

**TOSHKENT TO‘QIMACHILIK VA YENGIL SANOAT INSTITUTI
HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI
DSc. 03/2025.27.12.T.21.01 RAQAMLI ILMIY KENGASH**

TOSHKENT TO‘QIMACHILIK VA YENGIL SANOAT INSTITUTI

PULATOVA LAZIZAXON BAXODIR QIZI

**FUNKSIONAL SPORT KIIYIMINI LOYIHALASH USULINI
TAKOMILLASHTIRISH (KONKI UCHISHDA)**

05.06.04 – Tikuvchilik buyumlari texnologiyasi va kostyum dizayni

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

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

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

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

Pulatova Lazizaxon Baxodir qizi

Funksional sport kiyimini loyihalash usulini takomillashtirish
(konki uchishda)..... 3

Пулатова Лазизахон Баходировна

Совершенствование метода проектирования функциональной
спортивной одежды (катания на коньках)..... 23

Pulatova Lazizakhon Bakhodirovna

Improving the method of designing functional sportswear
(for Ice Skating)..... 45

E‘lon qilingan ishlar ro‘yxati

Список опубликованных работ

List of published works 49

**TOSHKENT TO‘QIMACHILIK VA YENGIL SANOAT INSTITUTI
HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI
DSc. 03/2025.27.12.T.21. 01 RAQAMLI ILMIY KENGASH**

TOSHKENT TO‘QIMACHILIK VA YENGIL SANOAT INSTITUTI

PULATOVA LAZIZAXON BAXODIR QIZI

**FUNKSIONAL SPORT KIIYIMINI LOYIHALASH USULINI
TAKOMILLASHTIRISH (KONKI UCHISHDA)**

05.06.04 – Tikuvchilik buyumlari texnologiyasi va kostyum dizayni

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

Toshkent – 2026

Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi mavzusi O'zbekiston Respublikasi Fanlar Akademiyasi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasida B2025.3.PhD/T5992 raqam bilan ro'yxatga olingan.

Dissertatsiya ishi 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) hamda "Ziyo Net" Axborot-ta'lim portalida (www.ziynet.uz) joylashtirilgan.

Ilmiy rahbar:

Kasimova Aziza Baxodirovna
texnika fanlari falsafa doktori, professor

Rasmiy opponentlar:

Nigmatova Fotima Usmanovna
texnika fanlari doktori, professor

Pulatova Saboxat Usmanovna
texnika fanlari doktori, professor

Yetakchi tashkilot:

Namangan davlat texnika universiteti

Dissertatsiya himoyasi Toshkent to'qimachilik va yengil sanoat instituti huzuridagi ilmiy darajalar beruvchi DSC.03/2025.27.12.T.21.01 raqamli Ilmiy kengashining 2026- yil 08 oktabr soat 11⁰⁰ dagi majlisida bo'lib o'tadi. (Manzil: 100100, Toshkent sh., Shohjahon-5. Tel: (+99871) 253-06-06, 253-08-08, faks: (+99871) 253-36-17; e-mail: titlp_info@edu.uz, Toshkent to'qimachilik va yengil sanoat instituti ma'muriy binosi, 222-xona).

Dissertatsiya ishi bilan Toshkent to'qimachilik va yengil sanoat institutining Axborot resurs markazida tanishish mumkin (№ 314 raqam bilan ro'yxatga olingan). Manzil: 100100, Toshkent sh., Shohjaxon-5. Tel.: (+99871) 253-06-06, 253-08-08.

Dissertatsiya avtoreferati 2026 yil 24 sentabr kuni tarqatildi.
(2026 yil 24 sentabr № 310 raqamli reestr bayonnomasi).



X.H. Kamilova
Ilmiy darajalar beruvchi Ilmiy
kengash raisi, t.f.d., professor

A.Z. Mamatov
Ilmiy darajalar beruvchi
Ilmiy kengash kotibi, t.f.d., professor

N.R. Xanxadjaeva
Ilmiy darajalar beruvchi Ilmiy kengash
qoshidagi Ilmiy seminar raisi, t.f.d., professor

KIRISH (falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi annotatsiyasi)

Dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zarurati. Jahonda aholining sog'lom turmush tarziga bo'lgan qiziqishi ortishi natijasida qishki sport turlari, jumladan, muzda havaskor konki uchish tobora ommalashib bormoqda. Konki uchish jarayonida yuqori harakat tezligi, tana muvozanatining yo'qolishi, muz sirtining qattiqligi, past harorat va tashqi namlik ta'siri yiqilish va turli darajadagi jarohatlar olish xavfini oshiradi. Shu sababli harakat erkinligini cheklamaydigan, ergonomik jihatdan qulay, tashqi namlik va mexanik ta'sirlardan kompleks himoyalovchi funksional sport kiyimlarini yaratish muhim ilmiy-amaliy ahamiyat kasb etmoqda.

Dunyo miqyosida konki uchish va boshqa qishki sport turlariga mo'ljallangan kiyimlarning himoya, ergonomik va gigiyenik xususiyatlarini yaxshilash, yiqilish biomexanikasini o'rganish, jarohatlanish xavfi yuqori bo'lgan anatomik-topografik zonalarini aniqlash, zarba energiyasini kamaytiruvchi elastik materiallar hamda himoya elementlarining konstruktiv parametrlarini takomillashtirish bo'yicha ilmiy izlanishlar olib borilmoqda. Ushbu yo'nalishda, jumladan, kiyim paketining issiqlik va namlik almashinuviga ta'sirini baholash, suvga chidamli va havo o'tkazuvchan materiallarni tanlash, polimer materiallardan yengil va egiluvchan himoya elementlarini ishlab chiqish, ularni kiyim konstruksiyasiga integratsiyalash hamda dinamik harakat sharoitida kiyimning ergonomik mosligini ta'minlashning ilmiy-metodologik asoslarini yaratish ustuvor hisoblanadi. Bu borada himoya vositalarini alohida buyum sifatida kiyish zaruratini bartaraf etadigan, tashqi namlik, ishqalanish va mexanik zarbalardan bir vaqtning o'zida himoyalovchi yaxlit funksional sport kiyimini ishlab chiqish muhim vazifalardan biri hisoblanadi.

Respublikamizda qishki sport turlarini rivojlantirish va ommalashtirish, zamonaviy muz sporti majmualarini tashkil etish, mahalliy yengil sanoat korxonalarida raqobatbardosh hamda yuqori qo'shilgan qiymatli tikuvchilik mahsulotlarini ishlab chiqarishni tashkil etish va sifatini yaxshilash, innovatsion material va texnologiyalarni ishlab chiqarishga joriy etishga qaratilgan keng ko'lamli chora-tadbirlar amalga oshirilmoqda. "O'zbekiston – 2030" strategiyasida ilmiy-texnik salohiyatdan samarali foydalanish, yuqori texnologik ishlab chiqarishlarni rivojlantirish va sanoatda raqamli yechimlarni joriy etish kabi muhim vazifalar belgilangan. Mazkur vazifalarni bajarishda havaskor konki uchuvchilarning harakat xususiyatlari va yiqilish mexanizmlarini hisobga olgan holda jarohatlanish xavfi yuqori anatomik zonalarini himoyalash, tashqi namlik ta'sirini kamaytirish, ergonomik qulaylik va harakat erkinligini ta'minlash imkonini beradigan funksional sport kiyimini loyihalash usulini takomillashtirish muhim ahamiyatga ega.

O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020-yil 4-fevraldag PQ-4583-son "Qishki sport turlarini rivojlantirish chora-tadbirlari to'g'risida"gi qarori, 2022-yil 1-iyuldagi PQ-303-son "2026-yil Milan va Kortina-d'Ampetsso shaharlarida (Italiya) bo'lib o'tadigan XXV qishki Olimpiya va XIV Paralimpiya o'yinlariga O'zbekiston sportchilarini kompleks tayyorlash to'g'risida"gi qarori hamda 2024-yil 1-maydagi PF-71-son "To'qimachilik va tikuv-trikotaj sanoatini rivojlantirishni yangi bosqichga olib chiqish chora-tadbirlari to'g'risida"gi farmoni va mazkur faoliyatga

tegishli boshqa me'yoriy-huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni amalga oshirishda ushbu dissertatsiya tadqiqoti muayyan darajada xizmat qiladi.

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

Muammoni o'rganganlik darajasi. Hozirgi kungacha uch o'lchovli bosma texnologiyasini kiyimlarda qo'llash bo'yicha ko'plab olimlar va dizaynerlar o'z tadqiqot ishlarida izlanishlar olib borganlar. Jumladan, T.B. Belko, M.A. Kurbatova, I.L. Golubeva, O.N. Gancharova, R.V. Kovalenko, Y.N. Kosnikov, E. Keness, L.L. Nikitina, H. Lipson, M. Kurman, Ya-Qian Xiao, Chi-Wai Kan, H. Zhou, S.S. Martinez, K. Chatterjee, T.K. Ghosh, M. Asulin, A. Shapira, F.A. Koliyeva, A.V. Gobeeva, A.O. Girkikyan, T. Mpofu, S. Forster, P.A. Kafanova, D.V. Volkov, J. Smith, N.P. Ivanova, I. Gipson, A. Gorbunov, A.M. Nevill, D.L. King, S.V. Mixaylov kabi xorijiy olimlar uch o'lchovli bosma texnologiyasini kiyimlarni an'anaviy ishlab chiqarishga tatbiq etish, kiyim uchun mos filamentlarni taklif etish va kundalik kiyimlarda ularni qo'llash yuzasidan ilmiy izlanishlar olib borishgan.

Materialshunoslik sohasida Ivanova N.P. (2018), Gorbunov I.V. (2021), Neville A.M. (2020), Brown T. (2022), Scott R.A. (2005), Rossi R.M. (2015), Zhou X. (2020), Lee S. (2019), Kim J. (2020), Huang J. (2011) kabi olimlar sport kiyimlarining fizik-mexanik, termal va nafas oluvchanlik xususiyatlarini tahlil qilib, TPU, Nylon, Polyester va PTFE asosidagi himoya qatlamlari yuqori natija berishini ilmiy asosda ko'rsatganlar. Karimov S. (2022), Xolmatov A. (2023), Qodirov B. (2021) ishlarida sport kiyimlarining gigiyenik, himoya va ergonomik talablari mahalliy iqlim sharoitida o'rganilgan. Konki va chang'i uchuvchilarning maxsus kiyimlari bo'yicha M.L. Urvanseva va A.V. Lebedev ilmiy tadqiqotlar olib borganlar.

Shu bilan birga, konki uchuvchilar uchun funksional sport kiyimlarida 3D bosma himoya elementlarini qo'llash, ularni kiyim konstruksiyasiga integratsiyalash va himoya samaradorligini baholash masalalari yetarli darajada o'rganilmagan. Shuningdek, himoya elementlarining anatomik zonalarga mos joylashtirilishi va ekspluatatsion qulayligini ta'minlash bo'yicha tadqiqotlar ham yetarli emas.

Dissertatsiya tadqiqotining dissertatsiya bajarilgan oliy ta'lim muassasasining ilmiy-tadqiqot ishlari rejalari bilan bog'liqligi. Ushbu tadqiqot ishi Toshkent to'qimachilik va yengil sanoat instituti hamda "Humo" muz sportini rivojlantirish markazi o'rtasida tuzilgan dalolatnoma doirasida amalga oshirildi.

Tadqiqotning maqsadi - konki uchuvchi havaskor sportchilar uchun jarohatlanish xavfini kamaytiruvchi, namlik ta'siridan himoyalovchi funksional sport kiyimini ishlab chiqish va bu orqali konki uchuvchilarning qulayligi va xavfsizligini ta'minlash.

Tadqiqotning vazifalari:

Konki uchuvchilar faoliyatida jarohatlanishga olib keluvchi xavf omillarini tahlil qilish hamda muz ustida konki uchish jarayonida yuzaga keladigan harakatlar va yiqilish holatlarining o'ziga xos xususiyatlari asosida tananing shikastlanishga eng moyil qismlarini aniqlash;

Himoya elementlarining geometrik va konstruktiv ko'rsatkichlarini asoslash uchun ularning deformatsion holatini matematik modellash va parametrlarini optimallashtirish;

Funksional sport kiyimlari tarkibida qo'llaniladigan materiallar va himoya komponentlarining fizik-mexanik hamda ekspluatatsion xossalarini tadqiq qilish, kombinatsiyalangan himoya tizimini shakllantirish;

Ishlab chiqilgan himoya tizimi asosida funksional kombinezon konstruksiyasini yaratish, tayyorlash texnologiyasini ishlab chiqish va uning ergonomik hamda himoya samaradorligini baholash.

Tadqiqotning obyekti – konki uchuvchilar uchun mo'ljallangan funksional sport kiyimining konstruksiyasi, material tarkibi, himoya elementlari va ishlab chiqish texnologiyasi.

Tadqiqotning predmeti - konki uchuvchilar uchun uch o'lchovli bosma texnologiyalar asosida ishlab chiqiladigan funksional sport kombinezoni dizayni va loyihalash usuli.

Tadqiqotning usullari. Tadqiqotda qishki sport turlarida, xususan, muzda konki uchishda sportchilarga ta'sir etuvchi xavf omillarini tahlil qilish uchun nazariy tahlil, himoya kiyimining materiallari va 3D bosma elementlarining fizik-mexanik xususiyatlarini aniqlash uchun eksperimental sinov, kombinezon konstruksiyasi va himoya modullarini loyihalash uchun kompyuter va matematik modellash, ishlab chiqarish jarayonining iqtisodiy samaradorligini baholash uchun iqtisodiy tahlil hamda kiyimning ergonomik qulayligi va harakatga moslashuvini aniqlash uchun amaliy sinov va ergonomik baholash usullari qo'llanilgan.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi quyidagilardan iborat:

muz ustida konki uchuvchi havaskorlarning harakatlari va yiqilish holatlarini biomexanik tahlil qilish asosida zarba ta'siri yuqori bo'lgan anatomik himoya zonalari aniqlangan;

himoya elementlarining deformatsion holati zarba yuklanishlari ta'sirida matematik modellash va ularning ratsional geometrik va konstruktiv parametrlari aniqlangan;

funksional sport kiyimi tarkibida qo'llaniladigan materiallar va himoya komponentlarining fizik-mexanik hamda ekspluatatsion xossalari tadqiq qilinib, kombinatsiyalangan himoya tizimi shakllantirilgan;

himoya elementlarini joylashtirish va mahkamlash sxemalari asosida harakat erkinligini ta'minlovchi hamda zarba ta'sirini kamaytiruvchi funksional kombinezon konstruksiyasi va uni tayyorlash texnologiyasi ishlab chiqilgan.

Tadqiqotning amaliy natijalari quyidagilardan iborat:

Konki uchuvchilar uchun funksional sport kombinezoni namunasi ishlab chiqildi, unda 3D bosma TPU modulli himoya elementlari, Taslan asosidagi suv va shamol o'tkazmaydigan mato hamda ergonomik konstruksiya uyg'unlashtirilgan;

himoya elementlari balka nazariyasi asosida modellash berildi va uch o'lchovli bosma himoya detallarining optimal o'lchamlari asoslab berildi. Himoya elementlari tizza, tirsak, bel va dumg'aza qismlariga mos tarzda joylashtirilgan;

sport kiyimining konstruksiyasi “Myuller va uning o‘g‘li” metodikasi asosida takomillashtirildi, natijada 48–50 o‘lcham oralig‘idagi sportchi gavdasiga to‘liq moslashuvchi, harakat erkinligini saqlovchi kombinezon modeli yaratilgan;

tayyor mahsulotni ishlab chiqarishning texnologik kartasi va texnik-iqtisodiy modeli ishlab chiqildi; unda ishlab chiqarish quvvati, mehnat sarfi, tannarx, foyda va rentabellik ko‘rsatkichlari aniqlandi hamda mahalliy ishlab chiqarishga tatbiq etish imkoniyatlari asoslab berilgan;

ishlab chiqilgan funksional sport kiyimi namunasi Toshkent shahridagi “Humo” muz sport turlarini rivojlantirish markazida sinovdan o‘tkazilib, uning zarba yutish qobiliyati, harakat erkinligi va qulaylik darajasi amaliy jihatdan tasdiqlandi;

“Art Print and Textile” MChJ hamda “ART TEX SERVIS” MChJ tikuvchilik korxonalarida loyihalashtirilgan maxsus kombinezonni ishlab chiqarish uchun tavsiyalar ishlab chiqildi, bu esa O‘zbekiston yengil sanoatida innovatsion sport kiyimlari ishlab chiqarish yo‘nalishini kengaytirish imkonini beradi.

Tadqiqot natijalarining ishonchliligi. Dissertatsiya ishida nazariy va tajribaviy tadqiqotlar natijalari, aprotatsiyadan o‘tkazilgan tadqiqotlarning ijobiy natijalari, mavzu bo‘yicha ma‘lumotlarning qiyosiy tahlili hamda nazariy va tajribaviy tadqiqotlar natijalarini o‘zaro taqqoslash asosida tadqiqot natijalarining ishonchliligi ta‘minlangan.

Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati. Tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyati konki uchuvchilar uchun funksional sport kiyimini loyihalashda material tanlash, himoya elementlarini joylashtirish va 3D bosma texnologiyalaridan foydalanishning ilmiy asoslari ishlab chiqilgani, shuningdek, himoya modullarining zarba energiyasini yutish, egiluvchanlik va deformatsion barqarorlik ko‘rsatkichlarini baholash usuli taklif etilgani bilan izohlanadi.

Dissertatsiyaning amaliy ahamiyati havaskor konki uchuvchilar uchun ergonomik, qulay va zarbadan himoyalovchi 3D bosma elementlarga ega funksional sport kombinezoni ishlab chiqilgani, uning samaradorligi amaliy sinovlarda tasdiqlangani hamda taklif etilgan himoya kiyimini mahalliy sharoitda ishlab chiqarishning iqtisodiy samaradorligi asoslangani bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining joriy qilinishi. Konki uchuvchilar uchun funksional himoya kiyimini ishlab chiqish bo‘yicha tadqiqot natijalari “Art Print and Textile” MChJ hamda “ART TEX SERVIS” MChJ korxonalarida ishlab chiqarishga joriy etilgan (“O‘zto‘qimachilik sanoati” uyushmasining 2026-yil 2-sentabrdagi № 01/06-1246-sonli ma‘lumotnomasi).

Natijada havaskor konki uchuvchilari uchun tashqi namlik va mexanik ta’sirlardan himoyalovchi funksional sport kiyimi, uning tarkibiga integratsiyalangan himoya elementlari hamda kiyimni ishlab chiqarish texnologik jarayoni ishlab chiqilgan, kiyimning himoya, gigiyenik va ekspluatatsion xususiyatlarini oshirish hamda mahsulot tannarxini 68,8 % ga kamaytirishga erishilgan. Mahsulot import analoglariga nisbatan 3,2 baravar arzon bo‘lib, ishlab chiqarish rentabelligi 20 foizni tashkil etgan.

Tadqiqot natijalarining aprotatsiyasi. Funksional sport kiyimi “Humo” muz sport turlarini rivojlantirish markazida sinovdan o‘tgan hamda tegishli dalolatnomalar

bilan tasdiqlangan. Tadqiqot natijalari 2 ta respublika va 2 ta xalqaro ilmiy-amaliy anjumanda ma'ruza qilingan va muhokamadan o'tgan.

Tadqiqot natijalarining e'lon qilinganligi. Dissertatsiya mavzusi bo'yicha 12 ta ilmiy ish chop etilgan, shulardan 4 tasi xalqaro ilmiy nashrlarda, 3 ta maqola OAK tavsiya etgan milliy nashrlarda chop etilgan, O'zbekiston Respublikasi Adliya vazirligi huzuridagi Intellektual mulk agentligi tomonidan sanoat namunasi uchun № SAP 2878 patent olingan.

Dissertatsiyaning tuzilishi va hajmi. Tadqiqot ishi kirish, 4 ta bob, umumiy xulosalar, foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati va ilovalardan iborat. Dissertatsiya matni 119 betni tashkil qiladi.

DISSERTATSIYANING ASOSIY MAZMUNI

Kirish qismida dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zarurati asoslab berilgan, maqsad va vazifalari, shuningdek, tadqiqot obyekti va predmeti shakllantirilgan, tadqiqotning respublika fan va texnologiyalar rivojlanishining ustuvor yo'nalishlariga mosligi keltirilgan, tadqiqotning ilmiy yangiligi va amaliy natijalari bayon qilingan, olingan natijalar ishonchliligi asoslab berilgan, olingan natijalarning nazariy va amaliy ahamiyati ochib berilgan, tadqiqot natijalarining amaliyotga joriy etilgan tatbiqlari, nashr etilgan ishlar va dissertatsiyaning tuzilishi to'g'risidagi ma'lumotlar keltirilgan.

Dissertatsiyaning **“Qishki sport o'yinlari uchun himoya kiyimlarining ahamiyati va innovatsion yondashuv”** deb nomlangan bobida qishki sport o'yinlari uchun mo'ljallangan himoya kiyimlarining ahamiyati, mavjud muammolari hamda ularni innovatsion texnologiyalar asosida takomillashtirish yo'llari kompleks tarzda tahlil qilindi. Qishki sport turlari (konki uchish, chang'i, snoubord, xokkey va boshqalar) yuqori tezlik, sovuq muhit va qattiq sirtlar bilan bog'liq bo'lib, sportchilarda asosan tizza, dumg'aza, bilak, tirsak, bosh va bo'yin sohalarida jarohatlanish xavfi yuqori ekanligi statistik ma'lumotlar asosida aniqlandi.

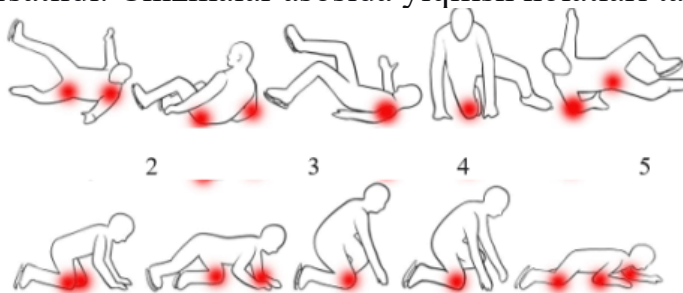
An'anaviy himoya kiyimlari va materiallarining asosiy cheklovlari - og'irlik, namlikni shimib olishi, past ergonomik moslashuvchanlik, sovuq sharoitda elastiklikni yo'qotishi hamda harakat erkinligini cheklashi - batafsil tahlil qilindi va ularning zamonaviy sport talablariga to'liq javob bermasligi ko'rsatildi. Xalqaro va milliy statistik tahlillar havaskor sportchilarda, ayniqsa, konki uchuvchilarda jarohatlanish chastotasi professional sportchilarga nisbatan 1,5–2 baravar yuqori ekanini ko'rsatdi. Buning asosiy sababi texnik tayyorgarlikning pastligi va himoya kiyimlaridan yetarli darajada foydalanilmasligi ekanligi asoslab berildi.

Dissertatsiya tadqiqoti doirasida himoya kiyimlariga qo'yiladigan xavfsizlik standartlari va sertifikatlash talablariga oid hujjatlar funksional kiyimni takomillashtirish masalasi doirasida ko'rib chiqilgan.

Dissertatsiyaning **“Havaskor konki uchuvchilar uchun himoya kiyimlarini yaratishda eksperimental tadqiqotlar”** nomli ikkinchi bobida **havaskor konki uchuvchilar** uchun himoya kiyimlarini ishlab chiqishning ilmiy-nazariy asoslari, ergonomik va biomexanik tahlillar, sportchiga ta'sir qiluvchi namlik va ishqalanish topografiyasi hamda suv o'tkazmaydigan matolarning laboratoriya tahlillari yoritilgan.

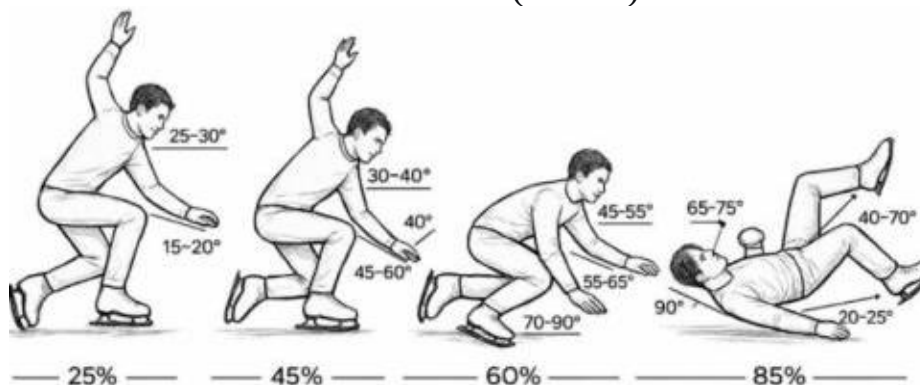
Muzda konki uchuvchilarning talab va takliflarini o'rganish maqsadida ijtimoiy so'rovnoma o'tkazildi. So'rovnoma natijalari bo'yicha konki uchish vaqtidagi noqulayliklar aniqlandi.

Tadqiqot ishida kuzatuv usullari orqali ham konki uchuvchilarning harakatlari va yiqilish vaqtidagi jarohatlanish nuqtalari aniqlandi. Buning uchun O'zbekistondagi mavjud muz saroylariga tashrif buyurildi va u yerda 10 kun davomida 6–7 soatlik kuzatuvlar olib borildi. Kuzatuvlar natijasida konki uchuvchilarning xatti-harakatlari, yiqilish holatlari chuqur o'rganildi va fotosuratlar yig'ildi. Fotosuratlar asosida havaskor konki uchuvchilarning yiqilish vaqtida jarohatlanish xavfi bo'lgan nuqtalar chizmalarda ko'rsatildi. Chizmalar asosida yiqilish holatlari tahlil qilindi (1-rasm).



1-rasm. Yiqilish vaqtida jarohatlanish xavfi bo'lgan nuqtalar

Ergonomik tahlil shuni ko'rsatadiki, konkida uchuvchining optimal holati tana massasining teng taqsimlanishi va og'irlik markazining barqarorligi asosida shakllanadi. Tadqiqot ishida yiqilish va muvozanatni yo'qotish jarayonidagi ketma-ket harakatlar fazalari burchaklar asosida ko'rsatildi (2-rasm).



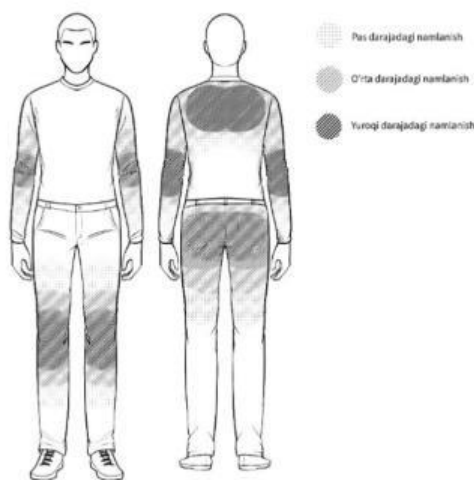
2- rasm. Konkida uchishdagi harakat fazalari

Havaskor konkida uchuvchilarning ergonomikasi va harakatlarini tahlil qilish shuni ko'rsatadiki, ularning tanasi va bo'g'imlari harakat amplitudasi, muvozanatni saqlash jarayonidagi yuklanishlar hamda tez-tez takrorlanadigan yiqilish holatlari kiyim konstruksiyasiga alohida talablar qo'yadi.

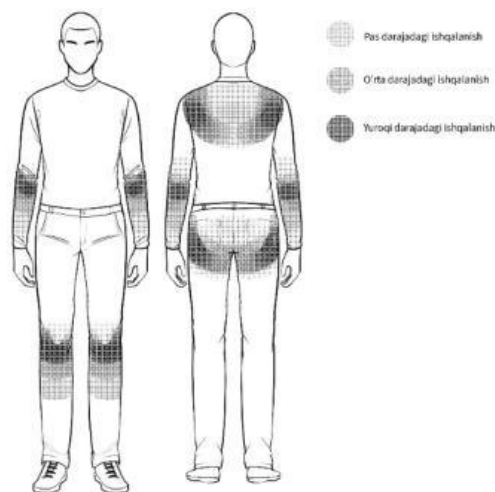
Qishki sport turlari, jumladan, muzda konkida uchish jarayonida sportchining kiyim topografiyasi murakkab tashqi sharoitlarda sinovdan o'tadi. Bunda asosiy muammoli omillar sifatida ishqalanish va namlikning to'planishi qayd etiladi. Ishqalanish yuqori tezlikdagi harakatlar, takroriy qadamlar va tana segmentlarining bir-biriga nisbatan siljishi natijasida yuzaga kelib, teri yuzasida mikrotravmalar, qizarish va pufakchalar hosil bo'lishiga olib keladi. Ayniqsa, tizza, son, qo'ltiq osti va bo'yin sohalarida bunday muammolar ko'proq kuzatiladi.

Tadqiqotning ushbu bosqichi “Humo” muz sport turlarini rivojlantirish markazida 50 dan ortiq havaskor konki uchuvchi sportchilar orasida kuzatuv va vizual tahlillar asosida amalga oshirildi.

Tadqiqotlar shuni ko‘rsatdiki, muz sporti markazlariga kelayotgan havaskor konki uchuvchilar ko‘pincha kundalik kiyimlarda mashg‘ulot olib boradilar. Bunday kiyimlar namlikka chidamli bo‘lmaganligi sababli muz zarralari ta’sirida tez namlanadi, sovuq muhitda esa issiqlikni yo‘qotish jarayoni tezlashadi. Natijada sportchi tanasida sovqotish, harakat erkinligining cheklanishi va umumiy qulaylikning pasayishi kuzatiladi. Kuzatuvlar va vizual tahlil asosida konki uchuvchilar kiyimida tashqi namlik to‘planadigan asosiy zonalar aniqlandi va sxematik ravishda chizildi (3-rasm).



3-rasm. Konki uchuvchilar kiyimining namlik topografiyasi



4-rasm. Konki uchuvchilarda ishqalanishning muammoli zonalari

Konki uchish vaqtida kiyimlarga ishqalanish ham sezilarli ta’sir ko‘rsatadi. Konki uchish jarayonida ishqalanish omili sportchi kiyimining funktsionalligi va chidamliligiga bevosita ta’sir ko‘rsatadigan muhim salbiy omil hisoblanadi. Ayniqsa, havaskor konki uchuvchilarda harakat texnikasining yetarli darajada shakllanmaganligi sababli tez-tez yiqilish va muz bo‘ylab sirpanish holatlari kuzatiladi. Ushbu jarayonlarda kiyimning ayrim uchastkalari muz yuzasi bilan takroriy va intensiv mexanik aloqaga kirishadi, natijada ishqalanish kuchi keskin ortadi. Bu holat kiyimning tez yeyilishi, matoning yupqalashishi, yirtilishi va deformatsiyalanishiga olib keladi. Tadqiqot ishida konki uchuvchilar kiyimida ishqalanish darajasining tananing turli uchastkalari bo‘yicha topografik taqsimlanishi grafik tarzda tasvirlangan (4-rasm).

Matoning tola tarkibi va tola nisbati GOST ISO 1833-11-2022 va GOST ISO 1833-25-2022 xalqaro standartlari asosida laboratoriya sharoitida tahlil qilindi. Tahlil qilingan barcha ko‘rsatkichlar normativ talablarga muvofiq, standartlashtirilgan metodika asosida aniqlandi.

Tadqiqot obyekti sifatida tanlab olingan to‘qimaviy materiallarning sifat ko‘rsatkichlari qiymatlarini aniqlash uchun sinovlar amalga oshirildi (1-jadval).

Xulosa sifatida himoya kiyimini loyihalash uchun 6-variant - Taslan matosi eng maqbul deb topildi.

Dissertatsiyaning **“Muzda konki uchuvchilar uchun uch o‘lchovli bosma texnologiyasi asosida himoya elementlarini loyihalash”** mavzusidagi uchinchi bobi himoya elementlariga qo‘yiladigan talablar, mavjud ekipirovkalar tahlili hamda funksional himoya kombinezoni uchun himoya vositalarini ishlab chiqish, balka nazariyasi asosida elementlarning egilish kuchi, diametri va qatlam qalinligini hisoblashga bag‘ishlangan.

1-jadval

Suv o‘tkazmaydigan matolarning fizik xususiyatlarining qiyosiy tahlili

№	Ko‘rsatkichlar nomi	Maxsus suv o‘tkazmaydigan gazlama					
		1 -variant Qoplamali diogonal mato	2- variant Plyonkali plashbop mato 1	3-variant Plyonkali trikota	4-variant Pyonkali plashbop mato 2	5-variant Plyonkali plashbop mato 3	6-variant Taslan
1	Tola tarkibi (%)	90% Polyester 10% Poliuretan qoplama	85% Polyester + 15% Nylon+ plyonka	95% Polyester+ Elastan	40% Polyester +60%Nylon	100 % Polyester + plyonka	100% Nylon
2	Yuza zichligi (g/m ²)	241,1	151,4	223,2	137,3	123,5	124,2
3	Havo o‘tkazuvchanlik sm ³ /sm ² *sec	havo o‘tkazuvchanligi yo‘q	havo o‘tkazuvchanligi yo‘q	18.98	havo o‘tkazuvchanli gi yo‘q	14,30	1,5
4	Gigroskoplilik (%)	2,14	0,11	3,06	0,18	0,14	1,98
5	Rangbarqarorligi: Quruq ishqalanish: Nam ishqalanish: (ball)	5 4	5 5	4 4	5 4	4 4	5 5
6	G‘ijimlanishi (%)	51,1	58,8	58,8	56,6	61,1	50,0
7	Suv o‘tkazmasligi (H ₂ O mm)	800	800	100	700	100	600
8	Ishqalanish (sikl)	24000	<25000	21500	<25000	<25000	24000
9	Elektrlanish qiymati (V)	1059	5924	1231	5866	4993	231
10	Qalinligi (mm)	0,5	0,3	0,7	0,3	0,3	0,3

Himoya elementlarini loyihalash jarayonida biomexanik va ergonomik talablar birinchi o‘rinda turadi. Sportchi harakati davomida maksimal xavfsizlikni ta‘minlash bilan birga, kiyim va himoya vositalari harakat erkinligini cheklamasligi kerak. Shu bois himoya qatlamlari dizayni quyidagi mezonlarga mos bo‘lishi lozim.

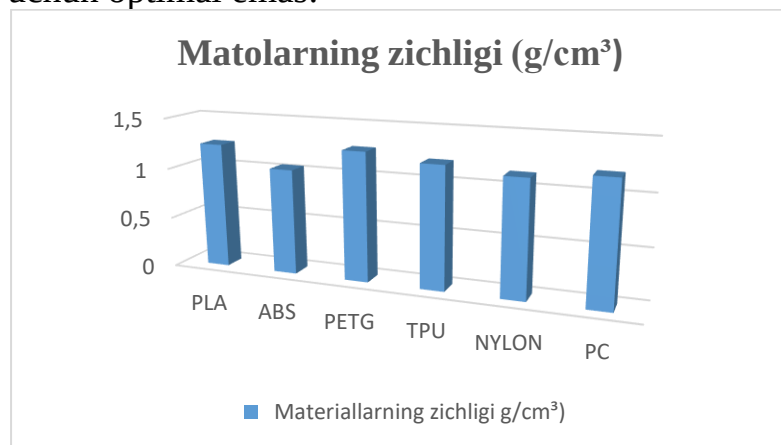
Tadqiqot ishi davomida 3D bosma texnologiyalarida qo‘llaniladigan materiallarning mexanik va fizik xususiyatlari o‘rganildi, ularning himoya kiyimlariga mosligi tahlil qilindi va turli materiallar o‘rtasida qiyosiy tahlil amalga oshirildi. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, materialning elastiklik darajasi, zichligi, qattiqligi, zarbaga chidamliligi va qatlamlararo mustahkamligi himoya elementlarining funktsionalligi hamda ergonomik qulayligiga bevosita ta‘sir qiladi (2-jadval).

2- Jadval

Uch o'lovli bosma texnologiyasida ishlatiladigan materiallar tahlili

Filament turi	Tortilish kuchi (MPa)	Uzayish (%)	Elastiklik moduli (MPa)	Issiqqa chidamlilik (°C)	Zichligi (g/cm ³)
PLA	50–70	4–10	3000–4000	~55–65	1.24
ABS	30–45	10–30	1500–2200	~90–100	1.04
PETG	45–55	20–30	2000–2200	~75–80	1.27
TPU	30–55	300–600	10–50	~60–80	1.20
Nylon (PA)	70–90	50–300	1000–1500	~70–120	1.14
PC	60–70	5–10	2000–2400	~110–120	1.20
ASA	35–50	15–25	1800–2200	~95–105	1.07

ABS nisbatan egiluvchan (10–30 % uzayish) va o'rtacha mustahkamlikka (1500–2200 MPa) ega bo'lib, issiqqa chidamliligi PLAdan yuqori (~90–100 °C), ammo yuqori deformatsiyaga bardosh berish imkoniyati cheklanganligi tufayli himoya elementlari uchun faqat qisman mos keladi. PETG esa ABS va PLA orasida joylashib, uzayish (20–30 %) va mustahkamlik (2000–2200 MPa) jihatidan muvozanatni ta'minlaydi; u zarba ta'sirini qisman so'ndiradi, lekin yuqori egiluvchanlik talab qilinadigan zonalar uchun optimal emas.



5- rasm. Plastik materiallarning zichligi

Tahlil natijalari TPU materialini himoya elementlari uchun optimal material sifatida ajratib turadi, chunki u yuqori egiluvchanligi, zarbani yutish qobiliyati va ergonomik qulayligi bilan sportchi harakatlarini cheklamaydi. Amaliy tajriba sifatida tadqiqotda ishlatiladigan TPU materiallari Xitoydan to'g'ridan-to'g'ri buyurtma qilingan bo'lib, bu variant narx jihatdan iqtisodiy samarali va sifat jihatidan ishonchli ekanligi bilan e'tiborga molik (5-rasm).

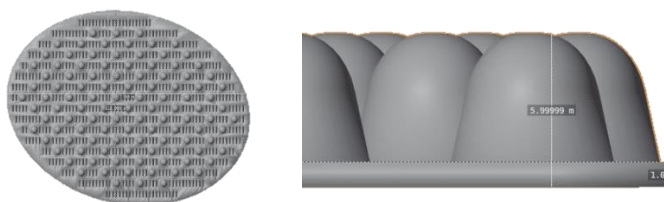
Himoya elementi - TPU (termoplastik poliuretan) filamentlaridan 3D bosma texnologiyasi yordamida ishlab chiqilgan silindrsimon qoplama ko'rinishida loyihalashtirilgan (7-rasm). Elementlar shaxmat tartibida joylashtirilib, ikki o'zaro perpendikulyar yo'nalishda qatorlar hosil qilgan.



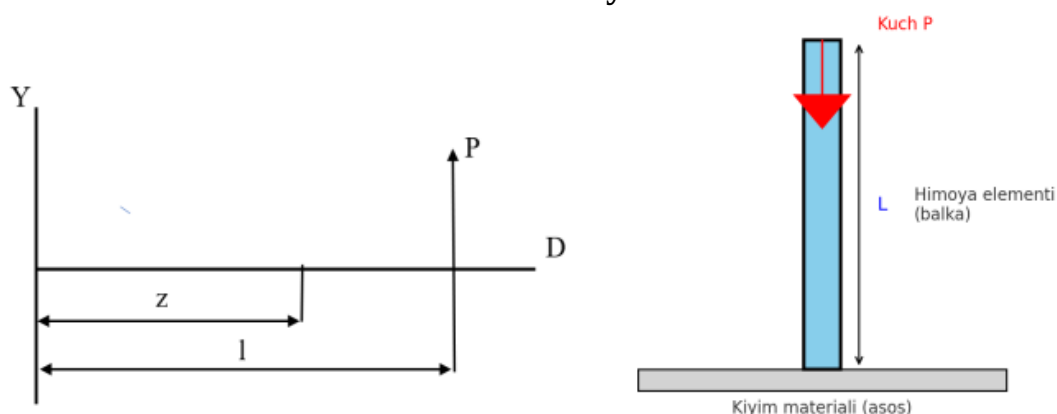
6-rasm. Himoya elementi uchun buyurtma qilingan tpu filamenti va tajriba qilingan kvadrat shaklidagi mato

Qoplamaning markaziy zonasida silindrlar soni $n = 7...9$ oralig'ida bo'lib, periferiyaga tomon kamayib boradi. Natijada butun tuzilma elliptik kontur shaklida hosil bo'ladi. Bunday shakllantirish konstruktsiya yuklamalarini markazdan periferiyaga bir tekis taqsimlashga imkon beradi hamda deformatsiya jarayonida energiya yutilishini yaxshilaydi

Mazkur geometriya himoya elementining kiyim tarkibiga integratsiyalashishini osonlashtiradi. Qoplama qatlamlari sport kiyimining tizza, tirsak, son yoki dumg'aza qismlariga moslashtirilib joylashtiriladi. Natijada bu 3D bosma elementlar muz ustida sirpanish paytida yuzaga keladigan zarba va ishqalanish ta'sirlarini kamaytiradi, hamda sportchining jarohatlanish xavfini sezilarli darajada kamaytirish imkonini beradi.



7-rasm. TPU filamentidan 3D bosma texnologiyasi asosida tayyorlangan himoya elementi konstruktsiyasi



8-rasm. Himoya elementi konsol sifatida modellashtirilgan mexanik sxemasi

Har bir himoya elementini mexanik jihatdan konsol (bir uchi mahkamlangan nur) sifatida modellashtirish mumkin. Bunda elementning pastki qismi (asosi) kiyim qoplamasiga qattiq biriktirilgan, yuqori qismi esa tashqi zarba kuchi P ta'sirida egilishga duch keladi (8-rasm).

Quyida uchida nuqtaviy kuch P bilan yuklangan konsol nur (uzunligi L) uchun elastik chiziqli (egilish chizig'i) tenglamasi klassik nurlar nazariyasi asosida keltirilgan. Koordinatalar boshi $z = 0$ nuqtada, ya'ni mahkamlash joyida olinadi; egilish $y(z)$ bilan belgilanadi.

A) Z kesimidagi egilish momenti:

Konsolning erkin uchidagi P yuk ta'sirida istalgan z ($0...L$) kesimdagi egilish momenti:

$$M = P(L-z), \text{ H*mm} \quad (3.1)$$

Siljishlarning kichikligi sababli egilish momentini deformatsiyaga bog'liq emas deb hisoblaymiz. Balkaning elastik chizig'ining differensial tenglamasi:

$$y = \frac{M}{EJ_x} \quad (3.2)$$

(3.2) tenglamani ikki marta integrallagandan so'ng va (3.1) ni hisobga olgan holda egilish paytidagi siljishni topamiz:

$$y = \frac{P}{EJ_x} \left(l \frac{z^2}{2} - \frac{z^3}{6} + c_1 z + c_2 \right), \text{ mm} \quad (3.3)$$

Bu yerda E - balk materialining elastiklik moduli, H/mm² ;

J_x - balkaning kesimining asosiy inersiya momenti, mm⁴

C₁, C₂ - integratsiya doimiylari bo'lib, chegaraviy shartlardan aniqlanadi.

Berilgan holatda Z=0 da y=0 va y'=0, shundan c₁=0 va c₂=0. Shunday qilib:

$$y = \frac{P}{EJ_x} \left(l \frac{z^2}{2} - \frac{z^3}{6} \right), \text{ mm} \quad (3.4)$$

Eng katta egilish P kuchi qo'llanadigan nuqtada sodir bo'ladi, ya'ni z = L da:

$$y_{\max} = \frac{Pl^3}{3EJ_x}, \text{ mm} \quad (3.5)$$

(3.5) bog'lanish bo'yicha himoya elementining egilishini hisoblab, uning qattiqligini baholash mumkin. Konstruktiv nuqtai nazardan himoya elementining balandligini h = L = 5 mm deb olamiz. Kesim o'lchamlarini egilish paytida yuzaga keladigan normal kuchlanishlar bo'yicha mustahkamlik talabi asosida aniqlaymiz (8-rasm).

$$\sigma = \frac{|M^{\max}|}{w_x} \leq [\sigma], \quad \text{H/mm}^2 \quad (3.6)$$

Bu yerda:

|M^{max}| - maksimal egilish momenti, N * mm

w_x - Kesimning o'q bo'yicha qarshilik momenti, mm³

σ, [σ] - mos ravishda hisobiy va ruxsat etilgan normal kuchlanishlar, H/mm².

Maksimal egilish momenti M^{max} P kuchiga bog'liq bo'lib, u muz yuzasi bilan himoya elementi orasida yuzaga keladigan ishqalanish kuchi bilan belgilanadi. Shuning uchun himoya elementini egilishga olib keluvchi P kuchi tushayotgan jismning og'irligi (mg) va element materiali bilan muz orasidagi ishqalanish koeffitsientiga bog'liq bo'ladi.

(3.6)-bog'lanishdan va mustahkamlik ishonchliligi talablariga muvofiq quyidagilarni topamiz:

$$w_x \geq \frac{|M^{\max}|}{[\sigma]}, \text{ mm}^3 \quad (3.7)$$

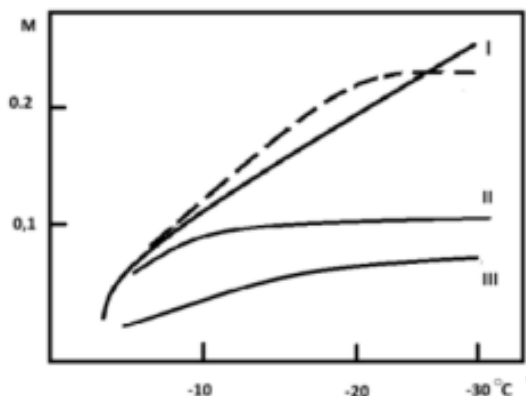
$$w_x = \pi d^3 / 32 \approx 0,1 d^3$$

$$D \geq \sqrt[3]{\frac{|M^{\max}|}{0,1 [\sigma]}}, \text{ mm} \quad (3.8)$$

TPU-filamentning mexanik xossalarini hisobga olgan holda himoya elementining diametrini hisoblaymiz, [σ] = 55 H/mm² deb olamiz. Maksimal egilish momentini hisoblashda esa jismning eng katta og'irligini Q = 700 H deb qabul qilamiz.

Egilish momentini hisoblashda shuni inobatga olish kerakki, P kuchi - yiqilish paytida himoya qoplamasi bilan muz orasida yuzaga keladigan ishqalanish kuchi bo'lib, u ishqalanish koeffitsienti orqali aniqlanadi. F.P. Bouden va D. Teybor

tomonidan metall va plastmassalarning muzga nisbatan siljishi hamda muzdagi ishqalanish bo'yicha olib borilgan fundamental tadqiqotlarga asoslanib aytish mumkinki, polimer materiallar uchun ishqalanish koeffitsienti f $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ gacha bo'lgan harorat oralig'ida $0,08\dots 0,1$ qiymatdan oshmaydi (9-rasm).



9-rasm. Turli materiallarning muz bilan ishqalanish koeffitsientining haroratga bog'liqligi

9-rasmda muzning turli materiallar bilan ishqalanish ko'rsatkichlari keltirilgan: sof po'lat bilan ishqalanishi (I), polistirol bilan ishqalanishi (II), PTFE bilan ishqalanishi (III) hamda polistirol bilan bir necha marta siljishdan keyin kuzatiladigan ishqalanish darajasi.

3D loyihalash yordamida himoya elementlari bilan qoplamalarni ishlab chiqarish texnologiyasi va himoya elementlari cho'qqilarida hosil bo'lgan yuzaning xususiyatlarini batafsil tekshirishni hisobga olgan holda, birinchi yaqinlashuvda ishqalanish koeffitsienti $f = 0,2$ deb olinishi mumkin. Bu materialning eritilgan holatidan hosil bo'lgan qo'pol yuzaning mavjudligi bilan tushuntiriladi.

Berilgan ma'lumotlarga asoslanib, (3.8)-bog'lanishdan himoya elementining kesim o'lchamini quyidagi parametrlar bo'yicha baholaymiz:

1) Ishqalanish kuchi;

$$P = F_{Tp} = fQ = 0,2 \times 700 = 140 \text{ H};$$

2) Egilish holati;

$$M = Ph = 140 \times 5 = 700 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{|M^{\max}|}{0,1 [\sigma]}} = \sqrt[3]{\frac{700}{0,1 \times 55}} = 5,03 \text{ mm}$$

Shunday qilib, himoya elementlarining mustahkamlik ishonchliligi shartidan kelib chiqib, dumaloq shakldagi kesim o'lchami $d = 5,03 \text{ mm}$ deb aniqlandi. Amaliy jihatdan himoya elementini tayyorlash uchun diametr qiymatini $d = 5 \text{ mm}$ deb qabul qilamiz.

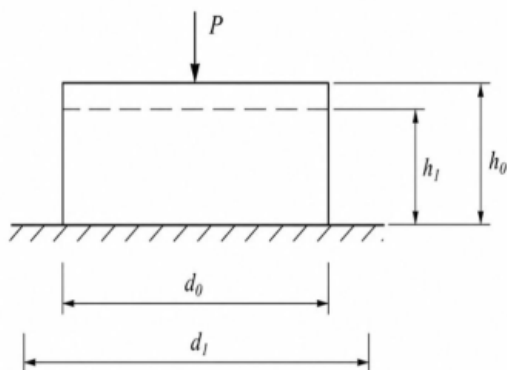
Funksional sport kiyimlari uchun kombinatsiyalangan himoya tizimi tarkibiga tananing muz ustiga tushishi paytida zarba energiyasini so'ndirish maqsadida yuqori elastik xususiyatlarga ega bo'lgan poliuretanni kiritish taklif etildi (10-rasm).



10-rasm. FunkSIONAL kombinezonning tizza sohasi qatlamlar kesimi

Keltirilgan rasmda funksional sport kombinezonining tizza (shuningdek, tirsak) sohasidagi ko‘p qatlamli himoya tuzilmasi sxematik tarzda ifodalangan bo‘lib, u zarba energiyasini bosqichma-bosqich so‘ndirish prinsipi asosida loyihalangan. Ichki konstruktiv qatlam sifatida tanaga yaqin joylashgan bir qavat kiyim va ichki astar qatlami qo‘llanilib, ular qulaylik va gigiyenik moslikni ta‘minlaydi. Keyingi bosqichda himoya elementi sifatida tizza/tirsak zonasida poliuretan (PU) asosidagi zarba yutuvchi qo‘shimcha material qo‘llanilgan bo‘lib, u yuqori elastiklik va qaytuvchan deformatsiya xususiyatlari hisobiga kuchli impulsni so‘ndiradi hamda bo‘g‘imlarga tushadigan yuklamani kamaytiradi. Tashqi tomondan esa Taslan matosi bilan qoplangan konstruktsiya ustiga 3D bosma texnologiyasi yordamida tayyorlangan sirpanishni kamaytiruvchi himoya elementi o‘rnatilgan bo‘lib, u muz yuzasida yoki qattiq sirtida ishqalanish va sirpanish xavfini kamaytiradi hamda qo‘shimcha mexanik himoya funksiyasini bajaradi.

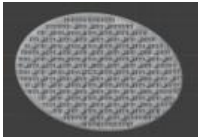
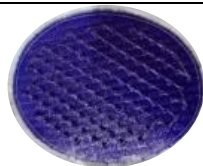
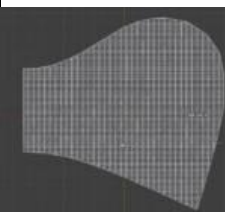
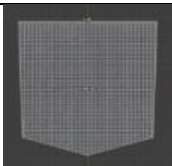
Konstruktiv nuqtai nazardan, ushbu poliuretan himoya elementining qalinligi $h = 5\text{--}6\text{ mm}$ deb qabul qilindi. Elastiklik xossalarini aniqlash uchun diametri $d = 25\text{ mm}$ bo‘lgan namuna $P = mg = 1 \cdot 9,81 = 9,81\text{ H}$ kuch bilan o‘q bo‘ylab siqiladi (11-rasm).



11- rasm. Boshlang‘ich o‘lchamlari d_0 , h_0 - mos ravishda diametri va qalinligini ifodalovchi, poliuretandan tayyorlangan namunaning o‘q bo‘ylab siqilish sxemasi

3- Jadval

Funksional himoya kombenizon uchun CAD dasturida himoya elementlarini loyihalash va ishlab chiqish

№	Himoya qismlari	Loyihalangan himoya prototiplari	Tavsifi	Ishlab chiqilgan himoya elementlari
1	Tizza uchun		Tizza uchun himoya prototipi 20x20 sm o'lchamda bo'lib unda 18 qatorda 120 ta silindr shakli shaxmatsimon holatda joylashtirilgan	
2	Tirsak uchun		Tirsak uchun maxsus himoya prototipi 15x12 sm o'lchamdagi silindr shaklda loyihalangan	
3	Yelka kurak qismi uchun		Yelka uchun maxsus prototip egri shaklga ega. Shaklning butun yuzasi bo'ylab deformatsiyani oshirish maqsadida mayda ochiq to'lqin shakl berilgan	
4	Orqa uchun		Kombinezonning orqa qismi ya'ni dumba sohasi uchun himoya vositasi estetik ko'rinishga ega bo'lishi uchun cho'ntak shaklda loyihalangan.	

O'q bo'ylab siqishda hosil bo'ladigan normal kuchlanish σ quyidagiga teng:

$$\sigma = \frac{P}{A}, \text{ H/mm}^2 \quad (3.9)$$

Kesim yuzasi: $A = \pi d_0^2 / 4 = 3,14 \cdot 25^2 / 4 = 490,625 \text{ mm}^2 \quad (3.10)$

$$\sigma = \frac{9,81}{490,625} = 0,02 \text{ H/mm}^2$$

Absolyut deformatsiya $\lambda h = h_1 - h_0 = 4 - 5 = -1 \text{ mm}$ ni tashkil qiladi:

Nisbiy deformatsiyaning mutlaq qiymati:

$$\varepsilon = \frac{|\lambda h|}{h_0} = \frac{|-1|}{5} = 0,2 \quad (3.11)$$

Guk qonuniga asosan: $\sigma = \varepsilon E$

bundan poliuretanning elastiklik moduli:

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{0,02}{0,2} = 0,1 \text{ H/mm}^2 \text{ qiymatga teng deb aniqlandi.}$$

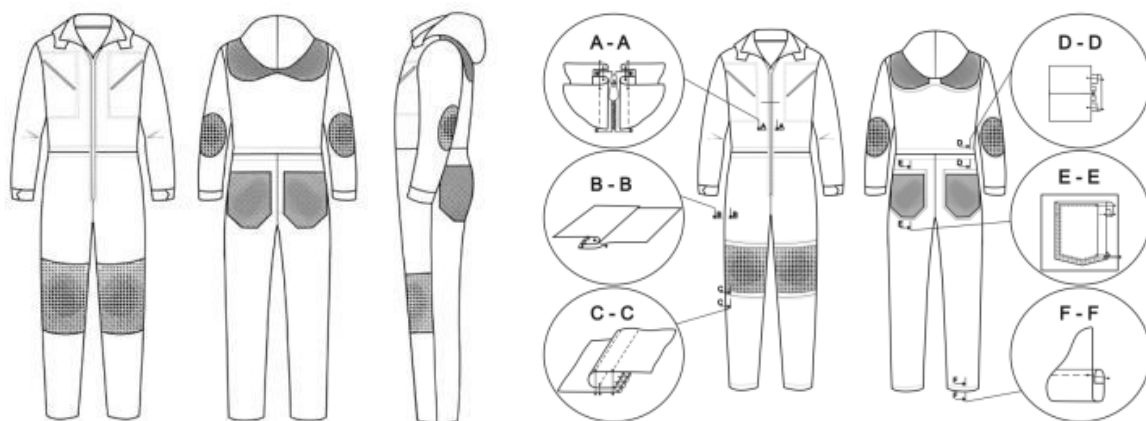
Xulosa qilib aytganda, o'tkazilgan siqilish tajribasi natijasida materialda hosil bo'ladigan normal kuchlanish, nisbiy deformatsiya va Guk qonuni asosida elastiklik moduli aniqlanib, u $E = 0,1 \text{ H/mm}^2$ qiymatga teng ekanini qayd etildi.

Olingan natijalar poliuretan materialining yuqori deformatsiyalanish qobiliyatiga ega ekanini va zarba energiyasini yutish jarayonida samarali amortizatsion xususiyat namoyon etishini ko'rsatadi. Bu esa uni tizza va tirsak kabi yuqori yuklama tushadigan bo'g'im zonalarida himoya elementi sifatida qo'llash maqsadga muvofiqligini tasdiqlaydi. Shuningdek, ko'p qatlamli konstruksiya zarba energiyasini

bosqichma-bosqich so'ndirish tamoyiliga asoslanganligi sababli sportchining harakat erkinligini saqlagan holda jarohatlanish xavfini kamaytirishga xizmat qiladi.

Dissertatsiyaning **“Konki uchuvchilar uchun takomillashtirilgan funksional sport kiyimini loyihalash, sinovdan o'tkazish va ishlab chiqarishga tatbiq etish”** nomli to'rtinchi bobi muz ustida konki uchuvchilar uchun funksional va himoya xususiyatlari yuqori bo'lgan sport kiyimlarini ishlab chiqish, ularning tashqi ko'rinishi va konstruktiv-texnik yechimlarini asoslash hamda funksional kombinezonning iqtisodiy samaradorligini aniqlashga bag'ishlangan.

Konki uchuvchilar uchun maxsus sport kiyimining eskiz loyihasini ishlab chiqish jarayoni kiyimning konstruktiv-texnologik yechimini asoslash, konstruksiyaning funksional va himoya elementlarini ishlab chiqish, ularning sport harakatlariga moslashuvchanligini belgilash, unifikatsiya darajasini aniqlash hamda zamonaviy materiallarga mos texnologik ishlov berish usullarini o'z ichiga oladi (12-rasm).



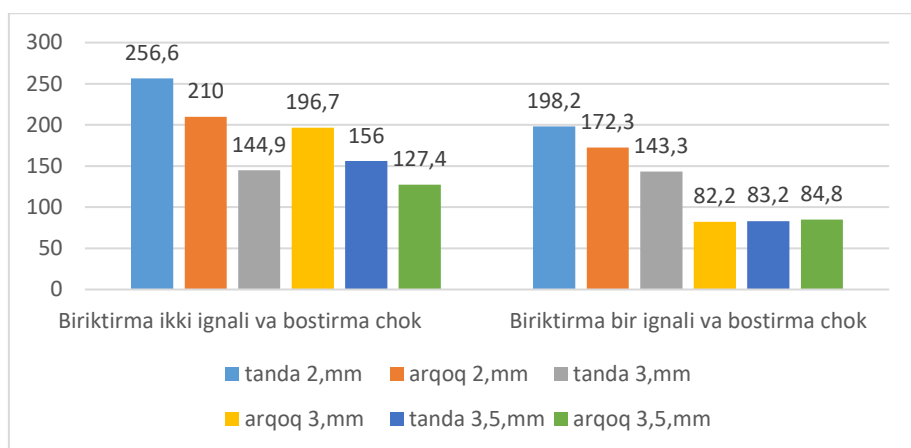
12-rasm. Konki uchuvchilar uchun maxsus himoya funksiyali sport kiyimi

Kiyimni konstruksiyalashda “Myuller va uning o'g'li” konstruksiyalash usulidan foydalanildi.

Sport kiyimlarini loyihalashda qo'llaniladigan materiallar va ularni biriktiruvchi choklarning mustahkamligi bevosita kiyimning xavfsizligi va ishonchliligiga ta'sir ko'rsatadi. GOST 28073-89 standarti choklar mustahkamligini aniqlash usulini belgilab beradi, bu esa maxsus kiyimlarni ishlab chiqish va ularning sifatini nazorat qilishda muhim ahamiyatga ega.

Choklarning joylashishi, turi va ishlatilgan ip raqami ularning mustahkamligiga sezilarli darajada ta'sir ko'rsatadi. O'tkazilgan tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdiki, choklar 2,0 bahya qatorida bajarilganda boshqa bahya qatorlarida bajarilgan choklarga nisbatan mustahkamlik ko'rsatkichlari yuqori bo'lgan.

Bundan tashqari, ikkinchi va uchinchi variant choklari solishtirilganda, ikkinchi variantdagi chok uchinchi variantdagi chokga nisbatan mustahkamroq ekani aniqlandi. Funksional kombinezonning tizza qismiga aynan shu chok tanlab olindi (13-rasm). Bu holat chok konstruksiyasidagi tikish shakli va bahya soni muvofiq tanlanganda chokning sinovlar davomida uzilishga nisbatan chidamliroq bo'lishini ko'rsatadi.



13-rasm. Ikki ignali va bir ignali bostirma chokning solishtirma chizmasi

Konki uchuvchilar uchun ishlab chiqilgan va tavsiya etilgan maxsus sport kiyim komplekti Toshkent shahridagi ***“Humo muz ustida sport turlarini rivojlantirish markazi”***da sinovdan o‘tkazildi (14-rasm).



14-rasm. Funksional kombinezonni sinovdan o‘tkazish

Amaliy sharoitda o‘tkazilgan tadqiqotlar tavsiya etilayotgan sport kiyimining funksional va himoya xususiyatlari samaradorligini aniqlash imkonini berdi. Sinov natijalari kiyimning belgilangan ekspluatatsiya muddati taxminan bir yilga mos kelishini va shu vaqt davomida himoya funksiyalarini saqlab qolishini tasdiqladi.

Tavsiya etilayotgan sport kiyim Toshkent shahridagi “Art Print and Textile” MChJ, “ART TEX SERVIS” MChJ tikuvchilik korxonalarida ishlab chiqarish uchun tavsiya etildi.

Loyihalashtirilayotgan mahsulotning iqtisodiy samaradorlik ko‘rsatkichlari hisob-kitob natijalariga ko‘ra, mahsulot tannarxi 261 111,8 so‘m, mahsulotning ulgurji bahosi esa 313 334,17 so‘mni tashkil etadi. Mahsulot ishlab chiqarish samaradorligi 20 % ni tashkil qiladi. Korxonada konki uchuvchilar uchun maxsus kiyim ishlab chiqarish jarayonida 10 nafar ishchi ishtirokida bir smenada 40 ta va yiliga 10 200 dona mahsulot ishlab chiqariladi. Birlik mahsulotdan olinadigan foyda 52 222,37 so‘mni, yillik foyda esa 532 668,1 ming so‘mni tashkil etadi. Korxona konki uchuvchilar uchun maxsus kiyim ishlab chiqarish natijasida 396 769,85 ming so‘mlik iqtisodiy samaradorlikka erishadi.

Konki uchuvchilar uchun maxsus sport kiyimini mahalliy xom ashyodan foydalangan holda ishlab chiqarishda mahsulot narxi import qilinayotgan mahsulotga nisbatan 3,2 baravar arzon bo‘lishi aniqlandi. Import qilinayotgan mahsulot narxi 1 125 000 so‘mni, mahalliy xom ashyodan foydalangan holda ishlab chiqarilgan mahsulot narxi esa 350 934,27 so‘mni tashkil etadi.

Umumiy xulosalar

1. Tadqiqot natijalari qishki sport turlari, xususan, havaskor konki uchish jarayonida jarohatlanish xavfi yuqori ekanini ilmiy va statistik ma'lumotlar asosida tasdiqladi. Jarohatlar asosan yuqori tezlik, qattiq sirt, sovuq muhit va himoya vositalaridan yetarli darajada foydalanilmasligi bilan bog'liq ekani aniqlandi.

2. Xalqaro va milliy statistik tahlillar havaskor sportchilarda, ayniqsa, konki uchuvchilarda jarohatlanish chastotasi professional sportchilarga nisbatan 1,5–2 baravar yuqori ekanini ko'rsatdi. Bu holat texnik tayyorgarlik darajasining pastligi hamda maxsus himoya kiyimlaridan yetarli darajada foydalanilmasligi bilan izohlandi.

3. Konki uchish jarayonidagi yiqilish mexanizmlari va biomexanik xususiyatlar tahlili natijasida tizza, tirsak, bel, son va dumba sohalari yuqori xavf zonalari sifatida aniqlanib, himoya kiyimi konstruksiyasida aynan shu hududlarda kuchaytirilgan himoya elementlarini qo'llash zarurligi asoslab berildi.

4. Havaskor konki uchuvchilarning kiyimlarida namlik va ishqalanishning topografik taqsimlanishini o'rganish natijasida pastki va orqa tana qismlarida namlikning yuqori darajada to'planishi, tizza, dumba va tirsak sohalarida esa ishqalanish intensivligi yuqori ekanligi aniqlandi. Bu omillar kiyimning tez yeyilishi va ergonomik noqulayliklarning yuzaga kelishiga sabab bo'lishi aniqlandi.

5. Laboratoriya sinovlari asosida suv o'tkazmaydigan gazlamalarning fizik-mexanik va ekspluatatsion xususiyatlari qiyosiy tahlil qilinib, Taslan (6-variant) matosi yengil vazni, past gigroskopikligi, ishqalanishga chidamliligi va ergonomik qulayligi bilan konki uchuvchilar uchun eng maqbul material sifatida tanlandi.

6. Himoya elementlarini loyihalashda biomexanik va ergonomik talablar kompleks yondashuv asosida ishlab chiqildi. Zarba energiyasini yutish, kuchni teng taqsimlash, og'irlikni minimallashtirish bilan bir qatorda, harakat erkinligini saqlash va uzoq muddatli qulaylikni ta'minlash asosiy mezonlar sifatida belgilandi.

7. Mavjud himoya ekipirovkalarining konstruktiv va funksional tahlili shuni ko'rsatdiki, an'anaviy himoya vositalari zarba so'ndirish xususiyatiga ega bo'lsa-da, ularning og'irligi va moslashuvchanligining pastligi sportchi harakatlarini cheklaydi. Shu sababli yengil va elastik 3D bosma konstruksiyalarni qo'llash zarurati ilmiy jihatdan asoslandi.

8. Himoya elementlarini ishlab chiqarish uchun FDM 3D bosma texnologiyasi tanlanib, TPU materiali yuqori egiluvchanligi, zarbani yutish qobiliyati va ergonomik moslashuvchanligi bilan optimal material sifatida aniqlandi. Ushbu tanlov sportchi harakatini cheklemasdan himoya darajasini oshirish imkonini berdi.

9. Himoya elementlarini matematik modellash va tajribaviy sinovlar natijasida struktura turining mexanik va funksional xususiyatlarga bevosita ta'siri aniqlandi. Tishli (silindrli) struktura yuqori mustahkamlikni, to'liqsimon struktura esa yuqori egiluvchanlik va ergonomik qulaylikni ta'minlashi aniqlanib, optimal konstruktiv yechimlar ishlab chiqildi.

10. Loyihalangan himoya kombinezoni ishlab chiqarish va ekspluatatsion sinovlardan muvaffaqiyatli o'tkazilib, uning xavfsizlik, qulaylik va iqtisodiy samaradorlik jihatidan ustunligi tasdiqlandi. Ishlab chiqarilgan kombinezon import

mahsulotlariga nisbatan 3,2 baravar arzon bo‘lib, ishlab chiqarish rentabellik darajasi 20 % ni tashkil etdi.

11. Ishlab chiqilgan sport kiyimi “Art Print and Textile” MChJ hamda “ART TEX SERVIS” MChJ tikuvchilik korxonalarida ishlab chiqarishga, “Humo” muz sport turlarini rivojlantirish markazida esa amaliy foydalanishga tavsiya etildi. Kiyimning texnologik kartasi, chok sxemasi va ishlab chiqarish yo‘riqnomalari ishlab chiqilgan bo‘lib, ular uzluksiz ishlab chiqarish siklini yo‘lga qo‘yish imkonini beradi.

Dissertatsiya natijalari shuni ko‘rsatadiki, innovatsion 3D bosma himoya texnologiyalarini sport kiyimlariga tatbiq etish, ilmiy asoslangan konstruktiv yechimlarni ishlab chiqish va iqtisodiy samaradorlikni ta‘minlash orqali qishki sport turlari uchun xavfsiz, ergonomik va zamonaviy himoya kiyimlarini yaratish mumkin. Ushbu yondashuv sportchilar salomatligini himoya qilish bilan birga, O‘zbekiston yengil sanoatida innovatsion ishlab chiqarish yo‘nalishlarini rivojlantirish uchun ilmiy-amaliy asos yaratadi.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc. 03/2025.27.12.Т.21.01 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ
УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ ТАШКЕНТСКОМ ИНСТИТУТЕ
ТЕКСТИЛЬНОЙ И ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

**ТАШКЕНТСКИЙ ИНСТИТУТ ТЕКСТИЛЬНОЙ И ЛЁГКОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

ПУЛАТОВА ЛАЗИЗАХОН БАХОДИР КИЗИ

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДА ПРОЕКТИРОВАНИЯ
ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СПОРТИВНОЙ ОДЕЖДЫ (КАТАНИЯ НА
КОНЬКАХ)**

05.06.04 – Технология швейных изделий и дизайн костюма

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

Ташкент – 2026

Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована Высшей аттестационной комиссией при Академии наук Республики Узбекистан за № В2025.3.PhD/T5992

Диссертация выполнена в Ташкентском институте текстильной и легкой промышленности.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице Научного совета (www.titli.uz) и на Информационно-образовательном портале «Ziynet» (www.ziynet.uz).

Научный руководитель:

Касимова Азиза Баходировна
доктор философии (PhD) по
техническим наукам, профессор

Официальные оппоненты:

Нигматова Фотима Усмановна
доктор технических наук, профессор

Пулатова Сабохат Усмановна
доктор технических наук, профессор

Ведущая организация:

**Наманганский государственный
технический университет**

Защита диссертации состоится 08 октября 2026 года в 11⁰⁰ часов на заседании Научного совета DSC.03/2025.27.12.T.21.01 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: titli_info@edu.uz.

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Ташкентского института текстильной и легкой промышленности (зарегистрирована за № 314). Адрес: 100100, г. Ташкент, ул. Шохжахон- 5, тел.: (+99871) 253-06-06, 253-08-08.

Автореферат диссертации разослан 24 сентября 2026 года.
(реестр протокола-рассылки от 24 сентября 2026 года).




X.X. 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


Н.Р. Ханхаджаева
Председатель Научного семинара при
научном совете по присуждению ученых
степеней, д.т.н., профессор

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и необходимость темы диссертации. В мире в результате роста интереса населения к здоровому образу жизни всё большую популярность приобретают зимние виды спорта, в том числе любительское катание на коньках. В процессе катания на коньках высокая скорость движения, потеря равновесия тела, твёрдость ледовой поверхности, низкая температура и воздействие внешней влаги повышают риск падений и получения травм различной степени тяжести. В связи с этим создание функциональной спортивной одежды, не ограничивающей свободу движений, эргономически удобной и обеспечивающей комплексную защиту от внешней влаги и механических воздействий, приобретает важное научно-практическое значение.

В мировом масштабе проводятся научные исследования, направленные на улучшение защитных, эргономических и гигиенических свойств одежды, предназначенной для катания на коньках и других зимних видов спорта, изучение биомеханики падений, определение анатомо-топографических зон с высоким риском травмирования, а также совершенствование эластичных материалов, снижающих энергию удара, и конструктивных параметров защитных элементов. Приоритетными направлениями являются оценка влияния пакета одежды на тепло- и влагообмен, выбор водостойких и воздухопроницаемых материалов, разработка лёгких и гибких защитных элементов из полимерных материалов, их интеграция в конструкцию одежды, а также создание научно-методологических основ обеспечения эргономического соответствия одежды в условиях динамических движений. В этой связи одной из важных задач является разработка целостной функциональной спортивной одежды, одновременно защищающей от внешней влаги, трения и механических ударов и устраняющей необходимость использования защитных средств в качестве отдельных изделий.

В нашей республике осуществляются широкомасштабные меры, направленные на развитие и популяризацию зимних видов спорта, создание современных комплексов ледовых видов спорта, организацию производства конкурентоспособной швейной продукции с высокой добавленной стоимостью на отечественных предприятиях лёгкой промышленности, повышение её качества, а также внедрение в производство инновационных материалов и технологий. В Стратегии «Узбекистан – 2030» определены такие важные задачи, как эффективное использование научно-технического потенциала, развитие высокотехнологичного производства и внедрение цифровых решений в промышленность. При реализации этих задач важное значение имеет совершенствование метода проектирования функциональной спортивной одежды, позволяющей с учётом особенностей движений и механизмов падения любителей катания на коньках обеспечивать защиту анатомических зон с высоким риском травмирования, снижать воздействие внешней влаги, а также обеспечивать эргономический комфорт и свободу движений.

Данное диссертационное исследование в определённой степени способствует реализации задач, предусмотренных Постановлением Президента Республики Узбекистан от 4 февраля 2020 года № ПП–4583 «О мерах по

развитию зимних видов спорта», Постановлением Президента Республики Узбекистан от 1 июля 2022 года № ПП–303 «О комплексной подготовке спортсменов Узбекистана к XXV зимним Олимпийским и XIV Паралимпийским играм, которые состоятся в 2026 году в городах Милан и Кортина-д’Ампеццо (Италия)», Указом Президента Республики Узбекистан от 1 мая 2024 года № УП–71 «О мерах по выводу развития текстильной и швейно-трикотажной промышленности на новый этап», а также другими нормативно-правовыми документами, относящимися к данной сфере деятельности.

Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики. Настоящее исследование выполнено в рамках приоритетного направления II. «Энергетика энерго-и ресурсосбережение» развития науки и технологий Республики.

Степень изученности проблемы. К настоящему времени многими учёными и дизайнерами проведены исследования, посвящённые применению технологий трёхмерной печати в одежде. В частности, Т.Б. Белко, М.А. Курбатова, И.Л. Голубева, О.Н. Ганчарова, Р.В. Коваленко, Ю.Н. Косников, Е. Keness, Л.Л. Никитина, Н. Lipson, M. Kurman, Ya-Qian Xiao, Chi-Wai Kan, H. Zhou, S.S. Martinez, K. Chatterjee, T.K. Ghosh, M. Asulin, A. Shapira, Ф.А. Колиева, А.В. Гобеева, А.О. Гиркиян, Т. Mpofu, S. Forster, П.А. Кафанова, Д.В. Волков, J. Smith, Н.П. Иванова, I. Gipson, А. Горбунов, А.М. Nevill, D.L. King, С.В. Михайлов проводили научные исследования по внедрению технологий трёхмерной печати в традиционное производство одежды, подбору подходящих для изготовления одежды филаментов и их применению в повседневной одежде.

В области материаловедения Н.П. Иванова (2018), И.В. Горбунов (2021), А.М. Neville (2020), T. Brown (2022), R.A. Scott (2005), R.M. Rossi (2015), X. Zhou (2020), S. Lee (2019), J. Kim (2020), J. Huang (2011) исследовали физико-механические, теплофизические и воздухопроницаемые свойства спортивной одежды и научно обосновали эффективность применения защитных слоёв на основе TPU, Nylon, Polyester и PTFE. В работах С. Каримова (2022), А. Холматова (2023), Б. Кодирова (2021) изучены гигиенические, защитные и эргономические требования к спортивной одежде с учётом местных климатических условий. Научные исследования, посвящённые специальной одежде для конькобежцев и лыжников, проводили М.Л. Урвансева и А.В. Лебедев.

Вместе с тем вопросы применения 3D-печатных защитных элементов в функциональной спортивной одежде для конькобежцев, их интеграции в конструкцию одежды и оценки эффективности защиты изучены недостаточно. Также недостаточно исследованы вопросы размещения защитных элементов в соответствии с анатомическими зонами и обеспечения эксплуатационного комфорта.

Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ высшего образовательного учреждения, в котором выполнена диссертация. Данное исследование выполнено в рамках акта, заключённого между Ташкентским институтом текстильной и лёгкой промышленности и Центром развития ледовых видов спорта «Нумо».

Цель исследования- разработка функциональной спортивной одежды для любителей катания на коньках, снижающей риск травмирования, защищающей от воздействия влаги и обеспечивающей комфорт и безопасность при катании.

Задачи исследования.

определить факторы риска, приводящие к травмированию при катании на коньках, а также на основе особенностей движений и падений на льду выявить наиболее подверженные травмированию участки тела;

математически смоделировать деформационное состояние защитных элементов и оптимизировать их параметры с целью обоснования геометрических и конструктивных показателей;

исследовать физико-механические и эксплуатационные свойства материалов и защитных компонентов, применяемых в составе функциональной спортивной одежды, и сформировать комбинированную систему защиты;

на основе разработанной системы защиты создать конструкцию функционального комбинезона, разработать технологию его изготовления и оценить его эргономическую и защитную эффективность.

Объект исследования. Конструкция, состав материалов, защитные элементы и технология изготовления функциональной спортивной одежды, предназначенной для любителей катания на коньках.

Предмет исследования. Дизайн и метод проектирования функционального спортивного комбинезона для любителей катания на коньках, разрабатываемого с применением технологий трёхмерной печати.

Методы исследования. В исследовании применялись теоретический анализ для изучения факторов риска, воздействующих на спортсменов при занятиях зимними видами спорта, в частности при катании на коньках; экспериментальные испытания для определения физико-механических свойств материалов защитной одежды и 3D-печатных элементов; компьютерное и математическое моделирование для проектирования конструкции комбинезона и защитных модулей; экономический анализ для оценки экономической эффективности производственного процесса, а также практические испытания и методы эргономической оценки для определения эргономического комфорта одежды и её адаптации к движениям.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

на основе биомеханического анализа движений и падений любителей катания на коньках определены анатомические зоны защиты, подвергающиеся повышенному ударному воздействию;

математически смоделировано деформационное состояние защитных элементов под воздействием ударных нагрузок и определены их рациональные геометрические и конструктивные параметры;

исследованы физико-механические и эксплуатационные свойства материалов и защитных компонентов, применяемых в составе функциональной спортивной одежды, и сформирована комбинированная система защиты;

на основе схем размещения и крепления защитных элементов разработаны конструкция функционального комбинезона, обеспечивающая свободу движений и снижение ударного воздействия, а также технология его изготовления.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

разработан образец функционального спортивного комбинезона для любителей катания на коньках, в котором объединены модульные защитные элементы из TPU, изготовленные методом 3D-печати, водо- и ветрозащитная ткань на основе Taslan, а также эргономичная конструкция;

защитные элементы смоделированы на основе теории балки и обоснованы оптимальные размеры трёхмерно-печатных защитных деталей. Защитные элементы размещены в соответствии с зонами колена, локтя, поясницы и копчика;

конструкция спортивной одежды усовершенствована на основе методики «Мюллер и сын», в результате чего создана модель комбинезона, полностью адаптированная к фигуре спортсмена 48–50 размера и сохраняющая свободу движений;

разработаны технологическая карта изготовления готового изделия и его технико-экономическая модель; определены показатели производственной мощности, трудозатрат, себестоимости, прибыли и рентабельности, а также обоснованы возможности внедрения изделия в местное производство;

разработанный образец функциональной спортивной одежды прошёл испытания в Центре развития ледовых видов спорта «Нумо» в Ташкенте, в ходе которых были практически подтверждены его способность к поглощению ударной энергии, обеспечение свободы движений и уровень комфорта;

разработаны рекомендации по производству спроектированного специального комбинезона на швейных предприятиях ООО «Art Print and Textile» и ООО «ART TEX SERVIS», что позволяет расширить направление производства инновационной спортивной одежды в лёгкой промышленности Узбекистана.

Достоверность результатов исследования. Достоверность результатов исследования обеспечена сопоставлением результатов теоретических и экспериментальных исследований, положительными результатами апробации, сравнительным анализом данных по теме исследования, а также взаимным сопоставлением результатов теоретических и экспериментальных исследований.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость результатов исследования заключается в разработке научных основ выбора материалов, размещения защитных элементов и применения технологий 3D-печати при проектировании функциональной спортивной одежды для любителей катания на коньках, а также в предложенном методе оценки показателей поглощения энергии удара, гибкости и деформационной устойчивости защитных модулей.

Практическая значимость диссертации заключается в разработке функционального спортивного комбинезона для любителей катания на коньках, оснащённого эргономичными, удобными и защищающими от ударов 3D-печатными элементами, подтверждении его эффективности в ходе практических испытаний, а также обосновании экономической эффективности производства предложенной защитной одежды в местных условиях.

Внедрение результатов исследования. Результаты исследований по разработке функциональной защитной одежды для любителей катания на коньках внедрены в производство на предприятиях ООО «Art Print and Textile» и ООО «ART TEX SERVIS» (справка Ассоциации «Узтекстильпром» от 2 сентября 2026 года № 01/06-1246). В результате разработаны функциональная спортивная одежда для любителей катания на коньках, обеспечивающая защиту от внешней влаги и механических воздействий, интегрированные в её конструкцию защитные элементы, а также технологический процесс изготовления одежды. Достигнуто повышение защитных, гигиенических и эксплуатационных свойств изделия, а также снижение себестоимости продукции на 68,8 %. Разработанная продукция в 3,2 раза дешевле импортных аналогов, при этом рентабельность производства составляет 20 %.

Апробация результатов исследования. Функциональная спортивная одежда прошла испытания в Центре развития ледовых видов спорта «Нумо» и подтверждена соответствующими актами. Результаты исследования были доложены и обсуждены на 2 республиканских и 2 международных научно-практических конференциях.

Публикация результатов исследования. По теме диссертации опубликовано 12 научных работ, из них 4 - в международных научных изданиях, 3 статьи - в национальных изданиях, рекомендованных ВАК. Агентством интеллектуальной собственности при Министерстве юстиции Республики Узбекистан получен патент № SAP 2878 на промышленный образец.

Структура и объём диссертации. Исследовательская работа состоит из введения, 4 глав, общих выводов, списка использованной литературы и приложений. Текст диссертации составляет 119 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

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

В главе диссертации под названием **«Значение защитной одежды для зимних видов спорта и инновационный подход»** комплексно проанализированы значение защитной одежды, предназначенной для зимних видов спорта, существующие проблемы, а также пути её совершенствования на основе инновационных технологий. На основе статистических данных установлено, что зимние виды спорта (катание на коньках, лыжный спорт, сноуборд, хоккей и др.) связаны с высокой скоростью, воздействием низких температур и твёрдых поверхностей, вследствие чего у спортсменов наиболее высок риск травмирования коленей, копчика, запястий, локтей, головы и шеи.

Подробно проанализированы основные недостатки традиционной защитной одежды и материалов - значительная масса, впитывание влаги, низкая эргономическая адаптивность, потеря эластичности в условиях низких температур и ограничение свободы движений - и показано, что они не в полной мере отвечают современным требованиям спорта. Международный и национальный статистический анализ показал, что частота травмирования среди спортсменов-любителей, особенно любителей катания на коньках, в 1,5-2 раза выше, чем среди профессиональных спортсменов. Обосновано, что основными причинами этого являются низкий уровень технической подготовки и недостаточное использование защитной одежды.

В рамках диссертационного исследования рассмотрены документы, регламентирующие требования стандартов безопасности и сертификации защитной одежды, в контексте совершенствования функциональной одежды.

Во **второй главе** диссертации под названием **«Экспериментальные исследования при создании защитной одежды для любителей катания на коньках»** освещены научно-теоретические основы разработки защитной одежды для любителей катания на коньках, эргономический и биомеханический анализ, топография воздействия влаги и трения на спортсмена, а также лабораторные исследования водонепроницаемых тканей. С целью изучения потребностей и предложений любителей катания на коньках было проведено социологическое анкетирование. По результатам опроса были выявлены неудобства, возникающие во время катания на коньках.

В диссертационной работе методом наблюдения также были определены движения конькобежцев и точки травмирования в момент падения. Для этого были посещены действующие ледовые дворцы Узбекистана, где в течение 10 дней проводились наблюдения продолжительностью 6–7 часов. В результате наблюдений были подробно изучены действия спортсменов, ситуации падения,

а также собраны фотоматериалы. На основе фотоматериалов на схемах были показаны точки с высоким риском травмирования любителей катания на коньках в момент падения. На основе этих схем были проанализированы ситуации падения (рис. 1).

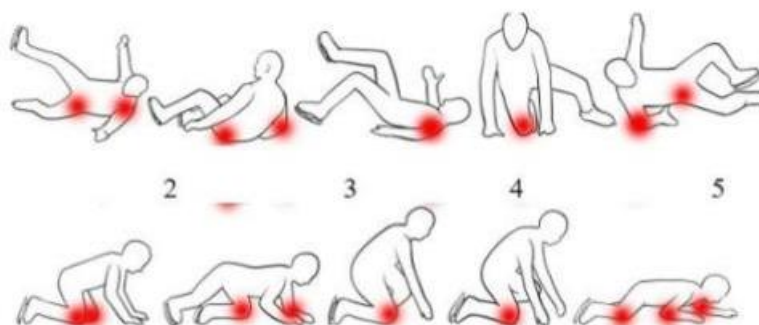


Рис. 1. Точки с высоким риском травмирования при падении

Эргономический анализ показывает, что оптимальное положение конькобежца формируется на основе равномерного распределения массы тела и устойчивости центра тяжести. В диссертационной работе последовательные фазы движений в процессе падения и потери равновесия были показаны на основе угловых показателей (рис. 2).

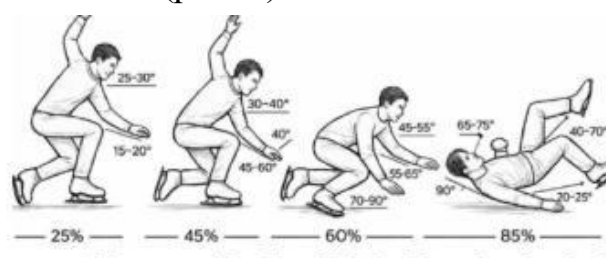


Рис. 2. Фазы движений при катании на коньках

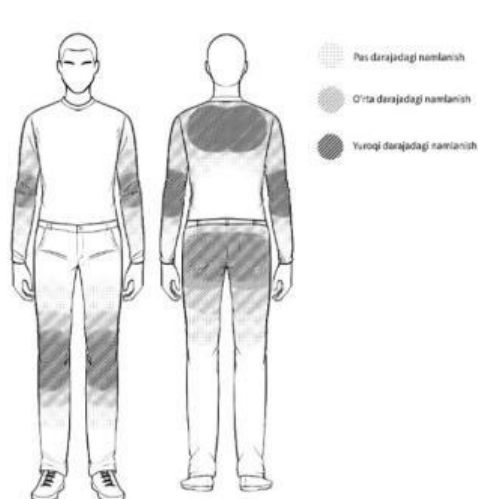
Анализ эргономики и движений любителей катания на коньках показывает, что амплитуда движений их тела и суставов, нагрузки в процессе сохранения равновесия, а также часто повторяющиеся падения предъявляют особые требования к конструкции одежды.

В зимних видах спорта, в том числе при катании на коньках на льду, топография одежды спортсмена подвергается испытанию в сложных внешних условиях. При этом в качестве основных проблемных факторов отмечаются трение и накопление влаги. Трение возникает в результате движений на высокой скорости, повторяющихся шагов и смещения сегментов тела относительно друг друга, что приводит к образованию микротравм, покраснений и волдырей на поверхности кожи. Особенно часто такие проблемы наблюдаются в области коленей, бёдер, подмышек и шеи.

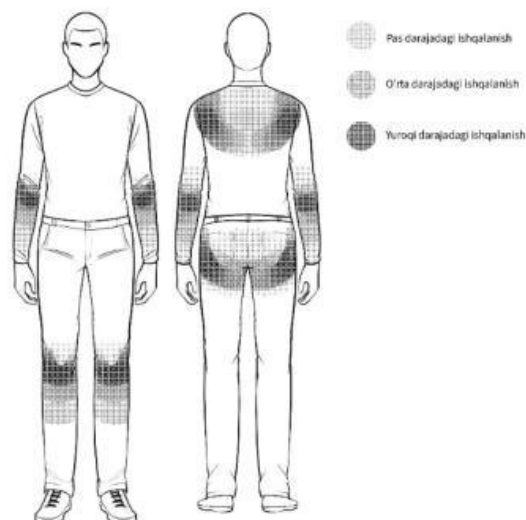
Данный этап исследования был проведён в Центре развития ледовых видов спорта «Нито» на основе наблюдений и визуального анализа среди более чем 50 спортсменов-любителей, занимающихся катанием на коньках.

Исследования показали, что любители катания на коньках, посещающие центры ледовых видов спорта, чаще всего тренируются в повседневной одежде.

Такая одежда, не обладая влагостойкостью, под воздействием частиц льда быстро намокает, а в условиях холодной среды процесс потери тепла ускоряется. В результате у спортсмена наблюдаются переохлаждение, ограничение свободы движений и снижение общего уровня комфорта. На основе наблюдений и визуального анализа были выявлены основные зоны накопления внешней влаги в одежде конькобежцев и схематично изображены на рисунке (рис. 3).



**Рис. 3. Топография
влажности одежды
конькобежцев**



**Рис. 4. Проблемные зоны
трения у конькобежцев**

Во время катания на коньках трение также оказывает существенное влияние на одежду. В процессе катания фактор трения является важным негативным фактором, непосредственно влияющим на функциональность и износостойкость одежды спортсмена. Особенно у любителей катания на коньках, вследствие недостаточно сформированной техники движений, часто наблюдаются падения и скольжение по льду. В этих условиях отдельные участки одежды вступают в повторяющийся и интенсивный механический контакт с поверхностью льда, в результате чего сила трения резко возрастает. Это приводит к быстрому изнашиванию одежды, истончению ткани, её разрывам и деформации. В диссертационной работе топографическое распределение степени трения в одежде конькобежцев по различным участкам тела представлено в графическом виде (рис. 4).

Волокнистый состав ткани и соотношение волокон были проанализированы в лабораторных условиях на основе международных стандартов GOST ISO 1833-11-2022 и GOST ISO 1833-25-2022. Все исследованные показатели были определены в соответствии с нормативными требованиями на основе стандартизированной методики.

Для определения значений показателей качества текстильных материалов, отобранных в качестве объекта исследования, были проведены испытания (табл.

1). В результате для проектирования защитной одежды наиболее подходящим был признан 6-й вариант - ткань Taslan.

Третья глава диссертации под названием «Проектирование защитных элементов для конькобежцев на льду на основе технологии трёхмерной печати» посвящена требованиям, предъявляемым к защитным элементам, анализу существующей экипировки, разработке средств защиты для функционального защитного комбинезона, а также расчёту изгибающей нагрузки элементов, их диаметра и толщины слоя на основе теории балки.

Таблица 1

Сравнительный анализ физических свойств водонепроницаемых тканей

№	Наименование показателей	Специальная водонепроницаемая ткань					
		1-вариант. Тканое диагональное полотно с покрытием	2-вариант. Плащевая ткань с плёночным покрытием 1	3-вариант. Трикотаж с плёночным покрытием	4-вариант. Плащевая ткань с плёночным покрытием 2	5-вариант. Плащевая ткань с плёночным покрытием 3	6-вариант. Таслан
1	Состав волокна (%)	90% полиэстер 10% полиуретановое покрытие	85% полиэстер + 15% нейлон + плёнка	95% полиэстер + эластан	40% полиэстер + 60% нейлон	100% полиэстер + плёнка	100% нейлон
2	Поверхностная плотность (г/м ²)	241,1	151,4	223,2	137,3	123,5	124,2
3	Воздухопроницаемость (см ³ /см ² ·сек)	не пропускает воздух	не пропускает воздух	18,98	не пропускает воздух	14,30	1,5
4	Гигроскопичность (%)	2,14	0,11	3,06	0,18	0,14	1,98
5	Устойчивость окраски: сухое трение / мокрое трение (балл)	5 / 4	5 / 4	4 / 4	5 / 4	4 / 4	5 / 5
6	Сминаемость (%)	51,1	58,8	58,8	56,6	61,1	50,0
7	Водонепроницаемость (мм вод.ст.)	800	800	100	700	100	600
8	Истираемость (циклы)	24000	<25000	21500	<25000	<25000	24000
9	Электризуемость (В)	1059	5924	1231	5866	4993	231
10	Толщина (мм)	0,5	0,3	0,7	0,3	0,3	0,3

В процессе проектирования защитных элементов на первом месте стоят биомеханические и эргономические требования. Наряду с обеспечением максимальной безопасности спортсмена во время движения одежда и защитные средства не должны ограничивать свободу движений. Поэтому конструкция защитных слоёв должна соответствовать следующим критериям.

В ходе исследования были изучены механические и физические свойства материалов, применяемых в технологиях 3D-печати, проанализирована их пригодность для защитной одежды и проведён сравнительный анализ различных материалов. Результаты исследования показали, что степень эластичности, плотность, твёрдость, ударопрочность и межслойная прочность материала

непосредственно влияют на функциональность и эргономический комфорт защитных элементов (табл. 2).

Таблица 2

Анализ материалов, используемых в технологии трёхмерной печати

Тип филамента	Предел прочности на разрыв (МПа)	Удлинение (%)	Модуль упругости (МПа)	Теплостойкость (°C)	Плотность (г/см³)
PLA	50–70	4–10	3000–4000	~55–65	1.24
ABS	30–45	10–30	1500–2200	~90–100	1.04
PETG	45–55	20–30	2000–2200	~75–80	1.27
TPU	30–55	300–600	10–50	~60–80	1.20
Nylon (PA)	70–90	50–300	1000–1500	~70–120	1.14
PC	60–70	5–10	2000–2400	~110–120	1.20
ASA	35–50	15–25	1800–2200	~95–105	1.07

ABS обладает относительной гибкостью (удлинение 10-30 %) и средней прочностью (1500-2200 МПа), а его теплостойкость выше, чем у PLA (~90-100 °C). Однако из-за ограниченной способности выдерживать значительные деформации он лишь частично подходит для изготовления защитных элементов. PETG занимает промежуточное положение между ABS и PLA, обеспечивая баланс по удлинению (20-30 %) и прочности (2000-2200 МПа); он частично гасит ударное воздействие, однако не является оптимальным для зон, где требуется высокая гибкость.

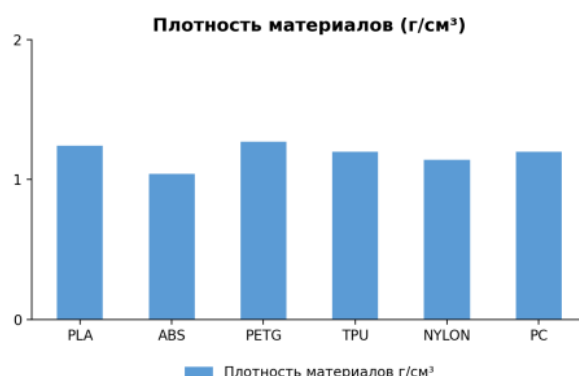


Рис. 5. Плотность пластиковых материалов

Результаты анализа выделяют материал TPU как оптимальный для защитных элементов, поскольку благодаря высокой гибкости, способности поглощать удар и эргономическому комфорту он не ограничивает движения спортсмена. В качестве практического опыта материалы TPU, использованные в исследовании, были напрямую заказаны из Китая; данный вариант заслуживает внимания как с точки зрения экономической эффективности, так и надёжности качества (рис. 5).

Защитный элемент спроектирован в виде цилиндрического покрытия, изготовленного с использованием технологии 3D-печати из филаментов TPU

(термопластичный полиуретан) (рис. 7). Элементы размещены в шахматном порядке и образуют ряды в двух взаимно перпендикулярных направлениях.



Рис. 6. Заказанный для защитного элемента филамент TPU и экспериментальный образец ткани квадратной формы

В центральной зоне покрытия количество цилиндров находится в пределах $n = 7...9$ и уменьшается по направлению к периферии. В результате вся структура приобретает форму эллиптического контура. Такое формообразование позволяет равномерно распределять нагрузки конструкции от центра к периферии, а также улучшает поглощение энергии в процессе деформации.

Данная геометрия облегчает интеграцию защитного элемента в состав одежды. Слои покрытия размещаются с учётом формы колена, локтя, бедра или области копчика спортивной одежды. В результате эти 3D-печатные элементы снижают ударные и фрикционные воздействия, возникающие при скольжении по льду, а также позволяют существенно уменьшить риск травмирования спортсмена.

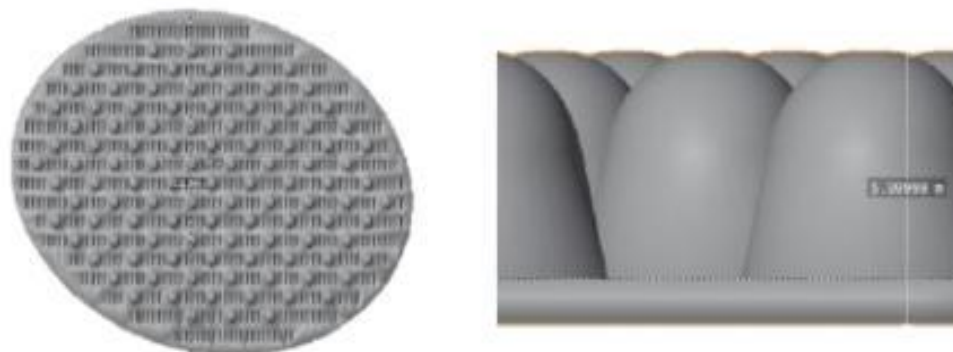


Рис. 7. Конструкция защитного элемента, изготовленного на основе технологии 3D-печати из филамента TPU

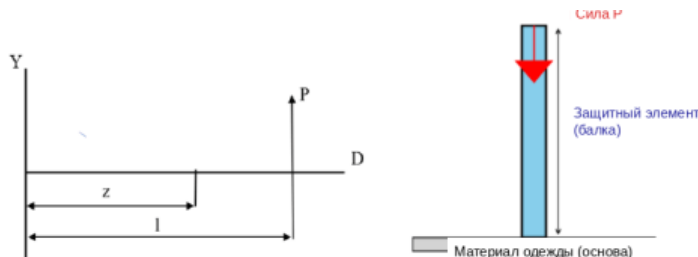


Рис. 8. Механическая схема защитного элемента, смоделированного в виде консоли

Каждый защитный элемент с механической точки зрения можно моделировать как консольную балку (балку, жёстко закреплённую одним концом). При этом нижняя часть элемента (основание) жёстко закреплена на слое одежды, а верхняя часть подвергается изгибу под действием внешней ударной силы P (рис. 8).

Ниже на основе классической теории балок приведено уравнение упругой линии (линии изгиба) для консольной балки длиной L , нагруженной на конце сосредоточенной силой P . Начало координат принимается в точке $z = 0$, то есть в месте закрепления; прогиб обозначается как $y(z)$.

А). Изгибающий момент в сечении Z

Под действием нагрузки P , приложенной к свободному концу консоли, изгибающий момент в произвольном сечении z ($0 \dots L$) определяется выражением:

$$M = P(l-z), \text{ Н*мм} \quad (3.1)$$

Вследствие малости перемещений считаем, что изгибающий момент не зависит от деформации. Дифференциальное уравнение упругой линии балки

$$\text{имеет вид:} \quad y'' = \frac{M}{EJ_x} \quad (3.2)$$

После двукратного интегрирования уравнения (3.2) с учётом выражения (3.1) определяем перемещение при изгибе:

$$y = \frac{P}{EJ_x} \left(l \frac{z^2}{2} - \frac{z^3}{6} + c_1 z + c_2 \right), \text{ мм} \quad (3.3)$$

где E - модуль упругости материала балки, Н/мм^2 ;

J_x - главный момент инерции поперечного сечения балки, мм^4 ;

C_1, C_2 - постоянные интегрирования, определяемые из граничных условий.

В данном случае при $z = 0$ выполняются условия $y = 0$ и $y' = 0$, откуда $C_1 = 0$ и $C_2 = 0$.

Таким образом:

$$y = \frac{P}{EJ_x} \left(l \frac{z^2}{2} - \frac{z^3}{6} \right), \text{ мм} \quad (3.4)$$

Наибольший прогиб возникает в точке приложения силы P , то есть при $z = L$:

$$y_{\max} = \frac{Pl^3}{3EJ_x}, \text{ мм} \quad (3.5)$$

По зависимости (3.5), рассчитав прогиб защитного элемента, можно оценить его жёсткость. С конструктивной точки зрения принимаем высоту защитного элемента $h = L = 5$ мм. Размеры поперечного сечения определяем исходя из условия прочности по нормальным напряжениям, возникающим при изгибе (рис. 8):

$$\sigma = \frac{|M^{\max}|}{W_x} \leq [\sigma], \quad \text{Н/мм}^2 \quad (3.6)$$

где:

$|M^{\max}|$ - Максимальный изгибающий момент Н*мм

W_x - момент сопротивления сечения относительно оси, мм^3 ;

$\sigma, [\sigma]$ - соответственно расчётное и допускаемое нормальные напряжения, Н/мм^2 .

Максимальный изгибающий момент $M^{\max}$ зависит от силы P , которая определяется силой трения, возникающей между поверхностью льда и

защитным элементом. Поэтому сила **P**, вызывающая изгиб защитного элемента, зависит от веса падающего тела (**mg**) и коэффициента трения между материалом элемента и льдом.

Из зависимости (3.6) и в соответствии с требованиями прочностной надёжности получаем:

$$w_x \geq \frac{|M^{\max}|}{[\sigma]}, \text{ мм}^3 \quad (3.7)$$

$$w_x = \pi d^3 / 32 \approx 0,1 d^3$$

$$D \geq \sqrt[3]{\frac{|M^{\max}|}{0,1 [\sigma]}}, \text{ мм} \quad (3.8)$$

С учётом механических свойств TPU-филамента рассчитываем диаметр защитного элемента, принимая $[\sigma] = 55 \text{ Н/мм}^2$. При расчёте максимального изгибающего момента максимальный вес тела принимаем равным $Q = 700 \text{ Н}$.

При расчёте изгибающего момента необходимо учитывать, что сила **P** представляет собой силу трения, возникающую между защитным покрытием и поверхностью льда при падении, и определяется через коэффициент трения. На основании фундаментальных исследований Ф.П. Боудена и Д. Тейбора по скольжению металлов и пластмасс относительно льда, а также трению на ледяной поверхности можно отметить, что для полимерных материалов коэффициент трения *f* в диапазоне температур от -10°C до -30°C не превышает значений $0,08 \dots 0,1$ (рис. 8).

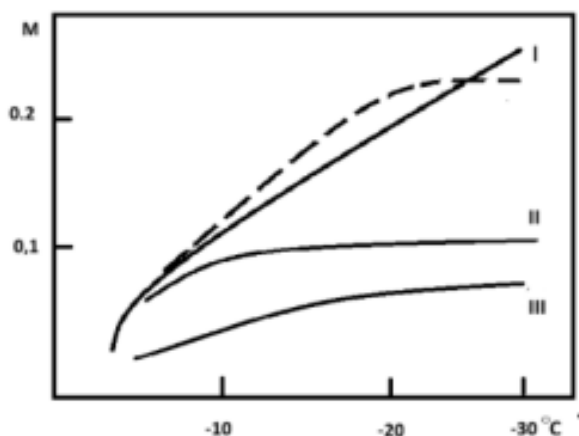


Рис. 9. Зависимость коэффициента трения различных материалов по льду от температуры

На рис. 9 приведены показатели трения льда с различными материалами: трение с чистой сталью (I), трение с полистиролом (II), трение с PTFE (III), а также уровень трения, наблюдаемый после многократного скольжения по полистиролу.

С учётом технологии изготовления покрытий с защитными элементами с использованием 3D-проектирования и детального изучения характеристик поверхности, формирующейся на вершинах защитных элементов, в первом приближении коэффициент трения может быть принят равным $f = 0,2$. Это объясняется наличием шероховатой поверхности, образующейся при затвердевании расплавленного материала.

На основании приведённых данных по зависимости (3.8) оценим размер поперечного сечения защитного элемента при следующих параметрах:

1) Сила трения: $P = F_{Tp} = fQ = 0,2 \times 700 = 140 \text{ N}$;

2) Изгибающий момент:

$$M = Ph = 140 \times 5 = 700 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{|M^{\max}|}{0,1 [\sigma]}} = \sqrt[3]{\frac{700}{0,1 \times 55}} = 5,03 \text{ mm}$$

Таким образом, исходя из условия прочностной надёжности защитных элементов, размер поперечного сечения круглой формы определён как $d = 5,03 \text{ мм}$. С практической точки зрения для изготовления защитного элемента принимаем значение диаметра $d = 5 \text{ мм}$.

В состав комбинированной системы защиты функциональной спортивной одежды предложено включить полиуретан, обладающий высокими эластичными свойствами, с целью поглощения энергии удара при падении тела на поверхность льда (рис. 10).



Рис. 10. Послойное сечение коленной зоны функционального комбинезона

На представленном рисунке схематично изображена многослойная защитная структура в области колена (а также локтя) функционального спортивного комбинезона, спроектированная по принципу поэтапного гашения энергии удара. В качестве внутреннего конструктивного слоя применены прилегающий к телу слой одежды и внутренний подкладочный слой, обеспечивающие комфорт и гигиеническое соответствие. На следующем этапе в качестве защитного элемента в зоне колена/локтя использован дополнительный ударопоглощающий материал на основе полиуретана (PU), который за счёт высокой эластичности и свойств упругой деформации гасит сильные импульсы и снижает нагрузку на суставы. С внешней стороны на конструкцию, покрытую тканью Taslan, установлен защитный элемент, уменьшающий скольжение, изготовленный с помощью технологии 3D-печати; он снижает риск трения и скольжения на поверхности льда или твёрдой поверхности, а также выполняет дополнительную механическую защитную функцию.

С конструктивной точки зрения толщина данного полиуретанового защитного элемента принята равной $h = 5\text{--}6 \text{ мм}$. Для определения упругих

свойств образец диаметром $d = 25$ мм подвергается осевому сжатию силой $P = mg = 1 \cdot 9,81 = 9,81$ Н (рис. 11).

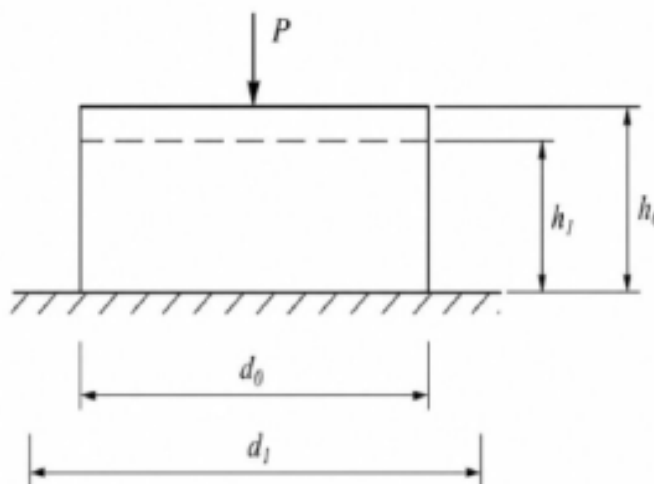


Рис. 11. Схема осевого сжатия образца из полиуретана с исходными размерами, где соответствующими параметрами обозначены диаметр и толщина образца

При осевом сжатии возникающее нормальное напряжение σ определяется по формуле:

$$\sigma = \frac{P}{A}, \text{Н/мм}^2 \quad (3.9)$$

Площадь поперечного сечения:

$$A = \pi d_0^2 / 4 = 3,14 \cdot 25^2 / 4 = 490,625 \text{ мм}^2 \quad (3.10)$$

Тогда:

$$\sigma = \frac{9,81}{490,625} = 0,02 \text{ Н/мм}^2$$

Абсолютная деформация составляет:

$$\Delta h = h_1 - h_0 = 4 - 5 = -1 \text{ мм}$$

Абсолютное значение относительной деформации:

$$\varepsilon = \frac{|\Delta h|}{h_0} = \frac{|-1|}{5} = 0,2 \quad (3.11)$$

Согласно закону Гука:

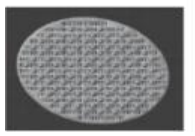
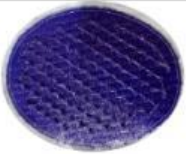
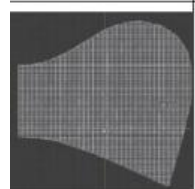
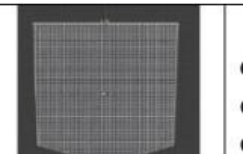
$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{0,02}{0,2} = 0,1 \text{ Н/мм}^2$$

Таким образом, по результатам проведённого испытания на сжатие были определены нормальное напряжение, возникающее в материале, относительная деформация и модуль упругости на основе закона Гука. Установлено, что значение модуля упругости составляет $E = 0,1$ Н/мм².

Полученные результаты показывают, что полиуретановый материал обладает высокой деформируемостью и проявляет эффективные амортизирующие свойства в процессе поглощения энергии удара. Это подтверждает целесообразность его применения в качестве защитного элемента в зонах суставов, подвергающихся высоким нагрузкам, таких как колени и локти. Кроме того, поскольку многослойная конструкция основана на принципе поэтапного гашения энергии удара, она способствует снижению риска травмирования при сохранении свободы движений спортсмена.

Таблица 3

Проектирование и разработка защитных элементов для функционального защитного комбинезона в программе CAD

№	Часть защиты	Спроектированные прототипы защиты	Описание	Изготовленные защитные элементы
1	Для колена		Прототип защиты для колена размером 20×20 см, в котором в шахматном порядке размещены 120 цилиндрических элементов в 18 рядах	
2	Для локтя		Специальный прототип защиты для локтя спроектирован в форме цилиндра размером 15×12 см	
3	Для области лопатки		Специальный прототип для плеча имеет изогнутую форму. По всей поверхности формы для усиления деформации придана мелкая открытая волнообразная форма	
4	Для задней части		Средство защиты для задней (ягодичной) области комбинезона спроектировано в форме кармана для придания эстетичного внешнего вида	

Четвёртая глава диссертации под названием **«Проектирование, испытание и внедрение в производство усовершенствованной функциональной спортивной одежды для конькобежцев»** посвящена разработке спортивной одежды с высокими функциональными и защитными свойствами для катания на коньках, обоснованию её внешнего вида и конструктивно-технических решений, а также определению экономической эффективности функционального комбинезона.

Процесс разработки эскизного проекта специальной спортивной одежды для конькобежцев включает обоснование конструктивно-технологического решения одежды, разработку функциональных и защитных элементов конструкции, определение их адаптивности к спортивным движениям, установление степени унификации, а также выбор методов технологической обработки, соответствующих современным материалам (рис. 12).

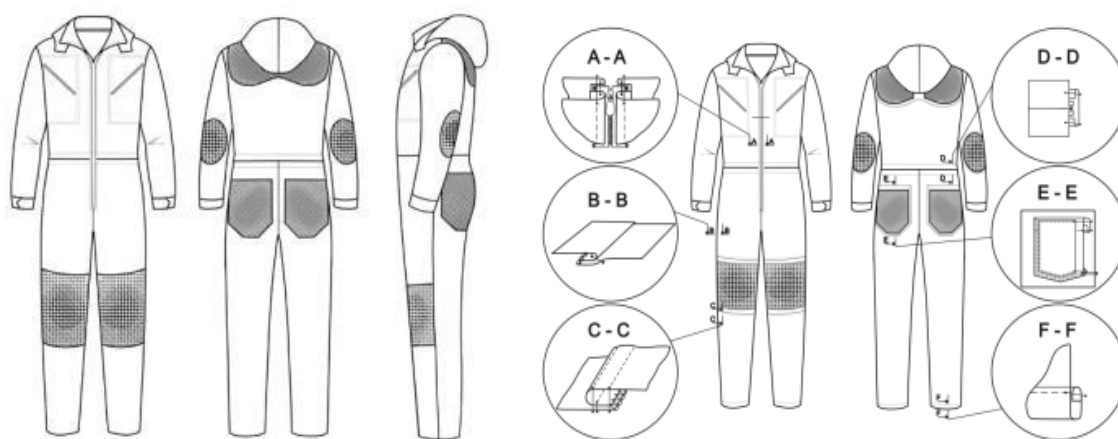


Рис. 12. Специальная спортивная одежда с защитными функциями для конькобежцев

При конструировании одежды использовался метод конструирования «Мюллер и сын».

Материалы, применяемые при проектировании спортивной одежды, а также прочность соединительных швов непосредственно влияют на безопасность и надёжность одежды. Стандарт GOST 28073-89 устанавливает метод определения прочности швов, что имеет важное значение при разработке специальной одежды и контроле её качества.

Расположение швов, их вид и номер используемой нити оказывают существенное влияние на их прочность. Результаты проведённых исследований показали, что при выполнении швов с длиной стежка 2,0 показатели прочности были выше по сравнению со швами, выполненными с другими параметрами стежка.

Кроме того, при сравнении швов второго и третьего вариантов установлено, что шов второго варианта оказался более прочным, чем шов третьего варианта. Именно этот шов был выбран для коленной части функционального комбинезона (рис. 13). Это показывает, что при правильном выборе конструкции шва, формы строчки и количества стежков шов в ходе испытаний обладает более высокой устойчивостью к разрыву.

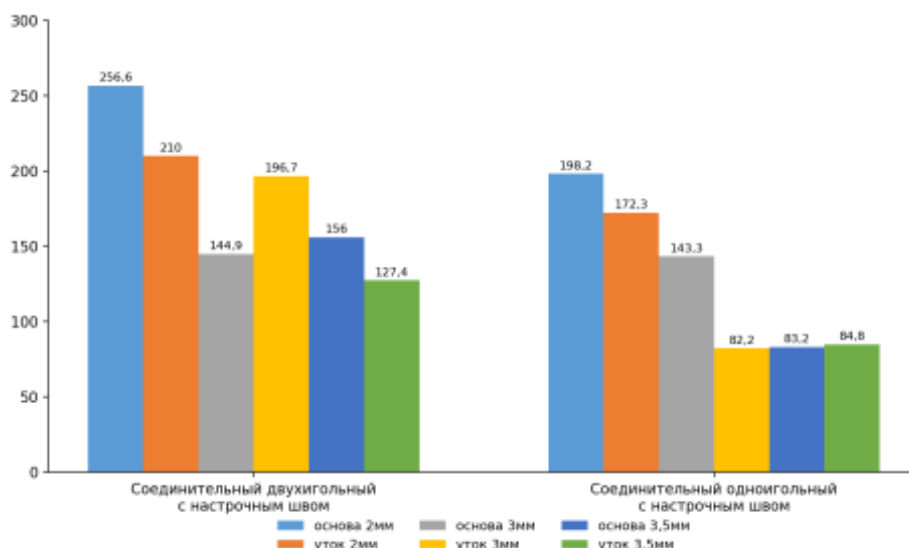


Рис. 13. Сравнительная схема накладного шва, выполненного двухгольной и одногольной строчкой

Разработанный и рекомендованный комплект специальной спортивной одежды для конькобежцев был испытан в Центре развития ледовых видов спорта «Нито» в городе Ташкенте (рис. 14).



Рис. 14. Испытание функционального комбинезона

Исследования, проведённые в практических условиях, позволили определить эффективность функциональных и защитных свойств рекомендуемой спортивной одежды. Результаты испытаний подтвердили, что установленный срок эксплуатации одежды составляет приблизительно один год и в течение этого периода она сохраняет свои защитные функции.

Рекомендуемая спортивная одежда была предложена для производства на швейных предприятиях ООО «Art Print and Textile» и ООО «ART TEX SERVIS» в городе Ташкенте.

Согласно результатам расчётов показателей экономической эффективности проектируемого изделия, себестоимость единицы продукции составляет 261 111,8 сум, а оптовая цена изделия - 313 334,17 сум. Эффективность производства продукции составляет 20 %. На предприятии в процессе производства специальной одежды для конькобежцев при участии 10 работников за одну смену выпускается 40 изделий, а за год - 10 200 изделий. Прибыль с единицы продукции составляет 52 222,37 сум, а годовая прибыль - 532 668,1 тыс. сум. В результате производства специальной одежды для конькобежцев предприятие достигает экономической эффективности в размере 396 769,85 тыс. сум.

Установлено, что при производстве специальной спортивной одежды для конькобежцев с использованием местного сырья стоимость изделия в 3,2 раза ниже по сравнению с импортируемой продукцией. Стоимость импортируемого изделия составляет 1 125 000 сум, тогда как стоимость изделия, произведённого с использованием местного сырья, составляет 350 934,27 сум.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

1. Результаты исследования на основе научных и статистических данных подтвердили высокий риск травмирования при занятиях зимними видами спорта, в частности при любительском катании на коньках. Установлено, что травмы в основном связаны с высокой скоростью движения, твёрдой поверхностью, холодной средой и недостаточным использованием средств защиты.

2. Международный и национальный статистический анализ показал, что частота травмирования среди спортсменов-любителей, особенно любителей катания на коньках, в 1,5–2 раза выше, чем среди профессиональных спортсменов. Это объясняется низким уровнем технической подготовки, а также недостаточным использованием специальной защитной одежды.

3. В результате анализа механизмов падения и биомеханических особенностей при катании на коньках области коленей, локтей, поясницы, бёдер и ягодиц определены как зоны повышенного риска. Обоснована необходимость применения усиленных защитных элементов именно в этих зонах конструкции защитной одежды.

4. В результате изучения топографического распределения влаги и трения в одежде любителей катания на коньках установлено повышенное накопление влаги в нижней и задней частях тела, а также высокая интенсивность трения в областях коленей, ягодиц и локтей. Установлено, что данные факторы приводят к быстрому износу одежды и возникновению эргономических неудобств.

5. На основе лабораторных испытаний проведён сравнительный анализ физико-механических и эксплуатационных свойств водонепроницаемых тканей. Ткань Taslan (вариант 6) выбрана как наиболее подходящий материал для одежды конькобежцев благодаря малой массе, низкой гигроскопичности, устойчивости к трению и эргономическому комфорту.

6. При проектировании защитных элементов биомеханические и эргономические требования разработаны на основе комплексного подхода. В качестве основных критериев определены поглощение энергии удара, равномерное распределение нагрузки, минимизация массы, а также сохранение свободы движений и обеспечение длительного комфорта.

7. Конструктивный и функциональный анализ существующей защитной экипировки показал, что традиционные средства защиты, несмотря на способность гасить ударные нагрузки, ограничивают движения спортсмена вследствие значительной массы и низкой адаптивности. В связи с этим научно обоснована необходимость применения лёгких и эластичных конструкций, изготовленных методом 3D-печати.

8. Для изготовления защитных элементов выбрана технология FDM 3D-печати, а материал TPU определён как оптимальный благодаря высокой гибкости, способности поглощать удар и эргономической адаптивности. Данный выбор позволил повысить уровень защиты без ограничения движений спортсмена.

9. В результате математического моделирования и экспериментальных испытаний защитных элементов установлено непосредственное влияние типа структуры на механические и функциональные свойства. Установлено, что зубчатая (цилиндрическая) структура обеспечивает высокую прочность, а волнообразная структура - высокую гибкость и эргономический комфорт, на основании чего разработаны оптимальные конструктивные решения.

10. Разработанный защитный комбинезон успешно прошёл производственные и эксплуатационные испытания, в результате чего подтверждены его преимущества по показателям безопасности, комфорта и экономической эффективности. Комбинезон, изготовленный из местного сырья, в 3,2 раза дешевле импортной продукции, при этом уровень рентабельности производства составил 20 %.

11. Разработанная спортивная одежда рекомендована к производству на швейных предприятиях ООО «Art Print and Textile» и ООО «ART TEX SERVIS», а также к практическому применению в Центре развития ледовых видов спорта «Нумо». Разработаны технологическая карта одежды, схема швов и производственные инструкции, позволяющие организовать непрерывный производственный цикл.

Результаты диссертации показывают, что посредством внедрения инновационных технологий 3D-печати защитных элементов в спортивную одежду, разработки научно обоснованных конструктивных решений и обеспечения экономической эффективности возможно создание безопасной, эргономичной и современной защитной одежды для зимних видов спорта. Данный подход наряду с защитой здоровья спортсменов создаёт научно-практическую основу для развития инновационных направлений производства в лёгкой промышленности Узбекистана.

**SCIENTIFIC COUNCIL DSc. 03/2025.27.12.T.21.01 ON THE AWARDING
OF ACADEMIC DEGREES AT TASHKENT INSTITUTE OF TEXTILE
AND LIGHT INDUSTRY**

TASHKENT INSTITUTE OF TEXTILE AND LIGHT INDUSTRY

PULATOVA LAZIZAKHON BAKHODIR QIZI

**IMPROVING THE METHOD OF DESIGNING FUNCTIONAL
SPORTSWEAR (FOR ICE SKATING)**

05.06.04 – Technology of sewing products and costume design

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

Tashkent – 2026

The theme of doctor of philosophy (PhD) of technical science dissertation was registered at the Supreme Attestation Commission under the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan under number № B2025.3.PhD/T5992.

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

The abstract of the dissertation is posted in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) on the website of the Scientific Council at the Tashkent Institute of Textile and Light Industry (www.titli.uz) and on the information and educational portal "Ziynet" (www.ziynet.uz).

Scientific advisor:

Kasimova Aziza Bakhodirovna
doctor of philosophy (PhD) in technical
sciences, professor

Official opponents:

Nigmatova Fotima Usmanovna
doctor of technical sciences, professor

Pulatova Sabokhat Usmanovna
doctor of technical sciences, professor

Leading organisation:

Namangan state technical university

The defense of the dissertation will be held on October 08, 2026, at 11⁰⁰ at the meeting of the Scientific Council DSc 03/2025.27.12.T.21.01 on award of scientific degrees at the Tashkent Institute of Textile and Light Industry (Address: 100100, Tashkent, Yakkasaray district, Shokhzhakhon street, house 5. Administrative building of the Tashkent Institute of Textile and Light Industry, 2nd floor, 222 audience, tel.: (+99871) 253-06-06, (+99871) 253-08-08, fax: (+99871)253-36-17, e-mail: titlp_info@edu.uz).

The Doctoral dissertation can be reviewed at the Information-resource center of the Tashkent Institute of Textile and Light Industry (registration number No 314). Address: 100100, Tashkent, Yakkasaray district, Shokhzhakhon street, house 5. Tel.: (+99871) 253-06-06, (+99871) 253-08-08.

The abstract of the dissertation has been sent out on September 24, 2026 year.
(mailing report № 310 dated September 24, 2026 year)




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

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


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

INTRODUCTION (dissertation abstract of Doctor of Philosophy (PhD))

Relevance and necessity of the dissertation topic. As a result of the growing interest of the world's population in a healthy lifestyle, winter sports, including recreational ice skating, are becoming increasingly popular. During ice skating, high movement speed, loss of body balance, the hardness of the ice surface, low temperatures, and exposure to external moisture increase the risk of falls and injuries of varying severity. Therefore, the development of functional sportswear that does not restrict freedom of movement, provides ergonomic comfort, and offers comprehensive protection against external moisture and mechanical impacts is of significant scientific and practical importance.

Worldwide, scientific research is being conducted to improve the protective, ergonomic, and hygienic properties of clothing intended for ice skating and other winter sports, to study the biomechanics of falls, to identify anatomical and topographical zones with a high risk of injury, and to improve elastic materials that reduce impact energy as well as the structural parameters of protective elements. In this field, priority is given to assessing the influence of clothing packages on heat and moisture exchange, selecting water-resistant and breathable materials, developing lightweight and flexible protective elements from polymeric materials, integrating them into garment structures, and creating scientific and methodological foundations for ensuring the ergonomic suitability of clothing under dynamic movement conditions. In this regard, one of the important tasks is to develop an integrated functional sports garment that simultaneously protects against external moisture, friction, and mechanical impacts while eliminating the need to wear protective equipment as separate items.

In our Republic, large-scale measures are being implemented to develop and popularize winter sports, establish modern ice sports complexes, organize the production of competitive, high-value-added garment products at domestic light-industry enterprises and improve their quality, as well as introduce innovative materials and technologies into production. The "Uzbekistan – 2030" Strategy sets out important tasks such as the effective use of scientific and technological potential, the development of high-tech production, and the introduction of digital solutions in industry. In implementing these tasks, it is of great importance to improve the method of designing functional sportswear that, taking into account the movement characteristics and fall mechanisms of recreational ice skaters, provides protection for anatomical zones with a high risk of injury, reduces the effects of external moisture, and ensures ergonomic comfort and freedom of movement.

This dissertation research contributes, to a certain extent, to the implementation of the tasks set out in the Resolution of the President of the Republic of Uzbekistan No. PQ-4583 dated February 4, 2020, "On Measures for the Development of Winter Sports," Resolution No. PQ-303 dated July 1, 2022, "On the Comprehensive Preparation of Athletes of Uzbekistan for the XXV Winter Olympic and XIV Paralympic Games to be held in 2026 in Milan and Cortina d'Ampezzo (Italy)," as well as Presidential Decree No. PF-71 dated May 1, 2024, "On Measures to Bring the

Development of the Textile and Garment-Knitwear Industry to a New Stage,” and other regulatory legal documents related to this field.

The aim of the scientific research is to develop functional sportswear for amateur ice skaters that reduces the risk of injury, provides protection against moisture, and ensures comfort and safety during ice skating.

The object of the scientific research is the construction, material composition, protective elements, and manufacturing technology of functional sportswear designed for ice skaters.

The scientific novelty of the research is as follows:

based on the biomechanical analysis of the movements and falling patterns of amateur ice skaters, anatomical protection zones subjected to high impact loads were identified;

the deformation state of the protective elements under impact loads was mathematically modelled, and their rational geometric and structural parameters were determined;

the physical, mechanical, and operational properties of the materials and protective components used in functional sportswear were investigated, and a combined protection system was developed;

based on the schemes for the placement and fastening of protective elements, the construction and manufacturing technology of a functional sports coverall that ensures freedom of movement and reduces impact loads were developed.

Implementation of the research results. The results of the research on the development of functional protective clothing for ice skaters were implemented in production at “Art Print and Textile” LLC and “ART TEX SERVIS” LLC (Certificate No. 01/06-1246 of the “Uztextileprom” Association dated September 2, 2026).

As a result, functional sportswear for amateur ice skaters providing protection against external moisture and mechanical impacts, protective elements integrated into its construction, and the technological process for manufacturing the garment were developed. The protective, hygienic, and operational properties of the garment were improved, and the production cost was reduced by 68.8%. The developed product is 3.2 times less expensive than imported analogues, while the production profitability amounted to 20%.

The structure and volume of the dissertation. The dissertation consists of an introduction, four chapters, general conclusions, a list of references, and appendices. The text of the dissertation comprises 119 pages.

E'LON QILINGAN ISHLAR RO'YXATI

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ LIST OF PUBLISHED WORKS

I-bo'lim (I часть; I-part)

1. Pulatova L.B., Kasimova A.B. 3D bosib chiqarish texnologiyasining zamonaviy modaga ta'siri va uning material xususiyatlari // Kompozitsion materiallar. – 2023. № 3. – B. 187–189. – ISSN 2091-5527. (05.00.00; № 13). URL: <https://www.gupft.uz/journal>
2. Pulatova L.B., Kasimova A.B. Advantages and Characteristics of TPU Filament over PLA Filament When Using 3D Printing Technology in Clothes // Kompozitsion materiallar. – 2024. – № 1. – B. 53–57. – ISSN 2091-5527. (05.00.00; № 13). URL: <https://www.gupft.uz/journalkm/journalkm2024-1>
3. Pulatova L.B., Kasimova A.B., Pulatov M.Z. 3D Printed Wearable Apparel Products and Consumer Perceptions // American Journal of Engineering, Mechanics and Architecture. – 2024. – Vol. 2, Issue 11. – P. 28–33. – ISSN 2993-2637. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.14209131>
4. Pulatova L.B., Kasimova A.B. Analysis Types of Waterproof Fabrics and Their Physical and Mechanical Properties // Muhandislik va iqtisodiyot. – 2025– № 6. – B. 80–84. – eISSN 3060-463X. (05.00.00; № 280) URL: [https://dspace.kstu.uz/xmlui/bitstream/handle/123456789/1073/B.Axmedo va MUHANDISLIK %26 IQTISODIYOT OAK.pdf?isAllowed=y&sequence=1](https://dspace.kstu.uz/xmlui/bitstream/handle/123456789/1073/B.Axmedo%20va%20MUHANDISLIK%20IQTISODIYOT%20OAK.pdf?isAllowed=y&sequence=1)
5. Pulatova L.B., Kasimova A.B. The Importance of Protective Clothing in Winter Sports Games // Integration of Innovative Education and Training. – 2025. – Vol. 1, No. 1. – P. 55–61. – ISSN 2752-8723. URL: <https://worldscientificjournal.ru/index.php/iiet/article/view/10>
6. Пулатова Л.Б., Касимова А.Б., Пулатов М.З. Математическое моделирование защитных элементов функциональной спортивной одежды на основе теории балки // Universum: технические науки: электронный научный журнал. – 2026. – № 1 (142). (02.00.00; № 1). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/21646>
7. Kasimova A.B., Shomansurova Sh.M., Pulatova L.B., Pulatov M.Z., Temirova G. Creation of Elastic Knitted Fabrics with Shape Resistance Indicators // Journal of Positive School Psychology. – 2022. – Vol. 6, No. 6. – P. 5884–5888. URL: <https://journalppw.com/index.php/jpsp/article/download/8493/5557/9824>
8. Pulatova L.B., Kasimova A.B. Konki uchish uchun maxsus himoya kombinezoni // Sanoat namunasiga patent № SAP 2878 talabnoma raqami SAP 20250243 sanasi 29.09.2025.

II-bo'lim (II часть; II-part)

9. Pulatova L.B., Kasimova A.B. Kundalik kiyimlarni ishlab chiqishda 3D bosma texnologiyasi istiqbollari va afzalliklari // Paxta tozalash, to'qimachilik, yengil sanoat, matbaa ishlab chiqarish sohasida fan va ta'lim integratsiyalashuvini rivojlantirish

tendensiyalari mavzusidagi respublika ilmiy-amaliy anjuman materiallari to'plami. – Toshkent, 2023. – 17-may. – B. 382-384

10. Pulatova L.B., Kasimova A.B. Kiyimlarni ishlab chiqarish uchun 3D bosib chiqarish texnologiyasi materiallari va ularning xususiyatlari // Soha korxonalari uchun yuqori malakali kadrlar tayyorlashda dual ta'limning o'rni hamda fan, ta'lim, ishlab chiqarish klasterlarini rivojlantirishda innovatsion yondashuvlar mavzusidagi respublika ilmiy-amaliy anjuman materiallari to'plami. – Toshkent, 2023-yil 28-noyabr. – 2-qism. – B. 107–109.

11. Pulatova L.B., Kasimova A.B. Noqulay ekspluatatsiya sharoitlarida konki uchuvchilar kiyimining topografik tahlili: ishqalanish va namlikning muammoli zonalarini aniqlash // Conference on Frontiers of Science and Engineering: xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya materiallari. – 2026. – Vol. 1, No. 3. – B. 46–52. URL: <https://tjst.org/index.php/kcs/article/view/3346>

12. Pulatova L.B., Kasimova A.B. Aesthetic Perceptions of the 3D-Printed Wearable Prototype // Ishlab chiqarish va qayta ishlashning innovatsion texnologiyalarini rivojlanishi sharoitida ilm-fan va soha korxonalarining integratsiyasi mavzusidagi respublika miqyosidagi ilmiy-amaliy anjuman materiallari to'plami. – Toshkent, 2024-yil 20–21-noyabr. – 1-qism. – B. 305-309

13. Pulatova L.B., Kasimova A.B. 3D bosma texnologiyasini liboslarda qo'llashda TPU filamentining PLA filamentidan afzalliklari va xususiyatlari // Xalqaro tajriba: ta'limni modernizatsiyalash sharoitida zamonaviy mashinasozlik va muhandislik yo'nalishida yuqori malakali kadrlar tayyorlash istiqbollari mavzusidagi xalqaro ilmiy-amaliy anjuman materiallari to'plami. – Toshkent: TTYSI, 2024-yil 17–18-dekabr. – 2-qism. – B. 335-338

Avtoreferat «O‘zbekiston to‘qimachilik jurnali» ilmiy texnikaviy jurnali tahririyatida
tahrirdan o‘tkazildi va o‘zbek, rus, ingliz tillaridagi matnlar mosligi tekshirildi
(10.09.2026 y.)

Bosishga ruxsat etildi: 22.09.2026 yil.
Bichimi 60x45 1/8, «Times New Roman»
Garniturada raqamli bosma usulida bosildi.
Shartli bosma tabog‘i 3,25. Adadi: 50. Buyurtma №42.
TTYSI bosmaxonasida chop etildi.
Toshkent shahri, Shohjahon ko‘chasi, 5-uy.

