimasi asosida ishlab chiqilgan yangi aralash trikotaj namunalarida shakl saqlash xususiyati bo'yi bo'yicha 8,75–17,5% ga, eni bo'yicha esa 21,4–24,3% ga oshishiga erishilgan.

7. Olib borilgan tajribalar shuni ko'rsatdiki, ishlab chiqilgan ikki qatlamli trikotaj tuzilishlari hisobiga matoning shakl saqlash xususiyati bazaviy namunaga nisbatan bo'yi bo'yicha 2,7–7,1% ga, eni bo'yicha esa 1,9–8,6% ga oshgan va qaytar deformatsiya ulushi 98% bo'lishiga, ikki qatlamli trikotajning issiqlik saqlash xususiyatlari bazaviy namunaga nisbatan 66,7% ga, ikki qatlamli arqoqli trikotajda esa 79% ga oshishiga erishilgan.

8. Ikki qatlamli trikotajning qatlamlarini birlashtirish usullari va press to'qimasi, glad hamda to'liq bo'lmagan gladining turli rapportlarini qo'llab ishlab chiqarish, shuningdek, ikki qatlamli trikotaj tuzilishiga arqoq ipini mustahkam mahkamlash orqali xomashyo sarfini oshirmasdan yuqori issiqlik saqlash xususiyatlariga ega bo'lgan trikotaj tuzilishlari ishlab chiqilgan.

9. Arqoqli, futerli va arqoqli-futerli trikotaj to'qimalar asosida shakl saqlash xususiyati yuqori bo'lgan yangi assortiment tuzilishlarini olish texnologiyasi ishlab chiqilgan.

10. Shakl saqlash xususiyati yuqori bo'lgan yangi tuzilishli interlok to'qimasi asosida aralash trikotajni ishlab chiqarishda 1 tonna qayta ishlangan xom ashyo hisobidan iqtisodiy samaradorlik 22,3 mln. so'mni, lastik to'qimasi asosidagi aralash trikotaj uchun 14,6 mln. so'mni, ikki qatlamli trikotaj uchun 19,3 mln. so'mni, ikki qatlamli arqoqli trikotaj uchun esa 11,0 mln. so'mni tashkil qiladi (2025 yil narxlarida).

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

---

**ТАШКЕНТСКИЙ ИНСТИТУТ ТЕКСТИЛЬНОЙ И ЛЕГКОЙ  
ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

**ГУЛЯЕВА ГУЛЬФИЯ ХАРИСОВНА**

**ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАБОТКИ ФОРМОУСТОЙЧИВОГО  
ТРИКОТАЖА**

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

**АВТОРЕФЕРАТ ДОКТОРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ (DSc) ПО  
ТЕХНИЧЕСКИМ НАУКАМ**

**Ташкент – 2025**

**Тема диссертации доктора технических наук (DSc) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Министерстве высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан за №B2023.2.DSc/T633**

Диссертация выполнена в Ташкентском институте текстильной и легкой промышленности

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-сайте Ташкентского института текстильной и легкой промышленности ([www.titli.uz](http://www.titli.uz)) и на Информационно-образовательном портале “Ziyonet” ([www.ziyonet.uz](http://www.ziyonet.uz)).

**Научный консультант:** **Мукимов Мирабзал Мираюбович**  
доктор технических наук, профессор

**Официальные оппоненты:** **Матисмаилов Сайпилла Лалашбаевич**  
доктор технических наук, профессор

**Валиев Гулам Набиджонович**  
доктор технических наук, профессор

**Битус Евгений Иванович**  
доктор технических наук, профессор

**Ведущая организация:** **Наманганский государственный технический университет**

Защита диссертации состоится «03» июля 2025 г. в 10<sup>00</sup> часов на заседании Научного совета **DSc.03/30.12.2019.T.08.01** при Ташкентском институте текстильной и легкой промышленности по адресу: 100100, г. Ташкент, ул. Шохжахон-5. Административное здание Ташкентского института текстильной и легкой промышленности, 2-этаж, 222-аудитория, тел. (+99871)-253-06-06, 253-08-08, факс: 253-36-17; e-mail: [titlp\\_info@edu.uz](mailto:titlp_info@edu.uz).

С докторской диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Ташкентского института текстильной и легкой промышленности (зарегистрирована за № 243). Адрес: 100100, г. Ташкент, ул. Шохжахон-5, тел.: (+99871)- 253-06-06, 253-08-08.

Автореферат диссертации разослан «18» июня 2025 года.  
(реестр протокола рассылки №243 от «18» июня 2025г.)



**Х.Х.Камилова**

Председатель научного совета по присуждению  
ученых степеней, д.т.н., профессор



**А.З.Маматов**

Ученый секретарь научного совета по  
присуждению ученых степеней, д.т.н., профессор

**Ш.Ш.Хакимов**

Председатель научного семинара при научном совете  
по присуждению ученых степеней, д.т.н., профессор

## ВВЕДЕНИЕ (аннотация докторской диссертации (DSc))

**Актуальность и востребованность темы диссертации.** В 2024 году мировой рынок текстиля оценивается в 748 миллиардов долларов США, а к 2029 году его объем, по прогнозам, достигнет 889,24 миллиарда долларов США, демонстрируя среднегодовой темп роста в 3,52% за прогнозируемый период (2024–2029 годы). Текстильная промышленность остается динамично развивающимся сектором, основными конкурентами которого являются Китай, Европейский Союз, США и Индия. Активная индустриализация и внедрение передовых технологий способствуют модернизации предприятий, что позволяет выпускать продукцию с высокой эффективностью<sup>1</sup>. В этом контексте разработка наукоёмкой технологии производства трикотажных изделий с повышенной формоустойчивостью путем совершенствования структуры переплетений и эффективного использования натурального и синтетического сырья, является важной задачей.

В мире ведутся научно-исследовательские работы, направленные на снижение материалоемкости, расширение ассортимента трикотажных полотен, совершенствование технологии трикотажного производства, разработке моделей прогнозирования свойств и технологических процессов, а также интеграции полученных результатов в производство. В связи с этим важно создание новых эффективных способов повышения и прогнозирования формоустойчивости трикотажа для верхних изделий. При этом актуальными считаются вопросы создания теоретических и технологических основ разработки трикотажных полотен с высокой формоустойчивостью на основе анализа деформации трикотажа.

В нашей республике придается особое значение внедрению передовых технологий и укреплению позиций текстильной продукции на мировом рынке. В этой сфере достигнуты заметные результаты по освоению производства трикотажных изделий высокотехнологичными способами. Это подтверждает большой потенциал промышленности и острую недостаточность эффективных технологий для производства трикотажной продукции, отвечающей требованиям международных стандартов. На сегодняшний день в данной отрасли экономики страны ставятся такие приоритетные задачи, как «... дальнейшее повышение экспортного потенциала республики и доведение объемов экспорта республики в 2026 году до 30 миллиардов долларов США<sup>2</sup>. Увеличение доли готовой продукции и полуфабрикатов в структуре экспорта в 3,3 раза, расширение экспорта готовой продукции в страны Европы в рамках GSP+ и других систем», «... доведение уровня переработки пряжи в текстильной промышленности до 100 процентов, налаживание производства 400 тысяч тонн искусственного и смешанного волокна для удовлетворения спроса на

---

<sup>1</sup> <https://www.mordorintelligence.com/ru/industry-reports/global-textile-industry---growth-trends-and-forecast-2019---2024>

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

высококачественное полотно...»<sup>3</sup>. Для достижения указанных целей особую актуальность приобретают задачи эффективного использования местного сырья для производства импортозамещающих и экспортоориентированных трикотажных изделий, отвечающих высоким требованиям качества и конкурентоспособности. Важным направлением является также разработка трикотажных полотен с улучшенными характеристиками качества на основе научно обоснованной теории устойчивости петельной структуры трикотажа при эксплуатационных нагрузках.

Данное диссертационное исследование вносит вклад в реализацию задач, определенных Указами Президента Республики Узбекистан №УП-60 от 28 января 2022 года «О Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы», №УП-158 от 11 сентября 2023 года «О стратегии «Узбекистан 2030», №УП-155 от 02 сентября 2023 года «О дополнительных мерах по финансовой поддержке текстильной промышленности», №УП-71 от 01 мая 2024 года «О мерах по выведению на новый этап развития текстильной и швейно-трикотажной промышленности», а также другими нормативно-правовыми актами, принятыми в данной сфере.

**Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики.** Диссертация выполнена в соответствии с приоритетными направлениями развития науки и технологий: П.«Энергетика, энерго- и ресурсосбережение».

**Обзор зарубежных научных исследований по теме диссертации**<sup>4</sup>. Ведущие исследовательские центры и университеты мира, включая Международный аналитический центр Mordor Intelligence, Textiles and Clothing Research Centre (Индия), Massachusetts Institute of Technology (MIT), США), Technical University of Munich (TUM), Германия), Ghent University (Бельгия), University of Manchester (Великобритания), Научно-исследовательский институт текстильной и легкой промышленности (НИИ ТилП Алмата), РУП «Центр научных исследований легкой промышленности» (Беларусь), ОАО «Инновационный научно-производственный центр текстильной и легкой промышленности» (Россия), Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности (Узбекистан), проводят обширные научные исследования в области совершенствования техники и технологий трикотажного производства.

В мире в результате исследований, проведенных в научных центрах и посвященных совершенствованию техники и технологии, повышению эффективности и улучшению качества трикотажных изделий достигнуто следующее: разработаны новые эффективные способы получения новых

---

<sup>3</sup> Указ Президента Республики Узбекистан №УП-158 от 11 сентября 2023 года «О стратегии «Узбекистан 2030»

<sup>4</sup> Обзор зарубежных научных исследований по теме диссертации разработан на основе: [www.icac.org](http://www.icac.org), <https://www.mit.edu/>; <http://www.cotton.org>; <https://www.tum.de/en/>; [www.indiantextilejournal.com](http://www.indiantextilejournal.com); [Journal of Textile Science & Engineering. https://atu.edu.kz/science/research-institutes/light-industry](http://www.journaloftextile.com); <https://inpctlp.ru/>; <https://www.ugent.be/en> и других источников

структур трикотажа из натурального и смешанного видов сырья (Textiles and Clothing Research Centre, Индия); разработаны новые технологии получения, художественного оформления и конструирования трикотажных изделий технического и компрессионного назначения (Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна, Россия), разработаны и автоматизированы технологические процессы новых способов производства трикотажных изделий (Hochschule Albstadt universiteti, Германия), разработаны новые технологии получения высокоэластичных трикотажных изделий бельевого и верхнего ассортимента (Московский государственный текстиль университет, Россия), разработаны технологические регламенты выработки двухслойного, плюшевого, комбинированного и хлопко-шелкового трикотажа с особыми свойствами (Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности, Узбекистан).

Перспективными являются исследования, проводимые в различных странах мира по управлению технологическими параметрами и физико-механическими свойствами трикотажа в зависимости от заправочных данных и строения, по повышению эффективности производства трикотажа новых структур за счет внедрения научно обоснованных технологий, которые в итоге позволяют значительно улучшить качество продукции без увеличения затрат на ее производство.

**Степень изученности проблемы.** Вопросы усовершенствования технологии выработки трикотажных изделий, исследования структур, гигиенических и деформационных свойств трикотажных полотен и изделий рассмотрены в научно-исследовательских работах таких зарубежных ученых как V. Kumar, V.R. Sampath, N.Emirhanova, Y.Kavusturan, E.Onofrei, S.A.Frydrych, H.R. Mattila, D. Farama, Bartkowiak Grazyna, Szucht Edwart, C. Candan, A. Mukhopadhyay и др.

В этой области науки известны фундаментальные работы по получению формоустойчивых полотен, расширению ассортимента трикотажных изделий и исследованию технологических параметров и физико-механических свойств трикотажа проф. А.С. Далидовича, И.И. Шалова, Л.А. Кудрявина, В.М. Лазаренко, В.А. Зиновьевой, Л.П. Ровинской, И.Г. Цитовича, А.В. Труевцева, М.М. Мукимова, Н.Р. Ханхаджаевой, К.М. Холикова, Б.Ф. Мирусманова, К.З. Юнусова, А.Э.Исабаева, Ш.Мухамеджанова и др.

Вопросы создания трикотажных изделий с высокими гигиеническими свойствами, исследования деформационных свойств трикотажных полотен и изделий рассмотрены в научно-исследовательских работах таких ученых, как проф. Х.А. Алимова, Ф.У. Нигматова, С.Ш. Ташпулатов, В.С. Рыбина, Д.У. Арипжанова, А.П. Рогова, А.И. Табакова.

Анализ научно-исследовательских работ, посвященных способам производства трикотажных полотен с улучшенными свойствами и высокой формоустойчивостью показывает, что создание теоретических и технологических основ выработки формоустойчивых трикотажных полотен как из натуральных, так и синтетических видов пряжи путем совершенствования

структуры и анализа деформируемости трикотажа на основе трансформации элементов и параметров петельной структуры является актуальной задачей, имеющей научно-практическое значение.

**Связь темы диссертации с планами научно-исследовательских работ высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация.** Диссертационное исследование выполнено в рамках плана научно-исследовательских работ ТИТЛП и отражено в следующих научно-исследовательских проектах: «Разработка новых переплетений для трикотажной продукции кластера» (2019г.) «Анализ, подбор и обоснование парка трикотажного оборудования для текстильного комплекса ООО «Vuxara Mega Global Tekс» (2021г.), «Выработка трикотажных полотен. Анализ технологических параметров полученных образцов» (2022г.).

**Цель исследования** заключается в разработке теоретических и технологических основ выработки формоустойчивых трикотажных полотен путем анализа деформируемости трикотажа на базе трансформации элементов и параметров петельной структуры.

**Задачи исследования:**

разработка концепции модели устойчивости трикотажа при эксплуатационных нагрузках на основе анализа деформируемости параметров петельной структуры;

моделирование прочностной надежности и трансформации трикотажной петли при предельном состоянии петельной структуры;

создание научных основ эластификации хлопчатобумажных трикотажных полотен и оценки их формоустойчивости на основе модельного метода анализа деформируемости;

разработка способа повышения формоустойчивости трикотажа комбинированного переплетения на основе включения в структуру элементов малой растяжимости;

разработка новых структур и способов выработки двухслойного и уточного трикотажа, обладающих повышенной формоустойчивостью на основе совершенствования структуры слоёв и прокладывания соединительной и уточной нитей;

разработка технологичных способов повышения формоустойчивости трикотажа за счет включения в структуру дополнительных нитей.

**Объектом исследования** являются процессы и методы повышения формоустойчивости трикотажа, включая анализ деформируемости и трансформации петли при эксплуатации.

**Предметом исследования** являются структура трикотажных полотен комбинированного, двухслойного, футерованного и уточного переплетений, параметры их деформации, эластичности, прочностной надежности и формоустойчивости при воздействии эксплуатационных нагрузок.

**Методы исследований.** В научно-исследовательской работе применялись теоретические, экспериментальные методы, комплексная оценка, обработки и

анализа результатов эксперимента, математические статистические методы, программы *Maple, Math Cad, Excel, Auto Cad, Corel Draw*.

**Научная новизна исследования** заключается в следующем:

впервые в теории вязания разработан показатель и алгоритм расчета технологической длины нити в петле  $l_t$ , учитывающий пластическую деформацию нити через коэффициент длины петли  $k_l$  и приводящей петельную структуру в длительное равновесное состояние;

на основе анализа треугольника возможных состояний строения трикотажа получена формула для определения коэффициента формоустойчивости полотна через параметры петли, отражающие необратимую деформацию;

разработаны научные основы повышения эластичности хлопчатобумажных полотен и оценки их формоустойчивости на базе анализа деформируемости трикотажа;

разработана технология повышения формоустойчивости за счёт создания новых видов комбинированного трикотажа путём введения дополнительных элементов в структуру ластичного и интерлочного переплетений;

разработана технология получения двухслойного трикотажа, обладающего повышенной формоустойчивостью на основе совершенствования структуры слоёв и способа прокладывания соединительной и уточной нитей;

разработана технология получения формоустойчивого трикотажа уточного, футерованного и уточно-футерованного переплетения за счет создания новых способов прокладывания дополнительной нити.

**Практические результаты исследования** заключаются в следующем:

разработаны новые структуры и эффективные способы получения комбинированного трикотажа с повышенной формоустойчивостью;

разработаны структуры и способ получения эластифицированного плюшевого трикотажа с повышенной формоустойчивостью;

установлены закономерности влияния структуры трикотажа и содержания лайкровой нити на составляющие формоустойчивости полотна;

разработаны способы получения формоустойчивого трикотажа на базе одинарного, двойного, двухслойного и уточного переплетения с прочным закреплением дополнительной нити в структуре полотна.

разработаны технологические решения снижения материалоёмкости при выработке формоустойчивого комбинированного, двухслойного и плюшевого трикотажа.

**Достоверность результатов исследования.** Достоверность результатов исследования подтверждается согласованностью сформулированных в диссертации научных положений, принципов, выводов и рекомендаций, результатов теоретических и экспериментальных исследований, положительными результатами апробации и внедрения, а также сравнением результатов, их адекватностью по известным критериям оценки, сравнительным анализом положительных результатов исследований и данных рассматриваемой предметной области.

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

Научная значимость результатов работы заключается в том, что впервые предложено в теории вязания ввести новое понятие технологической длины нити в петле  $l_T$  (ТДНП). Данный показатель учитывает пластическую деформацию нити через коэффициент длины петли  $k_b$ , что приводит петельную структуру в длительное равновесное состояние. Также, предложено предельное состояние петельной структуры оценивать через коэффициент трансформации петли вдоль петельного шага  $\psi_{ш}$  и вдоль петельного столбика  $\psi_c$ . Получена расчетная формула для оценки формоустойчивости через специальный коэффициент, а также разработаны научные основы эластификации хлопчатобумажных трикотажных полотен.

Практическая значимость проведенного исследования состоит в том, что рекомендованы новые структуры и способы получения формоустойчивого трикотажа комбинированного, двухслойного и уточного трикотажа, предназначенного для выработки верхних изделий, обладающих формоустойчивостью более 94%. Разработаны рациональные заправки лайкровой нити при выработке формоустойчивого плюшевого трикотажа облегченной структуры.

**Внедрение результатов исследования.** На основе результатов научных исследований, направленных на разработку высокотехнологичного способа получения новых структур формоустойчивых трикотажных полотен с высокими характеристиками качества:

получены патенты на изобретения, зарегистрированные Агентством Интеллектуальной собственности РУз на способы выработки новых структур уточного, футерованного и уточно-футерованного переплетения («Способ выработки уточного трикотажа» №IAP 06001-2019г., №IAP 06397-2021г.; «Способ выработки формоустойчивого кулирного трикотажа», №IAP 06303-2020г.; «Способ выработки формоустойчивого трикотажа», №IAP 06330-2020г.; «Способ выработки формоустойчивого трикотажа футерованного переплетения», №IAP 06461-2021г.). Разработанные способы получения формоустойчивого трикотажа позволили повысить прочность закрепления дополнительной нити в структуре, улучшить обратимую деформацию полотна на 32% и повысить теплозащитные свойства на 70 %.

новая технология получения формоустойчивого трикотажа с высокими теплозащитными свойствами внедрена в производство в ИП ООО «Sedat Triko Tashkent», ООО «Degrez teks LTD», ООО «Porloq Chust Brendi», СП ООО «Textile Mill Tashkent» (сведение Ассоциации «Узтекстильпром» № 03/25-3285 от 06.12.2024г.). Внедрение полученных результатов дала возможность отечественным предприятиям производить конкурентоспособные верхние трикотажные изделия с высокой формоустойчивостью, улучшенными характеристиками качества как для внутреннего рынка, так и на экспорт.

**Апробация результатов исследования.** Результаты исследования доложены на 42 научно-технических конференциях, в т.ч. 26 международных и 16 республиканских.

**Публикация результатов исследования.** По материалам диссертации опубликовано 70 научных трудов: 21 научных статей, из них 12, в журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов диссертации, из них 6 в зарубежных журналах и 4 в республиканских журналах, 2 статьи в журналах базы Scopus, получено 5 патентов на изобретение, опубликована 1 монография.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация состоит из введения, шести глав, общих выводов, списка использованной литературы и приложения. Объем диссертации составляет 200 страниц текста.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ**

**Во введении** обосновывается актуальность и востребованность работы, сформулировано направление, определены задачи, цели и объект исследований; приведено соответствие исследований приоритетным направлениям развития науки и технологий республики, приведена научная новизна и практические результаты, обоснована достоверность полученных результатов и их теоретическая и практическая значимость; представлены сведения о внедрении результатов исследования, о количестве опубликованных работ и структуре диссертации.

Первая глава диссертации под названием **«Аналитический обзор способов выработки трикотажа с повышенной формоустойчивостью»** посвящена анализу современного состояния отрасли, развития техники и технологии в направлении переработки местного сырья в конкурентоспособные качественные изделия, расширения ассортимента, а также способов повышения формоустойчивости трикотажа за счет применения дополнительных нитей, изменения структуры и сырьевого состава.

Анализ способов повышения формоустойчивости трикотажа показывает, что на сегодняшний день для этой цели используются способы комбинирования трикотажных переплетений, включение в структуру трикотажа дополнительных нитей и применения синтетических видов сырья. Исследованиями установлено, что изменение структуры трикотажа может значительно влиять на параметры и физико-механические свойства трикотажа. Разработка новых структур позволяет прогнозировать наиболее важные для конкретного изделия свойства и получать набор требуемых характеристик качества. Уровень внедрения разработанных способов повышения формоустойчивого трикотажа показывает, что многие из них сложны в осуществлении и поэтому не находят широкого применения. На основе результатов исследования установлено, что для достижения стабильных результатов важным компонентом новых разработок должно стать научное обоснование способов повышения формоустойчивости, основанное на анализе деформируемости трикотажа, включая трансформацию элементов и параметры петельной структуры.

Вторая глава диссертации «Геометрическая концепция модели устойчивости петельной структуры трикотажа при эксплуатационных нагрузках» посвящена разработке теоретических основ устойчивости структуры трикотажа на базе треугольника возможных состояний параметров петли, моделированию прочностной надежности и исследованию трансформации петли при предельном состоянии петельной структуры в процессе растяжения.

На базе всестороннего анализа деформируемости трикотажа, учитывающей трансформацию элементов и параметров петельной структуры, разработана базисная схема его деформируемости (рис.1).

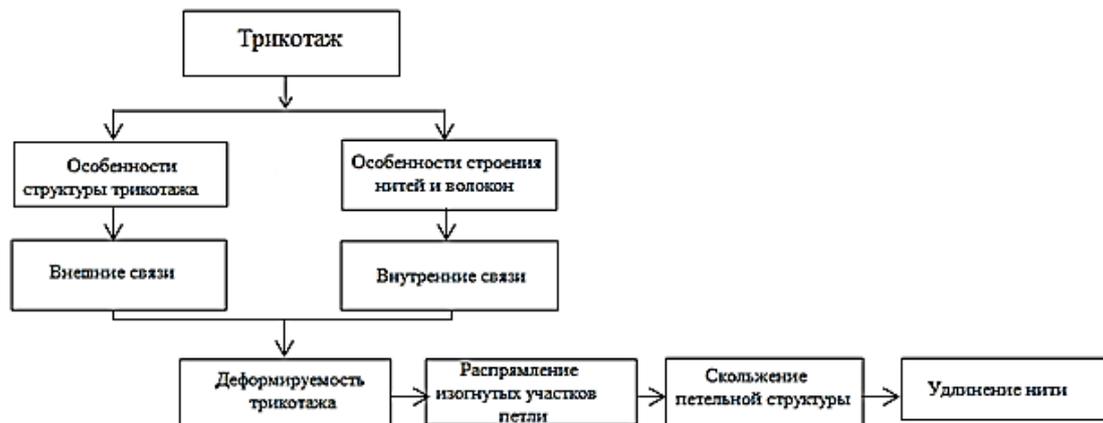


Рис. 1. Базисная схема деформируемости трикотажа

Детальное изучение деформации нити в петле дает возможность целостной оценки деформируемости всего изделия, что делает петлю трикотажного полотна важнейшим объектом исследования.

При этом длину петли можно выразить по геометрической и эмпирической модели, а также через модуль петли  $M$  по формуле:

$$l = 0,0357 \sqrt{\frac{T}{\gamma}} M, \text{ мм} \quad (1)$$

где  $T$  – толщина нити (линейная плотность), текс;  $\gamma$  – плотность волокна, из которого состоит нить,  $\text{мг/мм}^3$ ,  $M$  – модуль петли.

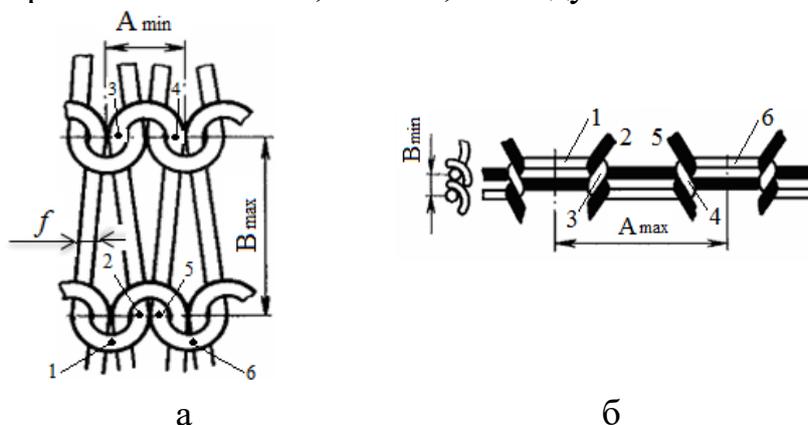


Рис. 2. Вид глади при растяжении по длине (а) и по ширине (б)

Для каждого переплетения существуют предельные (максимальные) значения высоты петельного ряда  $B$  и величины петельного шага  $A$  (рис. 2), которые определяют растяжимость, например, глади по длине и ширине.

Регулируя длину нити в петле на основе знаний упругоэластических свойств трикотажа, можно создать устойчивую форму петли, что является предпосылкой формирования трикотажного полотна с повышенной формоустойчивостью.

В работе дана оценка предельных относительных изменений размеров петельного шага  $A_\varepsilon$  и высоты петельного ряда  $B_\varepsilon$  по отношению к параметрам петли, соответствующим равновесному состоянию трикотажа ( $A_0$ ;  $B_0$ ):

$$B_\varepsilon = \frac{B_{max}-B_0}{B_0} = \frac{B_{max}}{B_0} - 1; \quad A_\varepsilon = \frac{A_{max}-A_0}{A_0} = \frac{A_{max}}{A_0} - 1 \quad (2)$$

В виду того, что петля всего лишь геометрический образ, то величины  $A_\varepsilon$  и  $B_\varepsilon$  нельзя трактовать, как деформации петли потому, т.к. под деформацией понимают изменение формы или размеров физического тела (или части тела) под действием внешних сил, нагрева и других воздействий, вызывающих изменения относительного положения части тела. С учетом введенных понятий  $A_\varepsilon$  и  $B_\varepsilon$  получены выражения для длины нити в петле для глади, уточняющие известные зависимости А.С. Далидовича:

$$l = 2B_0(B_\varepsilon + 1) + 3\pi f; \quad l = A_0(A_\varepsilon + 1) + 3\pi f \quad (3)$$

где для параметров  $A_0$  и  $B_0$  переплетения глади в равновесном состоянии целесообразно использовать эмперические формулы И.И. Шалова:

$$A_0 = 0,2l + \frac{0,7}{\sqrt{1000/T}}; \quad B_0 = 0,27l - \frac{1,5}{\sqrt{1000/T}}, \quad (4)$$

Тогда с учетом соотношений (9) зависимости (8) после преобразований принимают вид, определяющий формулу для расчета длины нити в петле  $l$

$$l = \frac{-\frac{3}{\sqrt{\frac{1000}{T}}}(B_\varepsilon+1)+3\pi f}{1-0,54(B_\varepsilon+1)}; \quad l = \frac{\frac{0,7}{\sqrt{\frac{1000}{T}}}(A_\varepsilon+1)+3\pi f}{1-0,2(A_\varepsilon+1)} \quad (5)$$

В формулах (5) в соответствии с теорией трикотажа минимальную толщину нити  $f$ , формирующуюся в сильно сжатом состоянии, приравниваем к диаметру условному  $d_y$  ( $f \approx d_y$ ), так как по данным настоящих исследований имеем практически совпадающие их значения.

Впервые в теории и практике трикотажного производства предложена, так называемая, технологическая длина нити в петле (ТДНП), обоснование которой выполнено на базе экспериментальных исследований одноцикловых характеристик образцов при растяжении трикотажных полотен различного переплетения.

С учетом коэффициента длины петли  $k_l$  формулы для определения ТДНП принимают вид

$$l_T = \frac{-\frac{3}{\sqrt{\frac{1000}{T}}}(B_\varepsilon+1)+3\pi f}{1-0,54(B_\varepsilon+1)} \left(1 - \frac{\varepsilon_{пл}}{n\varepsilon_{п}}\right), \text{ мм} \quad l_T = \frac{\frac{0,7}{\sqrt{\frac{1000}{T}}}(A_\varepsilon+1)+3\pi f}{1-0,2(A_\varepsilon+1)} \left(1 - \frac{\varepsilon_{пл}}{n\varepsilon_{п}}\right), \text{ мм} \quad (6)$$

где  $k_l = \left(1 - \frac{\varepsilon_{пл}}{n\varepsilon_{п}}\right)$  – коэффициент длины петли

Таким образом, введенное понятие технологической длины нити в петле  $l_T$  представляет в сущности такую расчетную длину нити, учитывающую уровень пластических деформаций нити, эквивалентных пластическим деформациям трикотажного полотна.

Разработан алгоритм расчета технологической длины нити в петле:

1. Определение длины нити в петле
2. Параметры петли переплетения глади в равновесном состоянии (4)
3. Расчет предельных относительных изменений размеров петельного шага  $A_\varepsilon$  и высоты петельного ряда  $B_\varepsilon$

$$A_\varepsilon = \frac{l-3\pi f}{A_0} - 1; \quad B_\varepsilon = \frac{l-3\pi f}{2B_0} - 1 \quad (7)$$

4. Определение коэффициента длины петли  $k_l$  по данным экспериментальных исследований одноцикловых характеристик при растяжении.

5. Определение технологической длины нити петли  $l_T$  по формулам (6).

По разработанному выше алгоритму выполнен расчет технологической длины нити в петле (ТДНП) для переплетения глади из хлопчатобумажной пряжи 20 текс х 3.

На рис. 3 и рис. 4 показана сравнительная оценка расчетно-экспериментальных данных длины петли с учетом комплекса технологических параметров: модуля петли, предельных значений петельного шага, высоты петельного ряда, коэффициента длины петли.

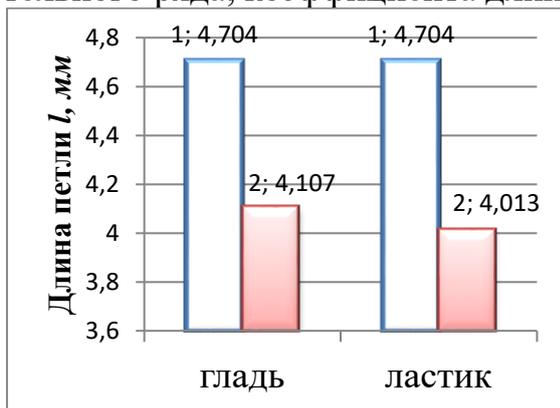


Рис. 3. Сравнение длины петли  $l$ , рассчитанной по модулю петли  $M$  (1), и технологической длины нити в петле  $l_T$  (2), учитывающей эксплуатационные нагрузки и возникновение необратимых (пластических) деформаций в переплетениях гладь и ластик

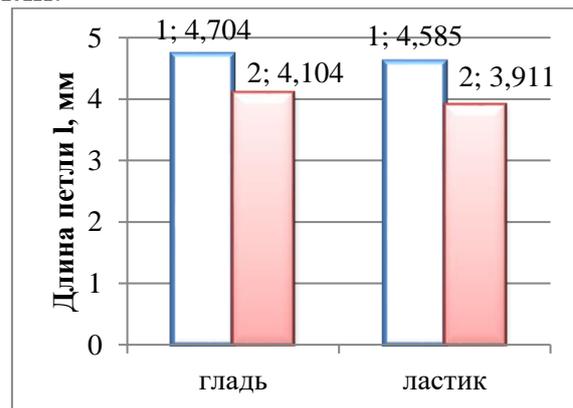


Рис. 4. Сравнение длины петли  $l$ , рассчитанной с учетом предельных относительных изменений размеров петельной структуры ( $A_\varepsilon$ ,  $B_\varepsilon$ ) (1) и технологической длины нити в петле  $l_T$  (2), в связи с возникновением пластических деформаций в переплетениях гладь и ластик при эксплуатационных нагрузках

Введенный коэффициент длины петли  $k_l$ , выражая степень необратимого изменения длины нити в петле, даёт пониженные значения длины петли, чем определенные традиционным способом через модуль петли  $M$  и с учетом предложенного способа через предельные относительные изменения размеров петельной структуры ( $A_\varepsilon$ ,  $B_\varepsilon$ ).

Длина нити в петле, рассчитанная через данный коэффициент  $k_l$ , по мере развития пластических деформаций, достигает значений, соответствующих условно-равновесному состоянию трикотажа с параметрами  $A_0$ ;  $B_0$ , характеризующуюся, как известно, высокой устойчивостью петельной структуры.

В соответствии с работами И.И. Шалова, предложившего анализ растяжимости трикотажа производить с помощью треугольника возможных состояний параметров петель, в настоящей работе данный подход использован для отображения на указанном треугольнике всех составляющих полной деформации трикотажа (рис.5).

Из подобия прямоугольных треугольников  $\Delta CNH$  и  $\Delta CML$  следуют соотношения:

$$1) \frac{CN}{CM} = \frac{NH}{ML}; CN = CM \frac{NH}{ML}, \text{ так как}$$

$$CM = \sqrt{(ML^2) + (CL^2)} = \sqrt{(B_2 - B_0)^2 + (A_2 - A_0)^2};$$

$$NH = B_1 - B_0; ML = B_2 - B_0, \text{ то}$$

$$CN = \sqrt{(B_2 - B_0)^2 + (A_2 - A_0)^2} \cdot (B_1 - B_0) / (B_2 - B_0) \quad (8)$$

$$2) \frac{CN}{CM} = \frac{CH}{CL}; CN = CM \frac{CH}{CL}, \text{ так как } CH = A_1 - A_0, CL = A_2 - A_0, \text{ то}$$

$$CN = \sqrt{(B_2 - B_0)^2 + (A_2 - A_0)^2} \cdot (A_1 - A_0) / (A_2 - A_0) \quad (9)$$

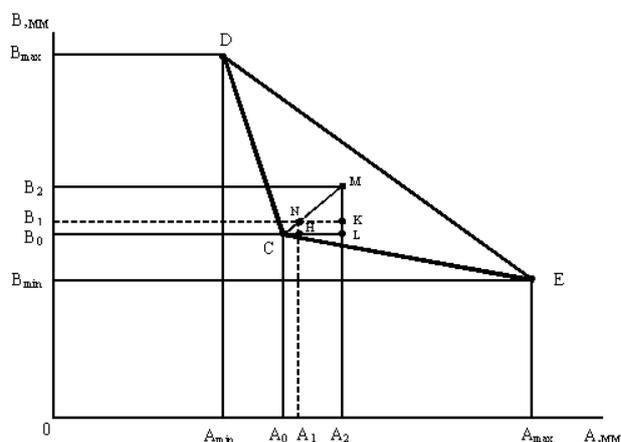


Рис. 5. Треугольник возможных параметров А и В (состояний параметров петель)

При этом треугольник СДЕ следует рассматривать как зону подвижности петельной структуры.

На рис. 5 составляющие полной деформации трикотажного полотна показаны соответствующими отрезками между узловыми точками: отрезок MN - упругая  $\epsilon_y$  и эластическая деформации  $\epsilon_z$  нити в петле; NC - пластическая  $\epsilon_{пл}$  составляющая.

$$\text{Из выражений (8) и (9) следует равенство: } \frac{B_1 - B_0}{B_2 - B_0} = \frac{A_1 - A_0}{A_2 - A_0}, \quad (10)$$

где  $A_1$  и  $B_1$  - координаты точки N прямой NC, соответствующей необратимым изменениям параметров петли, равным длине отрезка  $A_1 - A_0$  и  $B_1 - B_0$ . Из допущения, что  $A_1/B_1 = 2$  (для глади соотношение между параметрами петли  $A_{max}/B_{max} = 2$ ;  $A_{min}/B_{min} = 2$  по геометрической модели без учета механических свойств нити) получены формулы для расчетного значения  $A_1$  и  $B_1$ :

$$B_1 = \frac{2B_0(l - \pi f - 2A_0) - A_0(l - \pi f - 4B_0)}{2(4B_0 - 2A_0)}, \text{ мм; (11) } A_1 = \frac{2B_0(l - \pi f - 2A_0) - A_0(l - \pi f - 4B_0)}{4B_0 - 2A_0}, \text{ мм; (12)}$$

Таким образом, отрезок NC в треугольнике возможных состояний параметров петли, отвечающий за пластическую составляющую полной деформации, можно вычислить по формуле

$$NC = \sqrt{(A_1 - A_0)^2 + (B_1 - B_0)^2} = k_{\Pi} \quad (13)$$

где  $k_{\Pi}$  - коэффициент необратимых изменений параметров петли

Так как пластическая деформация является негативным параметром для оценки устойчивости петельной структуры, то целесообразно ввести специальный коэффициент формоустойчивости  $K_{\phi}$  с учетом параметров петли в равновесном состоянии:

$$K_{\phi} = \frac{1}{k_{\Pi}} = \frac{1}{\sqrt{(A_1 - A_0)^2 + (B_1 - B_0)^2}} \quad (14)$$

Разработан алгоритм и выполнен численный эксперимент с расчетом формоустойчивости трикотажных полотен для переплетения глади из хлопчатобумажной пряжи с линейной плотностью  $T$ , равной 20 тексх3:

1. Определение толщины (диаметра) нити  $d_{yc} = 0,0357 \cdot \sqrt{\frac{T}{\gamma}}$ , мм
2. Расчетная длина нити в петле (1)
3. Параметры петли переплетения глади в равновесном состоянии (4)
4. Расчет параметров петли, соответствующих ее необратимым (пластическим) изменениям по треугольнику состояний параметров петель (11) и (12).
5. Определение коэффициента формоустойчивости трикотажного полотна (14)

$$K_{\phi} = \frac{1}{\sqrt{(A_1 - A_0)^2 + (B_1 - B_0)^2}}$$

Таким образом, коэффициент формоустойчивости петельной структуры, учитывающей ТДНП, выше, чем без учета необратимой деформации. Расчеты, выполненные для других видов переплетений, показали, что данная закономерность сохраняется и представляется в следующем виде:

$K_{\phi}=1,770 > 1,089$  (гладь);  $K_{\phi}=3,215 > 1,776$  (ластик);  $K_{\phi}=2,174 > 1,476$  (интерлок).

Предельное состояние петельной структуры, вызывающее максимальную трансформацию трикотажной петли, требует оценки и прочностной надежности, моделирование которой выполнено при самом неблагоприятном характере нагружения в условиях одноосного растяжения (геометрические параметры петельной структуры принимают наибольшие значения -  $A_{\max}$  и  $B_{\max}$ ).

В процессе моделирования прочностной надежности трикотажной нити в качестве допускаемого нормального напряжения при растяжении  $[\sigma_p]$  принято напряжение при разрыве  $\sigma_p$ , определяемое экспериментально по стандартной методике на разрывной машине:

$$\sigma_p = \varepsilon E \leq [\sigma_p], \quad (15)$$

где  $E$  - модуль упругости трикотажной нити, МПа;

$\varepsilon$  - относительное удлинение при разрыве

После преобразования (15) получим соотношение для разрывной длины нити

$$\sigma_p = \frac{l_p - l}{l} \cdot E = \left( \frac{l_p}{l} - 1 \right) \cdot E \leq [\sigma_p],$$

откуда следует

$$l_p = l \left( 1 + \frac{\sigma_p}{E} \right) = 0,0357 \sqrt{\frac{T}{\gamma}} \sigma \left( 1 + \frac{\sigma_p}{E} \right), \quad (16)$$

где разрывное напряжение  $\sigma_p$  на практике определяют по формуле

$$\sigma_p = P_0 \gamma, \text{ МПа}, \quad (17)$$

где  $\gamma$  – плотность вещества нитей и пряжи, г/см<sup>3</sup>;  $P_0$  – удельная разрывная нагрузка, кН·м/кг, рассматриваемая по зависимости

$$P_0 = \frac{10^3 P_p}{\rho_s a_p}, \text{ кН·м/кг} \quad (18)$$

где  $P_p$  – абсолютная разрывная нагрузка, Н;  $\rho_s$  – поверхностная плотность полотна, г/м<sup>2</sup>;  $a_p$  – рабочая ширина полоски пробы, мм.

Предельные относительные изменения размеров петельного шага  $A_\varepsilon$  и высоты петельного ряда (столбики)  $B_\varepsilon$  можно трактовать и как коэффициент трансформации петли  $\psi$ , полученный соответственно вдоль петельного шага и вдоль петельного столбика:

$$\psi_{ш} = \frac{0,0357 \sqrt{\frac{T}{\gamma}} (\sigma - 3\pi)}{A_0} - 1 \quad (19); \quad \psi_c = \frac{0,0357 \sqrt{\frac{T}{\gamma}} (\sigma - 3\pi)}{2B_0} - 1 \quad (20)$$

Составив среднее арифметическое значение коэффициентов (19) и (20), получим формулу среднего коэффициента трансформации петли  $\psi_{ср}$ :

$$\psi_{ср} = \frac{0,0357 \sqrt{\frac{T}{\gamma}} (\sigma - 3\pi) \left( \frac{1}{A_0} + \frac{1}{2B_0} \right)}{2} - 1 \quad (21)$$

Введенный коэффициент трансформации петли  $\psi$  количественно может характеризовать степень изменяемости петли в предельном состоянии, когда петельный шаг и высота петельного столбика принимают максимально возможные значения. Данный коэффициент также способен косвенно оценить подвижность структуры. Так, для рассматриваемых видов переплетений самой высокой подвижностью обладает гладь ( $\psi_c=1,456$ ) и самой низкой – интерлок (0,617), что объясняется особенностью структуры переплетения и, в первую очередь тем, что интерлочное переплетение, являясь производным ластика, обладает самой большой совокупностью внешних связей («насыщенностью») среди рассматриваемых переплетений.

В третьей главе диссертации «**Эластификация хлопчатобумажных трикотажных полотен и оценка их формоустойчивости**» представлены сведения по способам обеспечения формоустойчивости и критериям ее оценки, модельному методу анализа деформируемости трикотажных полотен с высокорастяжимой нитью лайкра, исследованию влияния эластификации трикотажных полотен на формоустойчивость методами математической статистики.

В виду отсутствия в настоящее время стандарта для единого общепринятого определения и метода оценки формоустойчивости текстильных материалов и изделий из них актуальными становятся вопросы, связанные с разработкой научно обоснованных методов (прямых и косвенных) оценки формоустойчивости – важнейшего эксплуатационного показателя. Установлено, что для косвенных методов оценки формоустойчивости необходимо предварительное исследование комплекса физико-механических свойств текстильных материалов, исследование взаимосвязи отдельных свойств материалов и выделение доминирующего свойства с учетом назначения и требований к проектируемому изделию.

Учет только упругой деформации при оценке формоустойчивости представляется недостаточным и обоснованная оценка формоустойчивости материалов и изделий из них должна учитывать и долю эластических деформаций  $\varepsilon_э$ , являющиеся соизмеримой с долей упругих деформаций  $\varepsilon_у$ , например, при растяжении трикотажа по данным А.И. Коблякова.

Если из соотношения для полной относительной деформации  $\varepsilon_п = \varepsilon_у + \varepsilon_э + \varepsilon_пл$ , выразить пластическую деформацию  $\varepsilon_пл$  и взять величину, обратную ей, то получим позитивный показатель формоустойчивости

$$K_\phi = \frac{1}{\varepsilon_п(1 - K_{у.э})} \quad (22)$$

где  $K_{у.э} = \frac{(\varepsilon_у + \varepsilon_э)}{\varepsilon_п}$  – коэффициент упруго-эластических свойств, представляющий также как позитивный показатель формоустойчивости. Разработана механическая феноменологическая модель трикотажного полотна с высокорастяжимым волокном,

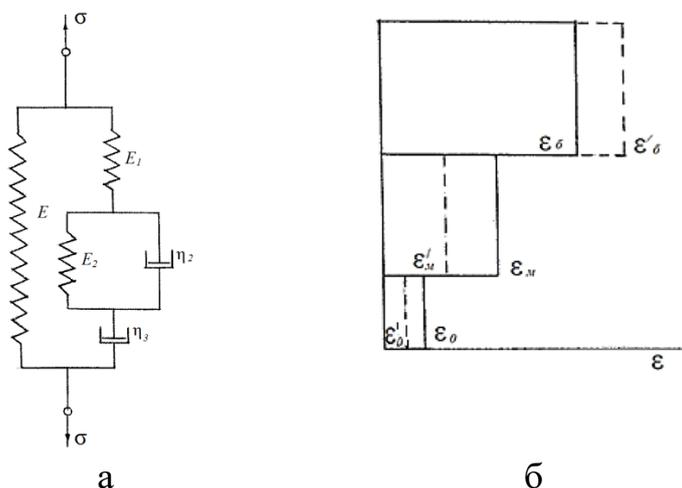


Рис. 6. Схематичное изображение составляющих полной деформации ( $\varepsilon'_э$ ,  $\varepsilon'_п$  и  $\varepsilon'_о$ ) трикотажного полотна с высокорастяжимой нитью лайкра в соответствии с механической феноменологической моделью для описания релаксации и ползучести

Под действием растягивающей силы и постоянного напряжения  $\sigma$  общая (полная) деформация складывается из трех составляющих ( $\varepsilon_у$ ,  $\varepsilon_э$ ,  $\varepsilon_пл$  или  $\varepsilon_о$  – остаточная):

$$\varepsilon = \frac{\sigma}{E_1} + \frac{\sigma}{E_2} \left(1 - e^{-t/\tau}\right) + \frac{\sigma}{\eta_3} t \quad (23)$$

где  $t$  - время нагрузки;  $\tau$  - время релаксации в элементе Кельвина-Фойгта (константа, определяющая темп релаксации напряжения во времени). Поэтому создаются предпосылки увеличения формоустойчивости трикотажных полотен.

Применение в структуре трикотажа высокорастяжимой нити лайкра способствует возрастанию долей упругой деформации (быстрообратимой и медленнообратимой), что в конечном итоге приводит к закономерному уменьшению части остаточной деформации.

которая получена параллельным соединением к объединенной модели Максвелла и Кельвина-Фойгта упругого элемента в виде пружины с модулем упругости  $E$ , моделирующего поведение в трикотаже нити из лайкры – высокорастяжимого волокна как идеально упругого тела (рис.6).

Применение полиуретановых нитей лайкра в трикотажном производстве обеспечивает создание полотен с ценными физико-механическими свойствами, самыми значимыми из которых являются высокая растяжимость и эластичность.

Экспериментальными исследованиями в настоящей работе установлено, что с увеличением содержания полиуретановых нитей в трикотажном полотне до 21-48%, быстрообратимая деформация (упругая)  $\varepsilon_b$  ( $\varepsilon_y$ ) возрастает незначительно, что подтверждается данными других исследователей (Ж.С. Шиганова, В.П. Мишта и др.). При этом существенно возрастает медленнообратимая (эластичная) компонента  $\varepsilon_m$  ( $\varepsilon_s$ ) полной деформации. Остаточная деформация  $\varepsilon_o$ , например, по длине образца составила 13,6-7,0% при изменении массовой доли нитей лайкра в указанном диапазоне. Таким образом, введение в структуру трикотажа высокорастяжимой нити лайкра позволяет в определенной степени управлять деформируемостью и формоустойчивостью полотна.

В работе показана целесообразность многокритериальной оценки формоустойчивости трикотажных полотен с учетом комплекса физико-механических и геометрических свойств, выгодно отличающих их от других текстильных материалов. Методами математического планирования эксперимента и статистической обработки опытных данных получены модели, описанные уравнениями нелинейной регрессии для обратимой деформации, растяжимости и усадки, зависящие от процентного содержания лайкры в составе, например, плюшевого трикотажа. Так, уравнения регрессии для обратимой деформации по длине и ширине соответственно имеют вид (рис. 7 и рис. 8).

$$y_{1д} = 66,72 + 7,26x - 0,71 x^2; y_{1ш} = 61,79 + 8,86x - 0,93 x^2 \quad (24)$$

Статистическая оценка по критерию Фишера-Снедекора доказывает значимость уравнений регрессии (24) с теснотой связи (корреляции) 0,97-0,98.

Экспериментальными исследованиями установлено, что содержание лайкры до 4,8% увеличивает обратимую деформацию по длине и ширине полотна на 16,1 и 20% соответственно по отношению к полотну без лайкры.

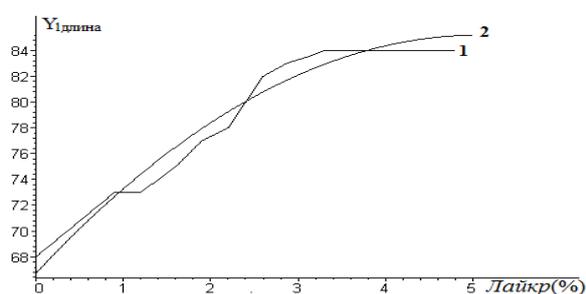


Рис. 7. Графики экспериментальной (кривая 1) и аппроксимирующей (кривая 2) кривых для обратимой деформации по длине от количества лайкры в %

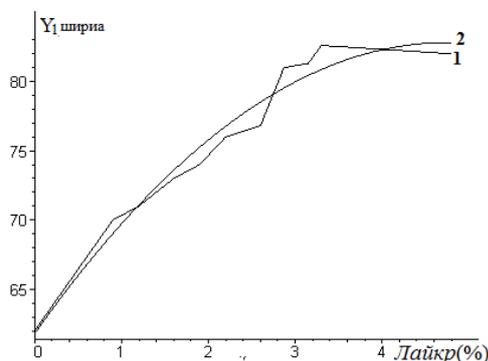


Рис. 8. Графики экспериментальной (кривая 1) и аппроксимирующей (кривая 2) кривых для обратимой деформации по ширине от количества лайкры в %

Растяжимость полотна при нагрузке 6Н возрастает в 2,16 и 1,69 раз (по длине и ширине) по отношению без лайкры. Относительное изменение усадки трикотажных полотен с содержанием лайкры более выражено по длине, чем по ширине.

Методом математического планирования эксперимента исследовано влияние количества лайкры, % ( $x_1$ ) и числа рядов глади ( $x_2$ ) в раппорте плюшевого трикотажа на показатели формоустойчивости:  $y_1$  – обратимая деформация, %;  $y_2$  – растяжимость при 6Н, %;  $y_3$  – усадка, %.

После проверки значимости коэффициентов уравнения регрессии в окончательном виде они представляют:

- |  |  |
|--|--|
| 1) Обратимая деформация: по длине: $y_1=83,7 + 5,45 x_1$ ; по ширине: $y_1=84,9 + 7,3 x_1$                             | Сравнение расчетных значений критерия Фишера с табличными показало, что все уравнения регрессии (25) адекватны, что позволяет после перехода от кодированных $x_1, x_2$ значений факторов к натуральным получить зависимости параметра оптимизации от рассматриваемых факторов и использовать уравнения как интерполяционные для |
| 2) Растяжимость при 6Н: по длине: $y_2=39,1 + 6,21 x_1 + 3,1x_2$ ; по ширине: $y_2=51,9 + 3,9 x_1 - 2,9x_2+2,6x_1x_2$  |  |
| 3) Усадка: по длине: $y_3=10,2 + 0,77 x_1 + 0,82x_2-0,7x_1x_2$ ; по ширине: $y_3=6,275 + 0,575 x_1 + 1,3x_2+0,5x_1x_2$ |  |

вычисления параметра оптимизации в заданном диапазоне изменения входных факторов.

На основе проведенного исследования рекомендовано при выработке плюшевого трикотажа для повышения формоустойчивости применять 2,4% лайкровой нити и ввязывать ряды глади с раппортом через один ряд.

Четвертая глава диссертации «**Разработка способа получения трикотажа комбинированных переплетений с повышенной формоустойчивостью**» посвящена разработке структур и способов выработки формоустойчивого трикотажа за счет применения комбинированного переплетения и анализу их технологических параметров и физико-механических свойств.

С целью расширения ассортимента и повышения формоустойчивости трикотажа разработаны способы получения новых структур комбинированного трикотажа на базе интерлочного и ластичного переплетения путем включения в их структуру рядов глади и производной глади, которые являются элементами малой растяжимости. Такой прием использован для того, чтобы уменьшить растяжимость интерлочного и ластичного переплетений. Экспериментальные образцы (8 вариантов) получены в производственных условиях ООО «FLATNIT TEXTILE» на плоскофанговой машине LONG XING (Китай) 12 класса. В качестве сырья использовалась полиакрилонитриловая пряжа (ПАН) линейной плотностью 32 текс х 2. Полученные варианты отличались структурой.

Основными физико-механическими свойствами трикотажных полотен являются характеристики, определяющие их сферу использования. Исследуемые

образцы трикотажа предназначены для изготовления верхней одежды, для которой наиболее важными свойствами являются воздухопроницаемость, прочность и формоустойчивость. Технологические параметры и физико-механические свойства выработанных образцов трикотажа определены экспериментально по стандартной методике (табл. 5).

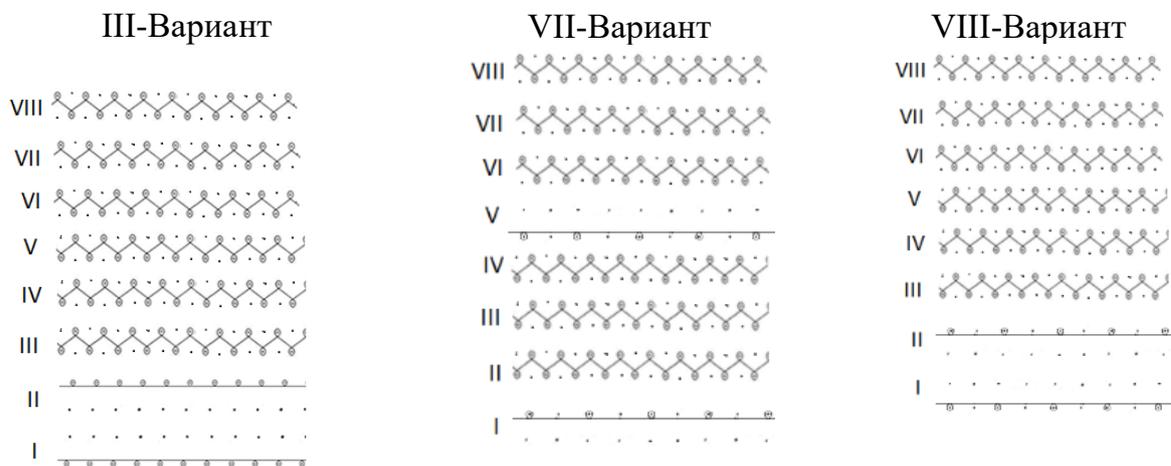


Рис. 9. Графические записи комбинированного трикотажа на базе интерлочного переплетения (варианты, рекомендованные к внедрению)

**Таблица 5**

**Технологические параметры и физико-механические свойства комбинированного трикотажа на базе интерлочного переплетения**

Варианты	Объемная плотность трикотажа, $\delta$ мг/см <sup>3</sup>	Воздухопроницаемость $V$ , см <sup>3</sup> /см сек	Прочность на истирание, тыс. обор.	Разрывная нагрузка $P, H$		Разрывное удлинение / Удлинение по ширине при 6 Н L, %		Необратимая деформация $\epsilon_n, \%$		Обратимая деформация $\epsilon_0, \%$		Усадка $Y, \%$	
				По длине	По ширине	По длине	По ширине	По длине	По ширине	По длине	По ширине		
0	301,3	85,9	46	728	653	40	98,6/78	16	28	84	72	5	-6
I	245,5	51,5	42	735	631	36	71/48	8	12	92	88	3	5
II	272,9	55,3	38	801	713	29	76/44	7,8	10	92,8	90	4	4,5
III	238	48	36	821	694	26	61/41	6	10	94	90	5	4
IV	223,7	80	36	718	621	34	96/68	12	12,6	88	86,4	5	6,1
V	226,1	86	34	681	594	48	89/76	13	13,2	87	85,8	6	7,4
VI	224	48,3	40	761	701	41	63/57	7,4	11,3	92,6	88,7	4	5,2
VII	220	61	43	826	744	38	63/46	7	9,6	93	90,4	4,6	5,8
VIII	212,7	55,3	43	844	726	31	64/53	6	7,9	94	92,1	4	5,3
ГОСТ		50-90	свыше 30	Не менее 80				Не более 15%				До 8	До 10

В результате анализа технологических параметров разработанных структур комбинированного трикотажа на базе интерлочного переплетения установлено, что относительно базового образца материалоёмкость (объемная плотность) уменьшилась на 13,1-32,8%. Результаты рангового анализа показателей качества комбинированного трикотажа на базе интерлочного переплетения из ПАН пряжи линейной плотностью 32 текс х 2 показали, что наилучшими вариантами являются варианты III, VII и VIII (рис. 9). Эти варианты имеют положительные прочностные характеристики, обладают высокой формоустойчивостью и сниженной материалоёмкостью.

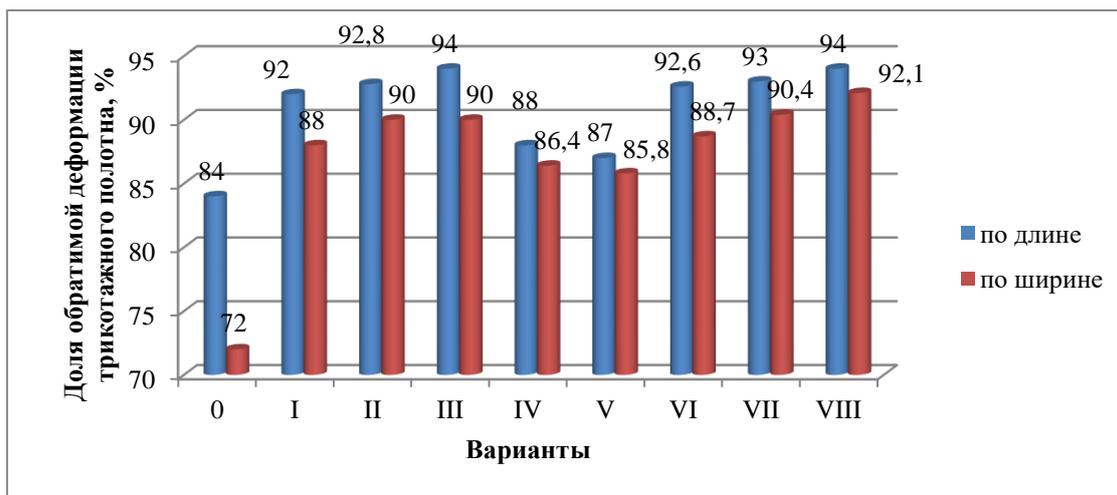


Рис. 10. Доля обратимой деформации (по длине/по ширине) комбинированного трикотажа на базе интерлочного переплетения

Для выработки разработанных структур комбинированного трикотажа на базе ластичного переплетения с увеличенным раппортом на плоскофанговой машине LONG XING (Китай) 12 класса в качестве сырья использовалась полиакрилонитрильная пряжа линейной плотностью 32 текс х 2.

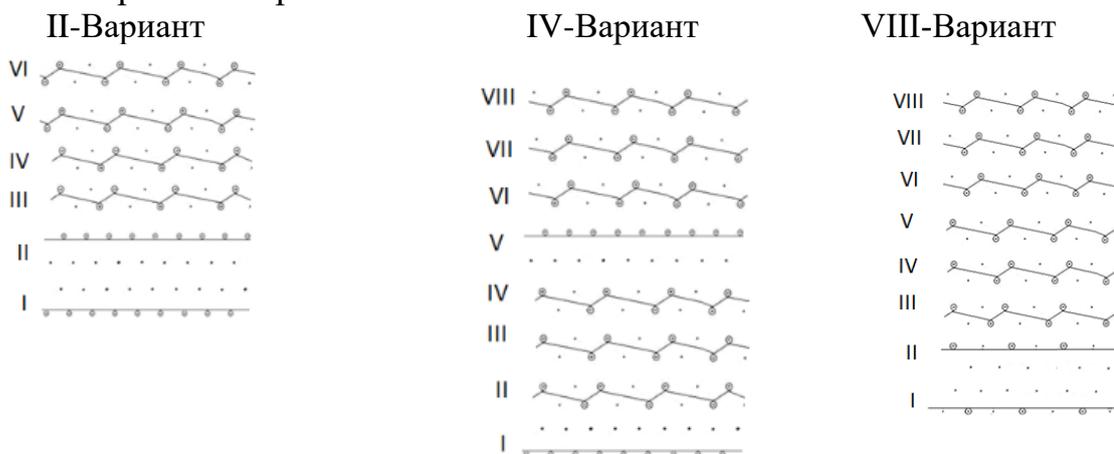


Рис. 11. Графические записи разработанных вариантов комбинированного трикотажа на базе ластичного переплетения (варианты, рекомендованные к внедрению)

Технологические параметры и физико-механические свойства исследуемых образцов комбинированного трикотажа определены экспериментальными методами (табл. 6).

Таблица 6

**Физико-механические свойства трикотажа**

Варианты	Показатели	Объемная плотность, мг/см <sup>3</sup>	Воздухопроницаемость В, см <sup>3</sup> /см <sup>2</sup> сек	Прочность на истирание, тыс. обор.	Разрывная нагрузка Р, Н		Разрывное удлинение / Удлинение по ширине при 6 Н L, %		Необратимая деформация ε <sub>н</sub> , %		Обратимая деформация ε <sub>о</sub> , %		Усадка У, %	
					По длине	По ширине	По длине	По ширине	По длине	По ширине	По длине	По ширине	По длине	По ширине
0		241,1	104,6	35	542	498	116	124/82	20	30	80	70	6	-8
I		195,85	66,15	40	459	371	63	129/49	8	15	92	85	2	4
II		194,8	57,9	42	701	568	53	112/39	9	14	91	86	2	2
III		197,1	104,6	40	706	396	83	121/48	7	14	93	86	2	3
IV		195,6	96,7	43	629	491	41	101/39	6	13	94	87	3	3
V		232,3	100,8	39	603	481	56	68/31	12	14	88	86	3	4
VI		192,2	112,4	41	693	399	63	121/46	13	14	87	86	3	4
VII		193,7	112,3	44	460	350	89	136/41	10	14	90	86	3	4
VIII		200,8	91,4	45	621	403	68	131/44	12	13	88	87	3	4
ГОСТ			До 100	Свыше 30	Не менее 80 Н				До 15%				До 8	До 10

За счет изменения структуры путем применения ластичных рядов с увеличенным раппортом и рядов одинарных переплетений (гладь, неполная гладь) достигнут эффект каркасности по типу как в полотнах группы “Knitted Spacer fabrics”, что привело к увеличению толщины разработанных образцов, объемная плотность уменьшилась на 16,7-20,3%.

Таким образом, установлено, что применение разработанных структур из комбинации ластичных рядов малой растяжимости с рядами глади и неполной глади позволяет значительно увеличить долю обратимых деформаций, а значит и повысить формоустойчивость трикотажа. По длине доля обратимых деформаций по сравнению с базовым образцом увеличилась на 8,75-17,5%, по ширине увеличилась на 21,4-24,3%.

Результаты рангового анализа качественных показателей комбинированного трикотажа на базе ластичного переплетения из ПАН пряжи линейной плотностью 32 текс x 2 показали, что наилучшими вариантами являются варианты II, IV и VIII (рис. 11). Эти варианты имеют высокие

прочностные характеристики, обладают улучшенной формоустойчивостью и сниженной материалоемкостью.

В пятой главе диссертации «**Разработка способа повышения формоустойчивости трикотажа двухслойных переплетений**», разработана технология получения двухслойного и двухслойного уточного трикотажа с повышенной формоустойчивостью.

В качестве базового переплетения был выработан двухслойный трикотаж, в котором оба слоя выполнены переплетением гладь (вариант-0) на плоскофанговой машине типа LONG XING, а в качестве сырья, как и для новых разработанных образцов была использована полиакрилонитрильная (ПАН) пряжа линейной плотностью 32 текс х 2, в качестве соединительной нити – текстурированная нить (лайкра + полиэстер) линейной плотностью 18 текс. Определены технологические параметры и физико-механические свойства двухслойного трикотажа экспериментальными методами.

**Таблица 7**

**Показатели физико-механических свойств двухслойного трикотажа**

Варианты		0	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	ГОСТ
Объемная плотность, мг/см <sup>3</sup>		214,5	159,6	179,3	164,8	165,6	207,75	174,12	203,4	204,7	
Воздухопроницаемость В, см <sup>3</sup> /см <sup>2</sup> сек		55,4	14,71	17,43	17,43	26,62	28,12	30,92	38,44	35,33	
Теплоудержание, %		24	54	56	54	52	48	44	40	42	
Прочность на истирание, тыс. обор.		46,6	60	62	57	54	55	53	52	54	> 30
Разрывная нагрузка Р, Н	по длине	788,6	799,5	870,5	678	663,5	705	778,5	788,5	882	>80Н
	по ширине	404,2	677,5	709,5	630	529,5	529,5	615,5	643	644,5	
Разрывное удлинение L, %	по длине	104,2	58	39	165	68	71	74	63	65	
	по ширине	271,4	49	56	128	81	74	79	86	79	
Удлинение по ширине при 6Н, %		48	11,1	9,6	10,3	14,3	14,1	12,1	18,1	21,1	
Необратимая деформация ε <sub>н</sub> %	по длине	8,5	3	2	4	6	4	2	2	3	<15
	по ширине	9,8	4	2	4	8	6	3	2	6	
Обратимая деформация ε <sub>о</sub> , %	по длине	91,5	97	98	96	94	96	98	98	97	
	по ширине	90,2	96	98	96	92	94	97	98	94	
Усадка У, %	по длине	8,5	3	2	3	2	3	4	2	2	До 8
	по ширине	3	2	2	3	4	3	2	2	3	До 10
Пиллингуемость, шт/10см <sup>2</sup>		2	0	0	1	0	0	1	1	1	1-3

Согласно «ГОСТ 30385-95. Полотна трикотажные для верхних изделий. Нормы устойчивости к пиллингу» на 10 см<sup>2</sup> поверхности полотна (изделия) пиллей должно быть не более 1...3. Результаты анализа пиллингуемости исследуемых образцов двухслойного трикотажа показали, что и базовый образец, и разработанные образцы соответствуют требованиям ГОСТ, а варианты I, II, IV, V и вовсе не содержали пиллей на поверхности после испытаний.

Относительная облегченность разработанных образцов двухслойного трикотажа составляет 5-25,6 %, т.е. их выработка позволяет снизить расход сырья.

Так как разработанные образцы двухслойного трикотажа предназначены для теплой верхней одежды были проведены испытания на способность сохранять ими тепло – теплоудержание, %. По результатам испытаний можно отметить, что за счет изменения структуры в опытных образцах получилось добиться значительного увеличения теплоудержания по сравнению с базовым. Из разработанных образцов наименьший показатель теплоудержания имеет VII вариант, и составляет 40% что на 16,7 % больше, чем у базового.

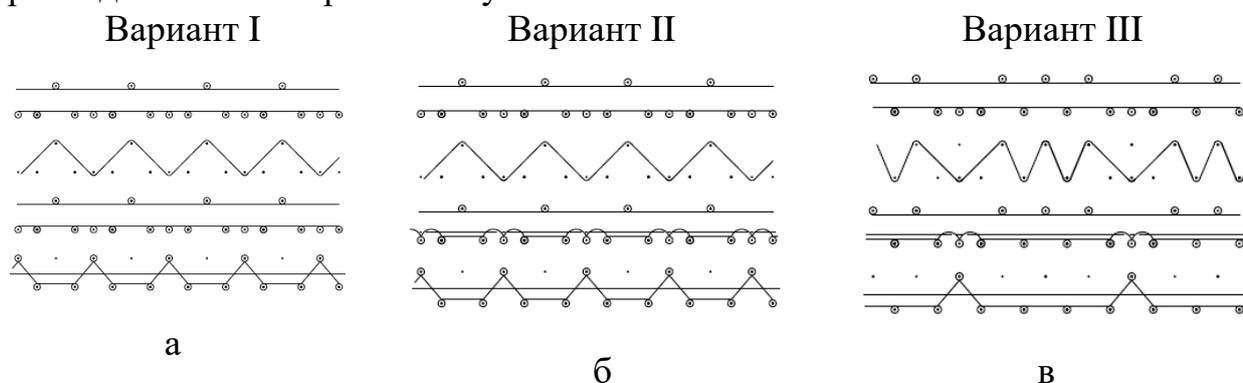
Разработанные образцы двухслойного трикотажа имеют показатели растяжимости при 6 Н значительно меньше, чем у базового варианта и относятся к I группе растяжимости (0-40%). Самая низкая растяжимость по длине у II варианта двухслойного трикотажа и составляет 9,6%, т.е. в 5 раз меньше, чем растяжимость базового переплетения. Самая высокая растяжимость у VIII варианта двухслойного трикотажа и составляет 21,1%, т.е. в 2,27 раз меньше, чем растяжимость базового переплетения.

Доля обратимой деформации образцов двухслойного трикотажа по длине меняется от 94 до 98%. Тогда, как доля обратимой деформации по ширине меняется от 92 до 98%.

Результаты рангового анализа качественных показателей двухслойного трикотажа из ПАН пряжи линейной плотностью 32 текс x 2 показали, что наилучшими вариантами являются варианты I, II, и III. Эти варианты имеют положительные прочностные характеристики, обладают высокой формоустойчивостью и сниженной материалоемкостью.

Включение в структуру трикотажа уточной нити является одним из эффективных способов повышения формоустойчивости трикотажа. Однако этот метод имеет такие аспекты, как прочность закрепления уточной нити в грунте переплетения и повышение материалоемкости за счет включения дополнительной нити в структуру трикотажа.

С целью разработки способа получения эффективных структур двухслойного уточного трикотажа на плоскофанговой машине типа LONG XING выработано 3 экспериментальных варианта (рис.12), отличающихся способом прокладывания и закрепления уточной нити.



**Рис. 12. Графическая запись получения двухслойного уточного трикотажа новых структур**

В качестве сырья для грунтовой и уточной нитей была использована полиакрилонитрильная пряжа линейной плотностью 32 текс x 2. В качестве

соединительной нити применялась текстурированная нить линейной плотностью 18 текс (лайкровая нить 70 денье и п/э 100 денье).

Анализ полученных результатов технологических параметров образцов двухслойного уточного трикотажа показал эффективность разработанных структур по показателю материалоемкости. Несмотря на включение в структуру трикотажа дополнительной уточной нити, за счет изменения структуры слоёв трикотажа достигнуто снижение материалоемкости на 8,28-14,47 % по сравнению с базовым образцом.

Теплоудержание образцов уточного трикотажа выше, чем у базового почти в 2 раза. Теплоудержание I-варианта двухслойного уточного трикотажа больше, чем у базового образца на 79%, у II-варианта и III-варианта – на 70,8%.

Прочность на истирание у I-варианта и III-варианта разработанных полотен двухслойного уточного трикотажа соответствует группе «Прочные», у II-варианта соответствует группе «Обычные» (ГОСТ 16486-93).

Разработанные образцы двухслойного уточного трикотажа имеют показатели растяжимости при 6 Н значительно меньше, чем у базового варианта и относятся к I группе растяжимости (0-40%).

Доля обратимой деформации образцов двухслойного трикотажа по длине меняется от 92,5 до 94,6%. Тогда, как доля обратимой деформации по ширине меняется от 90,4 до 92,3%.

Исходя из требований к усадке трикотажа для верхних изделий разработанные образцы двухслойного уточного трикотажа обладают высокой формоустойчивостью при влажно-тепловой обработке.

Результаты анализа пиллингуемости исследуемых образцов двухслойного уточного трикотажа показали, что и базовый образец, и разработанные образцы соответствуют требованиям стандарта.

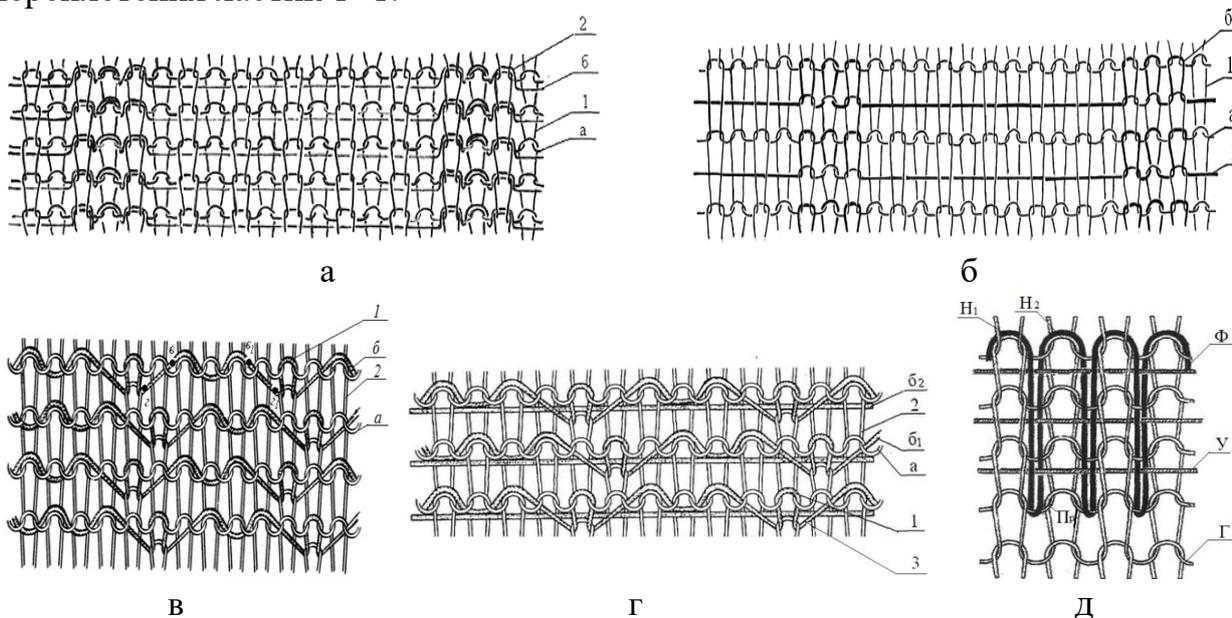
Результаты рангового анализа качественных показателей двухслойного уточного трикотажа, выработанного из ПАН пряжи линейной плотностью 32 текс х 2 показали, что наилучшими вариантами являются варианты I и II. Эти варианты имеют положительные прочностные характеристики, обладают высокой формоустойчивостью и сниженной материалоемкостью, а также имеют красивый внешний вид.

Шестая глава диссертации **«Повышение формоустойчивости трикотажа за счет включения в его структуру дополнительных нитей»** посвящена разработке способов получения новых структур и способов выработки формоустойчивого трикотажа уточного, футерованного и уточно-футерованного переплетения. Применение комбинированных способов повышения формоустойчивости трикотажных полотен позволяет эффективно сочетать преимущественные характеристики различных переплетений в одном полотне.

С целью расширения ассортимента формоустойчивых трикотажных полотен для верхних изделий с рисунчатый эффектом разработаны новые структуры и способы получения уточного, футерованного и уточно-футерованного переплетения.

Разработан эффективный способ получения уточного трикотажа с рисунчатым эффектом и прочным закреплением дополнительной нити в структуре. Способ получения формоустойчивого трикотажа с футерным закреплением уточной нити осуществляется за счет того, что в грунте, выполненном переплетением ластик 1+1, из уточной нити в каждом шестом столбике формируют футерные наброски (рис. 13,а). Полученный трикотаж состоит из грунтовых петель 1, образованных из грунтовой нити *a*, и уточной нити *б*, расположенной вдоль петельного ряда между лицевыми и изнаночными петельными столбиками переплетения ластик 1+1. Как видно из рис. 13,а уточную нить *б* располагают вдоль петельного ряда, затем, например через одиннадцать петельных столбиков, образуют футерные наброски 2 в трех петельных столбиках ластика 1+1. Введение в структуру ластичного трикотажа уточной нити с прочным закреплением её в грунте значительно уменьшает его растяжимость в поперечном направлении и повышает формоустойчивость трикотажа.

Включение в структуру трикотажа уточной нити повышает прочность трикотажа, уменьшает вероятность появления затяжек, снижает растяжимость и распускаемость полотна, позволяет варьировать теплозащитные свойства трикотажа. Исходя из технологических возможностей машины с целью повышения степени закрепления уточной нити в структуре ластичного трикотажа без увеличения расхода сырья предложено из уточной нити, расположенной вдоль петельного ряда, провязывать петли в трех петельных столбиках. Как видно из рис. 13, б, полученный трикотаж состоит из грунтовых петель 1, образованных из грунтовой нити *a*, и уточной нити *б*, расположенной вдоль петельного ряда между лицевыми и изнаночными петельными столбиками переплетения ластик 1+1.



**Рис. 13. Структура новых структур трикотажа уточного, футерованного и комбинированного переплетений**

Образование на некоторых иглах петель из уточной нити способствует повышению прочности закрепления уточной нити в грунте, такую уточную нить

очень трудно вытянуть из трикотажа, что положительно сказывается на характеристиках качества.

При выработке футерованного трикотажа в новом способе футерную нить располагают вдоль петельного ряда и, по крайней мере, через три петельных столбика из футерной нити образуют петлю, при этом на петлях глади, расположенных между петлями, провязанными из футерной нити, формируют футерные наброски. Как видно из рис. 13, в полученный трикотаж состоит из петель 1, образованных из футерной нити  $b$ , и из грунтовых петель 2, образованных из грунтовой нити  $a$ . Футерная нить  $b$  вяжется в грунт в каждом шестом столбике так, что петли глади, расположенные между петлями, провязанными из футерной нити, через одну имеют футерные наброски. В результате участок футерной нити  $b-b_1$ , расположенный вдоль петельного ряда, уменьшает растяжимость трикотажа по ширине, а участки футерной нити  $b_1$  и  $b_1-b_2$ , которые соединяет петли из футерной нити с футерными набросками, уменьшают растяжимость трикотажа по длине. Образование на некоторых иглах петель из футерной нити способствует повышению прочности закрепления футерной нити в грунте.

Новый способ получения комбинированного формоустойчивого трикотажа с прочным закреплением футерной и уточной нитей в грунте (рис. 13, г) включает закрепление футерной нити в структуре глади путем провязывания футерной нити в петлю в каждом шестом петельном столбике со смещением в каждом последующем ряду на один петельный столбик то вправо, то влево, а поперечные уточные нити закрепляют остовами петель грунта и остовами петель и протяжками футерной нити. Полученный трикотаж состоит из петель 1, образованных из футерной нити  $b_1$ , и из грунтовых петель 2, образованных из грунтовой нити  $a$ . Футерная нить  $b_1$  вяжется в петлю 1 в каждом шестом петельном столбике со смещением на один петельный столбик то вправо, то влево. Уточная нить  $b_2$  располагается вдоль петельного ряда и закреплена между остовами петель грунта, остовами петель и протяжками 3 футерной нити  $b_1$ . В этом трикотаже растяжимость трикотажа по ширине уменьшается за счет введения в структуру трикотажа уточной нити, а участок футерной нити 3, который соединяет петли из футерной нити с футерными набросками, уменьшает растяжимость трикотажа по длине.

С целью уменьшения растяжимости трикотажа по ширине и повышения его формоустойчивости в способе выработки двойного кулирного комбинированного трикотажа футерованно-уточного переплетения (рис. 13, д). Как видно из рис. 13, д трикотаж вяжется на базе ластичного переплетения. Грунт трикотажа вырабатывается из нити Г. Лицевые петли трикотажа с изнаночными петлями соединены протяжками Пр. Лицевой  $H_1$  и изнаночный  $H_2$  наброски из футерной нити Ф, проложенной в I ряду, закреплены в трикотаже протяжками Пр ластика. Уточная нить У прокладывается вдоль петельного ряда и закреплена между петлями ластика и футерными протяжками. За счет выработки формоустойчивого трикотажа расширяются технологические

возможности двухфонтурной машины. Наличие уточной и футерной нитей в структуре трикотажа позволяет получить двухсторонние цветные ячейки на полотне.

Экономический эффект при переработке 1 тонны сырья от применения предлагаемых технологий при выработке новых формоустойчивых трикотажных полотен составляет: для комбинированного трикотажа на базе интерлочного переплетения 22,3 млн. сум; для комбинированного трикотажа на базе ластичного переплетения 14,6 млн. сум; для двухслойного трикотажа 19,3 млн. сум; для двухслойного уточного трикотажа 11,0 млн. сум.

### **ВЫВОДЫ:**

На основе проведенных исследований по диссертационной работе на тему «Основы технологии выработки формоустойчивого трикотажа» можно сделать следующие выводы:

1. Анализ результатов научных исследований, посвященных способам выработки формоустойчивого трикотажа показал, что актуальнейшим вопросом остаётся определение взаимосвязи между элементами структуры и важнейшими свойствами трикотажа, а для достижения стабильных результатов в направлении повышения формоустойчивости трикотажа важным компонентом новых разработок должно стать научное обоснование на основе анализа деформируемости трикотажа, как трансформации элементов и параметров петельной структуры.

2. Впервые предложен параметр технологической длины нити в петле (ТДНП), обоснован и разработан алгоритм его расчета через коэффициент длины, который выражает долю необратимых (пластических) деформаций образцов трикотажа при растяжении и установлено, что использование показателя технологической длины нити в петле (ТДНП) позволяет значительно повысить формоустойчивость петли, и соответственно, всего трикотажного полотна.

3. На базе моделирования прочностной надежности и трансформации петельной структуры при его предельном состоянии получены зависимости для разрывной длины нити, коэффициенты трансформации петли вдоль петельного шага и вдоль петельного столбика, позволяющие косвенно отразить подвижность петельной структуры трикотажа через введенный средний коэффициент трансформации петли  $\psi_{\text{ср}}$ .

4. Предложена механическая феноменологическая модель для описания релаксации и ползучести трикотажных полотен с высокорастяжимой нитью лайкра, основанная на объединенной модели Максвелла и Кельвин-Фойгта.

5. Получены нелинейные регрессионные зависимости параметров формоустойчивости трикотажа от содержания лайкры и структуры трикотажа. На основании проведенных исследований рекомендовано при выработке плюшевого трикотажа для повышения формоустойчивости применять 2,4% лайкровой нити и вязывать ряды глади с раппортом через один ряд.

6. На основе анализа параметров и свойств новых видов комбинированного трикотажа установлено, что включение в структуру интерлочного переплетения элементов малой растяжимости, таких как ряды глади и неполной глади, увеличивает долю обратимой деформации по длине на 8,75–17,5%, по ширине на 21,4–24,3%; в разработанных образцах комбинированного трикотажа на базе ластичного переплетения увеличенного раппорта формоустойчивость повысилась на 8,75–17,5% по длине и на 21,4–24,3% по ширине.

7. Проведенные эксперименты позволили установить, что применение разработанных структур двухслойного трикотажа позволяет увеличить формоустойчивость полотна по сравнению с базовым на 2,7-7,1% по длине и на 1,9-8,6 % по ширине, достигая значения обратимой деформации в 98%; теплозащитные свойства улучшены по сравнению с базовым образцом на 66,7% для двухслойного трикотажа и на 79% для двухслойного уточного трикотажа.

8. Установлено, что применение элементов прессового переплетения, глади и неполной глади различного раппорта при выработке двухслойного трикотажа с различным соединением слоёв, а также применение эффективного способа прочного закрепления уточной нити в структуре двухслойного трикотажа позволяет получить объемные структуры формоустойчивого трикотажа с высокими теплозащитными свойствами без утяжеления полотна.

9. Разработана технология получения новых структур и способов выработки формоустойчивого трикотажа уточного, футерованного и уточно-футерованного переплетения.

10. Экономический эффект от применения предлагаемых технологий при выработке новых формоустойчивых трикотажных полотен составляет: для комбинированного трикотажа на базе интерлочного переплетения 22,3 млн. сум; для комбинированного трикотажа на базе ластичного переплетения 14,6 млн. сум; для двухслойного трикотажа 19,3 млн. сум; для двухслойного уточного трикотажа 11,0 млн. сум.

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

---

**TASHKENT INSTITUTE OF TEXTILE AND LIGHT INDUSTRY**

**GULYAEVA GULFIYA KHARISOVNA**

**FUNDAMENTALS OF THE FORM-STABLE KNITWEAR PRODUCING  
TECHNOLOGY**

**05.06.02 - Technology of textile materials and preliminary processing of raw materials**

**ABSTRACT OF THE DISSERTATION OF  
DOCTOR OF SCIENCE (DSc) ON TECHNICAL SCIENCES**

**Tashkent – 2025**

**The theme of the Doctor of Technical Sciences (DSc) dissertation is registered in the Supreme Attestation Commission under the ministers of higher education, science and innovations of the Republic of Uzbekistan under the number B2023.2.DSc/T633**

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

The abstract of the dissertation is posted in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) on the website of the Scientific Council under the Tashkent institute of textile and light industry ([www.titli.uz](http://www.titli.uz)) and on the “ZiyoNet” Information and Education Portal ([www.ziynet.uz](http://www.ziynet.uz)).

**Scientific advisor:** **Mukimov Mirabzal Mirayubovich**  
doctor of technical sciences, professor

**Official opponents:** **Matismailov Saypila Lalashbayevich**  
doctor of technical sciences, professor

**Valiev Gulam Nabidjonovich**  
doctor of technical sciences, professor

**Bitus Yevgeniy Ivanovich**  
doctor of technical sciences, professor

**Leading organization:** **Namangan state technical university**

Defence of the dissertation will take place in “03” July 2025 year at 10<sup>00</sup> at meeting of Scientific council **DSc.03/30.12.2019.T.08.01** awarding scientific degrees at Tashkent institute of textile and light industry. (Address: 100100, Tashkent, Yakkasaray district, str. Shokhjakhon-5 administrative building, 222 audience, tel.:(+99871) 253-06-06, 253-08-08, fax: 253-36-17. e-mail:titlp\_info@edu.uz).

Doctoral dissertation could be reviewed at the Information resource center of Tashkent institute of textile and light industry (registration number 243). Address: 100100, Tashkent, Yakkasaray district, str. Shokhjakhon-5, tel.:(+99871) 253-06-06, 253-08-08.

Abstract of dissertation sent out on “18” June 2025 year.  
(mailing report №243 on “18” June 2025 year).



**Kh.H.Kamilova**

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



**A.Z. Mamatov**

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

**Sh.Sh. Khakimov**

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

## INTRODUCTION (abstract of the DSc dissertation)

**Aim of the research** is development of theoretical and technological foundations for producing form-stable knitted fabrics by analyzing the deformability of knitted structures based on the transformation of elements and parameters of the loop structure.

**Object of the research** is the processes and methods of improving the shape stability of knitwear, including the analysis of the deformability and transformation of loops during operation.

**Scientific novelties of the research are as follows:**

for the first time in knitting theory, the concept of technological loop thread length and calculation algorithm is developed, accounting for the plastic deformation of the yarn through the loop length coefficient  $k_1$ , which brings the loop structure into a long-term equilibrium state;

based on the analysis of the triangle of structure possible states, a formula has been derived to determine the shape stability coefficient of a knitted fabric using loop parameters that reflect irreversible deformation;

scientific foundations have been developed for enhancing the elasticity of cotton knitted fabrics and assessing their shape stability through a deformability analysis;

a technology to improve shape stability by producing new structures of combined knitted fabrics through the introduction of additional elements into the structure of rib and interlock knitted fabrics;

a technology has been developed for producing double-layered knitted fabrics with enhanced shape stability through the optimization of layer structures and the method of laying connecting and inlay yarns;

a technology has been developed for producing dimensionally stable knitted fabrics with layed, fleece and layed-fleece stitches by creating new methods of inserting additional yarns.

**Implementation of research results.** Based on the results of scientific research aimed at developing a high-tech method for obtaining new structures of form-stable knitted fabrics with high quality characteristics: patents for inventions registered by the Agency of Intellectual Property of the Republic of Uzbekistan for methods of producing new structures of weft, lined and weft-lined weave were obtained Patents for an invention No. IAP 06001-2019y., No. IAP 06397-2021y., No. IAP 06303-2020y.; No. IAP 06330-2020y.; No. IAP 06461-2021y.). As the result improved its reversible deformation by 32% and increase heat-shielding properties by 70%.

a new technology for producing shape-stable knitwear with high heat-shielding properties has been introduced into production at “Sedat Triko Tashkent” LLC, “Degrez teks” LTD LLC, “Porloq Chust Brendi” LLC, “Textile Mill Tashkent” JV LLC (information from the Uztextile Association No. 03/25-3285 dated 06.12.2024). As the result the implementation of the obtained results improved quality characteristics both for the domestic market and for export.

**Structure and volume of the dissertation.** The dissertation consists of an introduction, six chapters, a conclusion, a list of references and appendixes. The volume of the dissertation is 200 pages.

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

**I bo`lim (I часть; I part)**

1. Gulyaeva G., Mukimov M.M. Effective Method for Producing Inlaid Knitted Fabrics // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. – 2021. – Vol. 8, Issue 8. – Pp. 17857-17859. (05.00.00; №8).

2. Гуляева Г.Х., Шин И.Г., Мукимов М.М. Теоретическая оценка устойчивости структуры трикотажа на основе треугольника возможных состояний параметров петли // Universum. – 2023. – №9 (114). – С. 39-44. (02.00.00; №1).

3. Гуляева Г.Х., Шин И.Г., Мукимов М.М., Агзамова С.М. Модельный метод анализа деформируемости трикотажных полотен с высокорастяжимой нитью лайкра // Дизайн и технологии. – 2023. – №99. – С. 47-54. (05.00.00; №31).

4. Гуляева Г.Х., Шин И.Г., Мукимов М.М. Улучшение потребительских свойств эластифицированных трикотажных полотен и общая оценка формоустойчивости // Universum. – 2023. – №9 (114). – С. 45-49. (02.00.00; №1).

5. Гуляева Г.Х., Шин И.Г., Мукимов М.М. Анализ деформируемости трикотажа // Фан ва технологиялар тараққиёти. – Бухоро: Бухоро муҳандислик-технология институти, 2023. – №5. – С. 264-270. (05.00.00; №24).

6. Gulyaeva G.Kh., Shin I.G., Kholikov K.M., Mukimov M.M. Research of knitting structure stability parameters // Наманган муҳандислик-технология институти илмий-техника журнали. – 2023. – Vol. 8, Issue 3. – Pp. 47-52. (05.00.00; №33).

7. Gulyaeva G.Kh., Shin I.G., Mukimov M.M., Urazbayeva R. Shape stability of knitted fabrics and knitwear // Қорақалпоғистон Республикаси олий таълим муассасалари олимларининг илмий тўплами. – Нукус: Қорақалпоқ давлат университети, 2023. – №3/1. – Pp. 9-14. (05.00.00; №27).

8. Gulyaeva G.Kh. Modeling of strength reliability and transformation of a knitted loop at the limit state of the structure // Наманган муҳандислик-технология институти илмий-техника журнали. – 2023. – Vol. 8, Issue 4. – Pp. 25-30. (05.00.00; №33).

9. Gulyaeva G. On the dimensional stability of textile materials and products made from them // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. – 2023. – Vol. 10, Issue 8. – Pp. 20986-20990. (05.00.00; №8).

10. Gulyaeva G. Parameters of limiting states of the loop structure during stretching of knitted fabrics // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology (IJARSET). – 2023. – Vol. 10, Issue 8. – Pp. 20991-20995. (05.00.00; №8).

11. Гуляева Г.Х., Мукимов М.М., Каримова Н.Х. Разработка новых структур и способов выработки комбинированного трикотажа с повышенной формоустойчивостью на базе интерлочного переплетения. // Yashil iqtisodiyot va

taraqqiyot. 2024-yil, iyun-iyul. Maxsus son. –С. 48-52. (2023-yil 1-apreldagi 336/3-sonli qarori).

12. Gulyaeva G. Kh., Musayeva M.M., Mukimov M.M. How To Improve The Form Resistance Of Cotton Knitwear. AIP Conference Proceedings 2789, 040028 (2023) <https://doi.org/10.1063/5.0145681> pp, 1-8.

13. Ixtiro patenti UZ IAP 06001. Способ выработки уточного трикотажа / Гуляева Г., Холиков К., Хамидова Д., Мирсадилов М., Юнусов К.З., Мукимов М. – 31.10.2019. – Бюл. №10.

14. Ixtiro patenti UZ IAP 06303. Способ выработки формоустойчивого кулирного трикотажа / Гуляева Г.Х., Мукимов М.М., Холиков К.М., Турдиев И.Н. – 30.10.2020. – Бюл. №10.

15. Ixtiro patenti UZ IAP 06330. Способ выработки формоустойчивого трикотажа / Гуляева Г., Холиков К., Хамидова Д., Мирсадилов М., Юнусов К.З., Мукимов М. – 30.11.2020. – Бюл. №11.

16. Ixtiro patenti UZ IAP 06397. Способ выработки уточного трикотажа / Гуляева Г.Х., Холиков К.М., Хамидова Д. У., Мирусманов Б. Ф., Мукимов М.М. – 29.01.2021. – Бюл. №1.

17. Ixtiro patenti UZ IAP 06461. Способ выработки формоустойчивого трикотажа футерованного переплетения / Гуляева Г.Х., Холиков К.М., Мусаева М.М., Мирсадилов М.М., Хамидова Д.У., Мукимов М.М. – 30.04.2021. – Бюл. №4.

## **II bo'lim (II часть; II part)**

18. Гуляева, Г.Х. Способы получения формоустойчивого трикотажа. [Текст] / Г.Х. Гуляева, М.М. Мукимов. – Ташкент: Mohirbek-ziyo. 2024. – 116 с.

19. Gulyaeva G. Kh., Mukimov M.M. Form-Resistant Combined Knitted Fabric // The American Journal of Engineering and Technology. October 20, 2021. Pages: 5-9.

20. Gulyaeva G.Kh., Mukimov M. M. New producing way for knitted fabric with high heat shielding property // ACADEMICIA. An International Multidisciplinary Research Journal. Vol. 11, Issue 9, September 2021, pp. 641-644.

21. Gulyaeva G.Kh., Mukimov M. M. Эффективный Способ Выработки Футерованно-Уточного Трикотажа // Central Asian journal of theoretical and applied sciences Volume: 02 Issue: 10 | Oct 2021, pp. 7-10.

22. Gulyaeva G.Kh., Mukimov M. M., Artikova M. Research Properties Of Cotton Knitted Fabrics Using Lycra // The American Journal of Interdisciplinary Innovations and Research. October 20, 2021 | Pages 5-14.

23. Гуляева Г.Х., Мукимов М.М. Формоустойчивый трикотаж на базе комбинированного переплетения. // Ж. Интернаука. № 15 (144), часть 1, 2020 г. –с. 80-81.

24. Гуляева Г.Х., Мукимов М.М. О новом способе получения комбинированного формоустойчивого трикотажа // O'zbekistonda fanlararo innovatsiyalar va ilmiy tadqiqotlar jurnali. 2021 й. 1-сон, 1 қисм, 105-109 б.

25. Gulyaeva G.Kh. Analysis of the Dependence of the form Stability Parameters of the Knitted Fabrics on the Lycra and the Structure.// Journal of optoelectronics laser. Volume 41 Issue 4, 2022, pp. 591–597. DOI: 10050086.2022.04.68
26. Гуляева Г.Х., Турдиев И., Мукимов М.М. Исследование свойств формоустойчивого трикотажа. Сборник материалов Международной Всероссийской (с международным участием) молодёжной научно-технической конференции «Молодые ученые – развитию национальной технологической инициативы» (ПОИСК –2019). Часть 1. Иваново 2019. –С.61-64.
27. Сафарова Н., Мукимов М.М., Гуляева Г.Х. Исследование параметров двухслойного уточного трикотажа. Сборник материалов Международной Всероссийской (с международным участием) молодёжной научно-технической конференции «Молодые ученые – развитию национальной технологической инициативы» (ПОИСК –2019). Часть 1. Иваново 2019. –С.56-59.
28. Гуляева Г. Х., Курбанова Н., Мукимов М. М. Разработка новых структур формоустойчивого плюшевого трикотажа с уменьшенной материалоемкостью. Сборник статей XXIII Международной научно-практической конференции «Advances in Science and Technology». Научно-издательский центр «Актуальность РФ». Москва. 15 сентября 2019. –С.32-34
29. Гуляева Г. Х., Курбанова Н., Мукимов М. М. Исследование параметров материалоемкости формоустойчивого плюшевого трикотажа. Сборник статей XXIII Международной научно-практической конференции «Advances in Science and Technology». Научно-издательский центр «Актуальность РФ». Москва. 15 сентября 2019. –С. 34-35.
30. Gulyayeva G.Kh., Mukimov M.M., Karimov S., Safarova N. Investigation of shape stability indicators of knitted fabrics. Сборник научных трудов по материалам VIII международной научно-практической конференции “Современные тенденции развития образования, науки и технологий”. Москва. 28 февраля 2019 года. –С. 299-303.
31. Гуляева Г.Х., Мукимов М.М., Ахадов О. Нурметова И. Новый способ выработки формоустойчивого комбинированного трикотажа. Сборник научных трудов по материалам VIII международной научно-практической конференции “Современные тенденции развития образования, науки и технологий”. Москва. 28 февраля 2019 года. –С. 304-307
32. Гуляева Г.Х., Курбанова Н., Мукимов М.М. О способах получения уточных двухслойных трикотажных полотен. 52 Международная научно-техническая конференция преподавателей и студентов, Витебский Государственный Технологический Университет. ВИТЕБСК 2019. – С. 302-305.
33. Гуляева Г.Х., Мукимов М.М., Агзамова С. О новом способе получения уточного трикотажа. Сборник материалов 53 Международной научно-технической конференции преподавателей и студентов. Том-2. Витебск. 2020. – С. 271-273.
34. Гуляева Г.Х., Мукимов М.М. О способе выработки футерованно-уточного трикотажа. Международный научно-практический симпозиум «Прогрессивные

технологии и оборудование: текстиль, одежда, обувь». Витебск. 3 ноября 2020 года. –С. 19-21.

35. Гуляева Г.Х., Мукимов М.М. Способ выработки формоустойчивого трикотажа футерованного переплетения. Всероссийский круглый стол с международным участием проблемы текстильной отрасли и пути их решения. Москва. 22 декабря 2021г. 2021й. 62-66 б.

36. Гуляева Г.Х., Мукимов М.М. Способ выработки уточного трикотажа. Всероссийский круглый стол с международным участием проблемы текстильной отрасли и пути их решения. Москва. 22 декабря 2021г. 2021й. 67-70 б.

37. Гуляева Г.Х., Мукимов М.М., Агзамова С., Раззокова М. Икки қатламли трикотаж тўқимасининг самарали тузилишларини ишлаб чиқиш. Paxta, to'qimachilik va yengil sanoat mahsulotlari sifatini ta'minlashning zamonaviy konsepsiyalari mavzusidagi xalqaro anjuman maqolalar to'plami. Namangan muhandislik-texnologiya instituti. Namangan. 2021 yil 22-23 aprel. 2-tom. 126-129 б.

38. Гуляева Г.Х., Ташпулатова С.С., Мукимов М.М. Янги тузилишли аралаш трикотаж тўқималарнинг технологик кўрсаткичларини тадқиқоти Paxta, to'qimachilik va yengil sanoat mahsulotlari sifatini ta'minlashning zamonaviy konsepsiyalari mavzusidagi xalqaro anjuman maqolalar to'plami. Namangan muhandislik-texnologiya instituti. Namangan. 2021 yil 22-23 aprel. 2-tom. 180-182 б.

39. Гуляева Г.Х., Мукимов М.М., Агзамова С., Ташпулатова С.С. Янги трикотаж тузилишларини тадқиқи. Paxta, to'qimachilik va yengil sanoat mahsulotlari sifatini ta'minlashning zamonaviy konsepsiyalari mavzusidagi xalqaro anjuman maqolalar to'plami. . Namangan muhandislik-texnologiya instituti. 2021 yil 22-23 aprel, 2-tom. 247-249 б.

40. Гуляева Г.Х., Мукимов М.М. Повышение эффективности получения уточного трикотажа. “Тўқимачилик саноатининг ривожланиш тенденциялари: муаммо ва ечимлари” мавзусида халқаро илмий-амалий конференцияси. Термез давлат университети. 23-24 апрель 2021 йил. 610-612б.

41. Гуляева Г.Х., Мукимов М.М. Формоустойчивый трикотаж новой структуры. “Тўқимачилик саноатининг ривожланиш тенденциялари: муаммо ва ечимлари” мавзусида халқаро илмий-амалий конференцияси тўплами. Термез давлат университети. 23 –24 апрель 2021 йил. 613-615б.

42. Гуляева Г.Х., Мукимов М.М. Способ получения формоустойчивого уточного трикотажа на базе комбинированного переплетения. Материалы докладов 54-й международной научно-технической конференции преподавателей и студентов. 2021г. ВГТУ. Витебск. Беларусь. 2021й. 228-230 б.

43. Gulyaeva G.Kh., Mukimov M.M. Inlaid knitted fabric`s producing way. Collections of scientific works «Innovation in the modern education system». Part 10. Washington, USA. 25th September 2021. 31-36p.

44. Gulyaeva G Kh., Mukimov M.M. Effective method for producing inlaid knitted fabrics. Collection of Scientific Works «Pedagogical sciences and teaching methods». VOLUME 1, ISSUE 2. Berlin 14 August. 2021й. 36-41p.

45. Гуляева Г.Х., Мусаева М.М., Мукимов М.М. Анализ зависимости параметров формоустойчивости трикотажа от количества лайкры и структуры

трикотажа. Материалы докладов 55-й международной научно-технической конференции преподавателей и студентов. Витебск. УО «ВГТУ». 2022г. Том 2. – С. 325-327.

46. Гуляева Г. Х., Абдунабиев Р. Р., Мукимов М. М. Исследование формоустойчивости комбинированного трикотажа. “Тўқимачилик ва энгил саноат соҳаларида инновацион технологияларни жорий этишда олий таълим ва ишлаб чиқариш корхоналарининг тутган ўрни” мавзусида халқаро илмий-амалий конференцияси. Термез Давлат Университети. 2022й. –С. 573-575.

47. Гуляева Г.Х., Сатторов Ф.Ф., Мукимов М.М. О технологических параметрах трикотажа комбинированного переплетения. “Тўқимачилик ва энгил саноат соҳаларида инновацион технологияларни жорий этишда олий таълим ва ишлаб чиқариш корхоналарининг тутган ўрни” мавзусида халқаро илмий-амалий конференцияси. Термез Давлат Университети. 2022й. –С. 576-578.

48. Гуляева Г.Х., Абдунабиев Р.Р., Мукимов М.М. Исследование показателей формоустойчивости комбинированного переплетения. “Fan va ishlab chiqarish integratsiyalashuvi sharoitida to‘qimachilik va engil sanoatdagi muammolar va ularni bartaraf etish yo‘llari” mavzusida xalqaro ilmiy-amaliy anjuman, Namangan. 2022й. 5-6 май. 2-Том. –С. 93-95

49. Гуляева Г.Х. Об условиях деформируемости трикотажа. Paxta tozalash, to‘qimachilik va yengil sanoat sohalarining texnologiyasini takomillashtirish” mavzusidagi xalqaro ilmiy-amaliy anjuman 2023-yil 20-21-oktabr. Termiz. –С. 7-9.

50. Гуляева Г.Х., Мусаева М.М., Мусаев Н.М., Мукимов М.М. Исследование материалоемкости комбинированного трикотажа на базе интерлочного переплетения. Материалы докладов 56-й международной научно-технической конференции преподавателей и студентов. Том-2. 2023г. ВГТУ. Витебск. Беларусь. -С. 349-351.

51. Гуляева Г.Х. Исследование способа повышения формоустойчивости интерлочного трикотажа для верхних изделий. Сборник научных трудов Первой Всероссийской конференции с международным участием «Актуальные направления развития текстильной и легкой промышленности в современных условиях». Часть – 2. Москва 2024г. –С. 78-82.

52. Гуляева Г.Х., Мукимов М.М., Агзамова С.М. Изучение особенностей новых структур комбинированного трикотажа. Сборник научных трудов Первой Всероссийской конференции с международным участием «Актуальные направления развития текстильной и легкой промышленности в современных условиях». Часть – 2. Москва 2024г. –С. 82-86.

53. Гуляева Г.Х., Шин И.Г., Мукимов М.М., Агзамова С.М. О процессе нарушения внутреннего равновесия системы петель Материалы докладов 57-й международной научно-технической конференции преподавателей и студентов. Том-2. 2023г. ВГТУ. Витебск. Беларусь. -С. 349-351.

54. Гуляева Г.Х., Курбанова Н., Мукимов М.М. Исследование качественных показателей формоустойчивого плюшевого трикотажа с уменьшенной материалоемкостью. “Машинашуносликнинг долзарб муаммолари ва уларнинг

ечими” мавзусидаги Академик Х.Х.Усмонхўжаев таваллудининг 100 йиллигига бағишланган Республика илмий-амалий конференцияси мақолалар тўплами. 2-қисм. 2019й. 20-21 ноябрь. –С. 302-304.

55. Гуляева Г.Х., Холиков К.М., Мукимов М.М. Способ повышения качества уточного трикотажа. “Тўқимачилик ва тикув-трикотаж саноатини янада ривожлантириш ва кадрлар тайёрлашга инновацион ёндашувлар” мавзусидаги Республика илмий-амалий анжуман илмий мақолалари тўплами. Наманган муҳандислик-технология институти. 2020 йил 22 апрель. 100-101б.

56. Гуляева Г.Х., Холиков К.М., Мукимов М.М. Инновационные технологии формоустойчивого трикотажа. “Тўқимачилик ва тикув-трикотаж саноатини янада ривожлантириш ва кадрлар тайёрлашга инновацион ёндашувлар” мавзусидаги Республика илмий-амалий анжуман илмий мақолалари тўплами. Наманган муҳандислик-технология институти. 2020 йил 22 апрель. 89-90б.

57. Гуляева Г.Х., Мукимов М.М., Агзамова С. Способ получения формоустойчивого трикотажа с высокими теплозащитными свойствами “Фан, таълим, ишлаб чиқариш интеграциялашуви шароитида пахта тозалаш, тўқимачилик, енгил саноат, матбаа ишлаб чиқариш инновацион технологиялари долзарб муаммолари ва уларнинг ечими” мавзусидаги республика миқёсидаги илмий-амалий анжумани. ТТЕСИ. 2020 йил. 24 сентябрь. 250-252 б.

58. Гуляева Г.Х., Мукимов М.М., Агзамова С. О способе повышения качества футерованного трикотажа. “Фан, таълим, ишлаб чиқариш интеграциялашуви шароитида пахта тозалаш, тўқимачилик, енгил саноат, матбаа ишлаб чиқариш инновацион технологиялари долзарб муаммолари ва уларнинг ечими” мавзусидаги республика миқёсидаги илмий-амалий анжумани. ТТЕСИ. 2020 йил 24 сентябрь. 253-256

59. Гуляева Г.Х., Мукимов М.М., Агзамова С., Раззоқова М. Устки трикотаж маҳсулотлари учун трикотаж тўзилишлари. «Махаллий хомашёлар ва иккиламчи ресурслар асосидаги инновацион технологиялар» мавзусидаги Республика илмий-амалий анжуман мақолалари тўплами. Урганч. 2021 йил 19-20 апрель. 470-471 б.

60. Гуляева Г.Х., Мукимов М.М., Агзамова С., Сатторов Ф. Янги трикотаж турларини тадқиқи. “Махаллий хомашёлар ва иккиламчи ресурслар асосидаги инновацион технологиялар” мавзусидаги Республика илмий-амалий анжуман мақолалари тўплами. Урганч. 2021 йил 19-20 апрель. 2021йил, 472-473 б.

61. Гуляева Г.Х., Абдунабиев Р.А., Мукимов М.М. Способ повышения износостойкости уточного трикотажа. “Қорақалпоғистон Республикасида ишлаб чиқариш саноат соҳалари ривожининг долзарб муаммолари” мавзусидаги Республика илмий-амалий анжумани. 2021 йил 26 апрель. 40-41 б.

62. Гуляева Г.Х., Мукимов М.М., Исаханова К., Хакимова М. Аралаш трикотаж тўқималарини олишнинг самарали усули. “Қорақалпоғистон республикасида ишлаб чиқариш саноат соҳалари ривожининг долзарб муаммолари” мавзусидаги Республика илмий-амалий анжумани. 2021 йил 26 апрель. 45-46 б.

63. Гуляева Г.Х., Мукимов М.М., Агзамова С. Икки қатламли трикотаж тўқимасининг технологик кўрсаткичларини тадқиқ этиш. “Фан, таълим, ишлаб

чиқариш интеграциялашуви шароитида пахта тозалаш, тўқимачилик, енгил саноат, матбаа ишлаб чиқариш инновацион технологиялари долзарб муаммолари ва уларнинг ечими” Республика илмий-амалий анжумани, ТТЕСИ. 2021 й. 21-22 апрель. 373-375 б.

64. Гуляева Г.Х., Мукимов М.М., Агзамова С. Икки қатламли трикотажд тўқимасининг самарали тузилишларини ишлаб чиқиш. “Фан, таълим, ишлаб чиқариш интеграциялашуви шароитида пахта тозалаш, тўқимачилик, енгил саноат, матбаа ишлаб чиқариш инновацион технологиялари долзарб муаммолари ва уларнинг ечими” мавзусидаги Республика илмий-амалий анжумани. ТТЕСИ. 2021 й. 21-22 апрель. 2021йил, 383-386 б.

65. Gulyaeva G.Kh., Mukimov M.M., Razzokova M. New producing way of inlaid knitted fabrics. “Paxta tozalash, to‘qimachilik, yengil sanoat, matbaa ishlab chiqarish texnika-texnologiyalarni modernizatsiyalash sharoitida iqtidorli yoshlarning innovatsion g‘oyalari va ishlanmalari” Respublika ilmiy-amaliy anjumani. 20-21 oktabr. Toshkent. 2021йил, 73-75 б.

66. Гуляева Г.Х., Мукимов М.М. Новый подход к получению формоустойчивого трикотажа. “Paxta tozalash, to‘qimachilik, yengil sanoat, matbaa ishlab chiqarish texnika-texnologiyalarni modernizatsiyalash sharoitida iqtidorli yoshlarning innovatsion g‘oyalari va ishlanmalari” Respublika ilmiy- amaliy anjumani. 20-21 oktabr. Toshkent-2021. 390-392 б.

67. Гуляева Г.Х., Мукимов М.М. Об эффективном способе повышения теплозащитных свойств трикотажа. “Paxta tozalash, to‘qimachilik, yengil sanoat, matbaa ishlab chiqarish texnika-texnologiyalarni modernizatsiyalash sharoitida iqtidorli yoshlarning innovatsion g‘oyalari va ishlanmalari” Respublika ilmiy-amaliy anjumani. 20-21 oktabr. Toshkent-2021. 398-401 б.

68. Исаханова К., Гуляева Г.Х., Мукимов М.М. Лайкра ипининг миқдори трикотаж тўқималари физик-механик хусусиятларига таъсири тадқиқоти. “Fan, ta’lim, ishlab chiqarish integratsiyalashuvi sharoitida Paxta tozalash, to‘qimachilik, yengil sanoat, matbaa ishlab chiqarish innovatsion texnologiyalari dolzarb muammolari va ularning yechimi” mavzusidagi respublika miqyosidagi ilmiy – amaliy anjumani. ТТЕСИ. 2022й. 18-19 май. 1-қисм. –С. 408-410.

69. Гуляева Г.Х., Мукимов М.М., Агзамова С.М. Способ повышения формоустойчивости трикотажа для верхних изделий. “Tikuv-trikotaj sanoatida innovatsion texnologiyalar, ishlab chiqarishdagi muammo, tahlil va sohani rivojlanish istiqbollari” respublika ilmiy-amaliy konferensiyasi maqolalari to‘plami. 1-Tom. – Namangan: NamTSI, 2024. -335-339 bet.

70. Гуляева Г.Х., Мукимов М.М., Агзамова С.М. Анализ технологических параметров новых структур комбинированного трикотажа. “Tikuv-trikotaj sanoatida innovatsion texnologiyalar, ishlab chiqarishdagi muammo, tahlil va sohani rivojlanish istiqbollari” respublika ilmiy-amaliy konferensiyasi maqolalari to‘plami. 1-Tom. – Namangan: NamTSI, 2024. -340-343 bet.

Avtoreferat «O‘zbekiston to‘qimachilik» jurnali ilmiy-texnik jurnali tahririyatida  
tahrirdan o‘tkazildi va o‘zbek, rus, ingliz tillaridagi matnlar mosligi  
(07.05.2025y.) tekshirildi.

Bosishga ruxsat etildi: 17.06.2025 yil.  
Bichimi 60x45 1/8, «Times New Roman»  
Garniturada raqamli bosma usulida bosildi.  
Shartli bosma tabog‘i 4,2. Adadi:100. Buyurtma №73.  
TTYESI bosmaxonasida chop etildi.  
Toshkent shahri, Shohjahon ko‘chasi, 5-uy.

