

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

NAMANGAN DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI

G‘AFUROV ADXAMJON BAXROMJON O‘G‘LI

**PAXTA TOLALI IPLARDAN NANOTEXNOLOGIYALARNI
QO‘LLAGAN HOLDA FILTRBOP MATO OLISH**

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

**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 техническим наукам**

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

G‘afurov Adxamjon Baxromjon o‘g‘li

Paxta tolali iplardan nanotexnologiyalarni qo‘llagan holda filtrbop mato
 olish..... 3

Гафуров Адхамджон Бахромджон угли

Изготовление фильтрующей ткани из хлопчатобумажной пряжи с
 использованием нанотехнологий..... 23

Gafurov Adkhamjon

Making filter fabric from cotton yarn using nanotechnology..... 45

E‘lon qilingan ishlar ro‘yxati

Список опубликованных работ
 List of published works..... 48

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

NAMANGAN DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI

G‘AFUROV ADXAMJON BAXROMJON O‘G‘LI

PAXTA TOLALI IPLARDAN NANOTEXNOLOGIYALARNI
QO‘LLAGAN HOLDA FILTRBOP MATO OLISH

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

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

Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi mavzusi O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasida B2021.4.PhD/T2519 raqam bilan ro'yxatga olingan.

Dissertatsiya Namangan davlat texnika universitetda bajarilgan.

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

Ilmiy rahbar:

Parpiyev Xabibulla
texnika fanlari nomzodi, dotsent

Rasmiy opponentlar:

Valiyev Gulam Nabidjanovich
texnika fanlari doktori, professor

Ro'zibayev Nuriddin Nurali o'g'li
texnika fanlari falsafa doktori, dotsent

Yetakchi tashkilot:

O'zbekiston tabiiy tolalar ilmiy-tadqiqot instituti

Dissertatsiya himoyasi Namangan davlat texnika universiteti huzuridagi DSc.03/2025.27.12.T.15.03 raqamli Ilmiy kengashning 2026 yil «25» aprel soat 13:30 dagi majlisida bo'lib o'tadi (Manzil: Namangan shahar, Janubiy aylanma yo'li ko'chasi, 17-uy, Tel. (998) 69-234-14-85, (998) 69-234-1996. e-mail: namdtu_info@edu.uz , Namangan davlat texnika universiteti 12-bino, 1-qavat, ilmiy kengash xonasi).

Dissertatsiya ishi bilan Namangan davlat texnika universiteti Axborot-resurs markazida tanishish mumkin (157-raqam bilan ro'yxatga olingan).(Namangan shahri, Islom Karimov ko'chasi 12-uy, Tel. (998) 69.234-14-85) e-mail: namdtu_info@edu.uz

Dissertatsiya avtoreferati 2026 yil «13» aprel kuni tarqatildi.
(2026 yil «13» yanvar № 84-raqamli reestr bayonnomasi).



Q.M.Xolliqov

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

X.T.Bobojanov

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

J.K.Yuldashev

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

KIRISH (falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi annotatsiyasi)

Dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zaruriyati. Jahonda so‘ngi yillarda filtrlash texnologiyalariga oid tadqiqotlar asosan ekologik muammolarni kamaytirish, resurslardan samarali foydalanish va sanoat chiqindi suvlarini tozalashga qaratilgan. Kimyo, energetika, oziq-ovqat, tibbiyot, farmatsevtika va atrof-muhit muhofazasi kabi tarmoqlarda tozalovchi filtrlardan foydalanish masalalariga alohida ahamiyat berilmoqda. Ayniqsa, suyuq va gaz muhitlarini tozalashda qo‘llaniladigan filtribop to‘qimachilik materiallariga ehtiyoj yildan-yilga ortib bormoqda. Hozirgi kunda global filtribop to‘qimachilik materiallari bozorining hajmi 2024-yilda 4,1 milliard AQSh dollaridan oshgan bo‘lib, bu ko‘rsatkich 2034-yilga kelib 7,5 milliard AQSh dollariga yetishi bashorat qilinmoqda. Bozorning yillik o‘sish sur‘ati (CAGR) 6,22% atrofida baholanmoqda¹. Bu borada, jumladan ekologik xavfsizlikni ta‘minlash, sanoat chiqindi suvlarini kamaytirish, havoni va suv resurslarini ifloslanishdan himoya qilishga doir global ehtiyoj va talablar ortib borayotgan sharoitda, ushbu yo‘nalishning samaradorligini oshirishda filtrlash, nanofiltrlash, chiqindisiz texnologiyalarga alohida e‘tibor qaratilmoqda.

Jahonda hozirgi kunda aksariyat filtr materiallari sintetik tolalarga asoslangan bo‘lib, ularning ekologik xavfsizligi, parchalanish muddati va inson salomatligiga ta‘siri bo‘yicha bir qator ilmiy tadqiqotlar olib borilmoqda. Ushbu yo‘nalishda, jumladan, tabiiy tolalar, ayniqsa paxta tolasi, ekologik toza, qayta tiklanadigan, inson organizmi uchun xavfsiz, biologik parchalanadigan, barqaror filtr materiallarini yaratish, ularning texnologik hamda amaliyotdagi samaradorligini oshirish bo‘yicha tadqiqotlar ustivor hisoblanmoqda. Shu bilan birga, tabiiy resurslardan yuqori samaradorlik bilan foydalanib paxta tolali iplar asosida filtribop to‘qimachilik materiallarini zamonaviy texnologiyalar orqali jumladan, nanostrukturali materiallar va yuqori haroratga chidamli filtr matolar ishlab chiqarish dolzarb vazifalardan hisoblanadi.

Respublikamizda to‘qimachilik sanoatini innovatsion rivojlantirish, resurslardan samarali foydalanish va import o‘rnini bosuvchi mahsulotlar ishlab chiqarish bo‘yicha keng ko‘lamli chora-tadbirlar amalga oshirilmoqda. “O‘zbekiston -2030” strategiyasida, jumladan Mahalliy xomashyo bazasidan samarali foydalanish va ilg‘or texnologiyalarga asoslangan sanoatni rivojlantirishda sanoatda ishlab chiqariladigan texnologik mahsulotlar ulushini 25 foizdan 32 foizga yetkazish, sanoatning “drayver” sohalarini rivojlantirish va hududlarning sanoat salohiyatini to‘liq ishga solishda yirik korxonalar tomonidan import o‘rnini bosuvchi mahsulotlarni ishlab chiqarish va hududiy korxonalar bilan kooperatsiya aloqalarini kengaytirish, sanoat kooperatsiyasini yo‘lga qo‘ygan korxonalarni faol rag‘batlantirish tizimini joriy qilish² bo‘yicha vazifalari belgilangan. Ushbu vazifalarni amalga oshirishda, xususan, mahalliy paxta tolasini chuqur qayta ishlash hamda undan yuqori qo‘shimcha qiymatga ega, ekologik va

¹ <https://www.precedenceresearch.com/fabric-filter-market>

² O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 11-sentabr 2023 yildagi PF-158-sonli farmoni <https://lex.uz/ru/docs/-6600413>

sanoat talablariga javob beradigan filtribop to'qimachilik materiallarini olish texnologiyalarini joriy etish muhim hisoblanadi.

O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2025-yil 16-yanvardagi PF-6-sonli "To'qimachilik va tikuv-trikotaj sanoatida qayta ishlash zanjirini rivojlantirish bo'yicha qo'shimcha chora-tadbirlar to'g'risida" gi farmoni, O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2025-yil 15-avgustdagi PQ-250-sonli "O'zbekiston Respublikasida suv resurslarini boshqarish va irrigatsiya sektorini rivojlantirishning 2025 — 2028-yillarga mo'ljallangan dasturini tasdiqlash to'g'risida"gi qarori, Shuningdek, 2024-yil 19-avgustda Vazirlar Mahkamasining 517-sonli "Ichimlik suv ta'minoti va oqava suv tizimi takomillashtirilishi munosabati bilan O'zbekiston Respublikasi Hukumatining ayrim qarorlariga o'zgartirish va qo'shimchalar kiritish to'g'risida"gi qarori hamda mazkur faoliyatga tegishli boshqa me'yoriy-huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni amalga oshirishga ushbu dissertatsiya tadqiqoti muayyan darajada xizmat qiladi.

Tadqiqotning respublika fan va texnika-texnologiyalari rivojlanishining ustuvor yo'nalishlariga mosligi. Dissertatsiya ishi bo'yicha o'tkazilgan tadqiqotlar O'zbekiston Respublikasi fan va texnologiyalari rivojlanishining II «Energetika, energiyava resurs tejamkorlik» ustuvor yo'nalishiga mos keladi.

Muammoning o'rganilganlik darajasi. Filtr matolar ishlab chiqarishda nanotexnologiyalardan foydalanib materiallarning tarkibi, tuzilishi, samaradorligi va ekologik talablarga muvofiqligi kabi masalalarni hal qilishda bir qator taniqli xorijiy olimlar katta hissa qo'shganlar, jumladan Y. Yang, X. Li, X. Zheng, Z.Chen, Q.Zhou, Y.Chen, S.Farhadi, M.Farzaneh, S. A.Kulinich, B.Pokroy, S.Kang, L.Mahadevan, J.Aizenberg, D.Angelova, I.Uzunov, S.Uzunova, A.Gigova, L.Minchev va boshqalar.

Texnik to'qimalar ishlab chiqarish va to'qimalarni suv shimish va kapillyarlik xossalari parametrlarini optimallashtirish bo'yicha O'zbekistonning taniqli olimlarini ilmiy ishlari bag'ishlangan. Bulardan: D.N.Kadirova, A.D.Daminov, S.S. Raximxadjayev, X.Parpiyev, D.G'.Aliyeva, A.S.Dolimov, R.Karimovlarning olib borilgan ilmiy tadqiqotlari natijasida tolali materiallarning fizik-mexanik ko'rsatkichlarini yaxshilash hamda filtrlash samaradorligini oshirish bo'yicha salmoqli natijalarga erishilgan.

Shu bilan birga ishlov berish sharoitlari qulayligi va keng ko'lamli ishlab chiqarish imkoniyati yo'qligi hamda filtribop mato assortimentini kengaytirish, filtribop matolarini filtrlash qobiliyatini tubdan o'zgartirish, yog'/suv aralashmalarini ajratish sabablari bilan bog'liq bo'lgan kompleks ilmiy tadqiqotlar hozirgi kunda amaliy yoki nazariy jihatdan yetarli darajada o'rganilmagan.

Dissertatsiya mavzusining dissertatsiya bajarilgan oliy ta'lim muassasasining ilmiy-tadqiqot ishlari bilan bog'liqligi. Dissertatsiya tadqiqoti Namangan davlat texnika universiteti ilmiy tadqiqot ishlari rejasining **AL-21122144** "Mis tarkibga asoslangan nanozarrachalarning o'lchamlari va uni antibakterial o'z-o'zidan xromogen paxta tolali materiallarda qo'llash" O'zbekiston-Xitoy xalqaro (2023-2024) loyihasi doirasida bajarilgan.

Tadqiqotning maqsadi paxta tolali iplardan nanotexnologiyalarni qo'llagan holda filtribop to'qimachilik materiallarini olishdan iborat.

Tadqiqotning vazifalari:

mavjud filtr matolar, ularning foydalanish ko'lamini, filtr matolariga qo'yilgan talablar va filtr matolarni ishlab chiqarishni tadqiq qilish;

paxta tolali iplardan oddiy o'rilish asosida to'qima ishlab chiqarish va uning fizik-mexanik xossalarini aniqlash;

nanotexnologiya asosida ishlab chiqariladigan filtr matosining fizik-mexanik xossalarini nazariy tadqiqi orqali bashoratlash;

paxta tolali matoga mis oksidi (CuO) birikmasi va stearin kislota (STK) qoplash orqali supergidrofobik/superoleofil filtrbop mato olish;

politetrafloroetilen suvli dispersiyasini paxta matosiga purkash orqali supergidrofobik/superoleofil filtrbop mato olish;

olingan supergidrofobik/superoleofil filtr matosi suv bilan aloqa burchagini (WCA) o'rganish;

supergidrofobik/superoleofil filtr matosi kislota, ishqor, yuqori harorat, mexanik ishqalanishga chidamliligini tadqiq etish;

olingan supergidrofobik/superoleofil filtr matosi oqava suv tarkibidan har xil turdagi yog'larni ajratish samaradorligini aniqlash;

supergidrofobik/superoleofil filtr matosini o'tkazuvchanlik oqimi va qayta ishlash qobiliyati, turli xil yog'lar bilan ifloslangan suvni tozalash imkoniyatini aniqlash.

Tadqiqotning obyekti sifatida paxta tolali yakka iplar, bosh o'rilishli to'qima, supergidrofobik/superoleofil filtrbop paxta matosi, turli xil yog'lar bilan ifloslangan suvni tozalash olingan.

Tadqiqotning predmeti yakka ip, yakka iplardan to'qilgan bosh o'rilishli supergidrofobik/superoleofil filtrbop mato tayyorlash texnika va texnologiyasi tashkil qiladi.

Tadqiqotning usullari. Tadqiqot jarayonida to'qimachilik materiallarini sinash, nazariy mexanikaning to'qima matosiga ta'sir etuvchi kuchlarni tahlil qilish, supergidrofobik/superoleofil filtrbop mato tayyorlash, tajriba natijalarini qayta ishlash, tayyorlangan mato orqali yog'/suv aralashmasini filtrlash samaradorligi hamda mato mustahkamligi va notekisligini baholash usullaridan foydalanilgan.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi quyidagilardan iborat:

paxta tolali matoga mis oksidi (CuO) birikmasi va stearin kislotasini (STK) qoplash hamda politetrafloroetilen (PTFE) suvli dispersiyasini purkash orqali supergidrofobik/superoleofil filtr matosi olingan;

Paxta tolali matoga politetrafloroetilen (PTFE) suvli dispersiyasi, mis oksidi (CuO) birikmalarini qoplash orqali filtr mato olish usuli ishlab chiqilgan hamda qoplamalarining matoga mustahkam bog'lanishi va ierarxik dag'al tuzilma hosil bo'lishi aniqlangan;

olingan supergidrofobik/superoleofil filtr matosining suv bilan aloqa burchagi (WCA) $156,5^{\circ}$, suv o'tkazmaydigan va o'z-o'zini tozalash xususiyati hamda kislota, ishqor, yuqori harorat, mexanik ishqalanishga chidamliligi isbotlangan;

olingan supergidrofobik/superoleofil filtr matosi har xil turdagi yog'larni oqava suv tarkibidan ajratish samaradorligi 98,7% va o'tkazuvchanlik oqimi ($1800 \text{ L.m}^{-2}.\text{soat}^{-1}$) dan ortiq ekanligi aniqlandi.

Tadqiqotning amaliy natijalari quyidagilardan iborat:

filtrbop mato olish uchun yakka yigirilgan paxta tolali iplaridan bosh o'rilish asosida olingan to'qimani fizik-mexanik ko'rsatkichlari aniqlanib ishlab chiqarishga tavsiya etilgan;

mustahkam va bardoshli paxta tolali to'qimaga mis oksidi (CuO) birikmasi va stearin kislotasi (STK) qoplash va politetrafloroetilen (PTFE) suvli dispersiyasini paxta matosiga purkash orqali supergidrofobik/superoleofil filtr matosini ishlab chiqarishga tavsiya etilgan;

politetrafloroetilen (PTFE) suvli dispersiyasini paxta tolali to'qimaga purkash orqali va mis oksidi (CuO) cho'kmasi paxta mato yuzasiga mustahkam bog'langan va iyerarxik dag'al tuzilishga ega bo'lishi tadqiq etilgan;

olingan supergidrofobik/superoleofil filtr matosi suv bilan aloqa burchagi (WCA) $156,5^0$, suv o'tkazmaydigan va o'z-o'zini tozalash xususiyatiga ega ekanligi tadqiq etilgan;

supergidrofobik/superoleofil filtr matosi kislota, ishqor, yuqori harorat, mexanik ishqalanishga kuchli qarshilik ko'rsatish xususiyati hamda har xil turdagi yog'li oqava suvlarni ajratish samaradorligi 98,7% tadqiq etilgan;

supergidrofobik/superoleofil filtr matosining o'tkazuvchanlik oqimi ($1800 \text{ L.m}^{-2}.\text{soat}^{-1}$ dan ortiq) va qayta ishlash qobiliyati yog'-moy bilan ifloslangan suvni tozalashi tadqiq etilgan.

Tadqiqot natijalarining ishonchliligi. Tadqiqot katta hajmdagi tajriba materiallarining statistikasi, olingan tajriba natijalari parallel tajriba natijalariga mos kelishi, paxta tolali iplardan nanotexnologiyalarni qo'llagan holda yuqori samarali filtr mato olishning nazariy va amaliy modellarning o'zaro yaqinliklari, filtr sifatiga ta'sir qiluvchi omillarning statistik tahlil qilinganligi hamda zamonaviy metodlarning qo'llanilishi bilan asoslanadi.

Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati. Tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyati filtrbop mato olish uchun yakka yigirilgan paxta tolali iplardan bosh o'rilish asosida to'qima olish tavsiya etilganligi, olingan filtrbop matoni fizik-mexanik ko'rsatkichlari aniqlanganligi va paxta tolali iplardan nanotexnologiya usulida supergidrofobik/superoleofil filtrbop to'qimachilik materiallari olishga erishilgani bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining amaliy ahamiyati supergidrofobik/superoleofil filtrbop paxta matosi kislota, ishqor, yuqori harorat, mexanik ishqalanishga kuchli qarshilik ko'rsatish xususiyati, har xil turdagi yog'li oqava suvlarni ajratish samaradorligi 98,7% va o'tkazuvchanlik oqimi hamda qayta ishlash qobiliyati supergidrofobik/superoleofil filtr matosini turli xil yog'lar bilan ifloslangan suvni tozalashda katta imkoniyatga ega ekanligi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining joriy qilinishi: Paxta tolali iplardan nanotexnologiyalarni qo'llagan holda filtrbop mato olish bo'yicha olib borilgan ilmiy tadqiqotlar asosida:

nanotexnologiya asosida olingan paxta tolali filtr matosini «ART SOFT TEX» MCHJ va «FABRICTEX» MCHJ («O‘zto‘qimachilik sanoat» uyushmasining 2025 yil 22-dekabrda №02/06-2938-sonli ma‘lumotnomasi) korxonalarida ishlab chiqarishga joriy etilgan. Natijada taklif etilayotgan filtr matosi sifati hamda oqava suvlarni tozalashdagi samaradorligi mavjud filtrlarga nisbatan suvni filtrlash effekti 14% yaxshilangan, 1 m² filtr matosining tannarxi esa mavjud filtr matoga nisbatan 53% ga arzon ekani aniqlangan.

Tadqiqot natijalarining aprobatsiyasi. Dissertatsiya ishining natijalari 6 ta xalqaro va 2 ta respublika ilmiy-texnik anjumanlarida ma‘ruza qilingan va muhokamadan o‘tgan.

Tadqiqot natijalarining e‘lon qilinishi. Dissertatsiya mavzusi bo‘yicha jami 19 ta ilmiy ish chop etilgan, shulardan, O‘zbekiston Respublikasi Oliy attestatsiya komissiyasining dissertatsiyalar asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan ilmiy nashrlarda 11 ta maqola, jumladan, 6 tasi respublika va 5 tasi xorijiy jurnallarda nashr etilgan.

Dissertatsiyaning tuzilishi va hajmi. Dissertatsiya tarkibi kirish, to‘rtta bob, xulosa, foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati va ilovalardan iborat. Dissertatsiyaning hajmi 117 betni tashkil etgan.

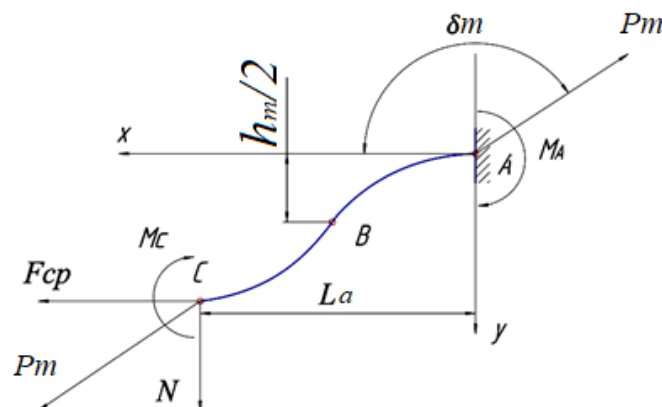
DISSERTATSIYANING ASOSIY MAZMUNI

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

Dissertatsiyaning **“To‘qimachilik sanoatida filtr matolarni suv, oqava suvlarni tozalashning hozirgi holati va istiqbollari”** deb nomlangan birinchi bobida asosan to‘qimachilik texnologiyasiga oid jurnallar, maqolalar, ilmiy to‘plamlar, monografiyalar, dissertatsiyalar, ilmiy va o‘quv adabiyotlaridan foydalanilgan. Filtrlash suv va oqava suvlarni tozalashning asosi hisoblanadi va har xil eritmalarni suvsizlantirish va konsentratsiyalash kabi turli maqsadlarda ishlatiladi. Bundan tashqari, ilg‘or filtrlash texnologiyasi sifatida filtr matolar (membranalar) katta zarrachalardan tortib molekulyar va ionli kimyoviy turlargacha bo‘lgan moddalarni olib tashlashi mumkin. Filtrlash jarayonida filtr turini va membrana materialini to‘g‘ri tanlash, ko‘pincha samarali ajratishni ta‘minlash uchun eng muhimi hisoblanadi. So‘nggi vaqtlarda yangi polimerik materiallar yakka tartibda yoki aralashtirish jarayonida suv va oqava suvlarni tozalash uchun ishlatilmoqda. Filtr matolar bo‘yicha ko‘plab tadqiqotlar mavjud bo‘lsada, filtrlash jarayonlarida klassik materiallardan tortib ilg‘or membranali filtrlı materiallardan foydalanish bo‘yicha zamonaviy texnologiyalar bo‘yicha juda kam tadqiqotlar o‘tkazilgan.

Olib borilgan adabiyotlar tahlili natijalari asosida paxta tolali iplardan to‘qima ishlab chiqarish, nanotexnologiyalarni qo‘llagan holda filtr mato olish jarayonlari, uni ilmiy asoslash masalalari dissertatsiya ishining vazifasi etib belgilangan.

Dissertatsiyaning **“Paxta tolali iplardan zamonaviy texnologiya usulida filtrbop to‘qimachilik materiallarini olishning nazariy tadqiqi”** deb nomlangan ikkinchi bobida to‘quvchilik materiallarining tuzilishi tanda va arqoq iplarining o‘zaro o‘rilishi ko‘rsatilgan. To‘quvchilik materiallarining tashqi ko‘rinishi, xossalari va qay maqsadda ishlatilishi, uning bir nechta asosiy ko‘rsatkichlariga bog‘liq bo‘ladi. Gazlamaning tuzilishini ifodalovchi ko‘rsatkichlaridan biri zichligi bo‘lsa, ikkinchisi ularning o‘rilishidir. Odatda gazlamalarda tanda bo‘yicha zichligi arqoq bo‘yicha zichligiga qaraganda kattaroq bo‘ladi. Lekin ba’zi gazlamalarda (satin, poplin kabi) aksincha ham bo‘ladi. Haqiqiy zichlik gazlamani hosil qiluvchi iplarning yo‘g‘onligiga bog‘liq bo‘ladi. Barcha oddiy o‘rilishlarga xos umumiy xususiyatlar shundaki, raportlar tanda va arqoq bo‘yicha o‘zaro teng, polotno sarja o‘rilishlarda siljish 1 ga teng bo‘ladi, satinda esa ushbu qiymat beriladi. Oddiy polotno o‘rilishda tanda iplari arqoq iplari bilan juda yaxshi bog‘lanadi, natijada gazlamalar mustahkam, o‘ng va teskari tomoni bir xil va tekis bo‘ladi. Dissertatsiyada to‘qimani to‘la taxtlash ko‘rsatkichlari: to‘quv dastgoxini turi va ishchi kengligini tanlash, o‘rilish, to‘qimani tolali materiallar bilan to‘ldirish koeffisienti, to‘quv dastgoxini ishchi kengligini tanlash, to‘qimani taxtlash ko‘rsatkichlari aniqlandi.



1-rasm. Polotno o‘rilish asosida to‘qilgan matodagi tanda iplari tarangligining sxematik ko‘rinishi

bu yerda: F_t - tanda ipning tarangligi, N; P_t -natijaviy kuch, N; N - noma'lum kuch, bu arqoq ipi tomonidan bosim o'tkazuvchi tanda va arqoq ip tarangligining vertikal qismlarini faollashtiradi, N; L_a – tanda va arqoq iplari orasidagi bo'shliq, mm; $h_t/2$ - gazlamadagi tanda ipning egilish to'liqining yarim balandligi, mm; M_s - egilish momenti, N·mm; M_t - reaktiv moment, N·mm; δ_o -boshlang'ich nuqtasida A bo'lgan kuch va X o'qining yo'nalishini aniqlovchi burchak, radian; ABC - tanda ipning o'rta chizig'i.

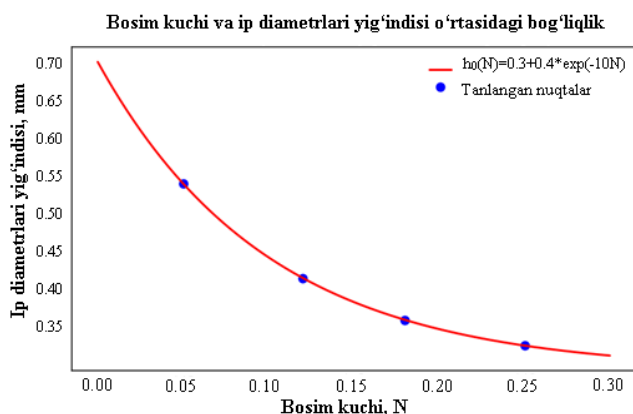
To‘qima matoni mexanik xossalarini baholash jarayonining simulyatsiyasini belgilaydigan juda muhim parametr-bu geometrik modelni yaratishdan oldin hisoblab chiqilishi kerak bo‘lgan to‘quv asosidagi ip uzunligi hisoblanadi. Shu

$$ft(\rho_a, Fa) = 0.017 \cdot \rho_a + 0.026 \cdot Ft - 0.0036 \quad (4)$$

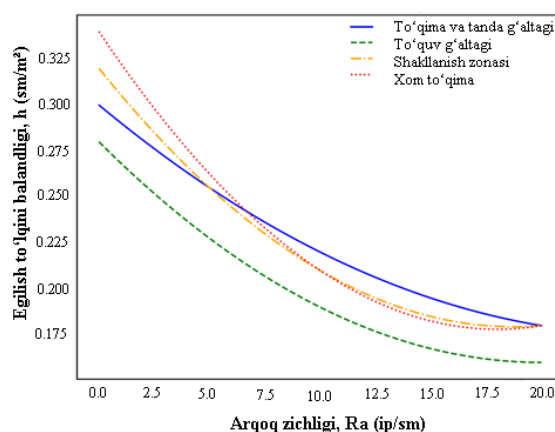
To'qimaning turli xil to'ldirish parametrlarini va ularning to'qima tuzilishiga va uning strukturaviy bo'lmagan xususiyatlariga ta'sirini o'rganish amaliy qiziqish uyg'otadi (masalan, iplar orasidagi normal bosim kuchlari). Biz tanda ipining (h_t) egilish to'qlini balandligi to'quv g'altagi regulyatori tomonidan oldindan o'rnatilgan to'qima zichligi ta'sirini o'rganamiz. Yuqoridagi ma'lumotlariga asoslangan "Normal bosim kuchi-ipning vertikal diametrlari yig'indisi" munosabati ham hisobga olingan.

O'zaro bog'liqlik quyidagicha (3,4-rasmlarga qarang):

$$f(N) = e^{\left(0,624 - \frac{0,26\left(\frac{N-N_1}{2}\right) - 0,12}{0,43}\right)} + 0,695 \quad (5)$$



3-rasm. "Oddiy bosim kuchi - ipning vertikal diametrlari yig'indisi" munosabati



4-rasm. Tanda ipning egilish to'qlini balandligi va arqoq ipining zichligi o'rtasidagi bog'liqlik

Kichik qiymatlar uchun belgilangan yaqinlashma (approksimatsiya) $N + N_1$ miqdorini biroz ortiqcha baholaydi. Biroq, bu ortiqcha baholash bizga sifatli tavsif (hisob-kitob) berish uchun yetarli bo'ladi. Bizning hisob-kitoblarimizda $N + N_1 > 0.145 N$ sharti bajariladi.

To'quvchilik jarayonlari va texnologik jihozlar tanlashda yuqori unumdorlikka, sifatga va mehnat xavfsizligiga alohida e'tibor qaratish zarur. Jihozlar tanlanayotganda, gazmaning xususiyatlari va texnologik jarayonlar hisobga olinishi lozim. Bunda dastgohlar va texnik ko'rsatkichlar o'zaro muvofiqligi muhim ahamiyatga ega (1-jadvalga qarang).

Filtrbop to'qimani oqava suv tarkibidagi moyini tozalash jarayonini hossalarini aniqlovchi kiruvchi parametrlarini tadqiq etishda ko'p omilli matematik modellashtirishdan samarali foydalanish maqsadga muvofiqdir.

Ta'sir etuvchi omillar sifatida kiruvchi omillar x_1 - Konsentratsiya (%), x_2 - Ishlov berishdagi pech harorati ($^{\circ}\text{C}$) va x_3 - Mato yuza zichligi (g/m^2) ko'rsatkichlari olingan. Tadqiq etilayotgan omillar o'zgarish sathlari va oraliqlarini tanlash keltirilgan. (2-jadvalga qarang)

1-jadval

To'qimani taxtlash hisobini jamlash jadvali

№	Ko'rsatkichlar nomi		Shartli belgi	O'lchov birligi	Art
1.	To'qimani bog'lanish koeffitsiyenti		C	-	7.8
2.	To'qimadagi iplarning o'rtacha chiziqli zichligi		T _{o'r}	teks	30
3.	To'quv dastgohi rusumi				WILTOP WT 9100
4.	To'qima kengligi	Tayyor to'qima	B _t	sm	160
		Xom to'qima	B _x	sm	164.94
5.	To'qima uchun tanda iplari soni		n _t	dona	4210
6.	Umumiy tanda iplari soni		n _{umumiy}	dona	4370
7.	Shodalar soni		n _{shod}	dona	4
8.	1m ² xom to'qima og'irligi		M _m ²	g	146
9.	To'qima yuzasini tolali materiallar bilan qoplanishi:				
	a) Tanda bo'yicha		E _T	%	55.42
	b) Arqoq bo'yicha		E _A		42.4

2-jadval

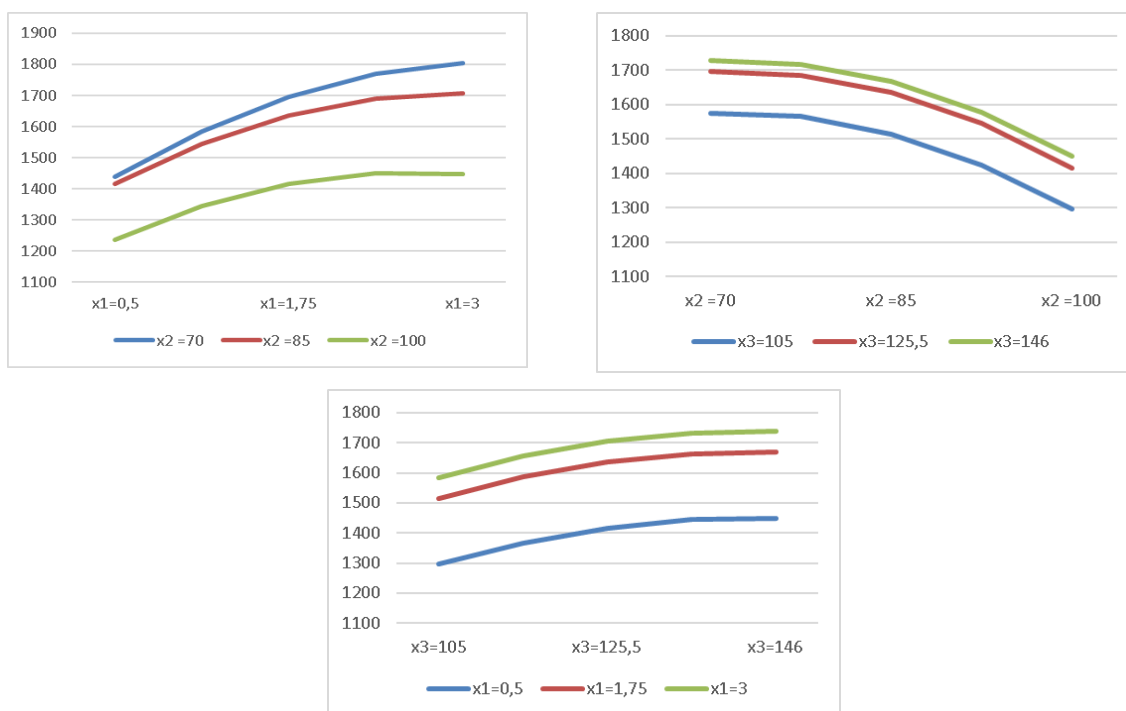
Tadqiq etilayotgan omillar o'zgarishi sathlari va oraliqlarini tanlash

Omillar nomi va belgilanishi	O'zgartirish sathlari			O'zgartirish oralig'i
	-1	0	1	
Konsentratsiya, %	0,5	1,75	3	1,25
Ishlov berishdagi pech harorati,	70	85	100	15
Mato yuza zichligi, g/m ²	105	125,5	146	20,5

Regressiya koeffitsientlarini aniqlashda Styudent, matematik modelning adekvatli yoki adekvat emasligini tekshirish maqsadida Fisher me'zonlaridan foydalaniladi. Chiquvchi omil sifatida Y_1 – Yog' va moy uchun o'tkazuvchanlik (L/soat), Y_2 – Suv o'tkazmaslik (L/soat), tanlandi.

Tadqiqot uchun chiqish parametrining xususiyatlarini aniqlash uchun tuzilgan tenglama uch o'lchovli bo'lgani uchun, tahlildagi kirish omillaridan biri $X_i = 0$ (markaziy holat) deb qabul qilinadi va biz ikki o'lchovli grafikni modellarni 3 ta tenglamaga o'zgartirish yo'li bilan tuzamiz.

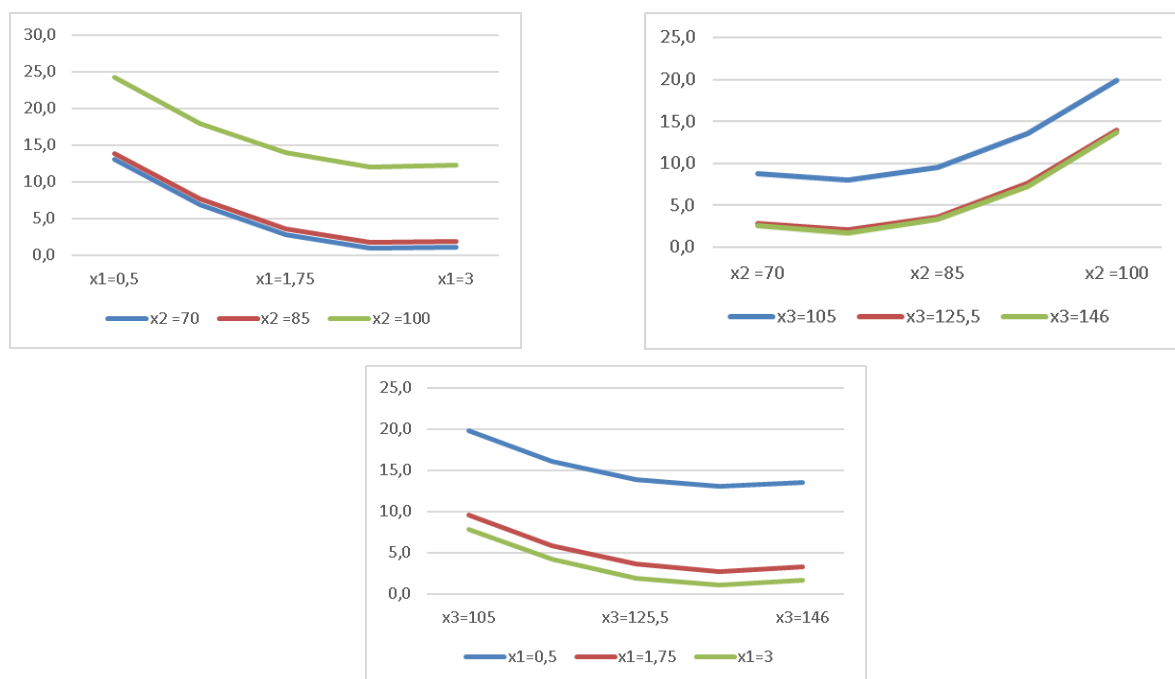
$$Y_1 = 1635.67 + 144.87x_1 - 139.75x_2 + 76.62x_3 - 38.25x_{1x_2} + 25.50x_{1x_3} + 7.25x_{2x_3} - 97.58x_1^2 - 108.33x_2^2 - 37.58x_3^2$$



5-rasm. Yog' va moy uchun o'tkazuvchanlik miqdorini optimallashtirish bo'yicha modelining grafigi

Yuqorida yog' va moy uchun o'tkazuvchanlik miqdorini mis oksidi konsentratsiyasi, ishlov berishdagi pech harorati, mato yuza zichligi bo'yicha ko'rsatgichlari bog'liqligi (tahlili) izochiziqlari sirtini og'ishi tasvirlangan. (5-rasmga qarang)

$$Y_1 = 1635.67 + 144.87x_1 - 139.75x_2 + 76.62x_3 - 38.25x_{1x_2} + 25.50x_{1x_3} + 7.25x_{2x_3} - 97.58x_1^2 - 108.33x_2^2 - 37.58x_3^2$$



6-rasm. Suv o'tkazmaslik miqdorini optimallashtirish bo'yicha modelining grafigi

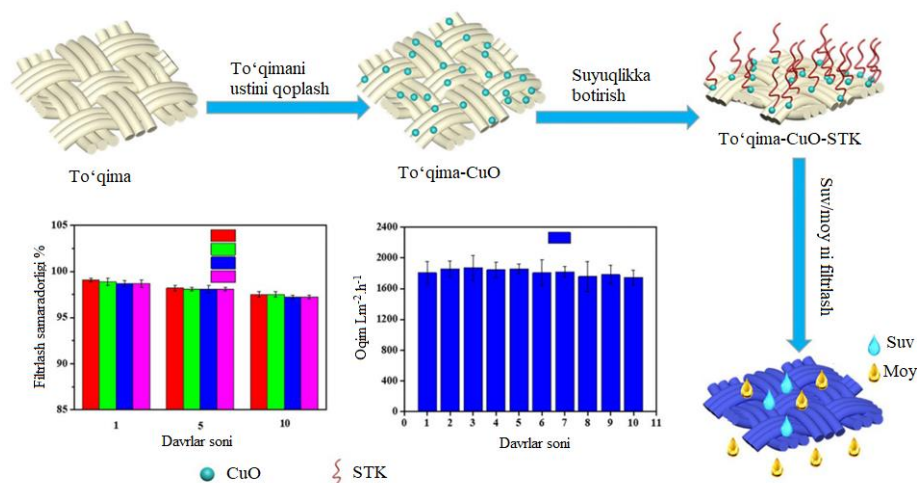
Yuqorida suv o'tkazmaslik bo'yicha variatsiya ko'ffisientini miqdorini mis oksidi konsentratsiyasi, ishlov berishdagi pech harorati, mato yuza zichligi bo'yicha ko'rsatgichlari bog'liqligi (tahlili) izochiziqlari sirtini og'ishi tasvirlangan, chizmalardan ko'rinib turibdi (6-rasmga qarang).

1. Yog' va moyni o'tkazuvchanlik (Y1) uchun optimal sharoitlar: Konsentratsiya: 1,75%, Ishlov berishdagi pech harorati: 70–80 °C, Mato yuza zichligi: 105–120 g/m².

2. Suvni o'tkazmaslik (Y2) uchun maksimal natijalar: Konsentratsiya: 3%, Ishlov berishdagi pech harorati: 85 °C, Mato yuza zichligi: 146 g/m².

Dissertatsiyaning «Yog'li aralashmalardan suvni ajratish uchun nanotexnologiya usulida supergidrofob paxta matosini olish» deb nomlangan uchinchi bobida olingan paxta matosiga mis oksidi (CuO) birikmasi va stearin kislotasini (STA) qoplash orqali super suv o'tkazmaydigan (supergidrofob) mato olishga erishilgan. Shuningdek paxta matosiga politetrafloroetilen (PTFE) suvli dispersiyasini purkash orqali bardoshli supergidrofobik/superoleofil filtr matosi tayyorlangan. Olingan filtr mato namunasi turli neft/suv aralashmalarini, shu jumladan emulsiyalangan yog'li suvlarni yuqori ajratish samaradorligiga erishilgan.

Tayyorlangan filtr mato (Cot-CuO-STK) kislotali, gidroksidli va tuzli eritmalar, yuqori harorat, mexanik ishqalanish va yuvish kabi og'ir sharoitlarda o'zining supergidrofobligini saqlay oladi. Olingan filtr matoning suv bilan aloqa burchagi WCA 156,5⁰ bo'lgan supergidrofob mato turli xil yog'lar (dixlorometan, trixlorometan, soya yog'i va n-geptan) uchun yuqori ajratish samaradorligi 98,7% gacha bo'lgan neft/suvni ajratishda katta imkoniyatiga ega. Bundan tashqari, yog'larni o'tkazuvchanlik oqimi (1800 L·m⁻²·soat⁻¹dan ortiq). Olingan filtr mato har xil turdagi yog'larni ajratishning samaradorligini, o'tkazuvchanlik oqimi va mukammal qayta ishlash qobiliyatini namoyish etdi (7-rasmga qarang).

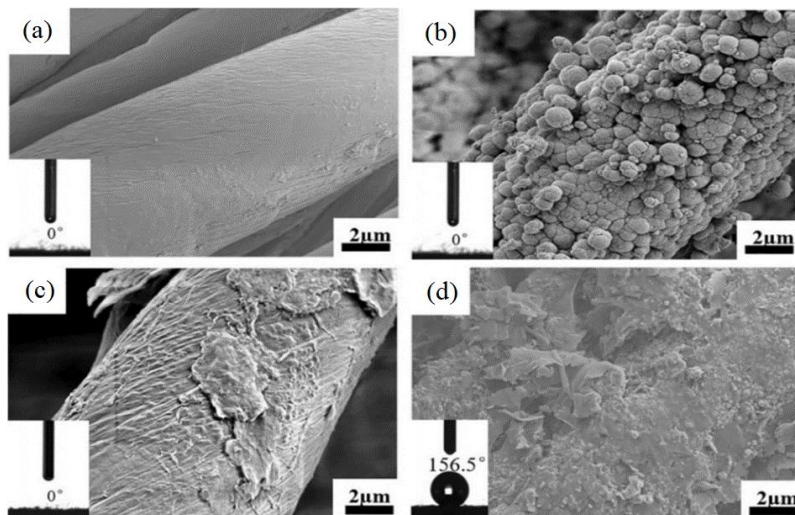


7-rasm. Mustahkam va bardoshli supergidrofob paxta matosini tayyorlash

Dissertatsiyada foydalanilgan paxta matosi oddiy o'rilishli bo'lib, yuza zichligi 146 g/m², ipning chiziqli zichligi 30 teks (Ne 20), ipdagi buramlar soni K=720 br/m ga teng. Bundan tashqari soya yog'i, mis atsetat (Cu(CH₃COO)₂), stearin kislotasi (CH₃(CH₂)₁₆COOH), natriy gidroksidi (NaOH), Sudan III,

trixlorometan (CHCl_3), etanol, n-geptan (C_7H_{16}) va xlorometan (CH_2Cl_2) dan foydalanildi. Supergidrofob paxta matosi CuO choʻkmasi va stearin kislotasi (STK) qoplash yordamida tayyorlandi. Toza paxta matosini (20x20 sm) CuAc eritmasiga (0,5-3%) botirilib, reaksiyaga kirishish uchun pechda 70 °C haroratda 30 daqiqa qizdirildi. Soʻng mato disterlangan suv bilan yuvildi va CuO biriktirilgan matoni (Cot-CuO) olish uchun 60 °C da 1 soat quritildi. Shundan soʻng, Cot-CuO 1% STK eritmasi yordamida 5 minut davomida vannaga choʻktirildi, keyin 60 °C haroratda quritildi va supergidrofob paxta matosi (Cot – CuO – STK) olindi. Namunalarning sirt morfologiyasini tekshirish Xitoy xalq respublikasi Zhejiang sci-tech universitining laboratoriyasida yuza emissiyasini skanerlash elektron mikroskopi (FESEM), namunalarning kimyoviy tuzilishi Fourier Transform infraqizil spektrometridan (FTIR), rentgenli fotoelektron spektrometr (XPS), kristalli tuzilishli rentgen-diffraktometriya (XRD) bilan aniqlangan. Suv bilan aloqa burchaklari (WCA) 5ml suv tomchilari bilan optik aloqa burchag apparati (JC 2000 C1) bilan oʻlchandi va har bir namunani besh xil joyidan oʻlchash orqali oʻrtacha qiymatlar olindi. Namunalarning uzilish kuchi ($15 \times 5 \text{ cm}^2$) Instron 5967 sinov mashinasi yordamida ASTM D 5035-2006 standart usuli boʻyicha 100 mm/min tezlikda sinovdan oʻtkazildi.

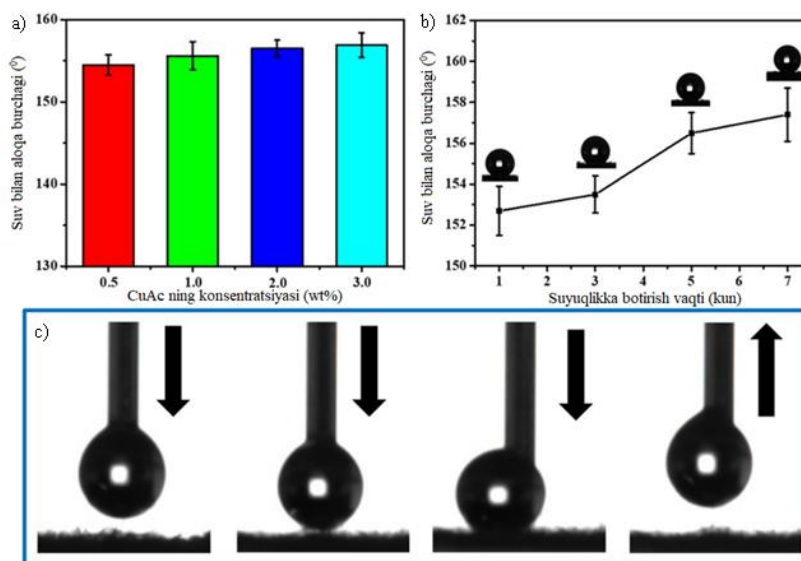
CuO mikro/nano zarralari mato yuzasiga muvaffaqiyatli joylashtirilgani FESEM tasvirlari bilan koʻrish mumkin (8-rasmga qarang). Matodagi toza paxta tolalari silliq yuzalarga ega (8a-rasmga qarang). CuO zarralari sepilgandan soʻng, paxta tolalarida hosil boʻlgan CuO mikro zarrachalari tufayli yuzasi dagʻal xolga aylandi (8b-rasm qarang). CuO zarralari zich va tasodifiy joylashtirilgan boʻlib, tola yuzasi dagʻal holga keldi. STK qoplanganidan soʻng, mato qatlamli tuzilishiga ega boʻldi (8d-rasmga qarang).



8-rasm. Paxta matosini yuzasiga zarralarni qoplashda FESEM tasvirlari: a) Cot, b) Cot – CuO, c) Cot-STK, d) Cot – CuO – STK

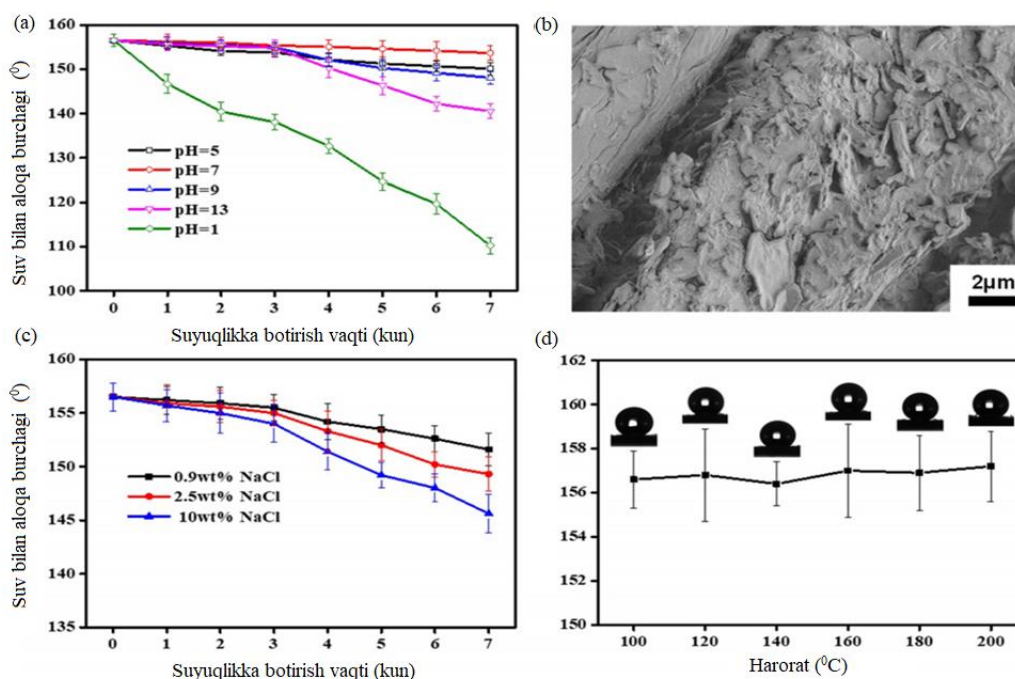
Natijalar shuni koʻrsatdiki, mis oksidi CuO choʻkmasi mato yuzasida stearin kislotasi STK ni qoplash uchun foydali boʻlgan mikro/nanozarracha va past sirt energiyasining, mum va nano-papilla bilan tabiiy lotus barglari kabi supergidrofob sirt yaratish uchun omil hisoblanadi. Supergidrofob paxta matosi Cot -CuO -STK

yuzasida 5 soniya ichida suv tomchilarining aloqa deformatsiya jarayonlari ko'rsatilgan (9-rasmga qarang). Ko'rinib turibdiki, sirtga tegib turgan suv tomchisi, qattiq deformatsiyaga qaramay, o'z-o'zidan tozalanadigan yuzani ochib berishi mumkin.



9-rasm. Supergidrofobik filtr matoni suv bilan aloqa burchagi, g'ovaklik va sirt energiyasi xususiyatlari: a) CuAc ni 3% gacha, b) suyuqlikka botirish vaqti, c) suv tomchilarini yopishqoqlik dinamikasi

Amaliy qo'llash vaqtida og'ir sharoitlar material yuzasining o'ta gidrofobikligini yo'q qilishi mumkin, bu esa uning qo'llanilishiga to'sqinlik qiladi. Shunday qilib, supergidrofob paxta matosi Cot-CuO-STK ning chidamliligi tekshirildi va natijalar keltirilgan (10-rasmga qarang).



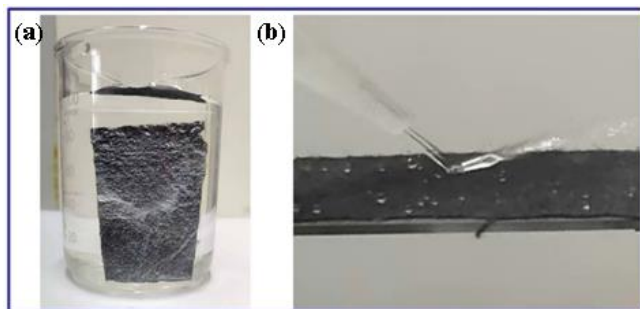
10-rasm. Cot -CuO -STK ning chidamlilik va suv bilan aloqa burchak ko'rsatkichi: a) kislotali, c) tuzli eritmalar, d) yuqori haroratda, b) sirt morfologiyasi

Matoni 3 kun kislotali va turli eritmalarga botirgandan so'ng, suv bilan aloqa burchagi WCA deyarli o'zgarmas va pH 5-13 bo'lganda 153° dan yuqori supergidrofobiklikni ko'rsatdi (10a-rasmga qarang). Hatto 7 kun davomida eritmalarga botirilganda suv bilan aloqa burchagi WCA 141° - 154° oralig'ida bo'lganligi aniqlandi.

Kuchli kislotali (pH=1) korroziya tufayli mato yuzasiga salbiy ta'sir ko'rsatgan bo'lsada (10b-rasmga qarang), bu ishda olingan supergidrofob sirt kislotali va ishqoriy sharoitlarga juda yaxshi qarshilik ko'rsatdi. Bundan tashqari, mato 7 kun davomida (0,9-2,5%) kuchli kislota yoki (10%) tuzli eritmalarga botirilganda, suv bilan aloqa burchagi WCA 146° - 152° oralig'ida bo'lganligi aniqlandi (10c-rasmga qarang). Bo'ktirish kunlarining cho'zilishi bilan suv bilan aloqa burchagi WCA ning kamayishi tuz korroziyasiga bog'liq. Shu bilan birga, mato suv bilan aloqa burchagi WCA bilan suv o'tkazuvchanligini 156° dan ortiq, garchi yuqori haroratda 2 soat davomida ta'sir qilsa ham (10d-rasmga qarang). Barcha natijalar supergidrofob paxta matosi Cot-CuO-STK ning yuqori kimyoviy barqarorligini ko'rsatdi. Matoning mexanik kuchga chidamliligini baholash uchun qum qog'ozining ishqalanishi va yuvish sinovlari o'tkazildi.

Antifouling yani o'z-o'zini tozalash ko'rsatkichlari. Mato yuzasi va suyuqlik orasidagi havo qatlami (11a-rasmga qarang) va suv oqimi bilan purkash tajribasi tufayli supergidrofob paxta matosi Cot-CuO-STK suv o'tkazmaslik kumush oyna hodisasi orqali ham tasdiqlandi (11b-rasmga qarang). Suv oqimi matoga tegishi bilanoq, darhol shar shaklida sakrab tushadi ya'ni shimilmaydi.

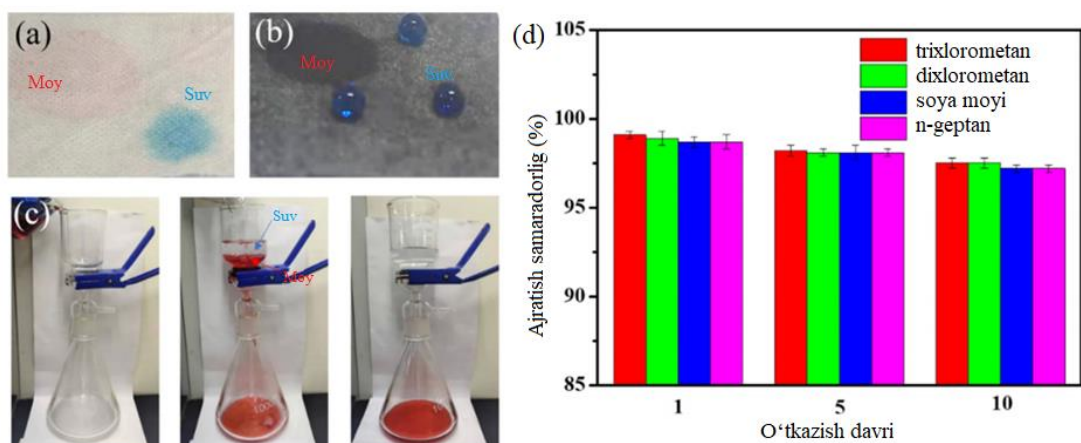
Bundan tashqari, ajratish davrlarining supergidrofob paxta matosi Cot-CuO-STK neft/suvni ajratish samaradorligiga ta'siri baholandi (12-rasmga qarang). Tadqiqotda har xil yog'lar, jumladan, trixlorometan, dixlorometan, n-geksan va soya yog'i og'ir va yengil yog'lar sifatida tanlangan.



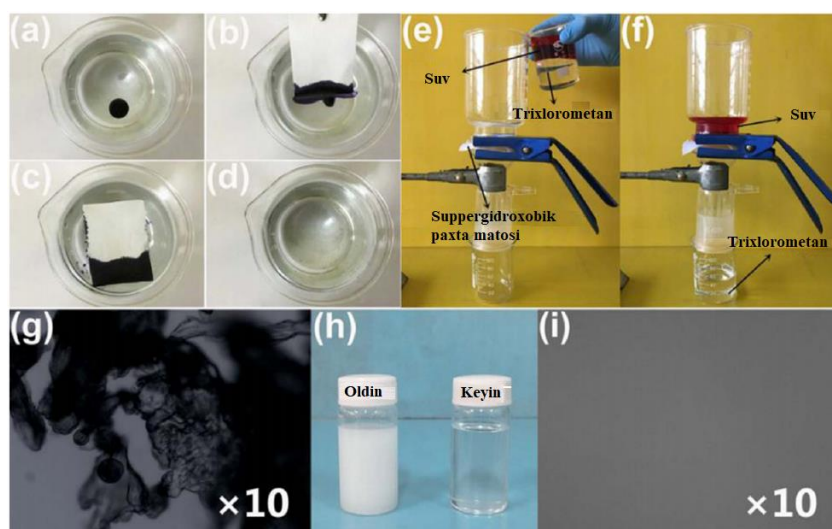
11-rasm. Suv o'tkazmaslik xossasi: a) kumush oyna hodisasi, b) suvni oqim bilan purkash

Ko'rinib turibdiki, supergidrofob paxta matosi Cot-CuO-STK ning har xil turdagi yog'larni ajratish samaradorligi 98,7% ni tashkil etdi. Ajratish samaradorligi 10 davrdan keyin biroz pasayganini ko'rsatgan bo'lsada, barcha davrlarning samaradorligi 97% dan yuqori darajada saqlanib qoldi.

SSPM neftning suvdan mukammal selektiv sorbsiyasini ko'rsatdi. SSPM suv yuzasida suzuvchi bo'yalgan aralashmaydigan toluol tomchisi bilan aloqa qilgandan so'ng, toluol tezda so'riladi va yuqoriga cho'ziladi (13b-rasmga qarang). Toluolni o'ziga singdirgan SSPM ham yengil va suv o'tkazuvchanligi tufayli suv yuzasida suzib yura oladi (13c-rasmga qarang).



12-rasm. Suv va yog'ning adsorbsiyasini baholash: a) oddiy paxta matosi, b) Cot-CuO-STK ishlov berilgan paxta matosi, c) Cot-CuO-STK asosida neft/suvni ajratish jarayoni, d) har xil moylarni ajratish davrlaridan keyingi samaradorligi



13-rasm. Suv/moyni sorbsiyalash jarayonining fotosuratlar: a-d) sudan qora bo'yog'i, e, f) aralashmaydigan suv va trixlorometan aralashmasi yog'ini ajratish jarayoni, g-i) optik mikrografiylar va yog'/suv emulsiyasining ajratishdan oldin va keyingi fotosuratlar

Toluol suv yuzasidan to'liq so'riladi va SSPM olib tashlanganidan keyin aniq qoldiq toluol kuzatilmadi (13d-rasmga qarang). Bundan tashqari, SSPM tomonidan hech qanday suv so'rilmagan. SSPM tomonidan aralashmaydigan yog'(trixlorometan) va suv aralashmasini ajratish jarayonini kichik o'lchamdagi moy/suvni ajratish moslamasi bilan ko'rsatilgan (13e,f rasmga qarang). 50 ml trixlorometan va 50 ml suvdan iborat moy/suv aralashmasi yuqoridagi shisha idishga quyilganda (13e-rasmga qarang), moy tezda SSPM dan o'tib, superoleofilligi tufayli stakan tubiga 3 daqiqada tortish kuchi yordamida tushdi. Suvni o'tkazmadi va 50ml suv SSPM ustida saqlanib qoldi (13f-rasmga qarang).

Dissertatsiyaning «Paxta tolali iplardan zamonaviy texnologiyalar asosida filtrbop to'qimachilik materiallari ishlab chiqarish va iqtisodiy samaradorligini aniqlash» deb nomlangan to'rtinchi bobida olingan filtr matosining tannarxi "ART SOFT TEX" MCHJ korxonalarida qo'llanilayotgan mavjud filtr matolari solishtirish orqali iqtisodiy samaradorlik aniqlangan.

Hisoblash ishlari natijasida taklif etilayotgan filtr matosining 1 m² tannarxi 35 446 so‘m tashkil etadi.

“ART SOFT TEX” MChJ yiliga mavjud filtr matosidan 10000 m² miqdorda foydalaniladi. Taklif etilayotgan filtr matosi ishlash muddati yuqori bo‘lganligi uchun 10000 m² filtr matosi foydalanish yetarli bo‘lishi aniqlandi.

Mavjud filtr matosi bo‘yicha yillik xarajat

$$Y_e = 75000 \times 10000 = 750\,000\,000 \text{ so‘m}$$

Taklif etilayotgan filtr matosi bo‘yicha yillik xarajat

$$Y_y = 35446 \times 10000 = 354460000 \text{ so‘m}$$

Korxonaga taklif etilgan filtr matosini joriy qilish orqali yillik tejalgan tejamkorlik

$$S_y = Y_e - Y_y$$

bu yerda:

S_y — korxonaning yillik tejamkorligi (foydasi)

Y_e — amaldagi (eski) filtr matosiga ketadigan yillik xarajat

Y_y — taklif etilayotgan yangi filtr matosiga ketadigan yillik xarajat

$$S_y = 750000000 - 354460000 = 39554000 \text{ so‘m}$$

Hisoblash ishlarini solishtirish maqsadida quyidagi jadval tuzib chiqildi (3-advalga qarang).

3-jadval

Texnik-iqtisodiy ko‘rsatkichlar

t/r	Ko‘rsatkichlar	O‘lchov birligi	Amalda	Taklif etilayotgan
1	“ART SOFT TEX” MChJ korxonasida bir yilda oqava suvlarni tozalash uchun ishlatadigan filtr mato	m ²	10000	10000
2	“ART SOFT TEX” MChJ da bir yilda tozalanishi kerak bo‘lgan oqava suv	m ³	100000	100000
3	Filtrlarni almashtirish	m ³	100	100
4	Oqava suvlarni filtrlash effekti	%	85	99
5	Filtr matoni tannarxi 1m ²	So‘m	75000	35446
6	Korxonada bir yilda ishlatiladigan filtr narxi	So‘m	750000000	354460000
7	Korxonada bir yilda filtr matodan yalpi foyda	So‘m	-	395540000

Taklif etilayotgan filtr matosining tannarxi – 1 m² uchun 35 446 so‘mni tashkil etib, mavjud filtr materiallariga nisbatan 75 000 so‘m ya‘ni 53% arzon ekani aniqlandi. Bu esa korxona uchun bir yilda filtr matodan yalpi foyda 395540000 so‘m tejamkorlikni ta‘minlaydi.

XULOSA

Ushbu dissertatsiya ishi paxta tolali iplardan zamonaviy texnologiya usulida filtribop to‘qimachilik materiallarini olish va ularning suv hamda oqava suvlarni tozalashdagi samaradorligini o‘rganishga bag‘ishlangan. Tadqiqot davomida nazariy, eksperimental va iqtisodiy tahlillar o‘tkazilib, qator muhim xulosalarga erishildi va amaliy tavsiyalar ishlab chiqildi.

1. Filtr matolarni ishlab chiqarishda ishlatiladigan tabiiy (paxta, jun) va sintetik (poliester, poliamid, PEEK, PTFE) tolalarning fizik-kimyoviy xususiyatlari, ularning kislotali, ishqorli, haroratli muhitlarga chidamliligi, mexanik mustahkamligi va filtrlash samaradorligi tahlil qilindi. Shuningdek, to‘qima matolarning o‘rilish turlari (polotno, sarja, satin) va ularning filtrlik xossalarga ta‘siri ko‘rib chiqildi. Filtr matolarni suv va oqava suvlarni tozalashda qo‘llash sohalari, ularning ekologik ahamiyati, sanoatdagi qo‘llanilishi va xalqaro gigiyena standartlariga muvofiqligi tahlil qilindi.

2. To‘quv dastgohida paxta tolali iplardan polotno o‘rilishida filtr mato struktura parametrlarini prognoz qilish bo‘yicha chiziqli bo‘lmagan egilish momenti nazariyasi asosida matematik model ishlab chiqildi. Ushbu model yordamida shakllanish zonasidagi zichlik farqlari aniqlanib, gazlama namunalari uchun optimal texnologik parametrlar belgilandi.

3. Yog‘ va moyni o‘tkazuvchanlik (Y1) uchun: CuO konsentratsiya: 1,75%, harorat: 70–80°C, mato yuza zichligi: 105–120 g/m² ekanligi aniqlandi. Suvni o‘tkazmaslik (Y2) uchun: CuO konsentratsiya: 3%, harorat: 85 °C, mato yuza zichligi: 146 g/m² optimal variantligi aniqlandi. Ushbu ko‘p omilli regressiya modellari natijasida optimal variant deb CuO konsentratsiya: 3%, harorat: 80°C, mato yuza zichligi: 146 g/m² aniqlandi.

4. Paxta matosini CuO ga cho‘ktirish natijasida ierarxik dag‘al yuza hosil bo‘lib, stearin kislotasi esa mato yuzasiga yaxshi bog‘lanishi aniqlandi. Olingan mato (Cot–CuO–STK) 156.5° suv bilan aloqa burchagi (WCA) bilan supergidrofoblik, suv o‘tkazmaslik va o‘z-o‘zini tozalash xususiyatlari aniqlandi.

5. Filtr mato Cot–CuO–STK kislotaga, ishqorga, tuzga, yuqori haroratga, mexanik ishqalanishga va yuvishga nisbatan chidamliligi aniqlanib, turli xil yog‘lar uchun 98.7% gacha bo‘lgan ajratish samaradorligi bilan yog‘/suvni ajratish jarayonida o‘tkazuvchanlik 1800 L·m⁻²·soat⁻¹ dan ortiqligi aniqlandi.

6. Paxta matosiga politetrafloroetilen (PTFE) suvli dispersiyasini purkash orqali bardoshli supergidrofobik/superoleofil filtr matosi tayyorlandi. Olingan filtr mato namunasi turli neft/suv aralashmalarini, shu jumladan emulsiyalangan yog‘li suvlarni yuqori ajratish samaradorligi (≥ 95%) bilan samarali ravishda ajrata olishi, PTFE qoplamasi matoning sirtini supergidrofobik (WCA ≈ 160°) va superoleofil (OCA ≈ 0°) xususiyatlari aniqlandi.

7. Filtr mato namunasi o'zining sirt xususiyatlarini quyidagi ekstremal sharoitlarda saqlab qoldi: qaynoq suv, muzli suv, kuchli kislota (HCl), ishqor (NaOH), tuz (NaCl) eritmaları hamda organik erituvchilar (toluol, kerosin). Ushbu sharoitlarda ham suv bilan aloqa burchagi 157° dan yuqori, suv bilan sirpanish burchagi esa 5° dan past bo'lib qoldi, bu esa uning kimyoviy va termal barqarorligini tasdiqlaydi. Bundan tashqari, SSPM namunasi 50 martalik qayta ajratish davridan so'ng ham yuqori samaradorlik ($\approx 98\%$) bilan neft/suv aralashmalarini ajrata oldi, bu esa uning uzoq muddatli foydalanishga yaroqliligini ko'rsatdi.

8. Taklif etilayotgan filtr materialining tannarxi – 1 m^2 uchun 35 446 so'mni tashkil etib, mavjud filtr materiallariga nisbatan (75 000 so'm) 53% arzon ekani aniqlandi. Bu esa korxona uchun sezilarli tejamkorlikni ta'minlaydi.

9. Taklif etilayotgan texnologiya asosida yiliga $100\,000 \text{ m}^3$ oqava suvni tozalash imkoniyati saqlanib qolgan holda, filtr matolarga sarflanadigan xarajatlar 395 million so'mga kamaytirish imkoniyati aniqlandi.

10. Xomashyo bazasining mahalliy resurslarga asoslanganligi – paxta tolasi, stearin kislota, mis oksidi va atseton kabi komponentlarning O'zbekistonda mavjudligi ishlab chiqarish tannarxini sezilarli darajada pasaytiradi, importga bog'liqlikni kamaytiradi va texnologik mustaqillikni oshiradi.

Umuman olganda, taklif etilgan filtrbop to'qimachilik materialini ishlab chiqarish texnologiyasi texnik, ekologik va iqtisodiy jihatdan yuqori samaradorlikka ega bo'lib, uni amaliyotga joriy etish orqali suv resurslarini tejash, ekologik xavfsizlikni ta'minlash va ishlab chiqarish xarajatlarini kamaytirish mumkin. Bu esa O'zbekiston Respublikasi uchun ekologik va iqtisodiy jihatdan barqaror sanoat infratuzilmasini shakllantirishda muhim qadam hisoblanadi.

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

**НАМАНГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

ГАФУРОВ АДХАМЖОН БАХРОМЖОН УГЛИ

**ИЗГОТОВЛЕНИЕ ФИЛЬТРУЮЩЕЙ ТКАНИ ИЗ
ХЛОПЧАТОБУМАЖНОЙ ПРЯЖИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
НАНОТЕХНОЛОГИЙ**

05.06.02-Технология текстильных материалов и первичная обработка сырья

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

Тема диссертации доктора философии по техническим наукам (PhD) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Министерстве высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан за № B2021.4.PhD/T2519.

Диссертация выполнена в Наманганском государственном техническом университете.

Автореферат диссертации на трёх языках (узбекском, русском, английском (резюме)) размещен на веб-сайте Ученого совета Наманганского государственного технического университета (namdtu_info@edu.uz) и на информационно-образовательном портале «ZiyoNet» (www.ziyo.net/uz).

Научный руководитель:

Парпиев Хабибулла

кандидат технических наук, доцент

Официальные оппоненты:

Валиев Гулам Набиджанович

доктор технических наук, профессор

Рузибаев Нуриддин Нурали угли

доктор философии по техническим наукам, доцент

Ведущая организация:

**Узбекский научно-исследовательский институт
натуральных волокон**

Защита диссертации состоится «25» апреля 2026 года в 13:30 часов на заседании при научном совете DSc.03/2025.27.12.T.15.03 при Наманганском государственном техническом университете (Адрес: Наманган, ул. Южная кольцевая, дом 17, тел. (998) 69-234-14-85, (998) 69-234-1996 e-mail: namdtu_info@edu.uz, Наманганский государственный технический университет, корпус 12, 1-й этаж, зал Учёного совета)

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Наманганского государственного технического университета. (зарегистрирован под № 157). (Адрес: г.Наманган, улица Ислама Каримова, дом 12. тел. (998) 69.234-14-85) e-mail: namdtu_info@edu.uz

Автореферат диссертации разослан «13» апреля 2026 года.
(реестр протокола рассылки № 84 от «13» января 2026 года).



К.М. Холиков

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

Х.Т. Бобожанов

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

Ж.К. Юлдашев

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

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии)

Актуальность и востребованность темы диссертации. В мире в последние годы исследования в области технологий фильтрации в основном направлены на снижение экологических проблем, эффективное использование ресурсов и очистку промышленных сточных вод. Особое значение придается использованию фильтрующих материалов в таких отраслях, как химическая, энергетическая, пищевая, медицинская, фармацевтическая промышленность и охрана окружающей среды. В частности, с каждым годом растет потребность в фильтрующих текстильных материалах, используемых для очистки жидких и газообразных сред. В настоящее время объем мирового рынка фильтрующих текстильных материалов (фильтрующих тканей) в 2024 году превысил 4,1 млрд долларов США, и прогнозируется, что к 2034 году эта цифра достигнет 7,5 млрд долларов США. Ежегодный темп роста рынка оценивается примерно в 6,22%¹. В связи с этим, в частности, в условиях растущих глобальных потребностей и требований по обеспечению экологической безопасности, сокращению промышленных сточных вод, защите воздуха и водных ресурсов от загрязнения, особое внимание уделяется фильтрации, нанофильтрации, безотходным технологиям для повышения эффективности этого направления.

В настоящее время большинство фильтрующих материалов в мире основаны на синтетических волокнах, и проводится ряд научных исследований их экологической безопасности, времени разложения и воздействия на здоровье человека. В этом направлении приоритетными считаются исследования по созданию экологически чистых, возобновляемых, безопасных для организма человека, биоразлагаемых, устойчивых фильтрующих материалов из натуральных волокон, особенно хлопкового волокна, и по повышению их технологической и практической эффективности. Одновременно с этим одной из неотложных задач является производство фильтрующих текстильных материалов на основе хлопковой пряжи с использованием современных технологий, включая наноструктурированные материалы и термостойкие фильтрующие ткани, с высокой эффективностью использования природных ресурсов.

В нашей республике реализуются масштабные меры по инновационному развитию текстильной промышленности, эффективному использованию ресурсов и производству импортозамещающей продукции. Стратегия «Узбекистан-2030» ставит задачи по увеличению доли технологической продукции, производимой в промышленности, с 25% до 32% за счет эффективного использования местной сырьевой базы и развития промышленности на основе передовых технологий, развития «движущих» отраслей и полного использования промышленного потенциала регионов, расширения сотрудничества с региональными предприятиями в производстве

¹<https://www.precedenceresearch.com/fabric-filter-market>

импортозамещающей продукции крупными предприятиями, а также внедрения системы активных стимулов для предприятий, наладивших промышленное сотрудничество². При реализации этих задач, в частности, важно внедрение технологий глубокой переработки местного хлопкового волокна и получения из него текстильных фильтрующих материалов с высокой добавленной стоимостью, отвечающих экологическим и промышленным требованиям.

Данное диссертационное исследование служит в определенной степени реализации задач, поставленных в Указах Президента Республики Узбекистан от 16 января 2025 года № УП-6 “О дополнительных мерах по развитию цепочки переработки в текстильной и швейно-трикотажной промышленности”, в Постановлении Президента Республики Узбекистан № ПП-250 от 15 августа 2025 года “Об утверждении Программы управления водными ресурсами и развития ирригационного сектора в Республике Узбекистан на 2025-2028 годы», а также в Постановлении Кабинета Министров Республики Узбекистан от 19 августа 2024 года №517 “О внесении изменений и дополнений в некоторые постановления Правительства Республики Узбекистан в связи с совершенствования системы питьевого водоснабжения и водоотведения”, а также в других нормативно-правовых документах, принятых в данной сфере.

Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и техники республики. Исследование, проведенное в рамках диссертационной работы, соответствует приоритетному направлению развития науки и техники Республики Узбекистан II.«Энергетика, энерго- и ресурсосбережение».

Степень изученности проблемы. Ряд известных зарубежных ученых внесли большой вклад в решение вопросов, направленных на углубленное изучение таких аспектов, как состав, структура, эффективность и соответствие экологическим требованиям материалов при использовании нанотехнологий в производстве фильтрующих тканей. В частности, это Y.Yang, X. Li, X.Zheng, Z.Chen, Q.Zhou, Y.Chen, S.Farhadi, M.Farzaneh, S.A.Kulinich, B.Pokroy, S.Kang, L.Mahadevan, J.Aizenberg, D.Angelova, I.Uzunov, S.Uzunova, A.Gigova, L.Minchev и другие.

Научные труды видных ученых Узбекистана посвящены производству технических тканей и оптимизации параметров водопоглощения и капиллярных свойств тканей. В результате научных исследований, проведенных Д.Н.Кадировой, А.Д.Даминовым, С.С.Рахимхаджаевым, Х.Парпиевым, Д.Г.Алиевой, А.С.Долимовым, Р.Каримовым, достигнуты значительные результаты по улучшению физико-механических показателей волокнистых материалов и повышению эффективности фильтрации.

В месте с тем, комплексные научные исследования, связанные с благоприятными условиями обработки и отсутствием возможностей для крупномасштабного производства, а также расширением ассортимента

² Указ Президента Республики Узбекистан, от 11.09.2023 г. № УП-158 <https://lex.uz/ru/docs/6600404>

фильтрующих тканей, радикальным изменением фильтрующей способности фильтрующих тканей, причинами разделения масляных/водных смесей, в настоящее время практически или теоретически недостаточно изучены.

Соответствие темы диссертации научно-исследовательской работе высшего учебного заведения, где была выполнена диссертация. Диссертационное исследование выполнено в рамках узбекско-китайского международного (2023-2024) проекта AL- 21122144 «Размеры наночастиц на основе меди и их применение в антибактериальных самохромогенных хлопковых волокнистых материалах» в рамках научно-исследовательского плана Наманганского государственного технического университета.

Целью исследования является получения фильтрующих текстильных материалов из хлопчатобумажных нитей с использованием нанотехнологий.

Задачи исследования:

исследование существующих фильтрующих тканей, области их применения, требований к фильтрующим материалам и производства фильтрующих материалов;

производство ткани из хлопчатобумажных нитей на основе полотняного переплетения и определение ее физико-механических свойств;

прогнозирование физических и механических свойств фильтрующей ткани, производимой на основе нанотехнологии, путем теоретического исследования;

получение супергидрофобной/суперолеофильной фильтрующей ткани путем нанесения на хлопчатобумажную ткань соединения оксида меди (CuO) и стеариновой кислоты (STK);

получение супергидрофобной/суперолеофильной фильтрующей ткани путем распыления водной дисперсии политетрафторэтилена на хлопчатобумажную ткань;

исследование угла смачивания (WCA) с водой полученной супергидрофобной/суперолеофильной фильтрующей ткани;

исследование супергидрофобной/суперолеофильной фильтрующей ткани устойчивости к кислотам, щелочам, высоким температурам, механическому истиранию;

определение эффективности полученной супергидрофобной/суперолеофильной фильтрующей ткани в отделении различных типов масел из состава сточных вод;

определение проницаемости и перерабатывающей способности супергидрофобной/суперолеофильной фильтрующей ткани, возможность очистки воды, загрязненной различными маслами.

Объектами исследования были взяты одиночные пряжи из хлопкового волокна, тканое полотно с главным переплетением, супергидрофобная/суперолеофильная фильтрующая хлопчатобумажная ткань, а также процесс очистки воды, загрязненной различными маслами.

Предметом исследования является одиночная пряжа, техника и технология производства супергидрофобных/суперолеофильных фильтрующих тканей с главным переплетением из одиночных праж.

Методы исследования. В исследовании использовались такие методы, как тестирование текстильных материалов, анализ сил, действующих на текстильную ткань, с использованием теоретической механики, изготовление супергидрофобной/суперолеофильной фильтрующей ткани, обработка экспериментальных результатов, оценка эффективности фильтрации смеси масла и воды через изготовленную ткань, а также оценка прочности и шероховатости, неровноты ткани.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

путем нанесения на хлопчатобумажную ткань соединения оксида меди (CuO) и стеариновой кислоты (STK), а также распыления водной дисперсии политетрафторэтилена (PTFE) была получена супергидрофобная/суперолеофильная фильтрующая ткань;

разработан способ получения фильтрующей ткани путем нанесения водной дисперсии политетрафторэтилена (PTFE) и соединений оксида меди (CuO) на хлопчатобумажную ткань, и установлено, что покрытия прочно сцепляются с тканью и формируется иерархическая крупнозернистая структура;

доказано, что полученная супергидрофобная/суперолеофильная фильтрующая ткань имеет угол смачивания водой (WCA) $156,50^\circ$, водонепроницаемость и самоочищающиеся свойства, а также устойчивость к кислотам, щелочам, высоким температурам и механическому трению;

было установлено, что полученная супергидрофобная/суперолеофильная фильтрующая ткань обладает эффективностью отделения различных видов масел из сточных вод более 98,7% и пропускным потоком ($1800 \text{ L.m}^{-2}.\text{час}^{-1}$)

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

определены физико-механические показатели полученной фильтрующей ткани из одиночных хлопчатобумажных пряж на основе главного полотного переплетения, и рекомендовано её к производству;

рекомендуется для производства супергидрофобную/суперолеофильную фильтрующую ткань путем нанесения соединения оксида меди (CuO) и стеариновой кислоты (STK) на прочную и стойкую хлопчатобумажную ткань, а также распыления на хлопчатобумажную ткань водной дисперсии политетрафторэтилена (PTFE);

путем распыления водной дисперсии политетрафторэтилена (PTFE) на хлопчатобумажную ткань и осадок соединений оксида меди (CuO) прочно сцепляются с поверхностью ткани и имеет грубую иерархическую структуру;

исследовано что, полученная супергидрофобная/суперолеофильная фильтрующая ткань показала угол смачивания водой (WCA) $156,50^\circ$, водонепроницаемость и самоочищающиеся свойства;

была проведена оценка супергидрофобной/суперолеофильной фильтрующей ткани на предмет ее высокой устойчивости к кислотам, щелочам, высоким температурам и механическому трению, а ее эффективность разделения различных видов масляно-жировых сточных вод составляет 98,7%;

были исследованы поток проницаемости (более $1800 \text{ L.m}^{-2}.\text{час}^{-1}$) и способность к повторному использованию супергидрофобной/суперолеофильной фильтрующей ткани для очистки воды, загрязненной различными маслами/жирами

Достоверность результатов исследования. Исследование основано на статистике большого объема экспериментальных материалов, совпадении полученных экспериментальных результатов с результатами параллельных экспериментов, взаимной близости теоретических и практических моделей получения высокоэффективной фильтрующей ткани из хлопчатобумажных пряж с использованием нанотехнологий, статистическом анализе факторов, влияющих на качество фильтра, а также применением современных методов.

Научная и практическая значимость результатов исследования. Научная значимость результатов исследования объясняется тем, что была предложена технология получения фильтрующей ткани на основе главного переплетения из одиночных хлопчатобумажных пряж, определены физико-механические показатели полученной фильтрующей ткани, а также получены супергидрофобные/суперолеофильные фильтрующие текстильные материалы из хлопчатобумажных пряж способом нанотехнологий.

Практическая значимость результатов исследования заключается в том, что супергидрофобная/суперолеофильная фильтрующая хлопчатобумажная ткань обладает высокой устойчивостью к кислотам, щелочам, высоким температурам, механическому истиранию, эффективностью разделения различных типов масляных/жирных сточных вод составляет 98,7%, а также отличной проницаемостью и возможностью повторного использования, что объясняется тем, что супергидрофобная/суперолеофильная фильтрующая ткань имеет большой потенциал для очистки воды, загрязненной различными видами маслами.

Внедрение результатов исследований. На основе научных исследований, проведенных по получению фильтрующей ткани из хлопчатобумажных пряж с использованием нанотехнологий:

фильтрующая ткань на основе хлопкового волокна, полученная с использованием нанотехнологий, была внедрена в производство на предприятиях ООО «ART SOFT TEX» и ООО «FABRICTEX» (согласно справке Ассоциации «Узтекстильпром» от 22 декабря 2025 года № 02/06-2938). В результате установлено, что качество предлагаемой фильтрующей ткани, а также её эффективность при очистке сточных вод улучшились на 14% по сравнению с существующими фильтрами, при этом себестоимость 1 м^2 фильтрующей ткани оказалась на 53% ниже по сравнению с аналогичными фильтрующими материалами.

Апробация результатов исследования. Результаты диссертационной работы были представлены и обсуждены на 6 международных и 2 республиканских научно-технических конференциях.

Публикация результатов исследования. Всего по теме диссертации опубликовано 19 научных работ, из которых 11 статей опубликованы в научных изданиях, рекомендованных к публикации Высшей аттестационной

комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов диссертаций, в том числе 6 в республиканских и 5 в зарубежных журналах.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы и приложений. Объем диссертации составляет 117 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во «Введении» обоснованы актуальность и востребованность проведенного исследования, описываются цели и задачи, объекты и субъекты исследования, указывается его соответствие приоритетным направлениям развития науки и техники республики, излагаются научная новизна и практические результаты исследования, раскрывается научно-практическая значимость полученных результатов, предоставляется информация о применении результатов исследования на практике, сведения о опубликованных работах и структуре диссертации.

Первая глава диссертации под названием **«Современное состояние и перспективы использования фильтрующих тканей для очистки воды и сточных вод в текстильной промышленности»**, в основном опиралась на журнальные статьи, научные сборники, монографии, диссертации, научную и образовательную литературу по текстильной технологии. Фильтрация является основой очистки воды и сточных вод и используется для различных целей, таких как обезвоживание и концентрирование различных растворов. Кроме того, как передовая технология фильтрации, фильтрующие ткани (мембраны) могут удалять вещества, начиная от крупных частиц и заканчивая молекулярными и ионными химическими соединениями. Правильный выбор типа фильтра и материала мембраны в процессе фильтрации часто является наиболее важным для обеспечения эффективного разделения. В последнее время для очистки воды и сточных вод используются новые полимерные материалы, как по отдельности, так и в смешанном процессе. Хотя исследований по фильтрующим тканям много, очень мало исследований посвящено современным технологиям использования фильтрующих материалов, от классических материалов до передовых мембранных фильтрующих материалов в процессах фильтрации.

На основе результатов анализа полученной литературы были определены задачи диссертации, включающие производство тканей из хлопчатобумажных пряж, процессы получения фильтровальной ткани с использованием нанотехнологий и их научное обоснование.

В второй главе диссертации, озаглавленной **«Теоретическое исследование получения фильтрующих текстильных материалов из хлопчатобумажных пряж с использованием современных технологий»**, показывает структуру тканых материалов, переплетение нитей основы и утка. Внешний вид, свойства и назначение тканых материалов зависят от нескольких основных показателей. Одним из показателей, выражающих

структуру ткани, является ее плотность, а вторым — переплетение. Обычно в тканых материалах плотность в основе больше, чем плотность в утке. Однако в некоторых тканях (таких как сатин, поплин) верно и обратное. Фактическая плотность зависит от толщины нитей, образующих ткань. Общими чертами всех простых переплетений являются равные раппорты в основе и утке, в саржевых переплетениях сдвиг равен 1, а в сатине это значение задано. При обычном простом переплетении нити основы очень хорошо соединены с нитями утка, в результате чего ткани получаются прочными, лицевая и изнаночная стороны одинаковы и ровные. В диссертации были определены показатели полного переплетения ткани: выбор типа и рабочей ширины ткацкого станка, переплетение, коэффициент наполнения ткани волокнистыми материалами, выбор рабочей ширины ткацкого станка, показатели переплетения:

Очень важным параметром, определяющим моделирование процесса оценки механических свойств тканого полотна, является длина нити в переплетении, которую необходимо рассчитать до создания геометрической модели. Поэтому вопрос прогнозирования параметров структуры ткани имеет большое значение. Однако для определения свойств любого тканого полотна необходимо учитывать большое количество параметров:

Длина нити в зазорах между нитями; сила сжатия между нитями; плотность основы и утка; высота волн изгиба нитей; жесткость нити на изгиб; кривизна нити; изгибающий момент в местах пересечения;

Дополнительные параметры для расчета формы нити в ткани.

В исследовании предлагается нелинейная теория изгибающего момента для больших перемещений при изгибе упругой плоскости, основанная на точных решениях дифференциальных уравнений упругих кривых. Представлено схематическое изображение нити в ткани простого переплетения (см. рисунок 1).

Форма струны симметрична относительно точки «В», поскольку диаграмма натяжения струны соответствует периодической упругой кривой изгибного типа. Таким образом, представлена диаграмма, которая поможет вам определить смещение (см. рисунок 2).

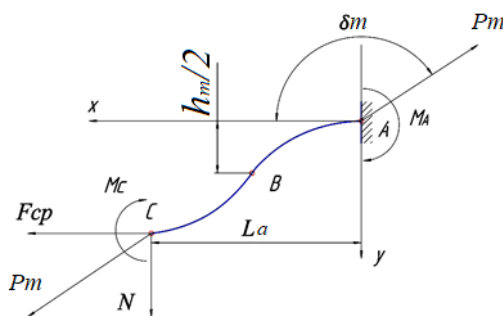


Рисунок 1. Схематическое изображение натяжения нитей основы в ткане полотняного переплетения

здесь: F_t - натяжение нити основы N ; P_t - результирующая сила, N ; N -

неизвестная сила, активирующая вертикальные компоненты натяжения нитей основы и утка, создаваемые нитью основы, N ; La - зазор между нитями основы и утка, мм; $h_t/2$ - половина высоты изгибной волны нити основы в основе ткани, мм; M_s - изгибающий момент, Н·мм; M_t - реактивный момент, Н·мм; δ_0 - угол, определяющий направление силы в начальной точке А и оси X, радианы; ABC - осевая линия нити основы.

Структура ткани определялась следующими уравнениями:

$$\sqrt{\frac{P_t \cdot l_t^2}{N_t}} = \int_{\varphi A}^{\frac{\pi}{2}} \frac{d\varphi}{\sqrt{1 - k^2 \cdot \sin^2(\varphi)}} = F\left(\frac{\pi}{2}, k\right) - F(\varphi A, k) \quad (1)$$

здесь: L_t - длина нити в ткани на половине длины, мм; φA - эллиптическая (овальная) амплитуда в точке «А»; k - эллиптический (овальный) модуль; N_t - жесткость нити на изгиб на основе, Н·мм²; $F(\pi/2, k)$ - полная эллиптическая интегральная форма Лежандра первого рода;

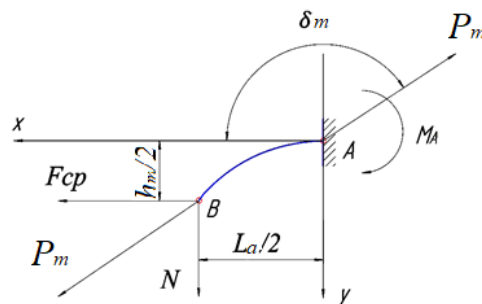


Рисунок 2. Диаграмма, определяющая высоту изгибной волны нити основы в ткани

$F(\varphi A, k)$ — это форма неполного эллиптического интеграла Легандра первого рода.

Кривая “нагрузка-деформация” для уток:

$$f(Ft) = -0.0172 \cdot Ft^2 + 0.3143 \cdot Ft \quad (2)$$

Кривая зависимости “нагрузки-деформации” для основы:

$$fo(\rho_a, Fa) = 0.021 \cdot \rho_a + 0.37 \cdot Fa - 0.01 \quad (3)$$

Определение изгибающего момента провисшего уток:

$$ft(\rho_a, Fa) = 0.017 \cdot \rho_a + 0.026 \cdot Ft - 0.0036 \quad (4)$$

Практическое значение представляет изучение влияния различных параметров заполнения ткани и их воздействия на структуру ткани и ее неструктурные свойства (например, нормальные силы сжатия между нитями). Мы изучаем влияние основы (h_t) на высоту основы (h_t) и плотность ткани, заданную регулятором ткацкого станка. На основе приведенных данных также учитывается соотношение «Нормальная сила сжатия - сумма вертикальных диаметров нитей».

Взаимосвязь выглядит следующим образом (см. рисунки 3, 4):

$$f(N) = e^{\left(0,624 - \frac{0,26\left(\frac{N-N_1}{2}\right) - 0,12}{0,43}\right)} + 0,695 \quad (5)$$

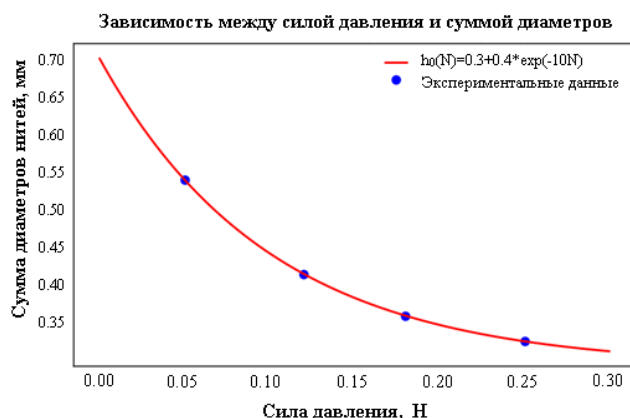


Рисунок 3. Зависимость «Нормальная сжимающая сила - сумма вертикальных диаметров нити»

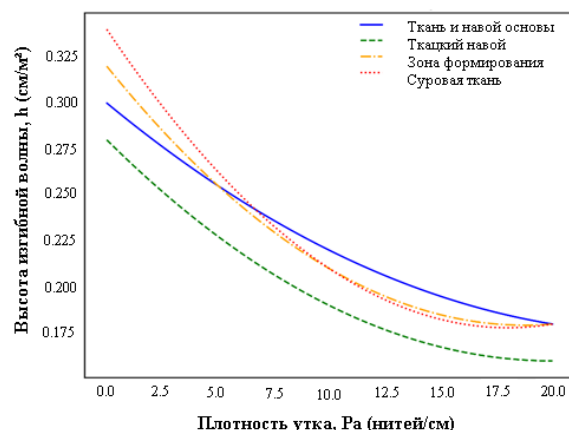


Рисунок 4. Зависимость между высотой волны изгиба нити основы и плотности уточной нити

Для малых значений указанное приближение несколько завышает величину $N + N_1$. Однако этого завышения достаточно, чтобы дать нам качественное описание (расчет). В наших расчетах выполняется условие $N + N_1 > 0,145 N$.

Таблица 1

Сводная таблица расчетных параметров ткани

№	Название показателя		Условное обозначение	Единица измерения	артикуль
1	Коэффициент соединения ткани		C	-	7.8
2	Средняя линейная плотность нитей в ткани		T _{ср}	текс	30
3	Модель ткацкого станка				WILTOP WT 9100
4	ширина ткани	Готовая ткань	Б _Г	см	160
		Суровая ткань	Б _х	см	164.94
5	Количество нитей основы		N _Т	шт	4210
6	Общее количество нитей в основе		N _{общ}	шт	4370
7	Количество ремизок		N _{рем}	шт	4
8	Вес 1 м ² суровой ткани		м ²	г	146
9	Заполнение поверхности ткани волокнистыми материалами:		E _Т E _А	%	55.42
					42.4

При выборе ткацких процессов и технологического оборудования необходимо уделять особое внимание высокой производительности, качеству и безопасности труда. При выборе оборудования следует учитывать

характеристики ткани и технологических процессов. В этом случае важна совместимость машин и технических показателей. (см. таблицу 1)

При исследовании входных параметров фильтрующей ткани, определяющих свойства процесса очистки сточных вод от масла в сточных водах, целесообразно эффективно применять многофакторное математическое моделирование.

В качестве влияющих факторов были взяты показатели: x_1 - Концентрация (%), x_2 – Температура печи при обработке и x_3 - поверхностная плотность ткани (г/м²). Выбор уровней и диапазонов изменения изучаемых факторов приведен в таблице 2, (см. таблицу 2).

Таблица 2

Выбор уровней и интервалов изменения исследуемых факторов

Название и обозначение факторов	Изменение уровней			интервал изменения
	-1	0	1	
Концентрация, %	0,5	1.75	3	1.25
Температура печи во время обработки, °C	70	85	100	15
Поверхностная плотность ткани, г/ м ²	105	125.5	146	20.5

При определении коэффициентов регрессии для проверки адекватности математической модели используются критерии Стьюдента и Фишера. В качестве выходного фактора были выбраны Y_1 – Проницаемость для масла и жира (л/ч), Y_2 – Водонепроницаемость (л/час).

$$Y_1 = 1635.67 + 144.87x_1 - 139.75x_2 + 76.62x_3 - 38.25x_{1x_2} + 25.50x_{1x_3} + 7.25x_{2x_3} - 97.58x_1^2 - 108.33x_2^2 - 37.58x_3^2$$

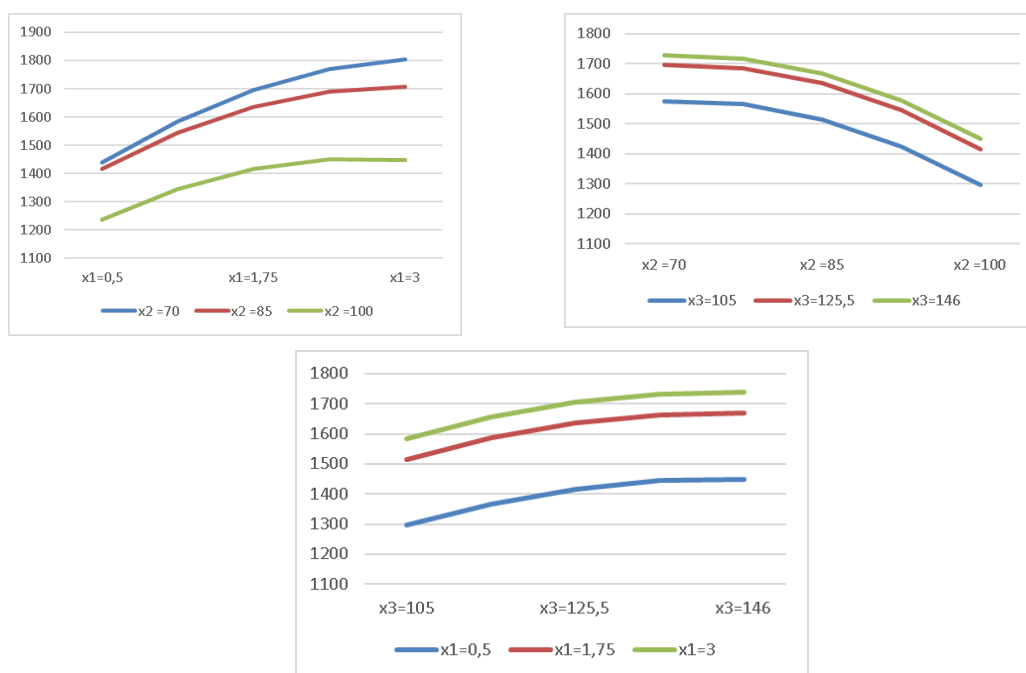


Рисунок 5. График модели по оптимизации величины проницаемости для масла и жира

Поскольку уравнение, построенное для определения характеристик выходного параметра исследования, является трехмерным, $X_i = 0$ оно рассматривается как один из входных факторов в анализе (центральное положение), и мы строим двумерный график, преобразуя модели в 3 уравнения.

Проницаемость для масла и жира определяется концентрацией оксида меди, температурой печи во время обработки и поверхностной плотностью ткани. Описана зависимость показателей (анализа) от отклонения поверхности изолин.

$$Y_2 = 6.23 + 1.94x_1 + 0.88x_2 + 1.06x_3 + 0.25x_{1x_2} + 0.13x_{1x_3} - 0.24x_{2x_3} - 0.43x_1^2 - 0.55x_2^2 + 0.07x_3^2$$

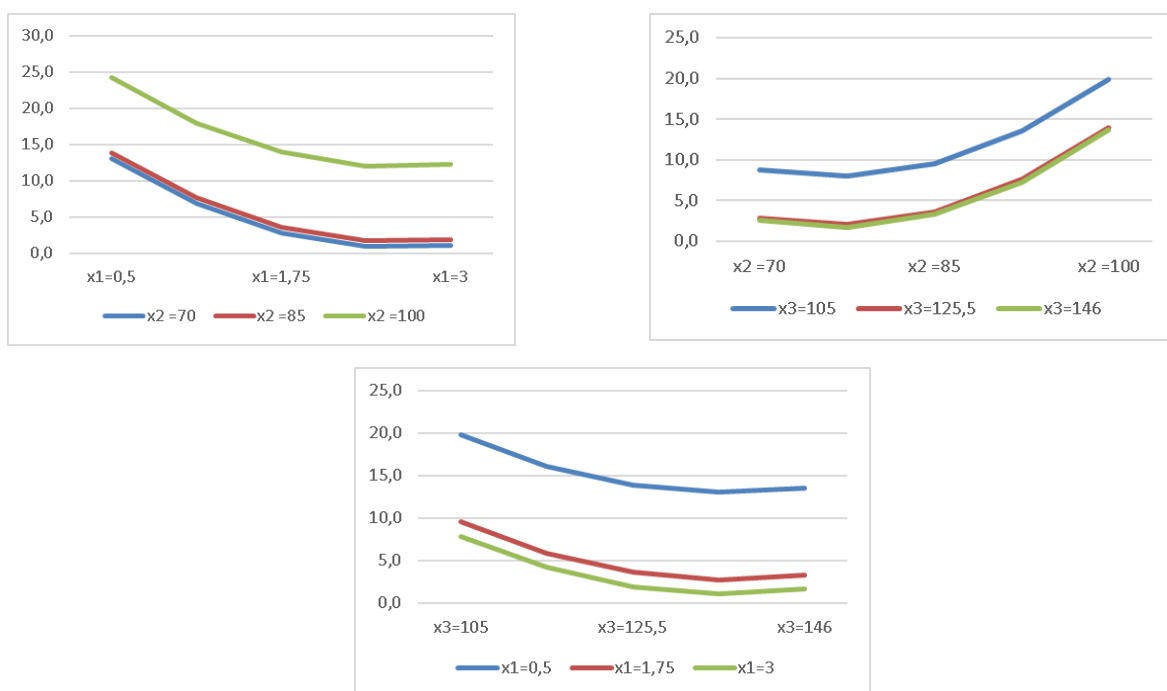


Рисунок 6. График модели по оптимизации величины водонепроницаемости

На рисунке 6. выше показана зависимость коэффициента вариации водонепроницаемости от концентрации оксида меди, температуры печи в процессе обработки, поверхностной плотности ткани и отклонения поверхности изолин (анализ). Как видно из рисунков:

1. Оптимальные условия для проницаемости масла и жира (Y1): Концентрация: 1,75%, температура: 70–80 °С, плотность ткани: 105–120 г/м².
2. Максимальные показатели водонепроницаемости (Y2): Концентрация: 3%, температура: 85 °С, плотность ткани: 146 г/м².

В третий главе диссертации, озаглавленной «Получение супергидрофобной хлопчатобумажной ткани с использованием нанотехнологий для отделения воды от масляных смесей» полученная хлопчатобумажная ткань была покрыта соединением оксида меди (CuO) и стеариновой кислотой (STK). Супергидрофобная ткань была получена путем

распыления водной дисперсии политетрафторэтилена (PTFE) на хлопчатобумажную ткань. Полученный образец фильтрующей ткани продемонстрировал высокую эффективность разделения различных смесей масла и воды, включая эмульгированную маслянистую воду.

Полученная фильтровальная ткань (Cot-CuO-STK) сохраняет свои супергидрофобные свойства в жестких условиях, таких как кислые, гидроксидные и солевые растворы, высокие температуры, механическое истирание и промывка. Супергидрофобная ткань с углом смачивания водой $156,5^\circ$ обладает большим потенциалом для разделения масла и воды с высокой эффективностью разделения до 98,7% для различных масел (дихлорметан, трихлорметан, соевое масло и н-гептан). Кроме того, она обладает высокой проницаемостью для масла (более $1800 \text{ л} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{ч}^{-1}$). Полученная фильтровальная ткань продемонстрировала эффективность разделения различных типов масел, высокую проницаемость и отличную возможность повторного использования. (см. рисунок 7)

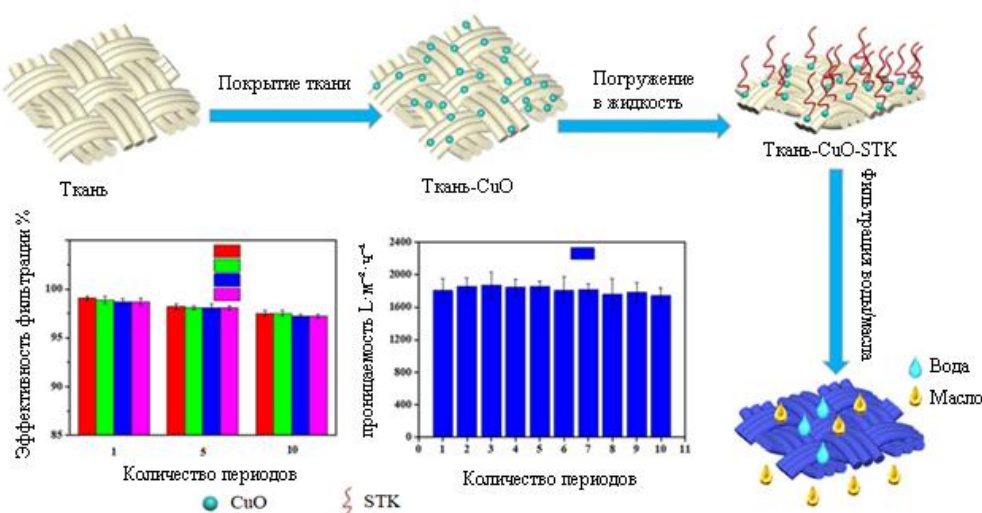


Рисунок 7. Изготовление прочной и долговечной супергидрофобной хлопчатобумажной ткани

В диссертации использовалась хлопчатобумажная ткань простого переплетения с поверхностной плотностью 146 г/м^2 ; линейной плотностью пряжи 30 текс (Ne 20) и числом кручения $K = 720 \text{ кр/м}$. Кроме того, использовались соевое масло, ацетат меди ($\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2$), стеариновая кислота ($\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$), гидроксид натрия (NaOH), Судан III, трихлорметан (CHCl_3), этанол, н-гептан (C_7H_{16}) и хлорметан (CH_2Cl_2). Супергидрофобная хлопчатобумажная ткань была получена путем нанесения CuO и покрытия стеариновой кислотой (STK). Чистую хлопчатобумажную ткань ($20 \times 20 \text{ см}$) погружали в раствор CuAc ($0,5\text{-}3\%$) и нагревали в печи при 70°C в течение 30 минут для инициирования реакции. Затем ткань промывали дистиллированной водой и сушили при 60°C в течение 1 часа для получения ткани, покрытой CuO (Cot-CuO). После этого Cot-CuO погружали в ванну с 1% раствором STK на 5 минут, а затем сушили при 60°C для получения супергидрофобной хлопчатобумажной ткани (Cot- CuO – STK).

Морфологию поверхности образцов исследовали с помощью сканирующей электронной микроскопии с эмиссией поверхности (FESEM) в лаборатории Чжэцзянского университета науки и технологий, Китайская Народная Республика, а химическую структуру образцов определяли с помощью Фурье-преобразовательной инфракрасной спектроскопии (FTIR), рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии (XPS) и рентгеновской дифрактометрии кристаллической структуры (XRD). Углы смачивания водой (WCA) измеряли с помощью оптического прибора для измерения углов смачивания (JC 2000 C1) с использованием капель воды объемом 5 мл, а средние значения получали путем измерения в пяти разных точках каждого образца. Прочность на растяжение образцов (15*5 см²) определяли на испытательной машине Instron 5967 со скоростью 100 мм/мин в соответствии со сосновартным методом ASTM D 5035-2006.

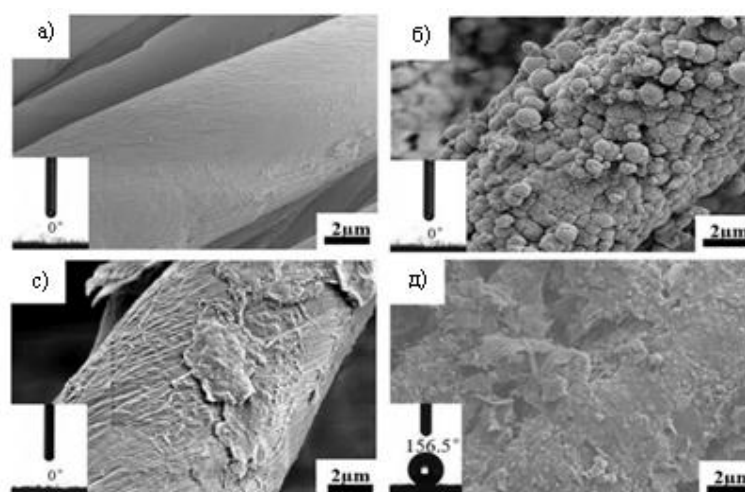


Рисунок 8. Изображения частиц, покрывающих поверхность хлопчатобумажной ткани, полученные с помощью сканирующего электронного микроскопа с полевой эмиссией (FESEM): а) Cot, б) Cot–CuO, в) Cot–STK, д) Cot–CuO–STK

На изображениях, полученных с помощью сканирующего электронного микроскопа с полевой эмиссией (FESEM), видно успешное нанесение микро/наночастиц CuO на поверхность ткани (см. рисунок 8). Чистые хлопковые волокна в ткани имеют гладкую поверхность (см. рисунок 8а). После распыления частиц CuO поверхность хлопковых волокон стала шероховатой из-за образовавшихся на них микрочастиц CuO (см. рисунок 8б). Частицы CuO были плотно и хаотично расположены, и поверхность волокон стала шероховатой. После нанесения покрытия STK ткань приобрела слоистую структуру (см. рисунок 8д).

Результаты показали, что осаждение оксида меди CuO представляет собой микро/наночастицы с низким коэффициентом поверхностной энергии, что благоприятно для нанесения стеариновой кислоты STK на поверхность ткани, создавая супергидрофобную поверхность, подобную натуральным листьям лотоса с воском и наноппиллами. На рисунке показаны процессы контактной деформации капель воды на поверхности супергидрофобной хлопчатобумажной ткани Cot-CuO-STK в течение 5 секунд (см. рисунок 9).

Очевидно, что капля воды, соприкасаясь с поверхностью, демонстрирует самоочищающуюся поверхность, несмотря на сильную деформацию.

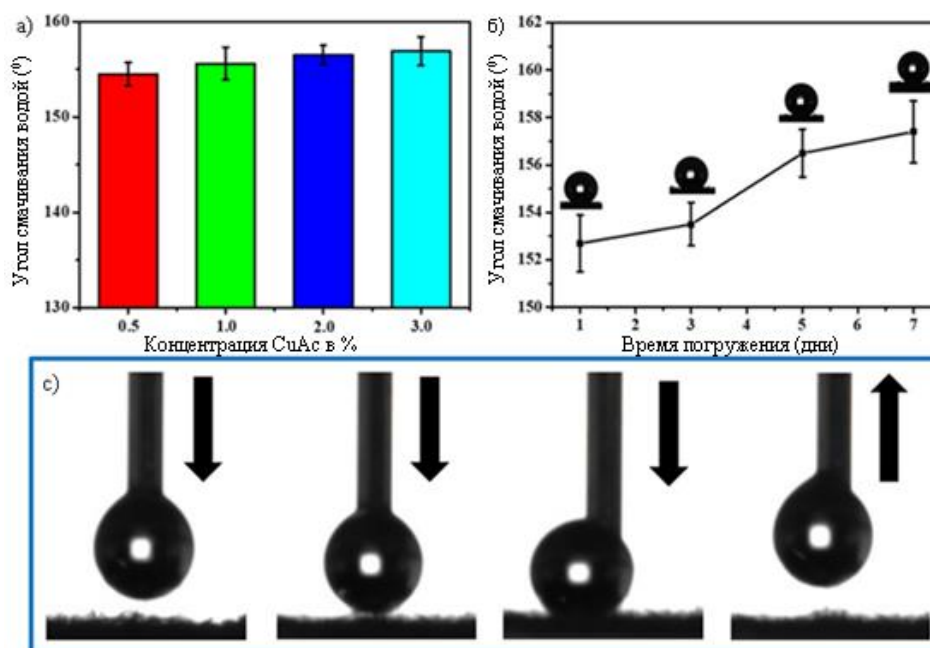


Рисунок 9. Угол смачивания водой, пористость и поверхностная энергия супергидрофобной фильтрующей ткани: а) концентрация CuAs до 3%, б) время погружения в жидкость, с) динамика вязкости капель воды

В процессе практического применения жесткие условия могут разрушить сверхгидрофобность поверхности материала, что затрудняет его использование. Поэтому была исследована долговечность сверхгидрофобной хлопчатобумажной ткани Cot-CuO-STK, и результаты представлены (см. рисунок 10).

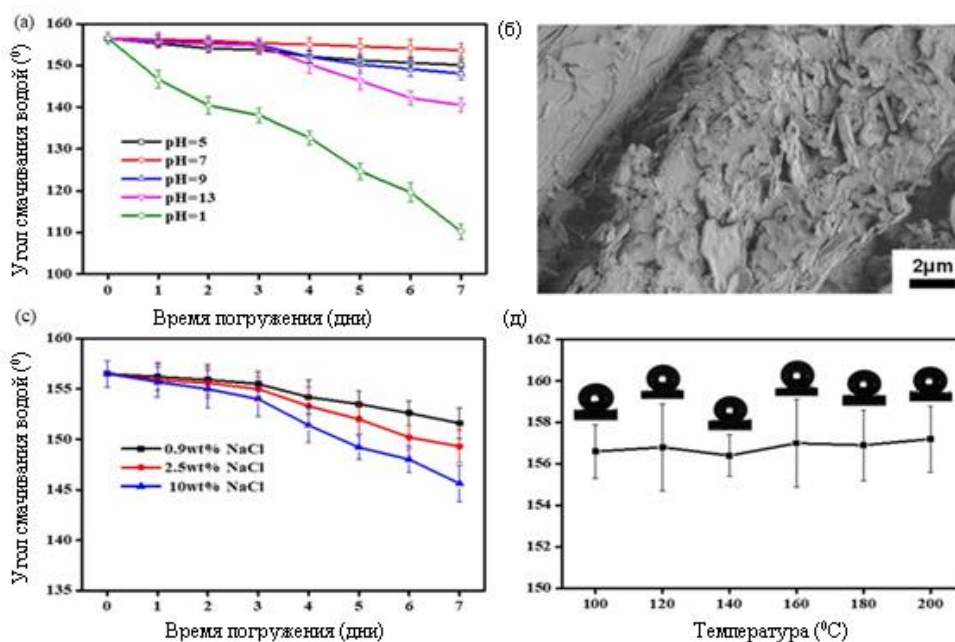


Рисунок 10. Долговечность и показатель угла смачивания водой Cot-CuO-STK. а) кислый, с) солевой раствор, д) при высокой температуре, б) морфология поверхности

После погружения ткани в кислые и различные растворы на 3 дня угол смачивания водой практически не изменился и показал супергидрофобность выше 153° при pH 5-13 (см. рисунок 10a). Даже после погружения в растворы на 7 дней угол смачивания водой оставался в диапазоне 141° – 154° . Несмотря на то, что поверхность ткани была негативно затронута коррозией сильной кислоты (pH=1) (см. рисунок 10b), полученная в данной работе супергидрофобная поверхность продемонстрировала превосходную устойчивость к кислым и щелочным условиям. Кроме того, при погружении ткани в растворы сильной кислоты (0,9–2,5%) или соли (10%) на 7 дней угол смачивания водой находился в диапазоне 146° – 152° (см. рисунок 10c). Снижение угла смачивания водой с увеличением времени замачивания обусловлено солевой коррозией. В то же время ткань сохраняла водопроницаемость с углом смачивания водой более 156° даже после воздействия высокой температуры в течение 2 часов (см. рисунок 10d). Все результаты показали высокую химическую стабильность супергидрофобной хлопчатобумажной ткани Cot-CuO-STK. Для оценки устойчивости ткани к механическим воздействиям были проведены испытания на истирание наждачной бумагой и стирку.

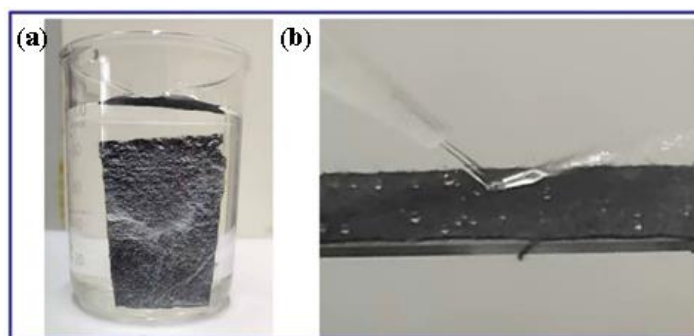


Рисунок 11. Водоотталкивающие свойства: а) явление серебряного зеркала, б) разбрызгивание воды струей

Противообрастающие или самоочищающиеся свойства. Благодаря воздушному слою между поверхностью ткани и жидкостью (см. рисунок 11a) и эксперименту с распылением струи воды, было также подтверждено, что супергидрофобная хлопчатобумажная ткань Cot-CuO-STK обладает водоотталкивающими свойствами, что подтверждается явлением «серебряного зеркала» (см. рисунок 11б). Как только струя воды касается ткани, она немедленно отскакивает в виде шарика, то есть не впитывается.

Кроме того, было оценено влияние времени разделения на эффективность разделения масла и воды супергидрофобной хлопчатобумажной ткани Cot-CuO-STK (см. рисунок 12 d). В исследовании в качестве тяжелых и легких масел были выбраны различные масла, включая трихлорметан, дихлорметан, н-гексан и соевое масло. Очевидно, что супергидрофобная хлопчатобумажная ткань Cot-CuO - STK Эффективность разделения различных типов масел составляет 98,7%. Эффективность зуба составила 97%, хотя после 10 циклов эффективность разделения несколько снизилась был сохранен на высоком уровне.

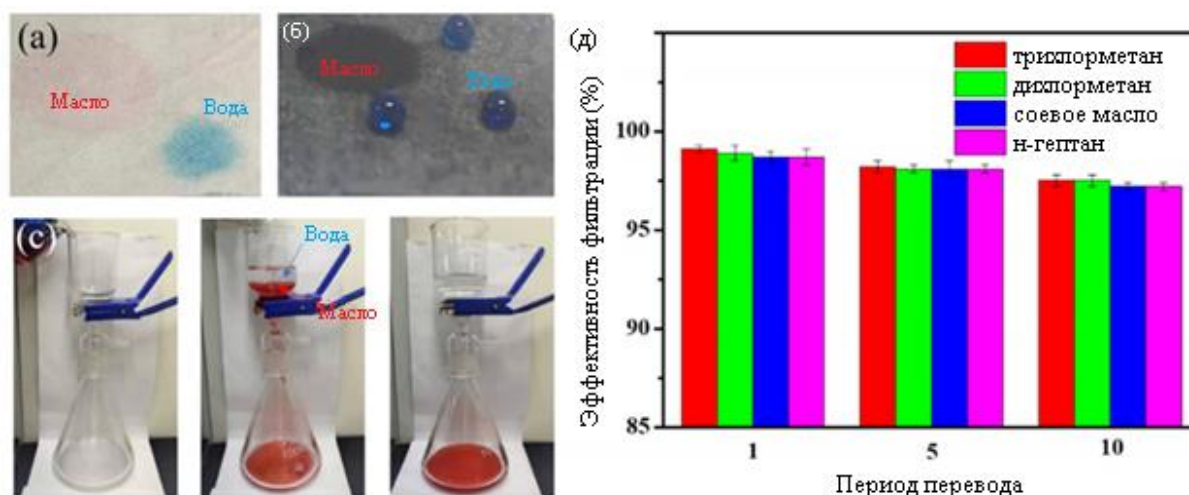


Рисунок 12. Оценка адсорбции воды и масла: а) обычная хлопчатобумажная ткань, б) хлопчатобумажная ткань, обработанная Cot-CuO-STK, в) процесс разделения масла и воды на основе Cot-CuO-STK, д) эффективность после различных циклов разделения масла

SSPM продемонстрировал превосходную селективную сорбцию масла из воды. После контакта SSPM с окрашенной каплей несмешивающегося толуола, плавающей на поверхности воды, толуол быстро абсорбировался и поднимался вверх (см. рисунок 13б). Абсорбированный толуолом SSPM также мог плавать на поверхности воды благодаря своему малому весу и водонепроницаемости (см. рисунок 13с).

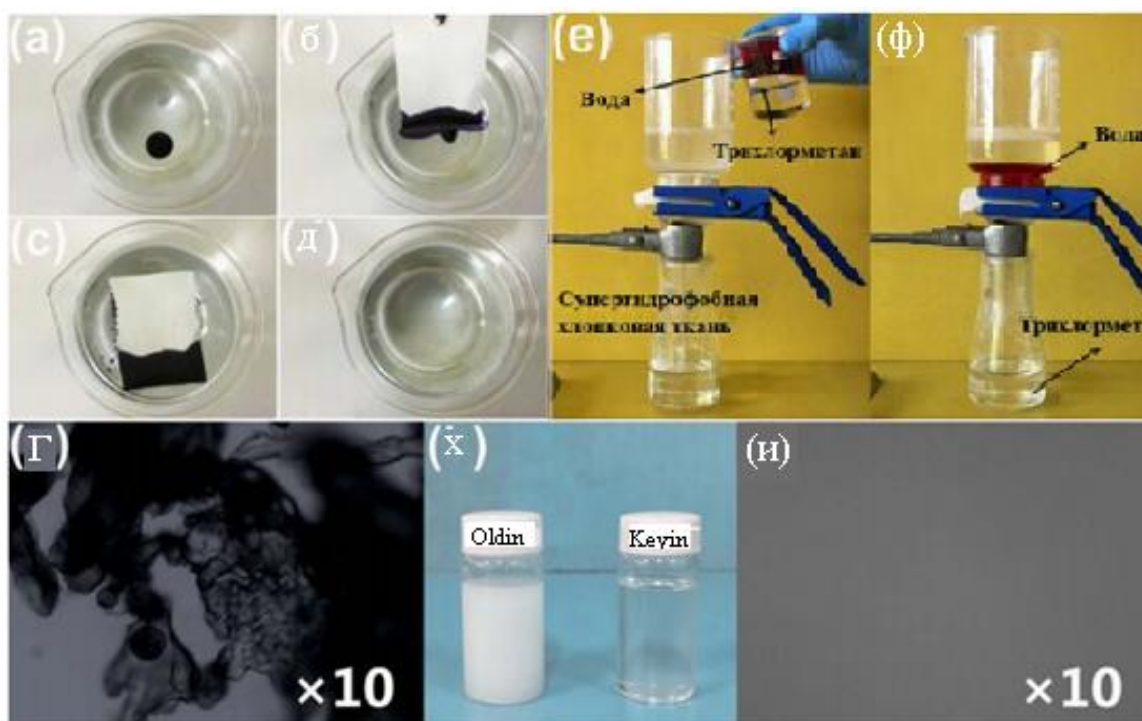


Рисунок 13. Фотографии процесса сорбции воды/масла: а, д) черный краситель из воды, е, ф) процесс отделения масла от несмешивающейся смеси воды и трихлорметана, г, и) оптические микроснимки и фотографии эмульсии масло/вода до и после отделения

Толуол полностью абсорбировался с поверхности воды, и после удаления SSPM не наблюдалось явных остаточных следов толуола (см. рисунок 13д). Кроме того, SSPM не абсорбировал воду. Разделение смеси несмешивающегося масла (три хлорметана) и воды с помощью SSPM было продемонстрировано на маломасштабном маслководяном сепараторе (см. рисунок 13е, ф). Когда в указанную выше стеклянную емкость налили смесь масла и воды, состоящую из 50 мл трихлорметана и 50 мл воды (см. рисунок 13е), масло быстро прошло через SSPM и, благодаря своей сверхмаслофильности, под действием силы тяжести опустилось на дно стакана в течение 3 минут. Оно не прошло через воду, и 50 мл воды осталось над SSPM (см. рисунок 13ф).

В четвертой главе диссертации, озаглавленной **«Производство фильтрующих текстильных материалов из хлопчатобумажных пряж на основе современных технологий и определение их экономической эффективности»** была определена стоимость полученной фильтрующей ткани путем сравнения ее с существующими фильтрующими тканями, используемыми на предприятиях ООО «АРТ СОФТ ТЕХ». В результате расчетов стоимость 1 м² предлагаемой фильтрующей ткани составляет 35 446 сумов.

ООО «ART SOFT TEX» использует 10 000 м² существующего фильтрующего материала в год. Поскольку предлагаемый фильтрующий материал имеет длительный срок службы, было решено, что 10 000 м² фильтрующего материала будет достаточно.

Ежегодные затраты на существующую фильтрующую ткань

$$Y_e = 75000 \times 10000 = 750\,000\,000 \text{ сумов}$$

Ежегодные затраты на предлагаемый фильтрующий материал

$$Y_y = 35446 \times 10000 = 35446\,0000 \text{ сумов}$$

Ежегодная экономия, достигаемая за счет внедрения предлагаемой фильтрующей ткани на предприятии.

$$S_y = Y_e - Y_y$$

здесь:

S_y - годовая экономия (прибыль) предприятия

Y_e - годовая стоимость текущей (старой) фильтровальной ткани

Y_y - Годовая стоимость предлагаемой новой фильтрующей ткани

$$S_y = 750000000 - 354460000 = 39554000 \text{ сумов}$$

Следующая таблица была составлена для сравнения результатов расчетов (см. таблицу 3).

Таблица 3

Технико-экономические показатели

т/р	Показатели	Единица измерения	На практике	Предложенный
1	Фильтрующая ткань, используемая для очистки сточных вод на предприятии «ART SOFT TEX» ООО, в год.	м ²	10000	10000
2	Объем сточных вод, подлежащих очистке в год на предприятии «ART SOFT TEX» ООО.	м ³	100000	100000
3	Замена фильтров	м ³	100	100
4	эффект фильтрации сточных вод	%	85	99
5	Стоимость фильтровальной ткани: 1м ²	Сум	75000	35446
6	Стоимость фильтра, используемого на предприятии, в год.	Сум	750000000	354460000
7	Валовая прибыль от продажи фильтровальной ткани за год на предприятии	Сум	-	395540000

Стоимость предлагаемого фильтрующего материала была определена как 35 446 сумов за 1 м², что на 75 000 сумов или на 53% дешевле, чем существующие фильтрующие материалы. Это позволит предприятию сэкономить 395 540 000 сумов в год на закупке фильтровальной ткани.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Данная диссертационная работа посвящена изучению производства фильтрующих текстильных материалов из хлопчатобумажных пряж с использованием современных технологий и их эффективности в очистке воды и сточных вод. В ходе исследования был проведен теоретический, экспериментальный и экономический анализ, сделан ряд важных выводов и разработаны практические рекомендации.

1. Проанализированы физико-химические свойства натуральных (хлопок, шерсть) и синтетических (полиэстер, полиамид, РЕЕК, РТФЕ) волокон, используемых в производстве фильтрующих тканей, их устойчивость к кислым, щелочным и температурным средам, механическая прочность и эффективность фильтрации. Также рассмотрены типы переплетения тканых материалов (полотняное, саржевое, сатиновое) и их влияние на фильтрующие свойства. Проанализированы области применения

фильтрующих тканей в очистке воды и сточных вод, их экологическое значение, промышленное применение и соответствие международным гигиеническим стандартам.

2. Была разработана математическая модель, основанная на теории нелинейного изгибающего момента, для прогнозирования структурных параметров фильтровальной ткани при ткачестве хлопчатобумажных пряж на ткацком станке. Используя эту модель, были определены различия в плотности в зоне образования и установлены оптимальные технологические параметры для образцов полотна.

3. Для масло- и жиропроницаемости (Y1) было установлено, что оптимальными вариантами являются: концентрация CuO: 1,75%, температура: 70–80 °C, плотность поверхности ткани: 105–120 г/м². Для водоотталкивающих свойств (Y2) было установлено, что оптимальными вариантами являются: концентрация CuO: 3%, температура: 85 °C, плотность поверхности ткани: 146 г/м². В результате этих многомерных регрессионных моделей оптимальным вариантом оказалась концентрация CuO: 3 %, температура: 80 °C, плотность поверхности ткани: 146 г/м².

4. Было установлено, что осаждение хлопчатобумажной ткани на CuO приводит к образованию иерархической шероховатой поверхности, и стеариновая кислота хорошо связывается с поверхностью ткани. Полученная ткань (Cot–CuO–STK) обладает сверхгидрофобностью, водоотталкивающими и самоочищающимися свойствами с углом смачивания (WCA) 156,5 °.

5. Было установлено, что фильтрующая ткань Cot–CuO–STK устойчива к кислотам, щелочам, солям, высоким температурам, механическому истиранию и промывке, а ее проницаемость в процессе разделения масла и воды превышает 1800 л·м⁻²·ч⁻¹ с эффективностью разделения до 98,7% для различных масел.

6. Прочная супергидрофобная/суперолеофильная фильтрующая ткань была получена путем распыления водной дисперсии политетрафторэтилена (PTFE) на хлопчатобумажную ткань. Было установлено, что полученный образец фильтрующей ткани способен эффективно разделять различные смеси масла и воды, включая эмульгированную смесь масла и воды, с высокой эффективностью разделения ($\geq 95\%$), а покрытие из PTFE придало поверхности ткани супергидрофобные (край смачивания $\approx 160^\circ$) и суперолеофильные (край смачивания $\approx 0^\circ$) свойства.

7. Образец фильтровальной ткани сохранил свои поверхностные свойства в следующих экстремальных условиях: кипящая вода, ледяная вода, сильная кислота (HCl), щелочь (NaOH), растворы соли (NaCl) и органические растворители (толуол, керосин). Даже в этих условиях угол смачивания водой оставался выше 157°, а угол скольжения воды — ниже 5°, что подтверждает его химическую и термическую стабильность. Кроме того, образец SSPM смог эффективно ($\approx 98\%$) разделять смеси масла и воды даже после 50 циклов повторного разделения, что демонстрирует его долговременную пригодность для использования.

8. Стоимость предлагаемого фильтрующего материала была определена как 35 446 сумов за 1 м², что на 53% дешевле, чем существующие фильтрующие материалы (75 000 сумов) . Это обеспечивает значительную экономию для предприятия.

9. На основе предложенной технологии было установлено, что стоимость фильтрующих материалов может быть снижена на 395 миллионов сумов при сохранении возможности очистки 100 000 м³ сточных вод в год.

10. Тот факт, что сырьевая база основана на местных ресурсах — наличии в Узбекистане таких компонентов, как хлопковое волокно, стеариновая кислота, оксид меди и ацетон, значительно снижает производственные затраты, уменьшает зависимость от импорта и повышает технологическую независимость.

В целом, предлагаемая технология производства фильтрующих текстильных материалов обладает высокой технической, экологической и экономической эффективностью, а её практическое внедрение позволяет экономить водные ресурсы, обеспечивать экологическую безопасность и снижать производственные затраты. Это важный шаг в формировании экологически и экономически устойчивой промышленной инфраструктуры Республики Узбекистан.

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

NAMANGAN STATE TECHNICAL UNIVERSITY

GAFUROV ADKHAMJON

**OBTAINING FILTER FABRIC FROM COTTON YARNS USING
NANOTECHNOLOGY**

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

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

The theme of the Doctor of Philosophy dissertation in technical sciences is registered in the Higher Attestation Commission under the Ministry of Higher Education, Science and Innovation of the Republic of Uzbekistan under the number № B2021.4.PhD/T2519.

The dissertation was completed at the Namangan state technical university.

Abstract of the dissertation posted in three languages (Uzbek, Russian, English (summary)) on the website of the Scientific Council at the Namangan state technical university (namdtu_info@edu.uz) and on the educational information portal “ZiyoNET” (www.ziynet.uz).

Scientific supervisor:

Parpiev Khabibulla

candidate of technical science, associate professor

Official opponents:

Valiev Gulam

doctor of technical sciences, professor

Ruzibayev Nuriddin

doctor of philosophy in technical sciences, associate professor

The leading organization:

Uzbek scientific research institute of natural fibers

The defense of the dissertation will be held at the scientific council No. DSc.03/2025.27.12. T.15.03 at the Namangan state technical university on “25” April 2026 at 13:30 (Address: 17, Southern Ring Road Street, Namangan City, 160605, 1st building. Tel. . (998) 69-234-14-85, (998) 69-234-1996, e-mail: namdtu_info@edu.uz, Namangan state technical university, 12st building, 1st floor, scientific board room).

The dissertation can be viewed at the information resource center of the Namangan state technical university (registration number 157). (Address: 12, Namangan city, Islam Karimov street, Tel. (998) 69.234-14-85) e-mail: namdtu_info@edu.uz

The abstract of the dissertation was distributed on “13” April, 2026.
(Report of the digital register No. 84 dated “13” January 2026).



K.Xolikov

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

X.Bobojanov

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

J.Yuldashev

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

INTRODUCTION (annotation of the dissertation for the degree of Doctor of Philosophy (PhD))

Relationship of the topic of the dissertation with the scientific research work of the higher educational institution where the dissertation was completed. The dissertation research was carried out within the framework of the scientific research work plan of Namangan State Technical University AL-21122144 “Size of nanoparticles based on copper content and its application in antibacterial self-chromogenic cotton fiber materials” Uzbekistan-China international project (2023-2024).

The purpose of the research: to obtain filter textile materials from cotton fiber yarns using modern technology.

The scientific novelty of the research consists of the following:

superhydrophobic/superoleophilic filter fabric was obtained by coating a copper oxide (CuO) compound and stearic acid (STK) on cotton fiber fabric and spraying an aqueous dispersion of polytetrafluoroethylene (PTFE);

A method for obtaining a filter fabric by coating an aqueous dispersion of polytetrafluoroethylene (PTFE) and copper oxide (CuO) compounds on cotton fiber fabric was developed, and it was found that the coatings were firmly bonded to the fabric and a hierarchical coarse structure was formed;

The obtained superhydrophobic/superoleophilic filter fabric had a water contact angle (WCA) of 156.5° , waterproof and self-cleaning properties, and resistance to acid, alkali, high temperature, and mechanical friction;

It was found that the obtained superhydrophobic/superoleophilic filter fabric had a separation efficiency of 98.7% and a permeability flux ($1800 \text{ L.m}^{-2}.\text{h}^{-1}$) of more than.

The practical results of the research are as follows:

It is recommended to determine the physical and mechanical properties of the fabric obtained by weaving single-spun cotton fiber yarns to obtain a filter fabric;

It is recommended to produce a superhydrophobic/superoleophilic filter fabric by coating a strong and durable cotton fiber fabric with a copper oxide (CuO) compound and stearic acid (STK) and spraying an aqueous dispersion of polytetrafluoroethylene (PTFE) onto the cotton fabric;

It is studied that the copper oxide (CuO) precipitate is firmly bonded to the surface of the cotton fabric and has a hierarchical coarse structure;

It is studied that the obtained superhydrophobic/superoleophilic filter fabric has a water contact angle (WCA) of 156.50 , is waterproof and has self-cleaning properties;

The superhydrophobic/superoleophilic filter cloth has strong resistance to acid, alkali, high temperature, mechanical friction, and the separation efficiency of various types of oily wastewater is 98.7%;

The permeability flow (more than $1800 \text{ L.m}^{-2}.\text{h}^{-1}$) and recycling ability of the superhydrophobic/superoleophilic filter cloth to purify water contaminated with oil and grease have been studied.

Implementation of the research results. Based on scientific research on obtaining filter fabric from cotton fiber yarns using nanotechnology:

nanotechnology-based cotton fiber filter fabric was introduced into production at the enterprises of LLC “ART SOFT TEX” and LLC “FABRICTEX” (according to the reference of the “Uztukimachilik sanoati” Association dated December 22, 2025, No. 02/06-2938). As a result, it was determined that the quality of the proposed filter fabric, as well as its efficiency in wastewater treatment, improved by 14% compared to existing filters, while the cost of 1 m² of the filter fabric was found to be 53% lower than that of existing filter materials.

Approbation of the research results. The results of the dissertation work were presented and discussed at 6 international and 2 national scientific-practical conferences.

Publication of research results. A total of 19 scientific works have been published on the topic of the dissertation, of which 11 articles have been published in scientific publications recommended for publication by the Higher Attestation Commission of the Republic of Uzbekistan on the main scientific results of Doctor of Philosophy (PhD) dissertations in technical sciences, including 6 in republican and 5 in foreign journals.

Structure and volume of the dissertation. The dissertation consists of an introduction, four chapters, a conclusion, a list of used literature and appendices. The volume of the dissertation is 117 pages.

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

I bo‘lim (I часть, part I)

1. Ruiyang Lu, Yucong Yu, Gafurov A, Wenli Gong, Xiaoqing Sun, Lin Liu, Bio-inspired cotton fabric with superhydrophobicity for high-efficiency self-cleaning and oil/water separation // Cellulose. 10 June 2020 Volume 27, p. 7283–7296. (2 Scopus)

2. Gafurov A., Abdujabborov M., Abdulhafizov B. Durable cellulose aerogels for high separation of oil and water // Novateur Publications Journalnx. Volume 7, Issue 10, Oct. -2021, p. 84-88. ((12) Index Copernicus)

3. Gafurov A., Rustamova S., Kurbonalieva Kh. Yarn types, structure and their classification // Science and innovation Volume 1 ISSUE 7, p. 489-495 ((12) Index Copernicus)

4. Gafurov A., Kurbonalieva Kh., Rustamova S. Graphene oxide coated cotton fabrics with wettability for continuous oil/water separation // Fan va texnologiyalar taraqqiyoti” Ilmiy–texnikaviy jurnal 2022 yil. №7, 111-114 b (05.00.00 №14)

5. Gafurov A., Kurbonalieva Kh., Rustamova S. Preparation and application of colored antibacterial cotton fiber based on microstructural control // “Fan va

texnologiyalar taraqqiyoti” Ilmiy–texnikaviy jurnal 2022 yil. №7, 115-117 b (05.00.00 №14)

6. Dolimov A., Gafurov A., Izatillayev M., Sadikov M. Twisting process analysis with the addition of cotton yarn and water-soluble chemical yarn // Scientific and Technical Journal of Namangan Instituti of Engineering and Technology 2022. Tom 7, Issue 4, p. 41-46. (05.00.00 №33)

7. Dolimov A., Gafurov A., Izatillayev M., Sadikov M. Capillary properties and analysis of terry fabric // Scientific and Technical Journal of Namangan Instituti of Engineering and Technology 2022. Tom 7, Issue 4, p.46-51. (05.00.00 №33)

8. Parpiyev X., Zhu Guocheng, Gafurov A., Turdiyev M., Izatillayev M. Yog‘on iplarda rangli fotonik kristallarni tayyorlash va hosil qilish mexanizmi // Farg‘ona politexnika instituti ilmiy – texnika jurnali, 2023 yil. Tom 27. Maxsus son №19, , 40-47 b. (05.00.00 №20)

9. X. Парпиев, А.Б. Гафуров, П.Д. Ласточкин, Н.Х. Парпиева Прочная супергидрофобная хлопчатобумажная ткань для фильтрации масляно-водяных смесей // Технология текстильной промышленности. 2023 № 2 (404), ст.83-91. (2 Scopus)

10. X. Parpiyev, Zhu Guocheng, Z.E. Erkinov, A.B. G‘afurov, J.A. Qayumov, M.M. Izatillayev Fotonik kristal strukturali xromogen uglerod va poliyester tolalari aralashmasidan iplar tayyorlash// Farg‘ona politexnika instituti ilmiy – texnika jurnali, 2025 yil Tom 29, №1, 68-78 b. (05.00.00 №20)

11. Chunxing Zhou, Zhen Yin, Yiqin Shao, Guocheng Zhu, Parpiev Khabibulla, Adkhamjon Gafurov, Juramirza Abdiramatovich Research on the construction of Cu₂O photonic crystals on different textile substrates and their mechanical properties // Textiles 2025, Volume 5, issue 1, 6, p. 6-32. (2 Scopus)

II bo‘lim (II часть, part II)

1. Gafurov Adkhamjon, Toshmatov Bilolxon Preparation and application of colored antibacterial cotton fiber based on microstructural control // 7th - ICARHSE International Conference on Advance Research in Humanities, Applied Sciences and Education Hosted from New York, USA Oct. 28th 2022, p. 9-13.

2. Adkhamjon Gafurov, Shirin Olimova Graphene oxide-coated cotton fabrics with wettability for continuous oil/water separation // International Multidisciplinary Scientific Global Conference on Education and Science. Hosted Online from Vienna, Austria. on October 20th, 2022, p. 29-34.

3. Гафуров А.Б., Парпиев Д.Х. Прочная супергидрофобная хлопчатобумажная ткань для фильтрации масляно-водяных смесей// Материалы докладов 56-й Международной научно-технической конференции преподавателей и студентов. Витебск, Беларусь. Том 1 2023 г., ст 454-457.

4. Парпиев Д.Х, Гафуров А.Б. Устройство придания одинакового натяжения одиночным нитям при их сложении на тростильно-мотальных машинах// Материалы докладов 56-й Международной научно-технической конференции преподавателей и студентов. Витебск, Беларусь.Том 2 2023 г ст. 373-375.

5. Парпиев Х., Гафуров А. Б., Изатиллаев М. М., Создание фотоно-кристаллических хромогенных структур // Материалы докладов 56-й Международной научно-технической конференции преподавателей и студентов. Витебск, Беларусь.Том 1 2024 г. ст. 451-452.

6. Khabibulla Parpiyev, Juramirza Kayumov, Guocheng Zhu, Adkhamjon Gafurov, Muzaffarkhon Izatillaev Obtaining chromogenic structured yarns from a mixture of carbon and polyester fibers// E3S Web of Conferences 538, 04008 IPFA 2024, p. 4008-4020.

7. Parpiyev X., G'afurov A., Izatillayev M. Fotonik kristalli xromogen tuzilmalarni yaratish // “Tikuv-trikotaj sanoatida innovatsion texnologiyalar, ishlab chiqarishdagi muammo, tahlil va sohani rivojlanish istiqbollari” mavzusidagi Respublika ilmiy amaliykonfrensiyasi, Namangan. 2024 yil 27-28 mart, 1-TOM, 231-233 b.

8. Parpiyev X., G'afurov A., Izatillayev M. To'qimachilik substratlarida fotonik kristalli strukturaning rang hosil qilish barqarorligi bo'yicha ilmiy ishlar // “Tikuv-trikotaj sanoatida innovatsion texnologiyalar, ishlab chiqarishdagi muammo, tahlil va sohani rivojlanish istiqbollari”mavzusidagi Respublika ilmiy amaliykonfrensiyasi, Namangan. 2024 yil 27-28 mart, 1-TOM, 234-236 b.

Avtoreferat “Namangan davlat texnika universiteti
ilmiy-texnika jurnali” taxriridan o‘tkazildi va o‘zbek, rus,
ingliz tillaridagi matnlari mosligi tekshirildi. (08.04.2026 yil).

.

Bosishga ruxsat etildi: 08.04.2026 yil.
Bichimi 60x84 1/16 , «Times New Roman»
Garniturada raqamli bosma usulida bosildi.
Shartli bosma tabog'i 3,25. Adadi: 70. Buyurtma: № 11
“NamDTU” bosmaxonasida chop etildi.
Namangan shahri, Janubiy aylanma yo‘li ko‘chasi 26-uy.