

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

TOSHKENT TO‘QIMACHILIK VA YENGIL SANOATI INSTITUTI

IBODULLOYEV BEKZOD SHUXRAT O‘G‘LI

**KOLLAGENNING AKRIL MONOMERLARI BILAN PAYVAND
SOPOLIMERLARI ASOSIDA PAXTA KALAVASINI OXORLOVCHI
REAGENTNI YARATISH**

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

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

Toshkent – 2024

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

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

**Contents of dissertation for doctor of philosophy (PhD)
on chemical science**

Ibodulloyev Bekzod Shuxrat o'g'li

Kollagenning akril monomerlari bilan payvand sopolimerlari asosida paxta kalavasini
oxorlovchi reagentni yaratish..... 3

Ибодуллоев Бекзод Шухрат угли

Создание шлихтующего реагента хлопковой пряжи на основе привитых
сополимеров коллагена с акриловыми мономерами..... 21

Ibodulloyev Bekzod Shuxrat ugli

Creation of a sizing agent for cotton yarn based on grafted collagen copolymers with
acrylic monomers..... 39

E'lon qilingan ishlar ro'yxati

Список опубликованных работ

List of published works..... 42

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

TOSHKENT TO‘QIMACHILIK VA YENGIL SANOATI INSTITUTI

IBODULLOYEV BEKZOD SHUXRAT O‘G‘LI

**KOLLAGENNING AKRIL MONOMERLARI BILAN PAYVAND
SOPOLIMERLARI ASOSIDA PAXTA KALAVASINI OXORLOVCHI
REAGENTNI YARATISH**

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

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

Toshkent – 2024

Kimyo fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi mavzusi O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasida B2024.1.PhD/K746 raqam bilan ro'yxatga olingan

Dissertatsiya Toshkent to'qimachilik va yengil sanoat institutida bajarilgan. Dissertatsiya avtoreferati uch tilda (o'zbek, rus va ingliz) Toshkent to'qimachilik va yengil sanoati instituti huzuridagi (www.ttyesi.uz) va "Ziyonet" axborot ta'lim portalida (www.ziyonet.uz) joylashtirilgan.

Ilmiy rahbar:

Rafikov Adham Salimovich
kimyo fanlari doktori, professor

Rasmiy opponentlar:

Bekchanov Davronbek Jumanazarovich
kimyo fanlari doktori, professor

Amirova Nodira Salikovna
texnika fanlari nomzodi, dotsent

Yetakchi tashkilot:

Toshkent kimyo-texnologiya instituti

Dissertatsiya himoyasi Toshkent to'qimachilik va yengil sanoat instituti huzuridagi ilmiy darajalar beruvchi DSc.03/30.12.2019.T.08.01 raqamli Ilmiy kengashning 2024 yil 12 dekabr soat 14⁰⁰ dagi majlisida bo'lib o'tadi. (Manzil: 100100, Toshkent shahri, Yakkasaroy tumani, Shohjahon-5. Tel.: (0371) 253-06-06, faks (0371) 253-36-17; e-mail: tulp_info@edu.uz Toshkent to'qimachilik va yengil sanoati instituti ma'muriy binosi, 2 qavat 222-xona).

Dissertatsiya bilan Toshkent to'qimachilik va yengil sanoat institutining Axborot-resurs markazida tanishish mumkin (214-raqam bilan ro'yxatga olingan). (Manzil: 100100, Toshkent shahri, Yakkasaroy tumani, Shohjahon-5. Tel.: (0371) 253-06-06 faks (0371) 253-36-17).

Dissertatsiya avtoreferati 2024 yil 26 noyabr kuni tarqatildi.
(2024 yil 26 noyabrdagi 214 – raqamli reyestr bayonnomasi).



X.H.Kamilova
Ilmiy darajalar beruvchi Ilmiy kengash
asosidagi bir martalik ilmiy kengash raisi,
t.f.d., professor

A.Z.Mamatov
Ilmiy darajalar beruvchi Ilmiy kengash
asosidagi bir martalik ilmiy kengash kotibi,
t.f.d., professor

I.A.Nabiyeva
Ilmiy darajalar beruvchi Ilmiy kengash
asosidagi bir martalik ilmiy kengash ilmiy
seminar raisi, t.f.d., professor

KIRISH (falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi annotatsiyasi)

Dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zarurati. Jahonda yangi materiallar yaratish yoʻnalishida biologik parchalanuvchi va ikkilamchi xomashyoni qayta ishlash orqali olinadigan tabiiy polimerlarga qiziqish va talab ortib bormoqda, ularni qoʻllash yetakchi oʻrinlardan birini egallamoqda. Sanoat ishlab chiqarishida yuqori samarador maxsulotlarni yaratish ikkilamchi xomashyoni kompleks qayta ishlash texnologiyalarini amaliyotga joriy etishni taqazo etadi. Shu jihatdan toʻqimachilik va yengil sanoat sohasidagi mavjud iqtisodiy va ekologik muammolarni yechishda qayta ishlangan xomashyo asosida toʻqimachilik-yordamchi moddalarni sintez qilinish imkoniyatlaridan foydalanish muhim ahamiyatga ega hisoblanadi.

Jahonda toʻqimachilik texnologiyasida energiya va resurslarning sarfi yuqori boʻlgan, koʻproq miqdorda chiqindilar hosil boʻladigan, biroq toʻqimaning talab etiladigan koʻrsatkichlarini taʼminlovchi paxta kalavasi tanda iplarini oxorlash jarayonlari muammolarini yechishga yoʻnaltirilgan ilmiy-tadqiqot ishlari olib borilmoqda. Bu borada yuqori tezlikda ishlovchi zamonaviy toʻquv dastgohlarida sifatli toʻqima matosini ishlab chiqarish koʻp jihatdan tanda iplarini oxorlash sifatiga bogʻliqdir. Toʻqimachilik korxonalarida foydalanilayotgan kraxmal asosidagi kompozitsiyalarning kam elastikligi, iplarning nisbiy choʻziluvchanligini kamaytirishi, ip yuzasidan oson toʻkilib ketishi kabi, polivinil spirtining qimmatligi, bioyemirilmasligi oqibatida sanoat oqava suvlarini ifloslantirishi kabi kamchiliklarining yechimini topishga alohida eʼtibor qaratilmoqda.

Respublikamiz toʻqimachilik sanoatini rivojlanishida mahalliy xomashyolardan foydalangan holda energiya va resurs tejankor yangi texnologiyalar yaratish yoki mavjudlarini takomillashtirish, yuqori ekspluatatsion xususiyatlarga ega toʻqimachilik-yordamchi moddalarini yaratish yuzasidan keng qamrovli chora-tadbirlar amalga oshirilib, muayyan natijalarga erishilmoqda. Anʼanaviy oxorlovchi reagentlarga nisbatan tabiiy polimerlarning chiqindilarini modifikatsiya qilib olingan reagentlarning yuqori samaradorligi tadqiqotlar natijasida koʻrsatib berilgan. 2022-2026 yillarda Yangi Oʻzbekistonnig taraqqiyot strategiyasida “Milliy iqtisodiyot barqarorligini taʼminlash va yalpi ichki mahsulotda sanoat ulushini oshirishga qaratilgan sanoat siyosatini davom ettirib, sanoat mahsulotlarini ishlab chiqarish hajmini 1,4 baravarga oshirish...” kabi muhim vazifalar belgilab berilgan. Ushbu vazifalarni amalga oshirishda, jumladan, xom teri chiqindilaridan ajratib olinadigan biologik faol polimer – kollagenning suvda eruvchan payvand sopolimerlarini toʻqimachilik sanoatida qoʻllanilishi muhim ahamiyat kasb etmoqda.

Oʻzbekiston Respublikasi Prezidentining 2022 yil 28 yanvardagi PF-60-son “2022-2026 yillarga moʻljallangan Yangi Oʻzbekistonning taraqqiyot strategiyasi toʻgʻrisida”gi, 2023 yil 11 sentyabrdagi PF-158-son “Oʻzbekiston – 2030 Strategiyasi toʻgʻrisida”gi farmonlari, 2020 yil 12 avgustdagi PQ-4895-sonli “Kimyo va biologiya fanlari boʻyicha uzluksiz taʼlim sifatini va fan samaradorligini oshirish chora-tadbirlari toʻgʻrisida”gi Qarori hamda mazkur faoliyatga tegishli boshqa meʼyoriy-huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni amalga oshirishda ushbu dissertatsiya tadqiqoti muayyan darajada xizmat qiladi.

Tadqiqotning respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining ustuvor yo‘nalishlariga mosligi. Mazkur tadqiqot respublika fan va texnologiyalar rivojlanishining VII “Kimyo, kimyoviy texnologiyalar va nanotexnologiyalar” ustuvor yo‘nalishiga muvofiq bajarilgan.

Muammoning o‘rganilganlik darajasi. Kollagenning kimyoviy tarkibi va tuzilishini, olinishini, morfologiyasini va xossalarini organish bilan horijda Reiser K, Paul R.G., Sereteli G.I., Wu J.J., Vasilev M.P., Wallace D.G., Holmes D.F., Graham H.K., Rarru D.A., Ottani V., Jukova T.V., Tang K., Berkxaut X.Y., Wagermeiyer W, Wang Y, Cheng Tang, Xinhua Liu, Vicky Prajaputra, Z. Song, S. Gao, Weili Kong, X. Zhao va boshqalar shug‘ullanishgan. Kollagen asosida plenklar, membranalar, sopolimerlar olish, to‘qimachilik sanoatida qo‘llash bo‘yicha tadqiqotlar A. Sionkavska, A. McPherson, M.Sahiner, R.-E. Scutariu, V. Jose Monsu, J. Song, M. Vedhanayagam, N.V. Salim va boshqa olimlar tomonidan o‘tkazilgan.

O‘zbekiston Respublikasida tabiiy polimerlarga turli monomerlarning payvand sopolimerlanishi bo‘yicha tadqiqotlar M.A. Askarov, S.Sh. Rashidova, V.O. Kudishkin va boshqalar tomonidan bajarilgan. Kollagenni tabiiy manbalardan ajratib olish, tuzilishini va biologik xossalarini o‘rganish bo‘yicha tadqiqotlar A.T. To‘raev, A.R. Salimov, O.I. Radjabov, A.N. Alimov tomonidan, kollagensaqlovchi kompozitsiyani to‘qimachilik sohasida qo‘llash bo‘yicha tadqiqotlar S.X. Karimov, M.SH. Xakimova, D.O. Abdusamatova, A.F. Reyimov, S.SH. Tashpulatov, T.J. Kadirov tomonidan bajarilgan. Matolarni kimyoviy pardoqlash jarayonlarida, to‘quv iplarini oxorlash, kompleks birikmalar sintez qilish, olovbardosh, shaklsaqlovchi materiallar olishda kollagensaqlovchi kompozitsiyadan samarali foydalanish imkoniyatlari ko‘rsatib berilgan. Biroq kollagenning (met)akrilamid bilan payvand sopolimerlari sintezi, ularni paxta kalavasini oxorlovchi reagent sifatida xossalari yetarlicha o‘rganilmagan.

Tadqiqotning dissertatsiya bajarilgan oliy ta‘lim muassasasining ilmiy-tadqiqot ishlari rejalari bilan bog‘liqligi. Dissertatsiya tadqiqoti Toshkent to‘qimachilik va engil sanoat institutining ilmiy-tadqiqot ishlari rejasiga muvofiq IL-4821091581 “Sellyulozali to‘qimachilik materiallarini biokimyoviy modifikatsiyalash” (2022-2024 yy.) mavzusidagi fundamental loyiha doirasida bajarilgan.

Tadqiqotning maqsadi kollagenning (met)akrilamid va (met)akril kislotasi bilan payvand sopolimerlarini sintez qilish, paxta kalavasini ohorlovchi reagent sifatida xossalarini aniqlashdan iborat.

Tadqiqotning vazifalari:

kollagenning akrilamid va metakrilamid bilan payvand sopolimerlarini sintez qilish, sintezning mexanizmini aniqlash;

kollagenning (met)akrilamid bilan payvand sopolimerlari sinteizining parametrlarini – payvandlanish darajasi va saradorligini, reaksiyalarning monomer va initsiator bo‘yicha tartibini, aktivlanish energiyasini aniqlash;

sintez qilingan payvand sopolimerlarning tarkibi, tuzilishi va molekulyar tavsiflarini aniqlash;

kollagenning (met)akrilamid va (met)akril kislotasi bilan sopolimerlarini paxta kalavasini oxorlovchi reagent sifatida tadqiq etish;

oxorlangan iplarning tuzilishini, morfologiyasini, fizik-mexanik va termik xossalarini aniqlash;

payvand sopolimerlarning tabiati va tarkibi bilan oxorlash samaradorligi va oxorlangan iplarning xossalari bog'liqligini oxorlash texnologik parametrlarini aniqlash va amaliy tavsiyalarni shakllantirish.

Tadqiqotning ob'ekti: kollagen, akrilamid (AA) va metakrilamid (MAA), akril kislotasi (AK) va metakril kislotalari (MAK), kaliy persulfat (KP), proteaza fermenti, chiziqli chizligi 19 va 30 teks bo'lgan paxta kalavasi.

Tadqiqotning predmeti kollagenni (met)akrilamid bilan payvand sopolimerlanish reaksiyalari, payvandlanish kinetikasi va parametrlari, paxta kalavasini oxorlash sharoitlari va sxemasi, olingan sopolimerlar va oxorlangan iplarning xossalaridan iborat.

Tadqiqotning usullari. Dissertatsiya ishida fizik-kimyoviy tadqiqot usullari, to'qimachilik materiallarining fizik-mexanik xossalarini sinash usullari, Fure-IQ va YaMR spektroskopiya, optik va skanerlovchi elektron mikroskopiya, differensial-termik analiz, rentgenofazaviy analiz va texnologik usullari qo'llanilgan.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi quyidagilardan iborat:

suvli eritmada, initsiator sifatida kaliy persulfat ishtirokida kollagenni akrilamid va metakrilamid bilan payvand sopolimerlari sintez qilingan, reaksiyalarning mexanizmi isbotlangan;

payvandlanish darajasi va samaradorligi, payvandlangan zanjirlarning molekulyar massasi parametrlarini vaqt, konsentratsiya va temperatura bo'yicha bog'liqlik qonuniyatlari ishlab chiqilgan;

kollagen-poli(met)akrilamid, kollagen-poli(met)akril kislotasi sopolimerlarining paxta sellyulozasi bilan molekulalararo vodorod bog'lari hosil qilishligi, iplar yuzasida mustahkam polimer pardasini hosil qilishligi aniqlangan;

akril monomerlarning payvandlanishi kollagenning oxor sifatidagi asosiy kamchiligi – polimer pardasining mo'rtligini bartaraf etib, elastikligini oshirishi isbotlangan.

Tadqiqotning amaliy natijalari quyidagilardan iborat:

kollagenning akril monomerlari bilan payvand sopolimerlarini tarkibi, tuzilishi, morfologiyasi, fizik-kimyoviy xossalarini sintez sharoitlariga bog'liqliklari aniqlangan;

kollagen sopolimerlaridan tayyorlangan eritma bilan paxta kalavasi tanda iplarini oxorlash sxemasi va parametrlari ishlab chiqilgan;

oxorlash jarayonida sopolimerni iplarning mikrog'ovoklariga singib kirishligi, oxorlangan iplarning tarkibi, fazaviy tuzilishi, morfologiyasi, fizik-mexanik, termik xossalari aniqlangan;

oxorlangan kalava va to'qilgan matoni kimyoviy pardoqlashga tayyorlash jarayonida proteaza fermentining qo'llanilishi orqali oxorning to'liq chiqib ketishligi isbotlangan.

Tadqiqot natijalarining ishonchliligi sintezning payvand sopolimerlanish nazariyasiga mosligi, fizik-kimyoviy tadqiqot usullari – IQ-Furye va YaMR spektroskopiya, elektron mikroskopiya, differensial-termik va rentgenfazaviy analizlarni jalb qilgan holda tajribaviy tadqiqotlarning olib borilganligi, fizik-mexanik sinovlar natijalari va tajriba xatoligini bartaraf etishda matematik statistikani qo'llanilganligi bilan asoslanadi.

Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati. Tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyati kollagen makromolekulasiga akrilamid va metakrilamidning kaliy persulfat ishtirokida gomogen muhitda payvandlanish reaksiyalarining sharoitlari, sxemasi, monomer va initsiator bo'yicha reaksiya tartibi, aktivlanish energiyasi, payvandlanish darajasi va samaradorligi kabi muhim parametrlarini, sopolimerlarning tarkibi, tuzilishi va xossalarini konsentratsiya-vaqt-temperaturaga bog'liqliklari aniqlanganligi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining amaliy ahamiyati kollagenning akril monomerlari bilan payvand sopolimerlari eritmasi kraxmal yoki polivinil spirtidan afzal tarzda paxta kalavasini yuqori samarali oxorlovchi kompozitsiya sifatida tavsiya etilganligi, ushbu reagent iplar yuzasida mustahkam va elastik polimer parda hosil qilishligini ko'rsatilganligi, oxorlangan iplarning aniqlangan fizik-kimyoviy, termik va struktur-mexanik xossalari sifatli to'quv jarayonini ta'minlashligi, proteaza fermenti yordamida bo'yashga tayyorlash jarayonida to'liq oxorsizlantirishga erishilganligi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining joriy qilinishi. Kollagenning payvand sopolimerlarini sintez qilish, fizik-kimyoviy va amaliy xossalarini aniqlash bo'yicha olingan ilmiy natijalar asosida:

to'quv jarayonida paxta iplarini oxorlash uchun kollagenning payvand sopolimerlari "Beruniy Textile Invest" MCHJ korxonasida ishlab chiqarish jarayonida joriy etilgan ("O'zto'qimachilik sanoat" Uyushmasining 2024 yil 1 apreldagi 03/25-713-son ma'lumotnomasi). Natijada tanda iplarini oxorlash jarayonida kollagen-poli(met)akrilamid sopolimeri eritmasi ipning yuzasida ishqalanish qobiliyatini oshiruvchi mustahkam qatlam hosil qilganligi uchun ipning qayishqoq (egiluvchan) bo'lishi va oxor pardasi sinib to'kilib ketmasligiga imkon bergan;

kollagenning payvand sopolimerlari asosidagi kompozitsiya bilan tanda iplarini oxorlash usuli "Bukhara Natural Product" MCHJ korxonasida joriy etilgan ("O'zto'qimachilik sanoat" Uyushmasining 2024 yil 1 apreldagi 03/25-713-son ma'lumotnomasi). Natijada tanda iplarini oxorlash jarayonida kraxmal bilan oxorlanganga nisbatan kollagenning payvand sopolimerlari bilan oxorlanganda iplarning uzilish kuchi $12 \div 36\%$, solishtirma uzilish kuchi $7 \div 39\%$, uzilishdagi uzayishi $4 \div 24\%$, uzilishdagi ishi $9 \div 61\%$ oshirish, iplarning ingichkaligi 32-41%, nepslar soni 27-35% ga kamaytirish imkonini bergan.

Tadqiqot natijalarining aprobatsiyasi. Mazkur tadqiqot natijalari 10 ta, jumladan 4 ta xalqaro va 6 ta respublika ilmiy-amaliy konferensiyalarida ma'ruza qilingan va muhokamadan o'tkazilgan.

Tadqiqot natijalarining e'lon qilinishi. Dissertatsiya mavzusi bo'yicha jami 22 ta ilmiy ishlar chop etilgan. Shulardan O'zbekiston Respublikasi Oliy attestatsiya komissiyasining dissertatsiyalar asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan ilmiy nashrlarda 7 ta ilmiy maqola bo'lib, shu jumladan, 4 tasi respublika va 3 tasi xorijiy (shulardan 2 tasi Scopus ma'lumotlar bazasiga kiradi) jurnallarda nashr etilgan.

Dissertatsiya ishining tuzilishi va hajmi. Dissertatsiya ishi kirish, to'rtta bob, xulosa, adabiyotlar ro'yxati va ilovadan iborat. Dissertatsiyaning hajmi 108 betni tashkil etadi.

DISSERTASIYANING ASOSIY MAZMUNI

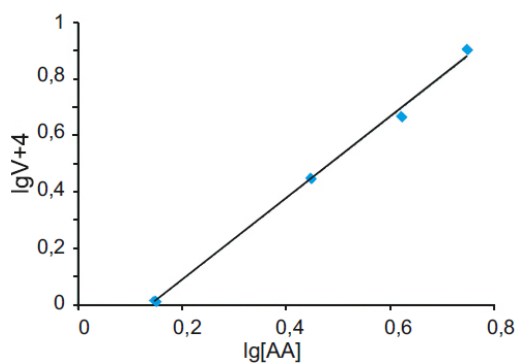
Kirish qismida o'tkazilgan tadqiqotlarning dolzarbligi va zarurati asoslangan, tadqiqotning maqsadi va vazifalari, ob'ekt va predmeti tavsiflangan, respublikadagi fan va texnologiyalarning ustuvor yo'nalishlariga mosligi ko'rsatilgan, tadqiqotning ilmiy yangiligi va amaliy natijalari bayon qilingan,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

Dissertatsiyaning «**To'qimachilik materiallari uchun kollagen va tabiiy oqsillar payvand sopolimerlari olinishi va ularning fizik-kimyoviy xossalari bo'yicha analitik tahlil**» deb nomlangan birinchi bobida dissertatsiya mavzusiga oid chop etilgan ishlar manbalariga asoslangan ilmiy tadqiqotlar ko'rib chiqilgan va tahlil qilingan. Kollagenning ajratib olinishi, xossalari, tabiiy, shu jumladan oqsil polimerlarning akril monomerlari bilan payvand sopolimeri sintezi va ularning to'qimachilik materiallarini oxorlovchi reagent sifatida qo'llanishi bo'yicha tadqiqotlar tahlil qilingan.

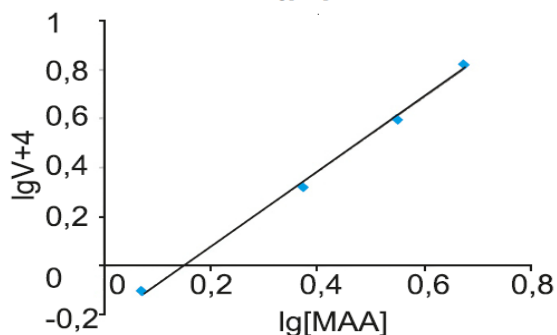
Dissertatsiyaning «**Materiallar, payvand sopolimerlar sintezi, oxorlash va xossalarini tadqiq qilish usullari**» deb nomlangan ikkinchi bobida tadqiqot ob'ektlarining tavsiflari, kollagenning akril monomerlari bilan payvand sopolimerlanish usullari, sintez qilingan payvand sopolimerlar va ular asosida oxorlangan materiallar namunalarining xossalarini tadqiq qilish usullari yoritilgan.

Dissertatsiyaning «**Kollagenning payvand sopolimerlari sintezi va xossalari**» deb nomlangan uchinchi bobida kollagenni akril monomerlari bilan sintezi yuzasidan tadqiqotlar natijalari muhokama etilgan.

Kollagen AA va MAA bilan payvand sopolimerlari suvli eritmada 50-70°C haroratda KP ishtirokida yuqori tezlik va yuqori unum bilan sintez bo'ladi. Kinetik tadqiqotlar asosida payvand sopolimerlanish reaksiyasining AA bo'yicha reaksiya tartibi 1,62 va MAA bo'yicha esa 1,71 ga teng ekanligi aniqlandi (1, 2 rasmlar). Bu qiymatlar oddiy radikal polimerlar uchun qabul qilingan qiymatlardan ancha katta bo'lib, har ikkala monomerning ham payvandlangan zanjirlar, ham gomopolimer zanjirlarini hosil qilib reaksiyada qatnashishligini bildiradi.

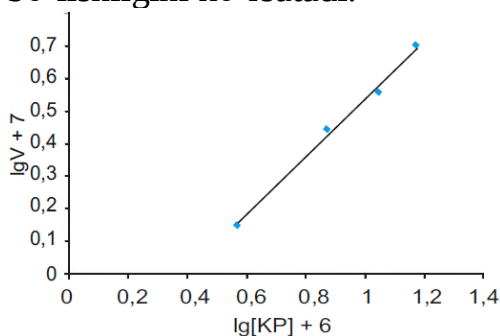


1-rasm. Kollagenga AA payvand sopolimerlanish reaksiya tezligini monomer konsentratsiyasiga bog'liqligi. $T=333K$; $[KP]=7,4 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l}$; $[AA]=1,4; 2,8; 4,2; 5,6 \text{ mol/l}$

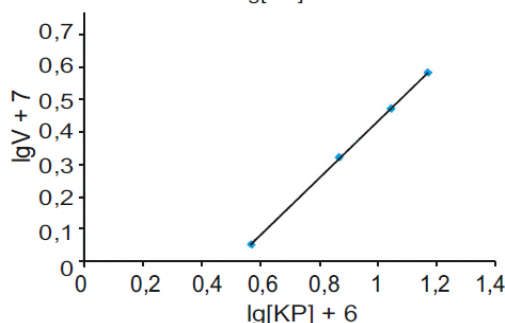


2-rasm. Kollagenga MAA payvand sopolimerlanish reaksiya tezligini monomer konsentratsiyasiga bog'liqligi. $T=333K$; $[KP]=7,4 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l}$; $[MAA]=1,18; 2,36; 3,54; 4,72 \text{ mol/l}$

AA ning payvand sopolimerlanishi vaqtida KP bo'yicha reaksiya tartibi 0,92 (3-rasm), hamda MAA ning sopolimerlanish jarayonida esa 0,86 ga teng (4-rasm). Initsiator bo'yicha reaksiya tartibining birga yaqinligi payvandlanishning aktiv markazlari initsiatorni kollagen makromolekulasi bilan ta'sirlashuvi natijasida hosil bo'lishligini ko'rsatadi.

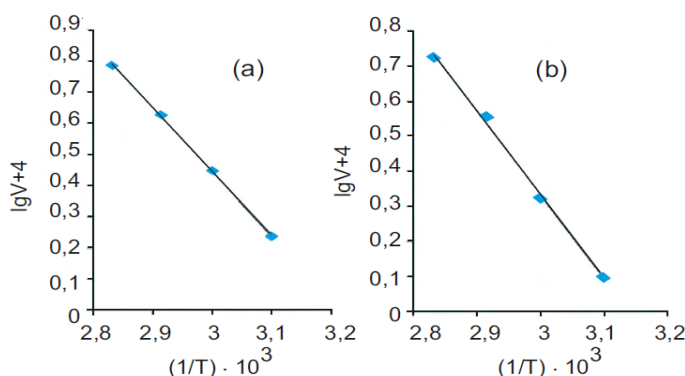


3-rasm. Kollagenga AA payvand sopolimerlanish reaksiya tezligini KP konsentratsiyasiga bog'liqligi. $T=333K$; $[AA]=2,8 \text{ mol/l}$; $[KP]=3,7 \cdot 10^{-3}; 7,4 \cdot 10^{-3}; 11,1 \cdot 10^{-3}; 14,8 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l}$



4-rasm. Kollagenga MAA payvand sopolimerlanish reaksiya tezligini KP konsentratsiyasiga bog'liqligi. $T=333K$; $[MAA]=2,36 \text{ mol/l}$; $[KP]=3,7 \cdot 10^{-3}; 7,4 \cdot 10^{-3}; 11,1 \cdot 10^{-3}; 14,8 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l}$

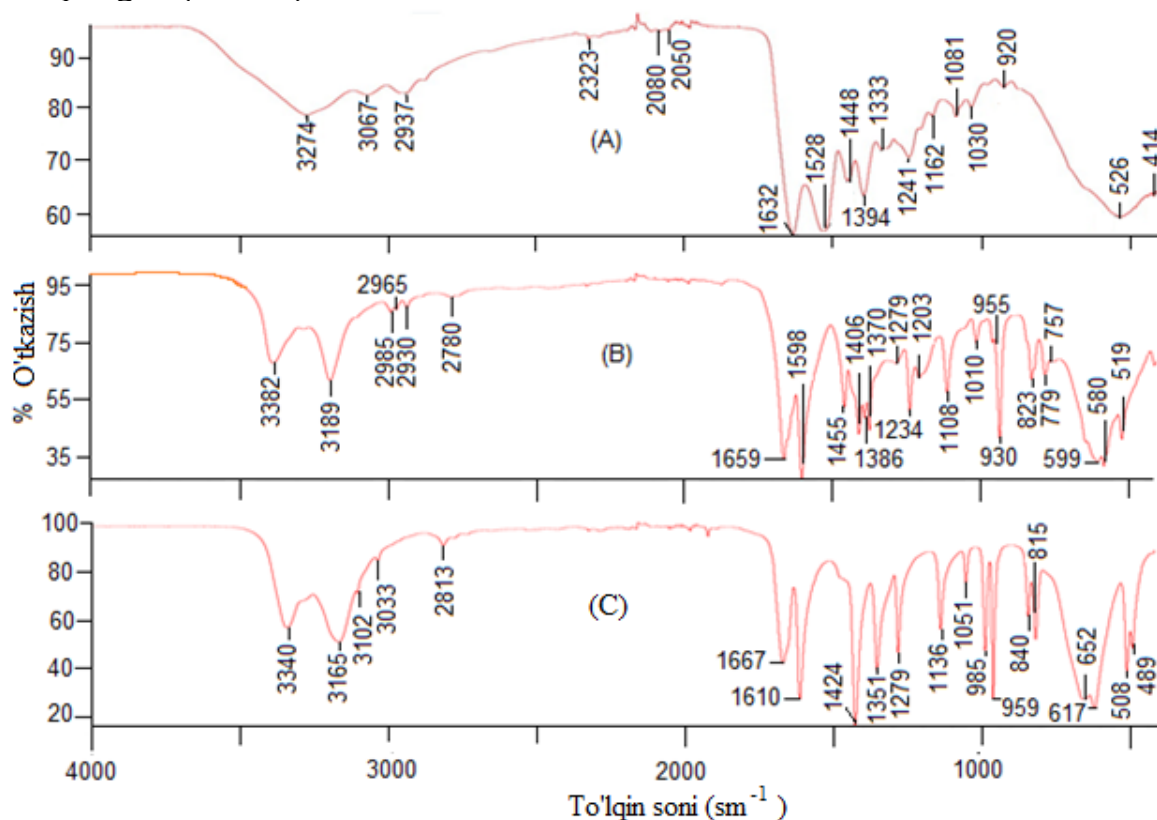
Reaksiya tezligining logarifmi bilan temperatura teskari qiymatining chiziqli bog'liqligi bo'yicha reaksiyalarning umumiy aktivlanish energiyasi hisoblandi. Kollagenga AA ni payvand sopolimerlanish reaksiyasining umumiy aktivlanish energiyasi 39,2 kJ/mol, MAA ni sopolimerlanish aktivlanish energiyasi 48,9 kJ/mol ekanligi aniqlandi (5-rasm).



5-rasm. Kollagenga AA (a) MAA (b) payvand sopolimerlanish reaksiya tezliklarining temperaturaga bog'liqligi. $[AA]=2,8 \text{ mol/l}$; $[MAA]=2,36 \text{ mol/l}$; $[KP]=7,4 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l}$; $T=323; 333; 343; 353 \text{ K}$

Topilgan monomer va initsiator bo'yicha reaksiya tartiblari aktiv markazlar KP bilan kollagenning o'zaro ta'sirlashuvi natijasida paydo bo'lishligini, payvandlanish aktiv markazlaridan tashqari, erkin o'suvchi zanjirlarning aktiv markazlari ham mavjudligini tasdiqlaydi. Yana bir muhim jihati umumiy aktivlanish energiyasining kichik qiymatlarga ega ekanligidir. Buning oqibatida payvand sopolimerlarni nisbatan past haroratlarda yuqori unum bilan amalga oshirish imkoniyatini yaratadi, payvandlangan zanjirlarning molekulyar massaviy taqsimlanishini tor bo'lishligiga sabab bo'ladi.

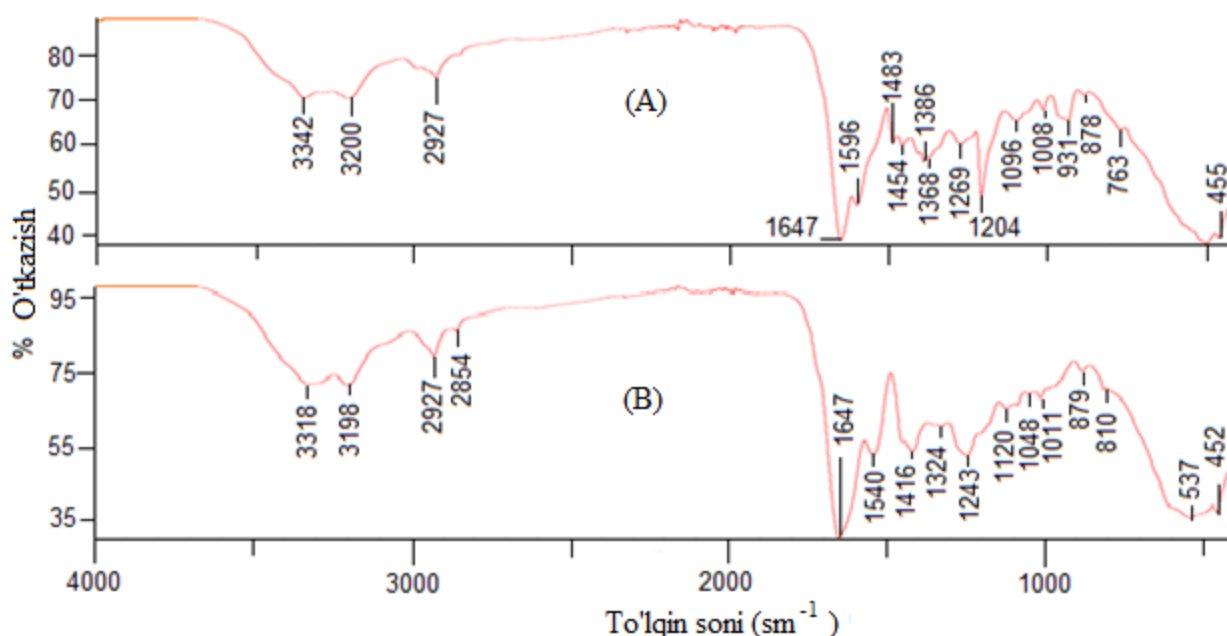
IQ-Furye tadqiqotlari yordamida kollagenning akrilamid va metakrilamid bilan payvand sopolimerlari shakllanishi isbotlangan. Kollagenning IQ-Furye spektrida NH va OH guruxlari valent tebranishlarining yutilish yo'lkalari 3274 cm^{-1} sohasida aniqlangan (6-rasm).



6-rasm. IQ-Furye spektrlar: Kollagen (A), MAA (B), AA (C)

3340 va 3165 cm^{-1} sohalarida akrilamid uchun, 3382 va 3189 cm^{-1} sohalarida metakrilamid uchun bog'langan va bog'lanmagan ν_{N-H} aminoguruhlarining valent tebranishlariga tegishli bo'lgan yutilish yo'lkalari namoyon bo'ladi. Akrilamidida ν_{C-H} valent tebranishlari 3033 va 2813 cm^{-1} sohalarida, metakrilamidida 2985 , 2965 ,

2930, 2780 cm^{-1} sohasida (metil radikali hisobiga yutilish yoʻlkalari soni koʻproq) kuzatiladi. Akrilamid spektridagi 1667 cm^{-1} sohasida va metakrilamid spektridagi 1659 cm^{-1} sohasida yutilish chiziqlari karbonil guruhining $\nu_{C=O}$ valent tebranishlarini bildiradi. Akrilamid spektridagi 1610 cm^{-1} sohasida va metakrilamid spektridagi 1598 cm^{-1} sohasidagi yutilish yoʻlkalar esa $\nu_{C=C}$ bogʻlarining valent tebranishlarini namoyon qiladi. Akrilamid spektridagi 1424 cm^{-1} sohasida va metakrilamid spektridagi 1455, 1406 cm^{-1} (ehtimol, 1386, 1370 cm^{-1} sohaslarida ham) sohasida yutilish yoʻlkalari δ_{C-H} deformatsion tebranishlariga taalluqli. Akrilamid spektridagi 1352-815 cm^{-1} va metakrilamid spektridagi 1370-823 cm^{-1} bir nechta yutilish yoʻlkalari $\nu_{C-N} + \delta_{NH}$ (shu jumladan amid III uchun) valent va deformatsion tebranishlariga tegishli xisoblanadi. Spektrlardagi 652-489 cm^{-1} (AA) va 779-519 cm^{-1} (MAA) sohaslaridagi yutilish yoʻlkalari $O=C-N$ skeletining deformatsion tebranishlarini bildiradi.



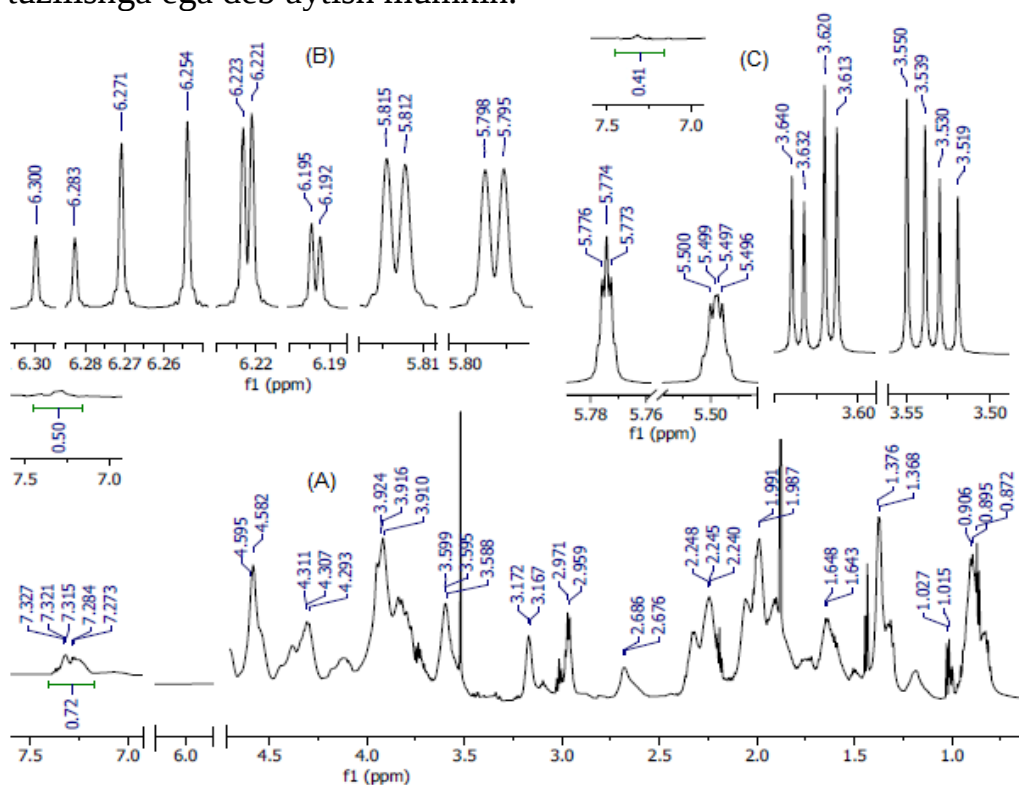
7-rasm. Kollagen-MAA (A) va kollagen-AA (B) sopolimerlarining IQ-Furye spektrlari

Kollagen va AA payvand sopolimeri IQ-Furye spektrida AAning 1610 cm^{-1} sohasida $\nu_{C=C}$ valent tebranishlarining yutilish yoʻlkalari butunlay yoʻqolgan, kollagen va MAA payvand sopolimeri spektrida esa MAAning bunday yutilish yoʻlkalarining intensivligi sezilarli darajada kamaygan. Bu poliakrilamid (PAA) va polimetakrilamidning (PMAA) payvandlangan zanjirlari monomer molekula-laridagi π -bogʻlarning uzilishi natijasida hosil boʻlganligidan dalolat beradi (7-rasm).

Payvand sopolimerlar shakllanganini tasdiqlash uchun kollagen va uning akrilamid va metakrilamidlar bilan payvand sopolimerlari ^1H va ^{13}C YaMR spektrlari olindi (8 va 9 rasmlar).

Kollagen molekulasida birlamchi, ikkilamchi, uchlamchi uglerod, kislorod va azot bilan bogʻlangan va ularni oʻrab turgan turli atomlarning yadrolari taʼsirida vodorod atomlari mavjud. Shuning uchun kollagenning ^1H YaMR spektrida juda koʻp turli xil signallar topildi: 0,87-1,4 m.u. da – birlamchi uglerod protoni, 1,5-2,0 m.u. da – ikkilamchi uglerod protoni, 2,5-3,0 m.u. da – uchlamchi uglerod protoni (8-rasm). Gidroksil guruhidagi kislorod bilan, amino va imino guruhlardagi azot bilan

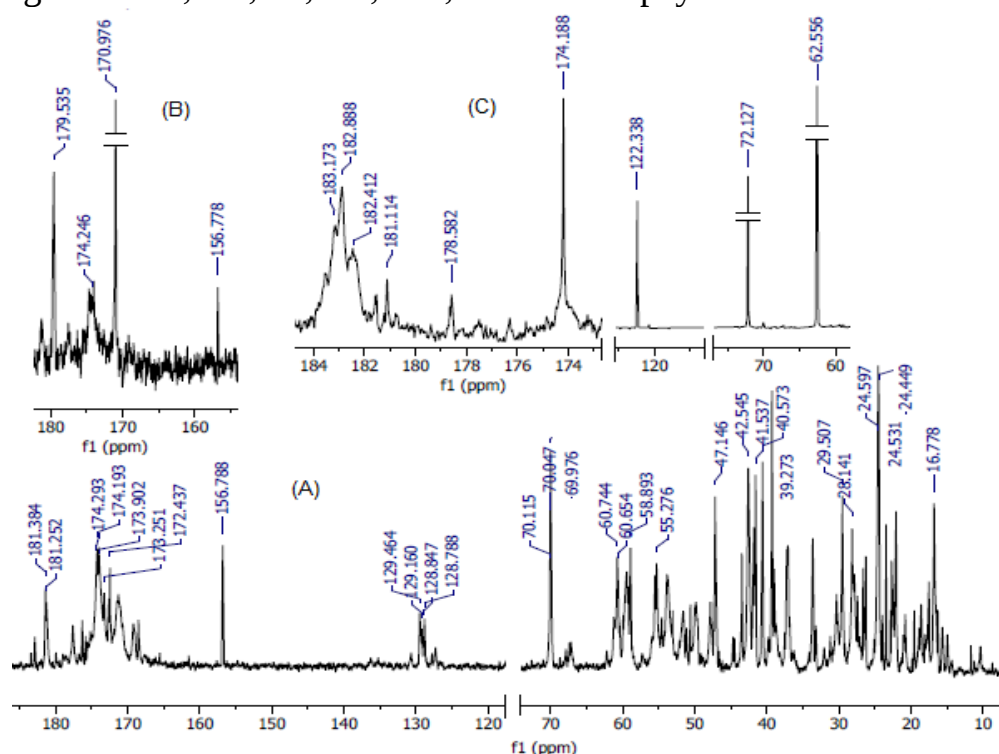
bogʻlangan protonlar 3,0-4,5 m.u. sohasida signalni namoyon qiladi. Peptid guruhlar protonlarining kimyoviy siljishi signallari 7,3-7,4 m.u. kuchsiz magnit maydon hududida kuzatiladi. Kollagen spektridagi 5,0-7,0 m.u sohasida xech qanday signal aniqlanmagan, kollagen sopolimerlari spektrlarida bu sohada proton signallari mavjud. Kollagen va metakrilamid sopolimeri spektrida 5,5-5,8 m.u. sohasida triplet dubleti, kollagen va akrilamid sopolimeri spektrida 5,79-5,82 ppm sohasida dublet dubleti, hamda 6,19-6,30 m.u. sohasida ikkita dublet va toʻrtta singletlar mavjud. Ushbu signallar payvandlangan PAA va PMAA zanjirlarining amid guruhining protonlarini koʻrsatadi. 3,52-3,64 m.u. sohasidagi kvartet signallarining dubleti payvandlangan zanjirlarning uglerod atomi bilan bogʻlangan protonlarga ishora qiladi. Undan tashqari, payvand sopolimerlaridagi kollagenning peptid guruhi protonlaridan signallarning soni va intensivligining pasayishini sezish mumkin. Payvand sopolimerlarning spektrlari kollagen spektrlariga nisbatan oʻziga xos, baʼzan simmetrik shaklga ega boʻlgan aniqroq signallarni oʻz ichiga oladi. Shu sababdan payvand sopolimerlari kollagenga qaraganda koʻproq tartiblangan molekulyar tuzilishga ega deb aytish mumkin.



8-rasm. Kollagen (A), kollagen-AA (B), kollagen-MAA (C) sopolimerlari ^1H YaMR spektri qismlari

^{13}C YaMR spektrlari ham kollagenning AA va MAA bilan payvand sopolimerlari hosil boʻlganligini tasdiqlaydi (9-rasm). Kollagenning spektrida koʻplab signallar kuzatiladi: 16-70 m.u. soxada vodorod bilan bogʻlangan birlamchi, ikkilamchi va uchlamchi uglerod atomlari, zaifroq magnit maydonlar hududida kislorod va azot atomlari bilan bogʻlangan uglerodlar. 156,788 va 172-182 m.u. signallar peptid bogʻlarning uglerod atomlariga ishora qiladi. Payvand sopolimerlar spektrlarida payvandlangan zanjirlarning amid guruhlar uglerodlarining yangi intensiv signallari paydo boʻlgan: AA sopolimeri uchun 170,976 va 179,535 m.u., MAA sopolimeri uchun 174,188 m.u. Sopolimerlarning spektrlarida payvandlangan

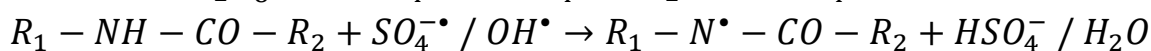
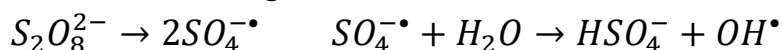
zanjirlarning birlamchi, ikkilamchi, uchlamchi va to'rtlamchi uglerod atomlarining signallari 62,556, 72,127, 122,338 m.u. da paydo bo'ladi.



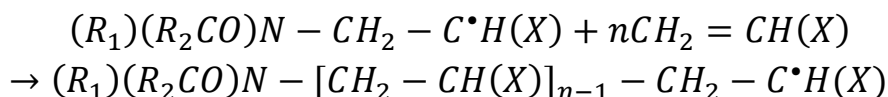
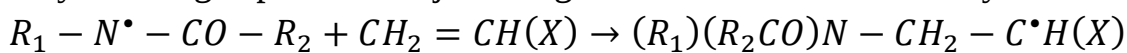
9-rasm.
Kollagen
(A),
kollagen-
AA (B),
kollagen-
MAA (C)
sopolimer-
lari ¹³C
YaMR
spektri
qismlari

O'tkazilgan tadqiqotlari asosida kollagenga akril monomerlarini payvand sopolimerlanish reaksiyalarining quyidagi mexanizmi taklif etiladi.

Kollagen makromolekulasiga KP ta'sirida aktiv markazlar shakllanishi:



Payvandlangan polimer zanjirlarning initsiirlash va o'sish reaksiyalari:



Agar zanjirning uzilishi o'sib borayotgan payvandlangan zanjirlarning rekombinatsiyasi mexanizmi orqali sodir bo'lsa, erituvchilarda erimaydigan to'rsimon mahsulot hosil bo'lishi mumkin. Bu holatda reaksiyaning yakuniy mahsuloti suvda eriydi, bu zanjirning uzilishi, o'sayotgan zanjirning gomopolimer makroradikalning qisqa zanjiri bilan disproporsiya yoki rekombinatsiya mexanizmi orqali sodir bo'lishini anglatadi.

Element analizi payvand sopolimerlarning hosil bo'lishida qo'shimcha dalillar, sopolimerlarning tarkibi asl komponentlarning elementlar tarkibiga qay darajada mos kelishi, kollagen va akril monomerlarining nisbiy faolligi qandayligi, akril monomerlarning kollagenga payvandlanish darajasi ularning tabiatiga taxminan qanday bog'lig'i borligi kabi ma'lumotlarni aniqlashga yordam beradi. Miqdoriy element taxlili 1-jadvalda keltirilgan.

1-Jadval

Kollagen payvand sopolimerlarining element tahlili natijalari

Sopolimer	C, %		O, %		N, %	
	Hisoblangan	Topilgan	Hisoblangan	Topilgan	Hisoblangan	Topilgan
Kollagen-AK	52±4	60.9	39±2	34.0	9±2	5.1
Kollagen-MAK	56±4	62.5	35±2	32.6	9±2	4.9
Kollagen-AA	48±4	59.7	34±2	29.5	18±3	10.8
Kollagen-MAA	51±4	61.3	32±2	28.5	17±3	10.2

Elementlarning hisoblangan foizi komponentlarning dastlabki massa ulushi (1:1) va element tarkibi asosida hisoblangan. Uglerodning tajribaviy topilgan massa ulishi hisoblanganiga nisbatan ko'proq, kislorodniki, va ayniqsa azotniki kamroq ekan. Bu holat kollagenni xom teri chiqindilaridan ajratib olish vaqtida azot va kislorodning (ammiak, suv, azot oksidi va boshqa) ajralib chiqishi bilan qisman sodir bo'ladigan destruksiyaning oqibatidir. Monomerning element tarkibi va element taxlil natijalari asosida sopolimerlarning tarkibi hisoblandi (2-jadval).

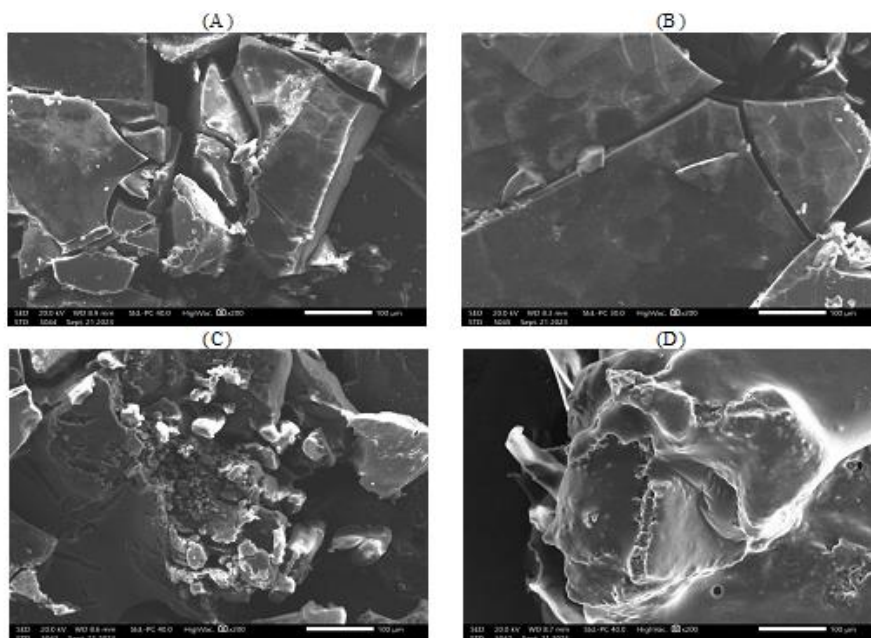
2-jadval

Payvandlangan kollagen sopolimerlarining tarkibi

Sopolimerlar	Komponentlarning dastlabki massa nisbati, %		Sopolimerdagi komponentlarning massa nisbati, %		Payvandlanish samaradorligi, %	Payvandlangan zanjirlarning o'rtacha MM
	Kollagen	Monomer	Kollagen	Monomer		
Kollagen-AK	50	50	47±3	53±3	73±3	4320
Kollagen-MAK	50	50	48±3	52±3	71±3	5070
Kollagen-AA	50	50	72±3	28±3	48±3	2980
Kollagen-MAA	50	50	69±3	31±3	52±3	3740

Sopolimer tarkibini dastlabki aralashma tarkibiga bog'liqligi asosida ikkita fakti ta'kidlash mumkin. Birinchidan, to'yinmagan karbon kislotalari ularning amidlariga nisbatan kollagenga aktivroq payvandlanadi. Karbon kislotalarni kuchli qutblangan karboksil guruhlari hisobiga kollagen molekulasi bilan qo'shimcha molekulalararo ta'sirlashuvga uchrashi natijasida bo'lsa kerak. Ikkinchidan, bitta gomologik qator vakillarining, ya'ni AK va MAK hamda AA va MAA aktivligi juda yaqin ekan. Shunday qilib, payvandlanish samaradorligi bo'yicha to'yinmagan kislotalar, sopolimer yuzasining morfologiyasi bo'yicha kislotalar amidlari afzalroq ekanligi ma'lum bo'ldi.

SEM orqali aniqlangan sirt morfologiyasi tadqiqotida kollagenninng AK va MAK bilan payvand sopolimerlari namunalari yuzasida mikroyoriqlar mavjud (10-rasm). PAK va PMAK makromolekulalari yuqori qutbli karboksil guruxi mavjudligi sababli etarlicha egiluvchanlik qayd qila olmaydi, shuning uchun eritmadan parada hosil bo'lganda sopolimer yuzasida mikroyoriqlar paydo bo'ladi. PAA va PMAA ning egiluvchan zanjirlari sopolimerga etarlicha elastiklik beradi va polimer qatlam hosil bo'lishida mikroyoriqlar paydo bo'lmaydi.

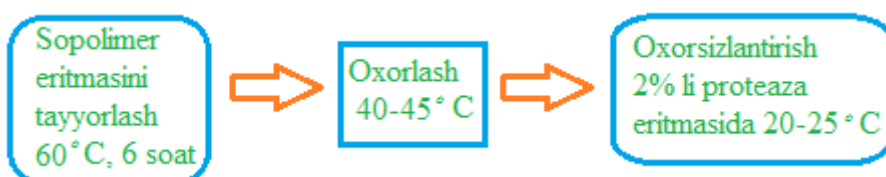


10-rasm.

Payvand sopolimeri
namunasining sirt yuzasi
morfologiyasi:
Kol-AK (A), Kol-MAK
(B), Kol-AA (C), Kol-
MAA (D)

Kollagenning AA, MAA, AK va MAK bilan sopolimerlarining termik xossalari TGA va DTA egrilari orqali tadqiq etildi. Termagravimetriya jarayonlari uchta bosqichdan iborat bo'lib, eng yuqori massa kamayishi 370°C va 383°C haroratlar oralig'ida kuzatigan. Massa kamayishi umumiy xisobda kollagen-AA sopolimerida 74,05%, kollagen-MAA sopolimerida 86,96%, kollagen-AK sopolimerida 72,47% va kollagen-MAK sopolimerida 72,56% tashkil qiladi. Kollagenning AA va MAA sopolimerlarida eng katta ko'rsatkichlari mos ravishda -182,8 J/g va -197,2 J/g ga teng bo'lgan faqat endotermik jarayonlar mavjud. Kollagen-AK sopolimerida ikkita cho'qqi topilgan bo'lib, birinchisida endotermik (-47,75 J/g) va ikkinchisida ekzotermik (106,24 J/g) jarayonlar kuzatiladi. Termagravimetriyaning ikkinchi bosqichida kollagenning payvand sopolimerlari kollagenga nisbatan 14-29% ga kamroq massasini yo'qotgan. Demak, kollagenning payvand sopolimerlarini termik barqarorligi ortadi, qizdirish vaqtida kislota amidlari sopolimerida asosan destruksiya, kislota sopolimerlarida esa destruksiya bilan bir qatorda kimyoviy kondensatsiya jarayonlari sodir bo'ladi.

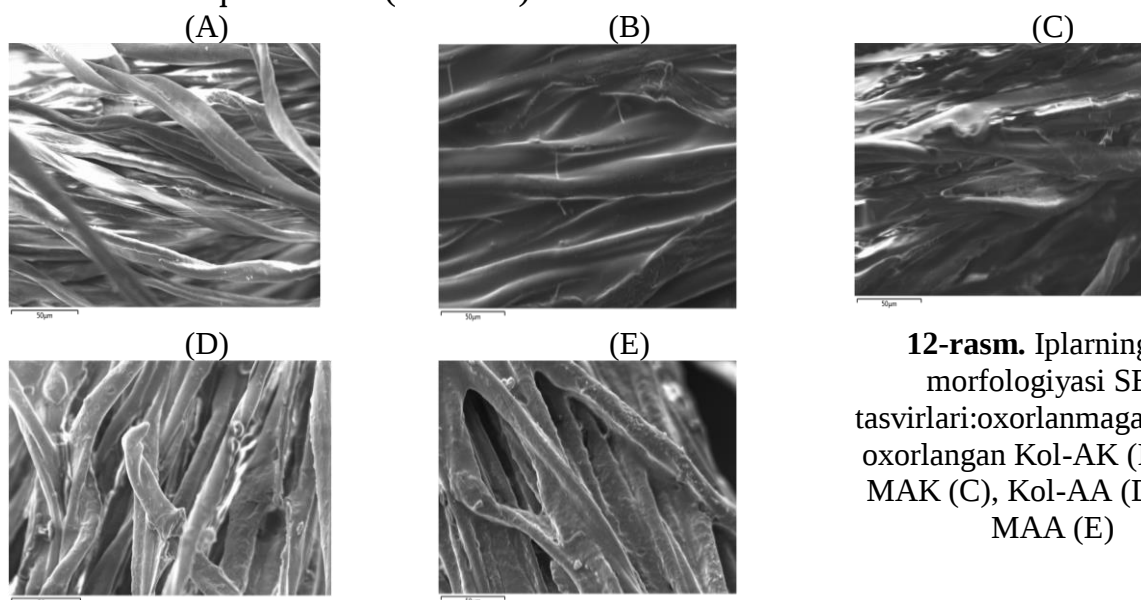
Dissertasiyaning «**Kollagenning payvand sopolimerlari asosida paxta iplarini oxorlash**» deb nomlangan to'rtinchi bobida kollagen bilan akril monomerlarining payvand sopolimerlari asosida paxta kalava iplarini oxorlash, ularning fizik-mexanik xossalari, oxorlangan iplarning morfologiyasi, texnologik jarayonlar va oxorsizlantirish jarayonlarining (11-rasm) tadqiqot natijalari keltirilgan.



11-rasm. Payvand sopolimerlar bilan oxorlash va oxorsizlantirish texnologiyasi

Kollagen bilan akril monomerlarining payvand sopolimerlari asosida paxta kalava iplarini oxorlangan IQ spektrlari tahlil qilinganda o'zgarishlar selluloza makromolekulari va kollagenning payvand sopolimerlari o'rtasida yangi molekulalararo vodorod bog'larning paydo bo'lishini aniq ko'rsatadi va payvand sopolimerlarning ip yuzasiga adgeziyasini yaxshilaydi.

Oxorlangan iplar yuzasidagi yelimlovchi modda qatlami ularning SEM tasvirlarida aniq ko‘rinadi (12-rasm).

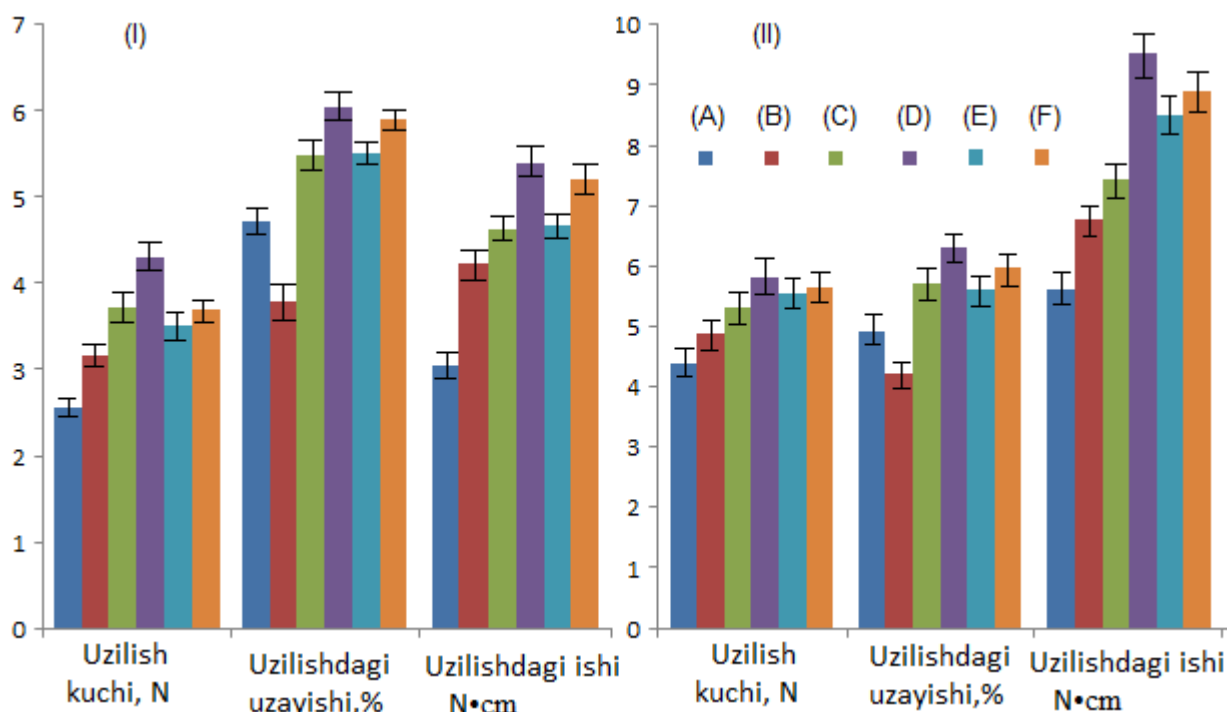


12-rasm. Iplarning sirt morfologiyasi SEM tasvirlari: oxorlanmagan (A) va oxorlangan Kol-AK (B), Kol-MAK (C), Kol-AA (D), Kol-MAA (E)

12 rasmdan ko‘rinib turibdiki, g‘ovak selluloza tolalari biroz yassilashgan va silliq yuzaga ega. Tasvirlarning har birida tolalar yuzasidagi polimer qatlam aniq ko‘rinadi. Bunday xolatda tolalar bir biriga yopishadi, ipdagi bo‘shliqlar kamayishiga olib keladi. Oxor iplarda elastik, ishqalanishga bardoshli, ipni mo‘rt va qattiq qilmaydigan qobiq hosil qilishi kerak. Olingan natijalar payvand sopolimerlar morfologiyasini o‘rganish natijalariga mos keladi. Kollagen-PAK sopolimeri ip namunasida ba’zi mikro yoriqlar ko‘rinadi.

Kollagen-PAA va kollagen-PMAA bilan oxorlangan paxta iplari yuzasida oxor qatlam yaxshi effekt bilan, silliq va hech qanday shikastlanishlarsiz ko‘rinadi. Bu shuni ko‘rsatadiki, polimer qatlam tolaga moyillik ko‘rsatadi, ipni xolatini buzmaydi va qayishqoq bo‘ladi. Va bu holat iplarning fizik-mexanik xususiyatlarida aks etishi kerak.

Oxorlangan iplarning fizik-mexanik xossalari oxorlash reagentining yaroqliligi va samaradorligining asosiy ko‘rsatkichi hisoblanadi. Ishlab chiqarish laboratoriyasidagi sinov uskunasidan foydalangan holda, kollagenning payvand sopolimerlari bilan oxorlangan iplarning kraxmal oxoriga nisbatan iplarning mustahkamligi va deformatsion xossalari aniqlandi (13-rasm). 13-rasmdan ko‘rinib turibdiki, har xil chiziqli zichlikka ega bo‘lgan iplarning fizik-mexanik xususiyatlarining o‘zgarishi bir xil tamoyilda kuzatiladi. Paxta iplarini kraxmal, ayniqsa kollagenning payvand sopolimerlari bilan oxorlanganda ularning mustahkamligi ortadi. Bunda iplarning uzilishdagi uzayishi kraxmal eritmasi bilan oxorlangan iplarda dastlabki ipga nisbatan kamaygan, payvand sopolimerlar eritmasi bilan oxorlangan iplarning uzilishdagi uzayishi ortgan. Kutilganidek, iplarning uzilish kuchi, uzilishdagi uzayishi, uzilishdagi ishi bo‘yicha eng yuqori ko‘rsatkichlarni kollagenning MAA bilan payvand sopolimerida oxorlangan ip ko‘rsatgan.



13-rasm. Chiziqli zichligi 19 (I) va 30 (II) teksli paxta iplarining fizik-mexanik xossalari: oxorlanmagan (A), kraxmal bilan oxorlangan (B) va kollagenning AA(C), MAA (D), AK (E), MAK (F) payvand sopolimerlar bilan oxorlangan

Paxta tolalarining mustahkamligi ularga kraxmal bilan, ayniqsa kollagenning payvand sopolimerlari bilan ishlov berilganda ortadi. Fizik–mexanik xossalari bo'yicha kraxmal bilan oxorlanganga nisbatan kollagenning payvand sopolimerlari bilan oxorlanganda iplarning uzilish kuchi $12 \div 36\%$, solishtirma uzilish kuchi $7 \div 39\%$, uzilishdagi uzayishi $4 \div 24\%$, uzilishdagi ishi $9 \div 61\%$ ortganligi ko'rsatilgan.

To'qimachilik materiallarini kimyoviy pardoqlashga tayyorlashda oxorsizlantirish jarayoni xam muxim ahamiyatga ega. Oxorsizlantirish darajasi 30 teks bo'lgan ipning xar bir jarayondan keyin chiziqli zichligi (3-jadval) va kapillyarligi (4 jadval) o'zgarishi orqali tekshirildi.

3-jadval

Oxorlash va oxorsizlantirishdan keyin ipning chiziqli zichligi o'zgarishi

Dastlabki ipning chiziqli zichligi, teks	Oxorlashdan keyingi iplarning chiziqli zichligi, teks				Oxorsizlantirishdan keyingi iplarning chiziqli zichligi, teks			
	Kol-AA	Kol-MAA	Kol-AK	Kol-MAK	Kol-AA	Kol-MAA	Kol-AK	Kol-MAK
30	42	41	36	38	Ishqoriy usulda oxorsizlantirish			
					32	33	32	33
					Proteaza eritmasida oxorsizlantirish			
					30	30	29	29

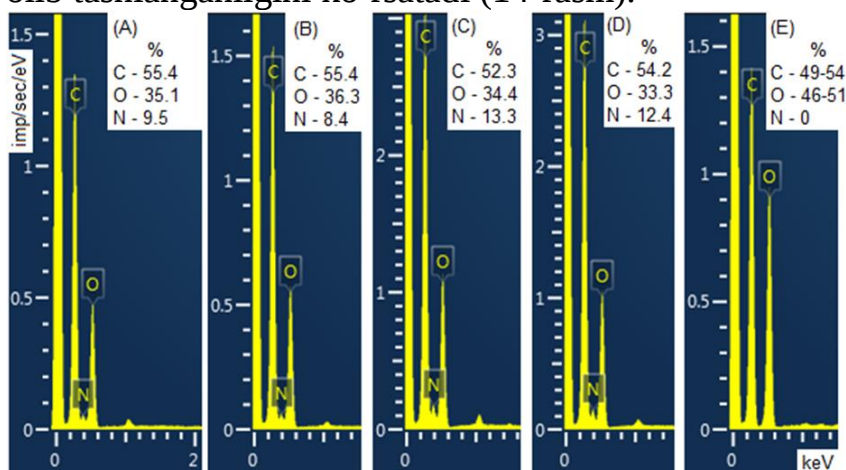
Ushbu jadvallardan ko'rinib turibdiki, payvand sopolimerlar bilan oxorlangandan keyin iplarning chiziqli zichligi 25-30% ga oshgan. Ishqoriy usulda oxorsizlantirish jarayonidan keyin ip yuzasida oz miqdorda oxor qolgan, shuning uchun ipning chiziqli zichligi dastlabki nominal qiymatga qaytmagan. Proteza eritmasida oxorsizlantirishdan oxorning ip yuzasidan to'liq chiqarib tashlaydi. Ushbu ma'lumotlarni iplarning kapillyarlik qiymati tasdiqlaydi. Oxorsizlantirish jarayonida,

ayniqsa proteaza eritmasida oxorning chiqarib yuborilishi keyin iplarning g'ovakligi ortadi va shunga mos ravishda ularning kapillyarligi ortadi.

4-jadval

Oxorlash va oxorsizlantirishdan keyin ipning (30 teks) kapillyarligi o'zgarishi								
Dastlabki ipning kapillyarligi, mm	Oxorlashdan keyingi iplarning kapillyarligi, mm				Oxorsizlantirishdan keyingi iplarning kapillyarligi, mm			
36	Kol-AA	Kol-MAA	Kol-AK	Kol-MAK	Kol-AA	Kol-MAA	Kol-AK	Kol-MAK
	36	35	37	35	Ishqoriy usulda oxorsizlantirish			
					39	41	39	40
	Proteaza eritmasida				43	48	45	51

Paxta kalavasining oxorlangan va oxorsizlantirilgan iplari yuzasida SEM-EDS tadqiqotlari natijalariga ko'ra oxorsizlantirish jarayonida payvand sopolimerlari to'liq olib tashlanganligini ko'rsatadi (14-rasm).



14-rasm. Paxta iplari yuzasining payvand sopolimerlar bilan oxorlangandan keyin: Kol-AK (A), Kol-MAK (B), Kol-AA (C), Kol-MAA (D) va oxorsizlantirish jarayonidan keyin (E) SEM-EDS tasviri

14-rasmdan ko'rinib turibdiki, oxorlangan iplar yuzasining elementar tarkibi payvand sopolimerlar mavjudligini ko'rsatadi. Kutilganidek, payvand sopolimerlari tarkibiga muvofiq azotning massa ulushi MAK, AK, MAA va AA tartibida ortadi. Biologik oxorsizlantirishdan keyin namunalarning birortasida azot aniqlanmadi, bu esa ip yuzasidan oxorning to'liq chiqarilganligini tasdiqlaydi. Bundan kelib chiqadiki, paxta iplarini kollagenning payvand sopolimerlari oxorlash orqali to'qish natijasida olingan matoni biokimyoviy oxorsizlantirish kimyoviy pardoqlash uchun yaxshilashga yordam beradi.

Kollagenning AA va MAA payvand sopolimerlari bilan paxta kalavasini oxorlashning bir qancha afzalliklari mavjud. Ya'ni kraxmal tarkibli oxorlash eritmasiga nisbatan kam kimyoviy moddalar sarfi va oxorlash haroratining pastligi. Ma'lumki, kraxmal bilan oxorlash harorati 70-75°C tashkil qiladi va bu kraxmal bilan oxorlash jarayonida oxorlash sexida nisbiy namlik yuqori bo'ladi. Bu esa o'z navbvtida energiya sarfining yuqori bo'lishiga sabab bo'ladi. Qo'llanilayotgan oxor eritmasi tarkibidagi kollagen mahalliy ikkilamchi xomashyodan olinganligi, kam energiya sarfi, ekologik jihatdan xavfsiz ekanligi, ipning morfologiyasini yaxshilaganligi va iqtisodiy tomonidan samaradorligi ham eng muhim ijobiy jihatlari hisoblanadi.

XULOSA

1. Ilk marotaba suvli eritmada, gomogen sharoitda, kaliy persulfat initsiatori ishtirokida kollagenning akrilamid va metakrilamid bilan payvand sopolimerlari sintez qilindi, reaksiyalarning sharoitlari va unumi, payvandlanish darajasi va samaradorligi, payvandlangan zanjirlarning molekulyar massasi aniqlandi.

2. Kollagenga payvand sopolimerlanish reaksiyasining akrilamid (1,62) va metakrilamid bo'yicha tartibi (1,71), kaliy persulfat bo'yicha reaksiya tartibi (mos ravishda 0,92 va 0,86) aniqlangan, bu qiymatlar aktiv markazlar initsiator bilan birqatorda monomer yoki kollagen molekulasi ishtirok etishligini, monomerlar ham payvandlangan, ham erkin polimer zanjiriga birikishligini ko'rsatadi. Akrilamidni payvandlanish reaksiyasining umumiy aktivlanish energiyasi 39,2 kJ/mol, metakrilamidniki esa 48,9 kJ/mol ekanligi aniqlangan, bu qiymatlar erkin radikal polimerlanish reaksiyasinikiga nisbatan ancha kichik bo'lib, jarayonlar energetik avzal sharoitlarda sodir bo'lishligini ko'rsatadi.

3. IQ-Furye spektroskopiya hamda ^{13}C va ^1H YaMR tadqiqotlari orqali payvand sopolimerlanishning aktiv markazlari suv ishtirokida kaliy persulfatni kollagenning peptid guruhi bilan oksidlanish-qaytarilish reaksiyasi natijasida azot atomida hosil bo'lishligi, poliakrilamid va polimetakrilamidning payvandlangan zanjirlari monomer molekulalaridagi π bog'larning uzilishi natijasida hosil bo'lishligi isbotlandi.

4. SEM-EDS taxlil ma'lumotlari asosida payvand sopolimerlarning tarkibi, to'yinmagan kislotalarni ularning amidlariga nisbatan faolroq payvandlanishi aniqlandi. Kollagen makromolekulasiga poli(met)akrilatlarning payvandlanishi kollagenning payvandlovchi reagent sifatidagi asosiy kamchiligi bo'lgan polimer pardasining qattiqligi va mo'rtligini bartaraf etilishiga sabab bo'ladi. Kollagenning (met)akril kislotasi bilan payvand sopolimerlari eritmasidan polimer pardasi hosil qilinganda namuna sirtida mikrog'ovaklar paydo bo'lishligi, (met)akrilamid sopolimerlarning pardasida esa mikrog'ovaklarning mavjud emasligi ko'rsatilgan.

5. Paxta kalavasini oxorlash uchun kraxmal va modifikatsiyalanmagan kollagen o'rniga kollagenning (met)akrilamid va (met)akril kislotasi bilan sopolimerlarini reagent sifatida qo'llanildi. Paxta sellyulozasining gidroksil guruhlari va payvand sopolimerlarning karboksil va amid guruhlari o'rtasida yangi molekulalararo vodorod bog'lari hosil bo'lishligi ko'rsatildi. Ishlab chiqilgan oxor kalava yuzasini to'liq qoplaydi, qisman ipning ichiga singiydi, iplarda ishqalanishga chidamli bo'lgan, ipning qiyishqoqligini yo'qotmasdan qattiq va sinuvchan qilib qo'ymaydigan elastik qobiqni hosil qiladi. Paxta kalavasining asosiy fizik-mexanik xossalari yaxshilanishi aniqlandi. Proteaza fermenti yordamida biokimyoviy oxorsizlantirish jarayonida payvand sopolimerlarning kalava yuzasidan to'liq chiqib ketishligi izohlanadi.

**РАЗОВЫЙ НАУЧНЫЙ СОВЕТ НА ОСНОВЕ НАУЧНОГО СОВЕТА
DSc.03/30.12.2019.T.08.01 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ
ПРИ ТАШКЕНТСКОМ ИНСТИТУТЕ ТЕКСТИЛЬНОЙ И ЛЕГКОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

**ТАШКЕНТСКИЙ ИНСТИТУТ ТЕКСТИЛЬНОЙ И ЛЕГКОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

ИБОДУЛЛОЕВ БЕКЗОД ШУХРАТ УГЛИ

**СОЗДАНИЕ ШЛИХТУЮЩЕГО РЕАГАНТА ХЛОПКОВОЙ ПРЯЖИ НА
ОСНОВЕ ПРИВЫТИХ СОПОЛИМЕРОВ КОЛЛАГЕНА С
АКРИЛОВЫМИ МОНОМЕРАМИ**

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

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

Ташкент – 2024

Тема диссертации доктора философии (PhD) по химическим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при министерстве Высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан за № B2024.1.PhD/K746.

Диссертация выполнена в Ташкентском институте текстильной и легкой промышленности. Автореферат диссертации на трех языках (узбекском, русском, английском) размещена на веб-сайте Научного совета по адресу (www.ttyesi.uz) и Информационно-образовательном портале «Ziyonet» по адресу (www.ziyonet.uz).

Научный руководитель:

Рафиков Адхам Салимович
доктор химических наук, профессор

Официальные оппоненты:

Бекчанов Давронбек Жуманазарович
доктор химических наук, профессор

Амирова Нодира Саликовна
кандидат технических наук, доцент

Ведущая организация:

Ташкентский химико-технологический институт

Защита диссертации состоится 12 декабря 2024 года в 14⁰⁰ часов на заседании научного совета DSc.03/30.12.2019.T.08.01 при Ташкентском институте текстильной и легкой промышленности (адрес: 100100, г. Ташкент, ул. Шохжахон-5. Тел.: (0371) 253-06-06, faks (0371) 253-36-17; e-mail: titlp_info@edu.uz административный корпус Ташкентского института текстильной и легкой промышленности, 2 этаж, каб. 222)

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Ташкентского института текстильной и легкой промышленности (регистрационный номер 214). Адрес: 100100, г. Ташкент, ул. Шохжахон-5. Тел.: (0371) 253-06-06, (0371) 253-08-08 faks: (0371) 253-36-17; e-mail: pochta@ttyesi.uz

Автореферат диссертации разослан 26 ноября 2024 года.
(реестр-протокола рассылки №214 26 ноября 2024 года).



Х.Х.Камилова
Председатель разового Научного Совета по
присуждению учёных степеней, д.т.н., профессор

А.З.Маматов
Ученый секретарь разового Научного совета по
присуждению учёных степеней, д.т.н., профессор

И.А.Набиева
Председатель Научного семинара при разовом
научном совете по присуждению учёных степеней,
д.т.н., профессор

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. В мире в направлении создания новых материалов растет интерес к природным полимерам, получаемым путем переработки биоразлагаемого и вторичного сырья, а их применение занимает одну из ведущих позиций. Создание высокоэффективных продуктов в промышленном производстве требует внедрения технологий комплексной переработки вторичного сырья. В связи с этим при решении экономических и экологических проблем в области текстильной и легкой промышленности важное значение имеет использование возможностей синтеза текстильно-вспомогательных веществ на основе переработанного сырья.

В мире в текстильной технологии проводятся научные исследования, направленные на решение проблем процесса шлихтования основных нитей хлопчатобумажной пряжи, в которой потребляется значительное количество энергии и ресурсов, образуется большое количество отходов, однако данный процесс необходим для обеспечения требуемых параметров ткани. В этом отношении производство высококачественного текстильного полотна на современных высокоскоростных ткацких станках во многом зависит от качества шлихтования нитей. Особое внимание уделяется поиску решения таких недостатков композиций, используемых на текстильных предприятиях, как низкая эластичность, снижение относительного удлинения при растяжении нитей, легкое рассыпание с поверхности нити для крахмальной шлихты, а также высокая стоимость, загрязнение промышленных сточных вод из-за небiorазлагаемости для поливинилового спирта.

В развитии текстильной промышленности нашей республики реализуются широкомасштабные мероприятия по созданию новых энерго- и ресурсосберегающих технологий с использованием местного сырья или совершенствованию существующих, созданию текстильных вспомогательных материалов с высокими эксплуатационными характеристиками и достигаются определенные результаты. Исследования показали высокую эффективность реагентов, полученных путем модификации отходов природных полимеров, по сравнению с традиционными шлихтующими реагентами. В стратегии развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы поставлены такие важные задачи, как «Увеличение объёма производства промышленной продукции в 1,4 раза путём продолжения промышленной политики, направленной на обеспечение стабильности национальной экономики и увеличение доли промышленности в валовом внутреннем продукте...». Для реализации этих задач, в частности, важное значение приобретает использование в текстильной промышленности водорастворимых привитых сополимеров коллагена – биологически активного полимера, выделенного из отходов сырой шкуры.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных в Указах Президента Республики Узбекистан УП-60 от 28 января 2022 года «О стратегии развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы», УП-158 от 11 сентября 2023 года «О Стратегии Узбекистан – 2030», в Постановлении Президента Республики

Узбекистан ПП-4895 от 12 августа 2020 года «О мерах по повышению качества непрерывного образования и результативности науки по направлениям химия и биология», а также в других нормативно-правовых документах, относящихся к данной сфере.

Соответствие исследования с приоритетными направлениями развития науки и технологий республики. Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологий республики VII. «Химия, химические технологии и нанотехнологии».

Степень изученности проблемы. Исследованиями химического состава и строения, получения, морфологии и свойств коллагена за рубежом занимались Reiser K, Paul R.G., Церетели Г.И., Wu J.J., Васильев М.П., Wallace D.G., Holmes D.F., Graham H.K., Parry D.A., Ottani V., Жукова Т.В., Tang K., Беркхаут Х.Й., Wagermeiyer W, Wang Y, Cheng Tang, Xinhua Liu, Vicky Prajaputra, Z. Song, S. Gao, Weili Kong, X. Zhao и др. Исследования по получению пленок, мембран, сополимеров на основе коллагена и применению их в текстильной промышленности проводились со стороны таких учёных, как A. Sionkavska, A. McPherson, M.Sahiner, R.-E. Scutariu, V. Jose Monsu, J. Song, M. Vedhanayagam, N.V. Salim и др.

В Республике Узбекистан исследования по привитой сополимеризации различных мономеров с природными полимерами проводили Аскарров М.А., Рашидова С.Ш., Кудышкин В.О. и др. Исследования по выделению коллагена из природных источников, изучению его структуры и биологических свойств проводили Тураев А.Т., Салимов А.Р., Раджабов О.И., Алимов А.Н., исследования по использованию коллагенсодержащих композиций в текстильной отрасли проводили Каримов С.Х., Хакимова М.Ш., Абдусаматова Д.О., Рейимов А.Ф., Ташпулатов С.Ш., Кадиров Т.Ж. Показаны возможности эффективного использования коллагенсодержащей композиции в процессах химической отделки тканей, шлихтования ткацких нитей, синтеза комплексных соединений, получения огнестойких, формоустойчивых материалов. Однако синтез привитых сополимеров коллагена с (мет)акриламидом и исследование их свойств как реагента для шлихтования хлопковой пряжи изучены недостаточно.

Связь диссертации с научно-исследовательскими работами высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация. Диссертационное исследование выполнено согласно плану научно-исследовательских работ Ташкентского института текстильной и легкой промышленности в рамках фундаментального проекта IL-4821091581 по теме «Биохимическая модификация целлюлозных текстильных материалов» (2022-2024 гг.).

Цель исследования заключается в синтезе привитых сополимеров коллагена с (мет)акриламидом и (мет)акриловой кислотой, определении их свойств в качестве реагента для шлихтования хлопковой пряжи.

Задачи исследования:

синтез привитых сополимеров коллагена с акриламидом и метакриламидом, определение механизма синтеза;

определение параметров синтеза привитых сополимеров коллагена с (мет)акриламидом – степени и эффективности прививки, порядка реакций по мономеру и инициатору, энергии активации;

определение состава, структуры и молекулярных характеристик синтезированных привитых сополимеров;

исследование сополимеров коллагена с (мет)акриламидом и (мет)акриловой кислотой в качестве шлихтующего реагента хлопковой пряжи;

определение структуры, морфологию, физико-механических и термических свойств шлихтованных нитей;

определение зависимости между природой и составом привитых сополимеров с эффективностью шлихтования и свойствами шлихтованных нитей, определение технологических параметров шлихтования и сформулирование практических рекомендаций.

Объектом исследования является коллаген, акриламид (АА) и метакриламид (МАА), акриловая кислота (АК) и метакриловая кислота (МАК), персульфат калия (ПК), фермент протеазы, хлопчатобумажная пряжа с линейной плотностью 19 и 30 текс.

Предметом исследования являются реакции привитой сополимеризации коллагена с (мет)акриламидом, кинетика и параметры прививки, условия и схема шлихтования хлопковой пряжи, свойства полученных сополимеров и шлихтованных нитей.

Методы исследования. В диссертационной работе использованы физико-химические методы исследования, методы испытания физико-механических свойств текстильных материалов, ИК-Фурье и ЯМР-спектроскопия, оптическая и сканирующая электронная микроскопия, ДТА, рентгенофазовый анализ и технологические методы.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

синтезированы привитые сополимеры коллагена с акриламидом и метакриламидом в водном растворе в присутствии персульфата калия в качестве инициатора, доказан механизм реакции;

разработаны закономерности взаимосвязей параметров степени и эффективности прививки, молекулярной массы привитых цепей от времени, концентрации и температуры;

определено, что сополимеры коллаген-поли(мет)акриламид, коллаген-поли(мет)акриловая кислота образуют межмолекулярные водородные связи с хлопковой целлюлозой и формируют прочную полимерную пленку на поверхности нитей;

доказано, что прививка акриловых мономеров устраняет главный недостаток коллагена как шлихты – хрупкость полимерной пленки и повышает ее эластичность.

Практические результаты исследования заключается в следующем:

определена зависимость состава, строения, морфология, физико-химических свойств привитых сополимеров коллагена с акриловыми мономерами от условий синтеза;

разработана схема и параметры шлихтования хлопковой пряжи раствором, приготовленным из сополимеров коллагена;

определены проникание сополимера в микропоры нитей в процессе шлихтования, состав, фазовая структура, морфология, физико-механические и термические свойства шлихтованных нитей;

доказано полное удаление шлихты в процессе подготовки пряжи и ткани к химической отделке за счет использования фермента протеазы.

Достоверность результатов исследования основана на соответствии синтеза с теорией привитой сополимеризации, проведением экспериментальных исследований с применением физико-химических методов исследования - ИК-Фурье и ЯМР-спектроскопии, электронной микроскопии, дифференциально-термического и рентгенофазового анализа, результатами механических испытаний и устранении экспериментальных ошибок с использованием метода математической статистики.

Научная и практическая значимость результатов исследования. Научная значимость результатов исследования заключается в определении условий проведения и схемы реакций прививки акриламида и метакриламида к макромолекулам коллагена в присутствии персульфата калия в гомогенной среде, таких важных параметров, как порядков реакции по мономеру и инициатору, энергии активации, степени и эффективности прививки, зависимости состава, строения и свойств сополимеров от концентрации-времени-температуры.

Практическая значимость результатов исследования заключается в том, что раствор привитых сополимеров коллагена и акриловых мономеров был рекомендован как более предпочтительный реагент высокоэффективной шлихтующей композиции для хлопковой пряжи, чем крахмал и поливиниловый спирт. Было показано образование прочной и эластичной полимерной пленки на поверхности нитей, обеспечен качественный процесс ткачества за счёт установленных физико-химических, термических и структурно-механических свойств шлихтованных нитей, а также было достигнуто полное удаление шлихты в процессе подготовки к крашению с помощью фермента протеазы.

Внедрение результатов исследования. На основании полученных научных результатов по синтезу, определению физико-химических и прикладных свойств привитых сополимеров коллагена:

привитые сополимеры коллагена внедрены в производственный процесс на предприятии ООО «Beruniy Textile Invest» для шлихтования хлопковой пряжи перед ткачеством (Справка ассоциации «Ўзтўқимачиликсаноат» 03/25-713 от 1 апреля 2024 года). В результате в процессе шлихтования раствором сополимера коллагена и поли(мет)акриламида получена возможность образования на поверхности нити прочного слоя, устойчивого к трению, благодаря чему нить становится эластичной (гибкой) и пленка шлихты не спадает с ее поверхности;

Метод шлихтования основных нитей композицией на основе привитых сополимеров коллагена внедрен на предприятии ООО «Bukhara Natural

Product» (Справка ассоциации «Ўзтўқимачиликсаноат» 03/25-713 от 1 апреля 2024 года). В результате шлихтования привитыми сополимерами коллагена предел прочности нитей увеличился на 12÷36%, удельная прочность на разрыв – на 7÷39%, удлинение при разрыве – на 4÷24%, работа при разрыве – на 9÷61%, тонкость волокон на 32-41% и количество непсов на 27-35% уменьшились, по сравнению с нитями, шлихтованными раствором крахмала.

Апробация результатов исследования. Результаты данного исследования были обсуждены на 10, в том числе, на 4 международных и 6 республиканских научно-практических конференциях.

Опубликованность результатов исследования. По теме диссертации опубликовано всего 22 научных работ. Из них, 7 научных статей, в том числе 4 в республиканских и 3 в зарубежных (2 из которых входят в базу данных Скопус) журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов диссертаций.

Структура и объём диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы, приложения. Объём диссертации составляет 108 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обосновывается актуальность и необходимость исследования, описываются цели и задачи, объект и предмет исследования, указывается соответствие приоритетным направлениям науки и техники республики, научная новизна и практическая значимость. Описываются результаты исследования, раскрывается научно-практическая значимость полученных результатов, приводятся сведения о результатах исследования, опубликованных работ и структуре диссертации.

В первой главе диссертации под названием **«Аналитический анализ по получению привитых сополимеров коллагена и природных белков для текстильных материалов и их физико-химических свойств»** рассмотрены и проанализированы научные исследования, основанные на источниках опубликованных работ по теме диссертации. Проанализированы исследования по выделению коллагена, его свойствам, синтезу привитых сополимеров с акриловыми мономерами природных, в том числе белковых полимеров и их использованию в качестве реагентов для шлихтования текстильных материалов.

Во второй главе диссертации под названием **«Материалы, методы синтеза привитых сополимеров, шлихтования и исследования свойств»** дано описание объектов исследования, рассмотрены методы привитой сополимеризации коллагена с акриловыми мономерами, методы исследования свойств синтезированных привитых сополимеров и образцов материалов, полученных на их основе.

В третьей главе диссертации под названием «Синтез и свойства привитых сополимеров коллагена» обсуждаются результаты исследований по синтезу сополимеров коллагена с акриловыми мономерами.

Привитые сополимеры коллагена с АА и МАА синтезированы с достоточно высокой скоростью и высоким выходом в присутствии ПК в водном растворе при температуре 50-70°C. На основании кинетических исследований определен порядок скорости реакции по концентрации АА, который равен 1,62 (рис. 1), и по концентрации МАА, который равен 1,71 (рис. 2). Эти значения значительно превышают значения, принятые для простых радикальных полимеров, и указывают на то, что оба мономера в реакции участвуют, образуя как привитые цепи, так и гомополимерные цепи.

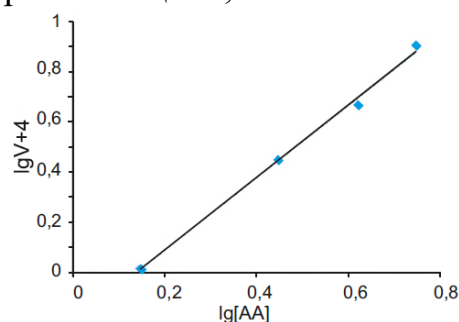


Рис. 1. Зависимость скорости реакции привитой сополимеризации АА к коллагену от концентрации мономера. Т=333К; [ПК]=7,4·10⁻³ моль/л; [АА]=1,4; 2,8; 4,2; 5,6 моль/л

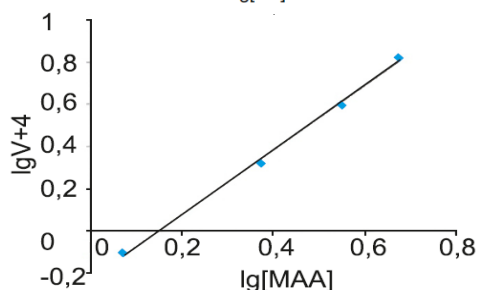


Рис. 2. Зависимость скорости реакции привитой сополимеризации МАА к коллагену от концентрации мономера. Т=333К; [КП]=7,4·10⁻³ моль/л; [МАО]=1,18; 2,36; 3,54; 4,72 моль/л

При привитой сополимеризации АА порядок реакции по ПК равен 0,92 (рис. 3), а при сополимеризации МАА – равен 0,86 (рис. 4). То, что порядок реакции по концентрации инициатора приближается к единице, указывает на образование активных центров прививки в результате взаимодействия инициатора с макромолекулой коллагена.

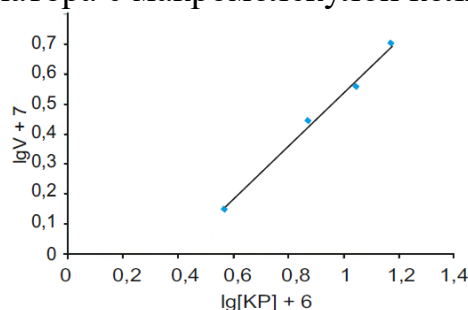


Рис. 3. Зависимость скорости реакции привитой сополимеризации АА к коллагену от концентрации ПК. Т=333К; [АА]=2,8 моль/л; [ПК]=3,7·10⁻³; 7,4·10⁻³; 11,1·10⁻³; 14,8·10⁻³ моль/л

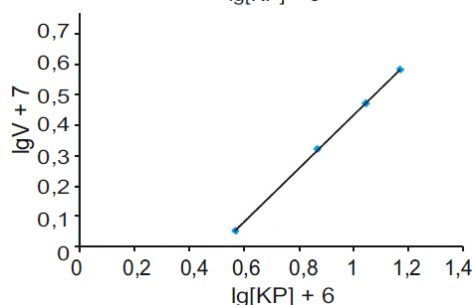


Рис. 4. Зависимость скорости реакции привитой сополимеризации МАА к коллагену от концентрации ПК. Т=333К; [МАО]=2,36 моль/л; [ПК]=3,7·10⁻³; 7,4·10⁻³; 11,1·10⁻³; 14,8·10⁻³ моль/л

Общую энергию активации реакций рассчитывали на основе линейной зависимости логарифма скорости реакции от обратной величины температуры. Определено, что общая энергия активации реакции привитой сополимеризации АА к коллагену составляет 39,2 кДж/моль, а энергия активации сополимеризации МАА – 48,9 кДж/моль (рис. 5).

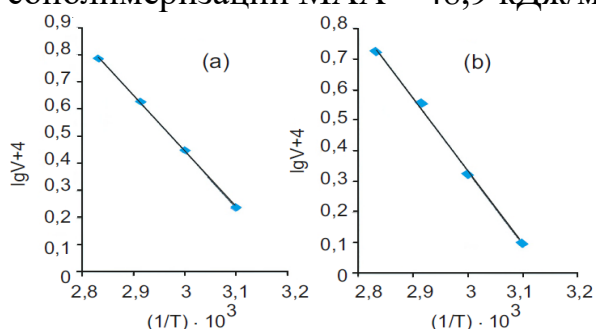


Рис. 5. Температурная зависимость скоростей реакции привитой сополимеризации АА (а) и МАК (b) к коллагену. [АА]=2,8 моль/л; [МАА]=2,36 моль/л; [КП]= $7,4 \cdot 10^{-3}$ моль/л; T=323; 333; 343; 353K

Найденные значения порядков реакций по мономеру и инициатору подтверждают, что активные центры образуются в результате взаимодействия ПК и коллагена, и что, помимо активных центров прививки, образуются также активные центры свободно растущих цепей. Другим важным моментом является то, что общая энергия активации имеет небольшие значения. Синтез привитых сополимеров осуществляется в энергетически выгодных условиях с высокой эффективностью при относительно низких температурах, в результате чего молекулярно-массовое распределение привитых цепей становится более узким.

Образование привитых сополимеров коллагена с АА и МАА доказано с помощью ИК-Фурье спектральных исследований. Полосы поглощений валентных колебаний связей *NH* и *OH* групп в ИК-Фурье коллагена, обнаружены в области 3274 см^{-1} (рис. 6).

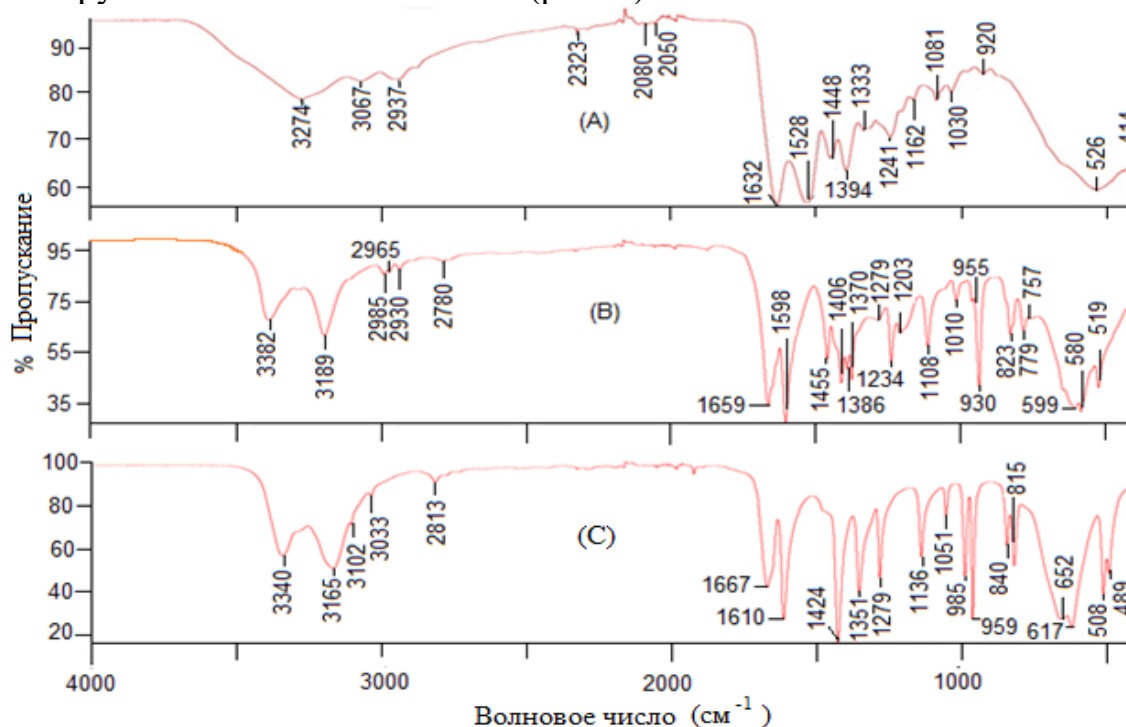


Рис. 6. ИК-Фурье спектры: коллаген (А), МАА (В), АА (С)

Полосы поглощений валентных колебаний ассоциированных и неассоциированных аминогрупп ν_{N-H} обнаружены в областях 3340 и 3165 см^{-1} для АА и в областях 3382 и 3189 см^{-1} для МАА. В спектре АА валентные колебания ν_{C-H} наблюдаются в областях 3033 и 2813 см^{-1} , в ММА в областях 2985, 2965, 2930, 2780 см^{-1} (количество полос поглощения больше за счет метильного радикала). Полоса поглощения в области 1667 см^{-1} в спектре АА и в области 1659 см^{-1} в спектре ММА указывают на валентные колебания $\nu_{C=O}$ карбонильной группы. Полоса поглощения в области 1610 см^{-1} в спектре АА и в области 1598 см^{-1} в спектре ММА относится к валентным колебаниям двойных связей $\nu_{C=C}$. Полосы поглощений в области 1424 см^{-1} в спектре АА и в области 1455, 1406 см^{-1} (вероятно, также в областях 1386, 1370 см^{-1}) в спектре МАА относятся к деформационным колебаниям δ_{C-H} . Несколько полос поглощения в области 1352-815 см^{-1} в спектре АА и в области 1370-823 см^{-1} в спектре МАА приписывают валентным и деформационным колебаниям $\nu_{C-N} + \delta_{NH}$ (в том числе, полоса амид III). Полосы поглощения в областях 652-489 см^{-1} (АА) и 779-519 см^{-1} (ММА) в спектрах указывают на деформационные колебания скелета $O = C - N$.

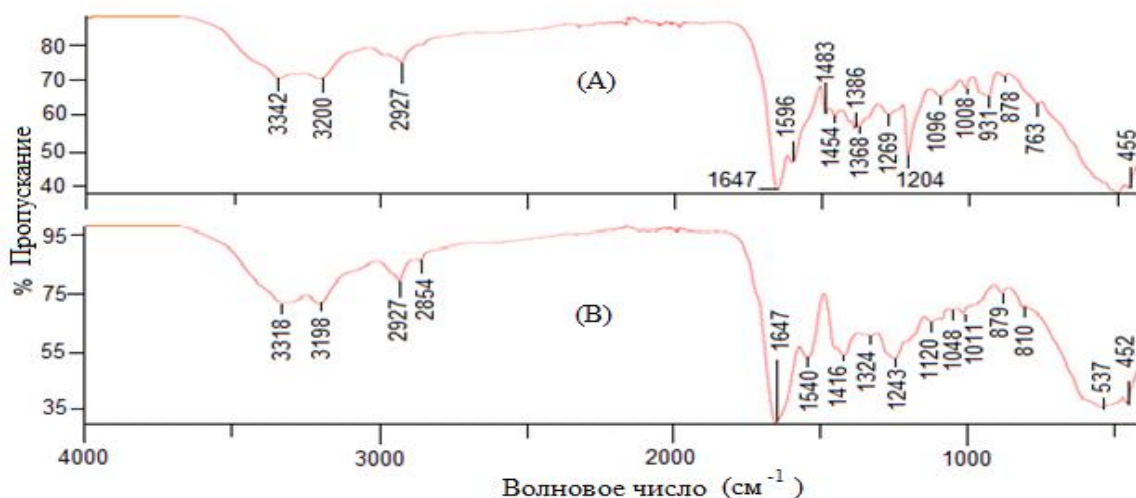


Рис. 7. ИК-Фурье спектры сополимеров collagen-MAA (A), collagen-AA (B)

В ИК-Фурье спектре привитого сополимера коллагена и АА полностью исчезли полосы поглощений валентных колебаний $\nu_{C=C}$ АА при 1610 см^{-1} , а в спектре привитого сополимера коллагена и ММА интенсивность таких полос поглощения ММА существенно снизилась (рис. 7). Это свидетельствует о том, что привитые цепи полиакриламида (ПАА) и полиметакриламида (ПМАА) образуются в результате разрыва π -связей в молекулах мономеров.

Для подтверждения образования привитых сополимеров были получены спектры ^1H и ^{13}C ЯМР коллагена и его привитых сополимеров с АА и ММА (рис. 8 и 9).

В молекуле коллагена имеются атомы водорода, связанные с первичным, вторичным, третичным углеродом, кислородом и азотом, причем под влиянием ядер окружающих их различных атомов. Поэтому в спектре ^1H ЯМР коллагена обнаружены множества различных сигналов: в области химических сдвигов 0.87-1.5 м. д. протон первичного углерода, в области 1.5-2.0 м. д. протон вторичного углерода, в области 2.5-3.0 протон третичного углерода (рис. 8).

Протоны, связанные с кислородом в гидроксильной группе, с азотом в амино- и иминогруппе, проявляют сигнал в области 3.0-4.5 м. д. Сигналы химических сдвигов протонов пептидных групп наблюдаются в области слабого магнитного поля 7.3-7.4 м. д. В спектре коллагена в области 5.0-7.0 м. д. никакие сигналы не обнаружены, а в спектрах сополимеров коллагена именно в этой области имеются сигналы протонов. В спектре сополимера коллаген-МАО наблюдается дублет триплета в области 5.5-5.8 м. д., сополимера коллаген-АА – дублет дублета в области 5.79-5.82 м. д., а также два дублета и четыре синглета в области 6.19-6.30 м. д. Эти сигналы проявляют протоны амидной группы привитых цепей полиакриламида (ПАА) и полиметакриламида (ПМАО). Дублет квартетных сигналов в области 3.52-3.64 м. д., по-видимому, относятся к протонам, связанным с атомом углерода привитых цепей. Одновременно можно заметить уменьшение числа и интенсивности сигналов протонов пептидной группы коллагена в привитых сополимерах. Кроме того, спектры привитых сополимеров содержат более четкие сигналы с определенной, иногда симметричной формой, по сравнению со спектрами коллагена. Поэтому можно сказать, что привитые сополимеры имеют более упорядоченную молекулярную структуру, чем коллаген.

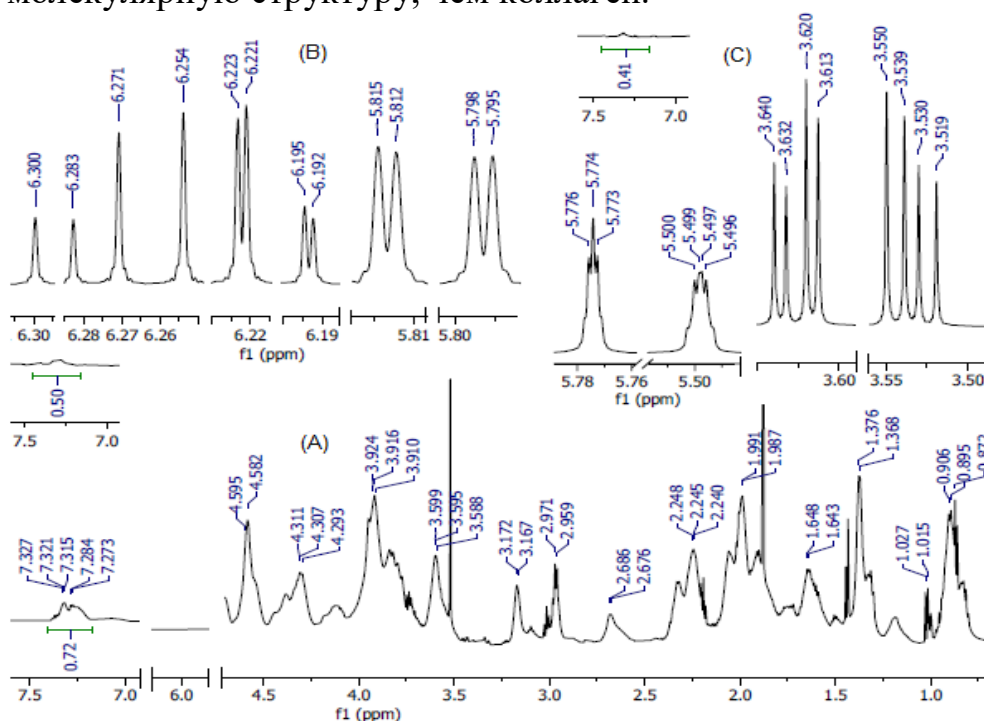


Рис. 8.
Фрагменты спектров ^1H ЯМР коллагена (А), сополимеров коллаген-АА (В), коллаген-МАО (С)

Спектры ЯМР ^{13}C также подтверждают образование привитых сополимеров коллагена с АА и МАО (рис. 9). В спектре коллагена наблюдаются множество сигналов: в области 16-70 м. д. – первичных, вторичных и третичных атомов углеродов, связанных с водородом, в области более слабых магнитных полей – углеродов, связанных с атомом кислорода и азота. В том числе сигналы при 156.788 и 172-182 м. д., вероятно, относятся к атомам углерода пептидной связи. В спектре привитых сополимеров появляются новые интенсивные сигналы углеродов амидных групп привитых цепей: для сополимера с АА – при 170.976 и 179.535 м. д., для сополимера с МАО – при 174.188 м. д. В спектрах сополимеров появляются сигналы

первичных, вторичных, третичных и четвертичных атомов углерода привитых цепей при 62.556, 72.127, 122.338 м. д.

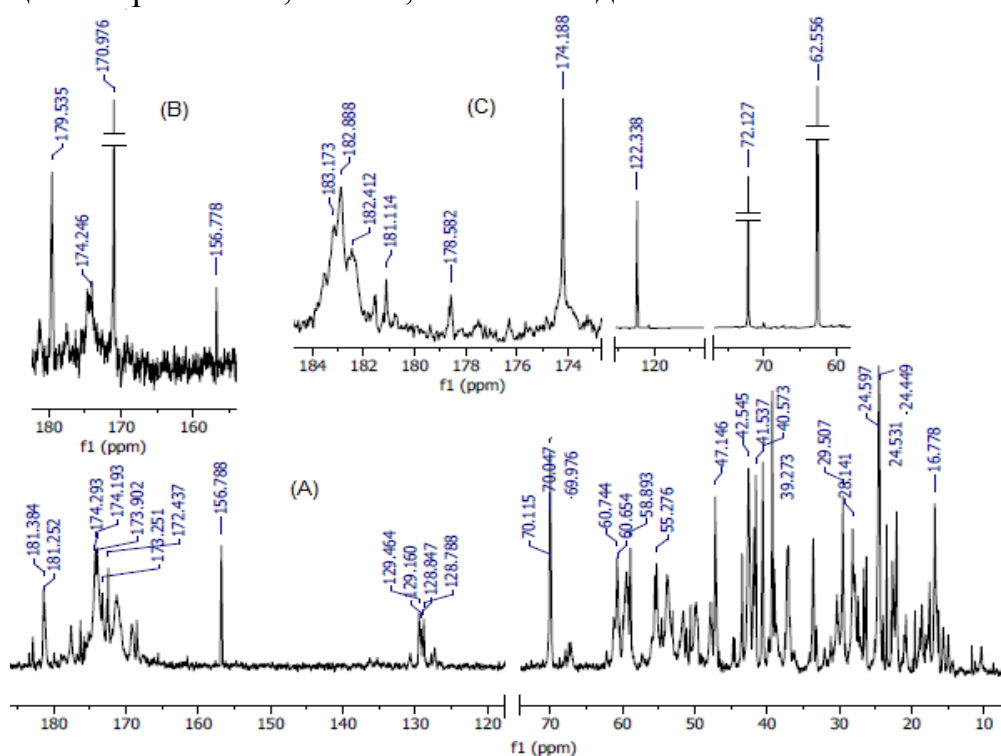
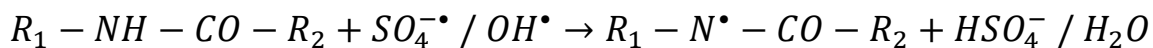
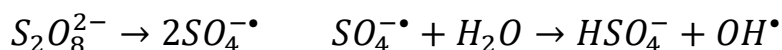


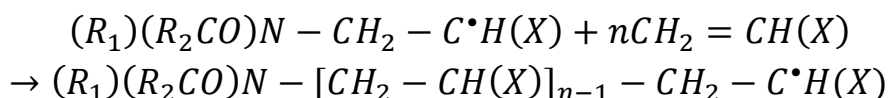
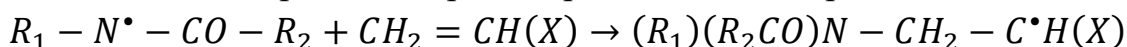
Рис. 9. Части спектра ЯМР ^{13}C (А) коллагена, (В) сополимера коллагена и акриламида, (С) сополимера коллагена и метакриламида

На основании проведенных исследований предложен следующий механизм образования привитых сополимеров коллагена.

Образование активных центров при взаимодействии макромолекул коллагена с ПК:



Реакции инициирования и роста привитых полимерных цепей:



Если обрыв цепи происходит по механизму рекомбинации растущих привитых цепей, возможно, образуется сшитый продукт, который не должен растворяться в растворителях. В нашем случае конечный продукт реакции растворяется в воде, значит, обрыв цепи происходит, преимущественно, по механизму диспропорционирования или рекомбинации растущей цепи с короткой цепью макрорадикала гомополимера.

Элементный анализ может стать еще одним доказательством образования привитого сополимера и с его помощью можно получить ответы на ряд вопросов. Насколько состав сополимера соответствует элементному составу исходных компонентов, каковы относительные активности коллагена и акриловых мономеров, какова приблизительная зависимость степени прививки акриловых мономеров к коллагену от их природы? Количественный элементный анализ приведен в таблице 1.

Таблица 1

Результаты элементного анализа привитых сополимеров коллагена

Сополимер	C, %		O, %		N, %	
	Рассчи-тано	Найде-но	Рассчи-тано	Найде-но	Рассчи-тано	Найде-но
Коллаген-АК	52±4	60.9	39±2	34.0	9±2	5.1
Коллаген-МАК	56±4	62.5	35±2	32.6	9±2	4.9
Коллаген-АА	48±4	59.7	34±2	29.5	18±3	10.8
Коллаген-МАО	51±4	61.3	32±2	28.5	17±3	10.2

Рассчитанный процент элементов найден на основании массовой доли исходных компонентов (1:1) и их элементного состава. Экспериментально найденная величина массовой доли углерода оказалось больше, а кислорода и особенно азота меньше, чем их рассчитанная величина. Это результат того, что при выделении коллагена из отходов шкуры происходит частичная деструкция с выделением азота и кислорода (аммиак, вода, оксиды азота и др.). С учетом элементного состава мономеров и результатов найденного элементного анализа рассчитан состав сополимеров (таблица 2).

Таблица 2

Состав привитых сополимеров коллагена

Сополимер	Исходное массовое соотношение (%) компонентов		Массовое соотношение компонентов (%) в сополимере		Эффективность прививки, %	Средняя ММ привитых цепей
	Коллаген	Мономер	Коллаген	Мономер		
Коллаген-АК	50	50	47±3	53±3	73±3	4320
Коллаген-МАК	50	50	48±3	52±3	71±3	5070
Коллаген-АА	50	50	72±3	28±3	48±3	2980
Коллаген-МАО	50	50	69±3	31±3	52±3	3740

По зависимости состава сополимера от состава исходной смеси можно констатировать два факта. Во-первых, ненасыщенные карбоновые кислоты более активно прививаются к коллагену, чем их амиды. Видимо, карбоновые кислоты вступают в дополнительное межмолекулярное взаимодействие с молекулой коллагена за счет сильнополярных карбоксильных групп. Во-вторых, активность представителей одного гомологического ряда, т.е. АК и МАК, а также АА и МАО, оказались очень близкими. Таким образом, по степени прививки преимущества имеют сополимеры ненасыщенных кислот, по морфологии поверхности – сополимеры амидов этих кислот.

При исследовании морфологии поверхности, определенной методом СЭМ, на поверхности образцов привитых сополимеров коллагена с АК и МАК присутствуют микротрещины (рис.10). Макромолекулы ПАК и ПМАК не проявляют достаточной гибкости из-за наличия высокополярной карбоксильной группы, поэтому при формировании пленки из раствора на поверхности сополимера появляются микротрещины. Гибкие цепи ПАА и ПМАК придают сополимеру достаточную эластичность, и при формировании полимерного слоя микротрещины не появляются.

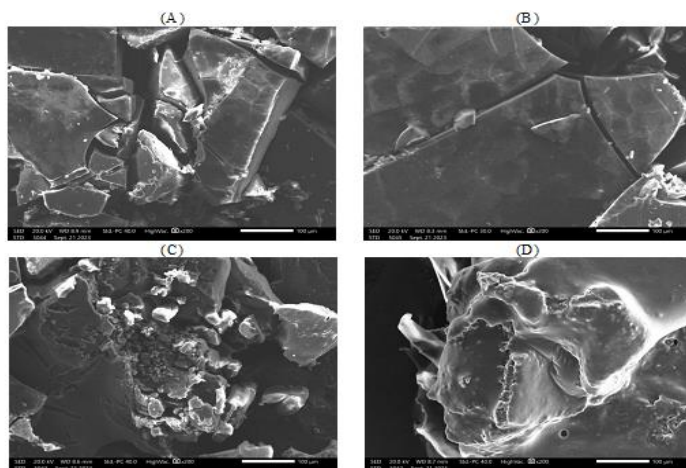


Рис. 10.
Морфология
поверхности образца
привитого
сополимера:
А – Колл-АК,
В – Колл-МАК,
С – Колл-АА,
D – Колл-МАО

Термические свойства сополимеров коллагена с АА, МАК, АК и МАК изучались по кривым ТГА и ДТА. Термогравиметрические процессы состояли из трех стадий, и наибольшая потеря массы наблюдалась между температурами 370°C и 383°C. Общее снижение массы составляет 74,05% для сополимера коллагена-АА, 86,96% для сополимера коллагена-МАО, 72,47% для сополимера коллагена-АК и 72,56% для сополимера коллагена-МАК. В сополимерах коллагена с АА и МАК наблюдаются только эндотермические процессы с наибольшими значениями -182,8 Дж/г и -197,2 Дж/г соответственно. В сополимере коллагена-АК обнаружено два пика, первый из которых эндотермический (-47,75 Дж/г) и второй – экзотермический (106,24 Дж/г). На втором этапе термогравиметрии привитые сополимеры коллагена теряют массу на 14-29% меньше, чем коллаген. Таким образом, в привитых сополимерах коллагена возрастает термическая стабильность, при нагревании в сополимерах с амидами кислот происходит, в основном процесс деструкции, а в сополимерах с кислотами – наряду с деструкцией и химическая конденсация.

В четвертой главе диссертации под названием «Шлихтование хлопчатобумажной пряжи на основе привитых сополимеров коллагена» представлены результаты исследований шлихтовки хлопчатобумажных пряж на основе привитых сополимеров коллагена и акриловых мономеров, их физико-механические свойства, морфология шлихтованных нитей, технологические процессы и процессы расшлихтовки (рис. 11).

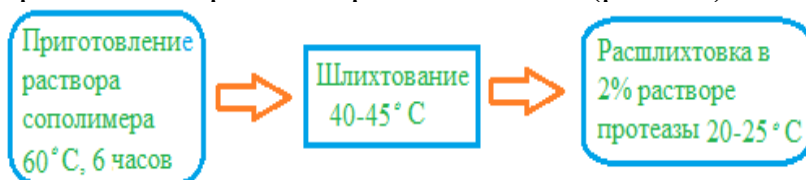


Рис. 11. Технология
шлихтовки и расшлихтовки
привитых сополимеров

При анализе ИК-спектров хлопчатобумажных нитей на основе привитых сополимеров коллагена и акриловых мономеров изменения наглядно свидетельствуют об образовании новых межмолекулярных водородных связей между макромолекулами целлюлозы и привитыми сополимерами коллагена и улучшении адгезии привитых сополимеров к поверхности нити.

Слой проклеивающего вещества на поверхности шлихтованных нитей хорошо виден на их СЭМ изображениях (рис. 12).

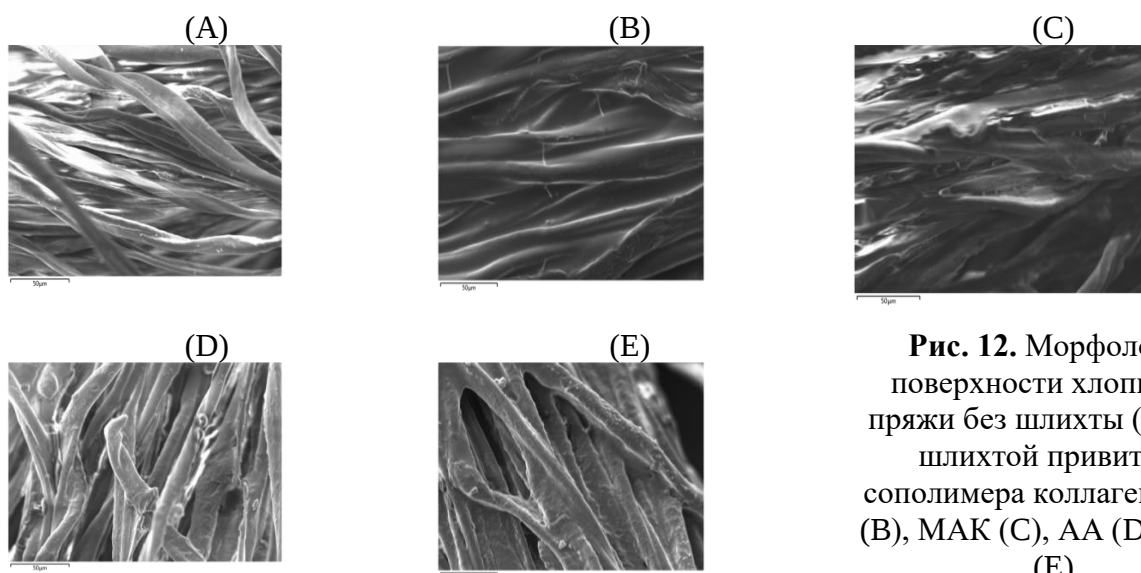


Рис. 12. Морфология поверхности хлопковой пряжи без шлихты (А) и со шлихтой привитого сополимера коллагена с АК (В), МАК (С), АА (D), МАА (Е)

Как видно из рисунка 12 полые волокна целлюлозы несколько сплюснены, имеют гладкую поверхность. В каждом из снимков отчетливо виден слой полимера на поверхности волокон. При этом волокна приклеены между собой, что приводит к уменьшению пустот в объеме пряжи. Шлихта должна создавать на нитях эластичную оболочку, устойчивую к истиранию, не нарушающую гибкость нити и не делающую пряжу ломкой и жесткой. Результат согласуется с исследованием морфологии привитых сополимеров. Хрупкость сополимера, хотя в меньшей степени передается проклейке. На образце пряжи сополимером коллаген-ПАК заметно некоторое количество микротрещин.

Слой привитых сополимеров коллаген-ПАА и коллаген-ПМАА на поверхности нитей хлопковой пряжи выглядит внушительным, объемным и гладким, без видимых повреждений. Это свидетельствует о том, что полимерные пленки обладают хорошим сродством к волокну, не разрушают пряжу, являются достаточно гибкими. И это обстоятельство должно отражаться на физико-механических свойствах пряжи.

Физико-механические свойства ошлихтованной пряжи являются основным индикатором пригодности и эффективности шлихтующего реагента. На испытательной установке производственной лаборатории определили прочностные и деформационные свойства нитей хлопковой пряжи, ошлихтованных растворами привитых сополимеров коллагена в сравнении с крахмальной шлихтой (рис. 13). Как видно из рисунка 13, для пряж с разными линейными плотностями наблюдаются одинаковые закономерности изменения физико-механических свойств. Шлихтование хлопковой пряжи раствором крахмала, и особенно растворами привитых сополимеров коллагена приводит к возрастанию прочности нитей. При этом относительное удлинение при растяжении нитей пряжи, шлихтованной раствором крахмала, уменьшается по сравнению с исходной пряжей, когда как относительное удлинение нитей пряжи, шлихтованной растворами привитых сополимеров, увеличивается. Как и ожидалось, самые высокие показатели разрывной силы, относительного удлинения при растяжении, работы при разрыве имеет пряжа, шлихтованная раствором привитого сополимера коллагена с МАА.

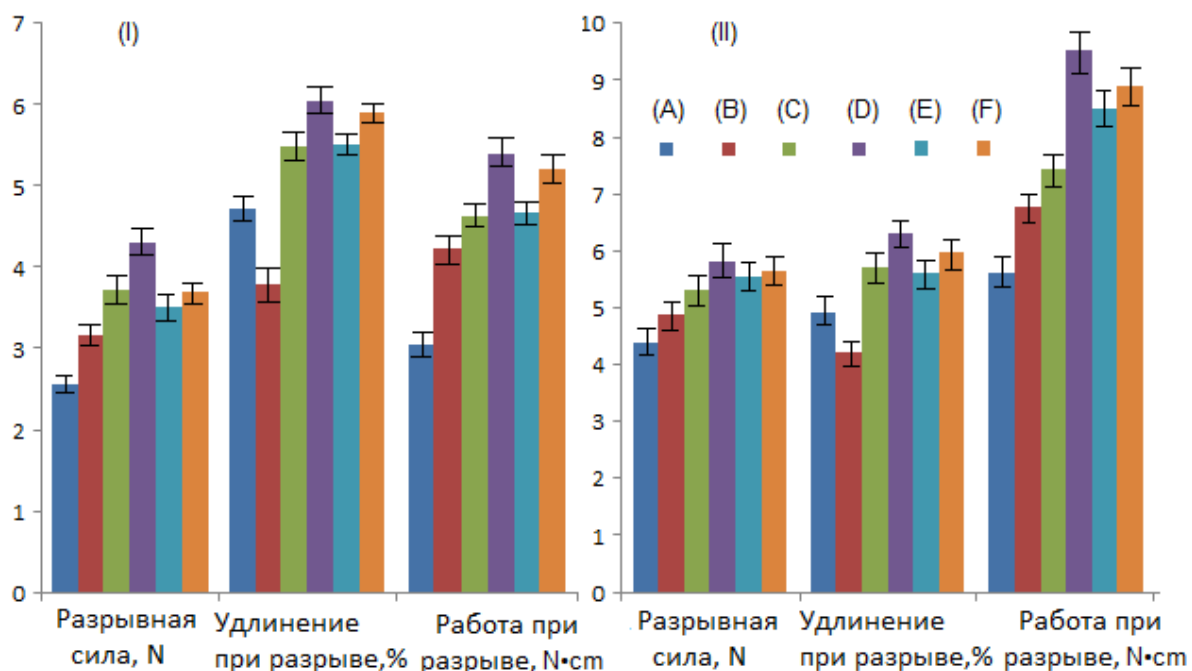


Рис. 13. Физико-механические свойства нитей хлопковой пряжи с линейной плотностью 19 текс (I) и 30 текс (II): не шлихтованная пряжа (A), шлихтованная пряжа растворами крахмала (B) и привитых сополимеров коллагена с АА (C), МАА (D), АК (E), МАК (F)

Прочность хлопковых волокон увеличивается при обработке их крахмала, особенно привитыми сополимерами коллагена. По физико-механическим свойствам видно, что прочность волокон при растяжении увеличивается на $12 \div 36\%$, удельная прочность при растяжении на $7 \div 39\%$, относительное удлинение при разрыве на $4 \div 24\%$, работа при разрыве на $9 \div 61\%$.

Процесс расшлихтовки также важен при подготовке текстильных материалов к химической отделке. Степень расшлихтовки проверялась путем изменения линейной плотности (табл. 3) и капиллярности (табл. 4) пряжи 30 текс после каждого процесса.

Таблица 3

Изменение линейной плотности пряжи после шлихтовки и расшлихтовки

Линейная плотность исходной нити, текс	Линейная плотность нитей после шлихтовки, текс				Линейная плотность нитей после расшлихтовки, текс			
	Кол-АА	Кол-МАО	Кол-АК	Кол-МАК	Кол-АА	Кол-МАО	Кол-АК	Кол-МАК
30	42	41	36	38	Щелочная расшлихтовка			
					32	33	32	33
					В растворе протеазы			
					30	30	29	29

Как видно из данных таблиц после шлихтовки растворами привитых сополимеров линейная плотность пряжи увеличивается на $25-30\%$. После расшлихтовка в мыльно-содовом растворе на поверхности пряжи остается незначительное количество шлихты, поэтому линейная плотность пряжи не возвращается к исходному номинальному значению. В случае расшлихтовки в растворе протеазы проклеивающее вещество полностью удаляется из поверхности пряжи. Эти данные подтверждены величиной капиллярности нитей пряжи. Привитые сополимеры коллагена с акриловыми мономерами

содержать гидрофильные функциональные группы, поэтому они не уменьшают капиллярность нитей пряжи. В процессе расшлихтовки, особенно в растворе протеазы, после удаления проклеивающего вещества пористость нитей увеличивается, соответственно возрастает их капиллярность.

Таблица 4

Изменение капиллярности пряжи после шлихтовки и расшлихтовки

Капиллярность исходной пряжи, мм	Капиллярность пряжи после шлихтовки, мм				Капиллярность пряжи после расшлихтовки, мм			
	Кол- АА	Кол- МАО	Кол- АК	Кол- МАК	Кол- АА	Кол – МАО	Кол- АК	Кол - МАК
36	36	35	37	35	Щелочная расшлихтовка			
					39	41	39	40
					В растворе протеазы			
					43	48	45	51

Результаты SEM-EDS исследований поверхности шлихтованной и расшлихтованной хлопковой пряжи показывают полное удаление привитых сополимеров в процессе расшлихтовки (рисунок 14).

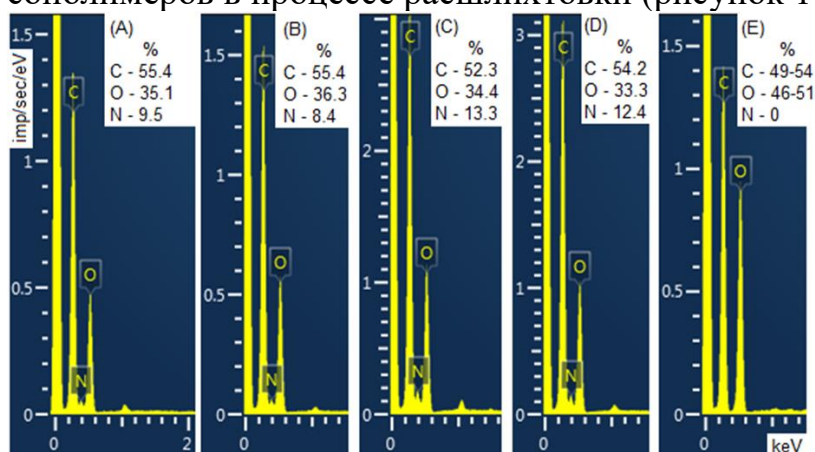


Рис. 14. SEM-EDS поверхности хлопковой пряжи: шлихтованный привитыми сополимерами (А) – Коллаген-АК, (Б) – Коллаген-МАК, (С) – Коллаген-АА, (Д) – Коллаген-МАО, (Е) – после расшлихтовки

Как видно из рисунка 14 элементный состав поверхности шлихтованной пряжи свидетельствует о наличии привитого сополимера коллагена. Как и ожидалось, массовая доля азота увеличивается в ряду с МАК, АК, МАО и АА, в соответствии с составом привитых сополимеров. После биологической расшлихтовки ни в одном из образцов азот не обнаружен, что подтверждает полное удаление шликты с поверхности пряжи. Отсюда вытекает, что биохимическая расшлихтовка ткани, полученной плетением шлихтованной привитыми сополимерами коллагена хлопковой пряжи, способствует улучшению подготовки ткани к химической отделке.

Шлихтование хлопчатобумажных нитей привитыми сополимерами коллагена АА и МАО имеет ряд преимуществ. А именно, меньший расход химикатов и более низкая температура по сравнению с крахмалосодержащим проклеивающим раствором. Известно, что температура проклейки крахмалом составляет 70-75°C, а относительная влажность в шлихтующем цехе высокая во время проклейки крахмалом. Это, в свою очередь, обуславливает высокий расход энергии. Наиболее важным положительным моментом являются то, что коллаген, содержащийся в используемом растворе шликты, получен из местного вторичного сырья, имеет низкие энергозатраты, является

экологически безопасным, улучшает морфологию нити и экономически эффективен.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Впервые синтезированы привитые сополимеры коллагена с акриламидом и метакриламидом в водном растворе, гомогенной среде, в присутствии инициатора персульфата калия, определены условия и выход продуктов реакций, степень и эффективность прививки, молекулярная масса привитых цепей.

2. Определены порядок реакции привитой сополимеризации по акриlamиду (1,62) и метакриlamиду (1,71), порядок реакции по персульфату калия (0,92 и 0,86 соответственно), эти значения указывают на участие при образовании активных центров наряду с инициатором молекул мономера или коллагена, присоединение мономеров как к привитым, так и к свободным цепям. Общая энергия активации реакции прививки акриlamида составляет 39,2 кДж/моль, а метакриlamида 48,9 кДж/моль, эти значения намного меньше, чем для реакции свободнорадикальной полимеризации и указывают на совершение процесса в энергетически выгодных условиях.

3. Доказано с помощью ИК-Фурье спектроскопических и ^{13}C и ^1H ЯМР исследований образование активных центров привитой сополимеризации на атоме азота в результате окислительно-восстановительного взаимодействия персульфата калия при участии воды с пептидной группой коллагена, образование привитых цепей полиакриlamида и полиметакриlamида в результате разрыва π связей молекул мономера.

4. На основании сведений СЭМ-ЭДС анализов определены состав привитых сополимеров, более активная прививка ненасыщенных кислот, чем из амидов. Прививка к макромолекулам коллагена поли(мет)акрилатов способствует устранению основного недостатка коллагена в качестве шлихтующего реагента: жесткости и хрупкости пленки. При образовании полимерной пленки из раствора сополимера коллагена с (мет)акриловой кислотой на поверхности образца появляются микротрещины, микротрещины отсутствуют в пленках сополимеров с (мет)акриламидом.

5. Для шлихтования хлопковой пряжи, взамен крахмалу и не модифицированному коллагену предложены привитые сополимеры коллагена с (мет)акриловой кислотой и (мет)акриламидом. Показано образование новых межмолекулярных водородных связей между гидроксильными группами хлопковой целлюлозы и карбоксильными и амидными группами привитых сополимеров. Разработанная шлихта полностью покрывает поверхность пряжи и частично проникает вглубь нити, создает на нитях эластичную оболочку, устойчивую к истиранию, не нарушающую гибкость нити и не делает пряжу ломкой и жесткой. После шлихтования улучшаются основные физико-механические свойства пряжи. Показано полное удаление привитых сополимеров с поверхности пряжи в процессе биохимической расшлихтовки с помощью фермента протеазы.

**ONE-TIME SCIENTIFIC COUNCIL BASED ON THE SCIENTIFIC
COUNCIL DSc.03/30.12.2019.T.08.01 FOR AWARDED ACADEMIC
DEGREES
AT THE TASHKENT INSTITUTE OF TEXTILE AND LIGHT INDUSTRY**

TASHKENT INSTITUTE OF TEXTILE AND LIGHT INDUSTRY

IBODULLOYEV BEKZOD SHUXRAT UGLI

**CREATION OF A SIZING REAGENT FOR COTTON YARN BASED ON
GRAFTED COLLAGEN COPOLYMERS WITH ACRYLIC MONOMERS**

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

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

Tashkent – 2024

The theme of the dissertation for the degree of Doctor of Philosophy (PhD) in Chemical Sciences is registered with the Higher Attestation Commission under the Ministry of Higher Education, Science and Innovation of the Republic of Uzbekistan under No. B2024.1.PhD/K746.

The dissertation was completed at the Tashkent Institute of Textile and Light Industry. The dissertation abstract in three languages (Uzbek, Russian, English) is posted on the website of the Scientific Council at (www.ttyesi.uz) and the Information and Educational Portal "Ziyonet" at (www.ziyonet.uz).

Scientific supervisor:

Rafikov Adham Salimovich
doctor of chemical sciences, professor

Official opponents:

Bekchanov Davronbek Jumanazarovich
doctor of chemical sciences, professor

Amirova Nodira Salikovna
candidate of technical sciences, associate professor

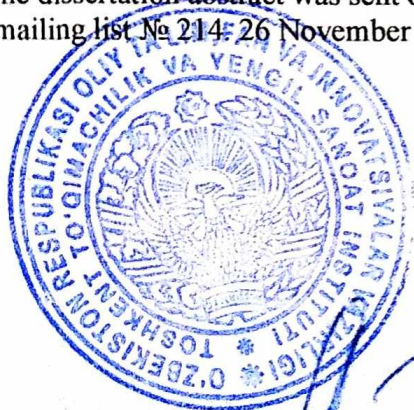
Leading organization:

Tashkent institute of chemical technology

The defense of the dissertation will take place on 12 December 2024 at 14⁰⁰ o'clock at the meeting of the scientific council DSc.03/30.12.2019.T.08.01 at the Tashkent Institute of Textile and Light Industry (address: 100100, Tashkent, Shokhjakhon-5 street. Tel: (0371) 253-06-06, faks (0371) 253-36-17; e-mail: titlp_info@edu.uz)

The dissertation can be found at the Information Resource Center of the Tashkent Institute of Textile and Light Industry (registration number 214). Address: 100100, Tashkent, Shokhjakhon-5 street. Tel: (0371) 253-06-06 fax (0371) 253-36-17; e-mail: pochta@ttyesi.uz

The dissertation abstract was sent out on 26 November 2024.
(mailing list № 214: 26 November 2024).



Kh.Kh.Kamilova
Chairman of one-time Scientific Council on Award
of scientific degrees, d.t.s., professor

A.Z.Mamatov
Scientific Secretary one-time Scientific Council on
Award of scientific degrees, d.t.s., professor

I.A.Nabiyeva
Chairman of the Scientific Seminar under one-time
Scientific Council on Award of scientific degrees,
d.t.s., professor

INTRODUCTION (PhD dissertation abstract)

The purpose of the research is to synthesize grafted copolymers of collagen with (meth)acrylamide, determine their properties and develop recommendations for their use in the process of sizing cotton yarn.

The object of the study is collagen, acrylamide and methacrylamide, acrylic and methacrylic acids, potassium persulfate, protease enzyme, cotton yarn with a linear density of 19 and 30 tex.

The scientific novelty of the study is as follows:

grafted copolymers of collagen with acrylamide and methacrylamide in an aqueous solution in the presence of potassium persulfate as an initiator were synthesized, the reaction mechanism was proven;

regularities of the interrelations of the parameters of the degree and efficiency of grafting, the molecular weight of grafted chains from time, concentration and temperature were developed;

it was determined that the copolymers collagen-poly(meth)acrylamide, collagen-poly(meth)acrylic acid form intermolecular hydrogen bonds with cotton cellulose and form a strong polymer film on the surface of the threads;

it was proven that grafting acrylic monomers eliminates the main disadvantage of collagen as a sizing - the fragility of the polymer film and increases its elasticity.

Implementation of research results. Based on the obtained scientific results on the synthesis, determination of the physicochemical and applied properties of grafted collagen copolymers:

Grafted collagen copolymers have been introduced into the production process at the Beruniy Textile Invest LLC enterprise for sizing cotton yarn before weaving (Reference from the Association "O'zto'qimachilik sanoat" 03/25-713 dated April 1, 2024). As a result, it was found that during the sizing process, a solution of collagen and poly(meth)acrylamide copolymer forms a strong layer on the thread surface that is resistant to friction, due to which the thread becomes elastic (flexible) and the sizing film does not fall off its surface;

The method of sizing warp threads with a composition based on grafted collagen copolymers has been implemented at the enterprise Bukhara Natural Product LLC (Reference from the association "O'zto'qimachilik sanoat" 03/25-713 dated April 1, 2024). As a result of sizing with grafted collagen copolymers, the tensile strength of the threads increased by 12-36%, specific tensile strength - by 7-39%, elongation at break - by 4-24%, work at break - by 9-61%, fiber fineness by 32-41% and the number of neps by 27-35% decreased, compared to threads sized with a starch solution.

Structure and volume of the dissertation. The dissertation work consists of an introduction, four chapters, a conclusion, a list of references, and an appendix. The volume of the dissertation is 108 pages.

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

1-bo'lim. Раздел-1. Part-1

1. Rafikov A.S., Ibodulloyev B.Sh., Yasinskaya N.N., Khakimova M.Sh. Graft copolymers of collagen and acrylic monomers—Reagents for sizing of cotton yarn// Polymer engineering and science. Volume 64, Issue 5 May 2024 Pages 2018-2034. <https://doi.org/10.1002/pen.26668> (Citescore 4.1; IF 5.0)
2. K.S.Fayzullayeva, M.M.Zubaydullayeva, B.SH.Ibodulloyev, A.S.Rafikov. Paxta matosini oxordan biokimyoviy tozalash// O'zbekiston to'qimachilik jurnali 3 son 2023. 88-95 bet.(05.00.00; №17)
3. Ibodulloyev B.Sh., Rafikov A.S. Kollagenning akril monomerlari bilan suvda eruvchan payvand soplimerlari paxta kalavasini ohorlovchi agenti sifatida// O'zbekiston to'qimachilik jurnali. 1 son 2023. 115-123 bet. (05.00.00; №17)
4. Karimov S. Kh., Ibodulloyev B. Sh., Iskandarov A. Yu., Soyibova D. B. The Mechanism of Graft Copolymerization of Acrylic, Vinyl Monomers with Natural Polymers// AIP Conference Proceedings 2430, 020009 (2022); <https://doi.org/10.1063/5.0077263> (Citescore 0.7; IF 3.1)
5. Rafikov A.S., Nabiev N.D., Karimov S.Kh., Ibodulloev B.Sh., Mirzayev N.B. Getting Graft Cellulose Copolymers and Acrylic Monomers// International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE). ISSN: 2277-3878, Volume-8 Issue-4, page 719-723. <https://DOI:10.35940/ijrte.D6816.118419> (Citescore 0.1; IF 0.2)
6. Рафиков А.С., Абдусаматова Д.О., Ибрагимов А.Т., Ибодуллоев Б.Ш. Кинетические параметры сополимеризации изопренового, бутадиен-стирольного и бутадиен-нитрильного каучуков с бутилметакрилатом// Узбекский химический журнал. 2019. № 2. С-3-8. (02.00.00; №6)

II bo'lim (часть; part)

7. Ibodulloyev B.Sh., Rafikov A.S., Djalilov Sh.S. Sizing and desizing of cotton yarns based on graft copolymers of collagen with acrylic monomers// Abstracts of the 57th International Scientific and Technical Conference of Teachers and Students. Vitebsk 2024. 19 April. P. 436-438
8. Ibodulloyev B.Sh., Rafikov A.S., Karimov S.X. Paxta kalavasini kollagenning payvand sopolimerlari bilan oxorlash// «Termoreaktiv oligomerlar, polimerlar saqllovchi chiqindilar, polifunksional birikmalar va ular asosida polimer materiallar yaratishning istiqbollari» mavzusidagi k.f.d., prof. F.A. Magrupovning 80-yillik xotirasiga bag'ishlangan Respublika ilmiy-amaliy anjumanining ilmiy ishlar to'plami 18-19 yanvar. Toshkent. 2024. 99 bet.
9. Ibodulloyev B.Sh., Rafikov A.S. Sizing cotton yarns with graft copolymers based on collagen and acrylic monomers// "Soha korxonalari uchun yuqori malakali kadrlar tayyorlashda dual ta'limning o'рни hamda fan, ta'lim, ishlab chiqarish

klasterlarini rivojlantirishda innovatsion yondoshuvlar” mavzusiga bag‘ishlangan xalqaro ilmiy-amaliy anjumani to‘plami 28-noyabr. 2023. 437-439 bet.

10. Отенов И.А., Рейимов А.Ф., Ибодуллоев Б.Ш., Рафиков А.С. Облагораживание хлопковых волокон с полимерными композициями при процессе прядения// Тезисы докладов 55-й Международной научно-технической конференции преподавателей и студентов. Витебск 2022. 135 с.

11. Каримов С.Х., Шеримбетов И.У., Ибодуллоев Б.Ш. Физико-механические свойства шелковых полотен с привитыми синтетическими полимерами// “Актуальные проблемы инновационных технологий хлопкоочистительной, текстильной, легкой промышленности, полиграфического производства и их решения в условиях интеграции науки, образования и производства. Сборник материалов республиканской научно-практической конференции. 18-19 мая. Ташкент-2022. 3 с.

12. Ibodulloyev B.Sh., Rafikov A.S. Paxta kalava iplarini kollagenning payvand sopolimerlari bilan ohorlash// “Fan, ta’lim, ishlab chiqarish integratsiyalashuvi sharoitida paxta tozalash, to‘qimachilik, yengil sanoat, matbaa ishlab chiqarish innovatsion texnologiyalari dolzarb muammolari va ularning yechimi” Respublika ilmiy – amaliy anjuman materiallari to‘plami 18-19 may Toshkent-2022. 162 bet.

13. Каримов С.Х., Ходжаева С.О., Ибодуллоев Б.Ш. синтез термоэластопласта при сополимеризации синтетического каучука с бутилметакрилатом// “Актуальные проблемы инновационных технологий хлопкоочистительной, текстильной, легкой промышленности, полиграфического производства и их решения в условиях интеграции науки, образования и производства. Республиканская научно-практическая конференция. Ташкент-2021. 46 с.

14. Каримов С.Х., Ибодуллоев Б.Ш., Сойибова Д.Б. Кинетические закономерности привитой сополимеризации акриловых мономеров с фиброином натурального шелка// “Актуальные проблемы химико-технологических наук. Материалы республиканской научно-практической конференции. Ташкент 2021. 316 с.

15. Xodjaeva S.O., Ibodullaev B.Sh., Islamxodjaev A.A., Ibragimov A.T. Poyabzal uchun latekssimon dispers yelimli kompozitsiya// Kimyoning dolzarb muammolari. Professor-oqituvchilar va yosh olimlar ilmiy-amaliy anjumani materiallari .4-5 fevral. Toshkent 2021. 421 bet.

16. Каримов С.Х., Набиев Н.Д., Ибодуллоев Б.Ш. Разработка функциональной одежды с огнезащитной отделкой// «Инновационные идеи и разработки талантливой молодежи в условиях модернизации хлопкоочистительной, текстильной, легкой промышленности, техники и технологий полиграфического производства» Республиканская научно-практическая конференция. 20-21 октября. Ташкент-2021. 361 с.

17. Каримов С.Х., Сойибова Д.Б., Ибодуллоев Б.Ш. Инициирование, рост и обрыв ривитых к коллагену и фиброину полимерных цепей функционально-активных мономеров// Тезисы докладов 54-й Международной научно-технической конференции преподавателей и студентов. Витебск 2021. 185 с.

18. Каримов С.Х., Набиев Н.Д., Ибодуллоев Б.Ш., Усманова Ф.С. Изучение возможности производства ткани со специальными свойствами путем модификации целлюлозы// “Развитие и будущее химии природных соединений в Узбекистане». Сборник материалов научно-практической конференции. 27 мая 2021 г. 108 с.

19. Ibodulloyev B.Sh., Rafikov A.S. Kompozitsion qog‘oz olish uchun paxta linti sellulozasi va akril monomerlari bilan payvand sopolimerlar sintezi// Paxta tozalash, to‘qimachilik, yengil sanoat, matbaa ishlab chiqarish texnika-texnologiyalarni modernizatsiyalash sharoitida iqtidorli yoshlarning innovatsion g‘oyalari va ishlanmalari. Respublika ilmiy – amaliy onlayn tezislar to‘plami. 18 noyabr 2020. 309-312 bet.

20. Reyimov A.F., Rafikov A.S., Ibodulloyev B.Sh. Kollagen eritmasini konduktometrik usulda tahlili// To‘qimachilik matolarini pardoqlash va qog‘oz sanoati ishlab chiqarishdagi innovatsion texnologiyalar. Xalqaro ilmiy-amaliy seminar tezislar to‘plami. Toshkent 2019. 172 bet.

21. Reyimov A.F., Karimov S.X., Ibodulloyev B.Sh. Kollagen eritmasini spektral va konduktometrik usulda tahlili// “Mashinashunoslikning dolzarb muammolari va ularning yechimi” Akademik X.X.Usmonxo‘jaev tavalludining 100 yilligiga bag‘ishlangan Respublika ilmiy-amaliy konferentsiyasi maqolalar to‘plami. 20-21 noyabr. Toshkent-2019. 47-50 bet.

22. Xodjaeva S.O., Ibragimov A.T., Ibodulloyev B.Sh. Poyabzal ishlab chiqarishdagi dispers lateks materiallarining olinish usullari ishlanmasi – elastopolimerli yelimsimon kompozitsiyalarini yaratilishining ilmiy asosidir//O‘zbekiston Milliy universiteti xabarleri, 2021, [3/1]. 305-308 bet.

Avtoreferat “O‘zbekiston to‘qimachilik jurnali” ilmiy – texnikaviy jurnali
tahririyatida tahrirdan o‘tkazildi va o‘zbek, rus, ingliz tillaridagi matnlari mosligi
tekshirildi (30.10.2024 y.)

Bosishga ruxsat etildi: 23.11.2024 yil.
Bichimi 60x45 1/8, “Times New Roman”
Garniturada raqamli bosma usulida bosildi.
Shartli bosma tabog‘i 4. Adadi:60. Buyurtma №-77.
TTYSI bosmaxonasida chop etildi.
Toshkent shahri, Shohjahon ko‘chasi, 5-uy.

