

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

**ZUBAYDULLAYEVA MALIKA MURATOVNA**

**PAXTA – LAVSAN MATOLARINI KOLLAGEN METALL KOMPLEKSLARI  
BILAN BO‘YASHNING KIMYOVIY TEXNOLOGIYASINI 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 abstract of doctor of philosophy (PhD) on  
chemical science**

**Zubaydullayeva Malika Muratovna**

Paхта – lavsan matolarini kollagen metall komplekslari bilan bo‘yashning kimyoviy texnologiyasini yaratish .....3

**Зубайдуллаева Малика Муратовна**

Создание химической технологии крашения хлопка – лавсановых полотен металлокомплексами коллагена.....21

**Zubaydullaeva Malika Muratovna**

Creation of chemical technologies for dyeing cotton-lavsan fabrics with collagen metal complexes.....39

**E‘lon qilingan ishlar ro‘yxati**

**Список опубликованных работ**

**List of published works.....43**

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

**ZUBAYDULLAYEVA MALIKA MURATOVNA**

**PAXTA – LAVSAN MATOLARINI KOLLAGEN METALL KOMPLEKSLARI  
BILAN BO‘YASHNING KIMYOVIY TEXNOLOGIYASINI 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/K745 raqam bilan ro'yxatga olingan.**

Dissertatsiya Toshkent to'qimachilik va yengil sanoat institutida bajarilgan.

Dissertatsiya avtoreferati uch tilda (o'zbek, rus va ingliz (rezyume)) Ilmiy kengashning veb-sahifasida ([www.ttyesi.uz](http://www.ttyesi.uz)) va "Ziyonet" Axborot ta'lim portalida ([www.ziyonet.uz](http://www.ziyonet.uz)) joylashtirilgan.

**Ilmiy rahbar:**

**Rafikov Adxam Salimovich**  
kimyo fanlari doktori, professor

**Rasmiy opponentlar:**

**Ismoilov Ravshan Isroilovich**  
kimyo fanlari doktori, professor

**Xasanova Saodat Xaitovana**  
texnika fanlari nomzodi, dotsent

**Yetakchi tashkilot:**

**Toshkent kimyo texnologiya instituti**

Dissertatsiya himoyasi Toshkent to'qimachilik va yengil sanoat instituti huzuridagi DSc.03/30.12.2019.T.08.01 raqamli ilmiy kengash asosida bir martalik Ilmiy kengashning 2024 yil 12 dekabr soat 10<sup>00</sup> dagi majlisida bo'lib o'tadi. (Manzil: 100100, Toshkent sh., Yakkasaroy tumani, Shohjaxon-5. Tel.: (99871) 253-06-06, 253-08-08, faks: (99871) 253-36-17; e-mail: [titlp\\_info@edu.uz](mailto:titlp_info@edu.uz)).

Dissertatsiya ishi bilan Toshkent to'qimachilik va yengil sanoat institutining Axborot-resurs markazida tanishish mumkin (213-raqam bilan ro'yxatga olingan). Manzil: Manzil: 100100, Toshkent sh., Yakkasaroy tumani, Shohjaxon-5. Tel.: (99871) 253-06-06, 253-08-08, faks: (99871) 253-36-17; e-mail: [titlp\\_info@edu.uz](mailto:titlp_info@edu.uz)).

Dissertatsiya avtoreferati 2024 yil 26 noyabr kuni tarqatildi.  
(2024 yil 26 noyabrdagi 213-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 daraja beruvchi Ilmiy kengash asosidagi bir martalik ilmiy kengash ilmiy kotibi, t.f.d., professor

**D.B. Xudayberdiyeva**

Ilmiy daraja beruvchi Ilmiy kengash asosidagi bir martalik ilmiy kengash ilmiy seminar raisi o'rinbosari, t.f.d., professor

## **KIRISH (falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi avtoreferati)**

**Dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zarurati.** Hozirgi kunda jahon to‘qimachilik bozorida sintetik va tabiiy tolalardan iborat aralash matolar va ulardan tayyorlangan buyumlarga talab yuqori bo‘lmoqda, to‘qimachilik va yengil sanoat mahsulotlari qatorida yetakchi o‘rinlardan birini egallamoqda. Bunday materiallarning dizayni, fizik-mexanik va ekspluatatsion xossalari bo‘yicha qator afzalliklari ushbu holatni taqazo etadi. Xususan, paxta-lavsan tolalar aralashmasidan tayyorlangan matolarda paxtaning yuqori gigienik xususiyatlari va poliefir tolasining yuqori mexanik xususiyatlari tufayli kiyim-kechak va maishiy to‘qimachilik amaliyotida keng qo‘llanilmoqda. Shu bilan birga aralash tolali matolarda tabiiy va sintetik tolalarni bo‘yovchi modda molekulalari bilan o‘zaro ta’sirlanish mexanizmidagi farqlarni sayqallash muammolarining yechimini topish muhim ahamiyatga ega hisoblanadi.

Jahonda to‘qimachilik bo‘yovchi moddalarini yaratish va mavjudlarini modifikatsiyalash, jumladan, tabiiy xom ashyo asosidagi bo‘yovchi moddalardan foydalangan holda ekologik toza texnologiya yaratib, aralash tolali to‘qimachilik matolarini kimyoviy pardoqlashga yo‘naltirilgan ilmiy-tadqiqot ishlari olib borilmoqda. Bu borada, tabiiy va sintetik tolalarni bir xilda bo‘yaydigan bo‘yovchi moddalarning yangi sinfini yaratishga, bo‘yashning bir bosqichli texnologiyalarini joriy etishga, turli xil tolalarning xossalarni saqlagan holda, ranglarni yuqori intensivlik va barqarorlikka erishishga, suvli ishlov berishlardan so‘ng koloristik xarakteriskalarini saqlab qolishga alohida e’tibor berilmoqda. Sintetik bo‘yovchi moddalar va ko‘plab kimyoviy moddalardan foydalangan holda murakkab, ko‘p bosqichli texnologiyalardan tabiiy biologik parchalanuvchi moddalar yordamida oddiyroq texnologiyalarga o‘tish, mavjud muammolarni yechishda katta ahamiyat kasb etmoqda.

Respublikamizda birlamchi qayta ishlashdan tayyor mahsulotgacha bo‘lgan to‘qimachilik klasterlari va yangi ishlab chiqarish quvvatlarining tashkil etilishi, mahalliy va xorijiy investorlarning jalb qilinishi, keng turdagi yuqori sifatli to‘qimachilik mahsulotlari ishlab chiqarishni tashkil etish, uni mahalliyashtirish, shuningdek, mahalliy ishlab chiqaruvchilarning eksport salohiyatini oshirishga qaratilgan kompleks chora-tadbirlar amalga oshirilib, muayyan natijalarga erishilmoqda. Shu bilan bir qatorda, kimyoviy tolalar va ular asosidagi aralash tolali matolarni ishlab chiqarishda keng quvvatli zamonaviy korxonalar yaratishga katta e’tibor berilmoqda. Yangi O‘zbekistonning 2022-2026-yillarda rivojlantirish strategiyasi<sup>1</sup> asosida Respublika to‘qimachilik sanoatini jadal rivojlanishini ta’minlash, sifatli va raqobatbardosh tayyor mahsulotlar ishlab chiqarishni kengaytirish, ularni yanada yirik tashqi bozorlarga olib chiqish bo‘yicha muhim vazifalar belgilab berilgan. Ushbu vazifalarni bajarishda, jumladan, tabiiy biopolimerlarning kompleks bo‘yovchi moddalaridan foydalangan holda paxta-lavsan

---

<sup>1</sup> O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 28-yanvardagi PF-60-sonli “2022- 2026-yillarga mo‘ljallangan Yangi O‘zbekistonning Taraqqiyot Strategiyasi To‘g‘risida” gi Farmoni.

aralash tolali matolarini bo'yashning bir bosqichli kimyoviy texnologiyasini yaratish muhim ahamiyat kasb etmoqda.

O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 28-yanvardagi PF-60-sonli "Yangi O'zbekistonning 2022-2026-yillarda rivojlantirish strategiyasi to'g'risida"gi, 2017-yil 14-dekabrda PF-5285-sonli "To'qimachilik va tikuv-trikotaj sanoatini jadal rivojlantirish chora-tadbirlari to'g'risida", 2023-yil 2-sentabrda PF-155-sonli "To'qimachilik sanoatini moliyaviy qo'llab-quvvatlashga doir qo'shimcha chora-tadbirlar to'g'risida"gi Farmonlari, 2019-yil 16-sentabrda "Yengil sanoatni yanada rivojlantirish va tayyor mahsulot ishlab chiqarishni rag'batlantirish chora-tadbirlari to'g'risida"gi PQ-4453-son qarori hamda mazkur faoliyatga tegishli boshqa me'yoriy-huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni amalga oshirishda ushbu dissertatsiya tadqiqoti muayyan darajada xizmat qiladi.

**Tadqiqotning respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining ustuvor yo'nalishlariga mosligi.** Mazkur tadqiqot Respublika fan va texnologiyalar rivojlanishining – VII "Kimyo. Kimyoviy texnologiyalar va nanotexnologiyalar" ustuvor yo'nalishiga muvofiq bajarilgan.

**Muammoning o'rganilganlik darajasi.** Paxta va poliefir matolarini bo'yash va bo'yashga tayyorlash jarayonlarini tadqiq etish bilan xorijda B.M. Hayit, M.A. Yusuf, H.M. Ibrohim, H.A. Ameen, A.M. Saloh, F.R. Oliveriya, D.A.J. De Oliveyra, F. Steffens, J.H.O. Nascimento, K.K.O.S. de Silva, A.P. Souto shug'ullanishgan. Ipak va paxta matolarini pardoqlash jarayonida o'simliklar, hayvonlar va mikroorganizmlardan olingan tabiiy bo'yovchi moddalardan sintetik bo'yovchi moddalarga ekologik toza muqobil sifatida foydalanish Periyasamy A.P., Seitthanabutara V., Chumwangwapee N., Suksri A., Vongwuttanasatian T., Uddin M.A., Yasukava A., Fukuyama M., Iwai K., Jiangning Che, Xinghua Teng, Junling Ji ilmiy ishlarida ko'rib chiqilgan. Iqtisodiyotning turli tarmoqlarida tabiiy polimerlar, jumladan, kollagenning metall komplekslaridan foydalanish bo'yicha tadqiqotlar Chengfey Yue, Changkun Ding, Jieliang Su. Bowen Cheng, Meifeng Li, Xiaoling Wang, Guidong Gong, Yi Tang, Yaoyao Chjan, Junling Guo, Xuepin Liao, Bi Shi va boshqa olimlar tomonidan amalga oshirilgan.

O'zbekiston Respublikasida aralash to'qimachilik matolarini kimyoviy pardoqlash masalalari boyisha tadqiqotlar M.Z. Abdukarimova, K.E. Ergashev, I.A. Nabiyeva, D.B. Xudoyberdiyeva va boshqalar tomonidan bajarilgan. Tabiiy ipak va sellyuloza metall komplekslaridan matolarni bo'yashda foydalanish Sh.G. Abdurahmonova, Sh.N. Rasulovalar ishlarida ko'rib chiqilgan, D.B. Sodiqovanning ishlari kollagen komplekslarini oraliq metall ionlari bilan sintez qilish va o'rganishga bag'ishlangan. Tadqiqotchilar, asosan, tolalar aralashmasidan tayyorlangan matolarni bo'yashning ikki bosqichli usulini taklif qilishadi: tabiiy komponent faol yoki to'g'ridan-to'g'ri bo'yovchi modda bilan vannada bo'yalgan, sintetik komponent pigment bo'yovchi modda bilan alohida bo'yalgan. Tabiiy va sintetik tolalar aralashmasidan tayyorlangan to'qimachilik matolarini an'anaviy usullar yordamida bir xil, barqaror, bir bosqichli va ekologik toza bo'yash bo'yicha tadqiqotlar yetarlicha o'tkazilmagan.

**Tadqiqotning dissertatsiya bajarilgan oliy ta'lim muassasasining ilmiy-tadqiqot ishlari rejalari bilan bog'liqligi.** Dissertatsiya tadqiqoti Toshkent to'qimachilik va yengil sanoat instituti ilmiy-tadqiqot rejasining IL-4821091581 "Sellyuloza to'qimachilik materiallarini biokimyoviy modifikatsiyasi" (2022-2024) fundamental va A-12 "Tabiiy va sintetik payvand sopolimerlari asosida tolali materiallar ishlab chiqarish" (2015-2017) amaliy loyihalari doirasida bajarilgan.

**Tadqiqotning maqsadi** paxta-lavsan aralash to'qimachilik matolarini kollagen metall komplekslari bilan bo'yashning kimyoviy texnologiyasini yaratishdan iborat.

**Tadqiqotning vazifalari:**

dastlabki komponentlarning turli massa nisbatlarida sintez qilingan xrom (III) va mis (II) ionlari bilan kollagen komplekslarining paxta, poliefir va paxta-lavsan matolarining bo'yash parametrlariga ta'sirini aniqlash;

kollagen kompleks bo'yovchi moddaning sellyuloza va poliefir tolalari bilan fizik-kimyoviy o'zaro ta'sirini o'rnatish;

aralash materialni kollagen komplekslari bilan bo'yash uchun tayyorlash rejimlarini aniqlash;

bo'yash haroratining, muhit vodorod ko'rsatkichining kompleks bo'yovchi modda bilan turli tolalarni bo'yashda kimyoviy bog'lanish darajasini aniqlash;

paxta, poliefir va aralash tolali matolarning bo'yalgan namunalari fizik-kimyoviy xossalari, rang xususiyatlari, sovunli ishlov berishda rang chidamliligi, yorug'likka chidamliligini aniqlash;

paxta-lavsan matolarini kollagenning metall kompleks bo'yovchi moddasi bilan bir bosqichli bo'yashning texnologik sxemasi va parametrlarini ishlab chiqish.

**Tadqiqotning obyekti** sifatida kollagen eritmalari, tuzlar  $Cr_2(SO_4)_3$ ,  $CuSO_4$ , ular asosidagi koordinatsion birikmalar, paxta, poliefir va paxta-lavsan to'qimachilik materiallari, bo'yashga tayyorlash jarayonlari uchun reagentlar ( $NaOH$ ,  $H_2O_2$ ,  $Na_2SiO_3$ , SAM) olingan.

**Tadqiqotning predmetini** to'qimachilik materiallarini kollagen metall komplekslari bilan bo'yashning kimyoviy texnologiyasi, bo'yash sharoitlari, bo'yalgan to'qimachilik matolarining tarkibi, tuzilishi, mikrostrukturasi va xossalari.

**Tadqiqot usullari.** Dissertatsiyada fizik-kimyoviy tadqiqot usullari, IQ-Furye spektroskopiya, rentgen fazali tahlili, skanerlovchi elektron mikroskopiya, differensial termik analiz, termogravimetrik tahlil, bo'yalgan namunalarning tashqi ta'sirlarga chidamlilik tahlili (nam ishlovga chidamlilik, yorug'lik, fizik-mexanik ta'sirlar) foydalanilgan.

**Tadqiqotning ilmiy yangiligi** quyidagilardan iborat:

an'anaviy ko'p bosqichli sintetik bo'yovchi moddalarga muqobil sifatida aralash paxta-lavsan to'qimachilik materiallarini samarali bir bosqichda bo'yash uchun tabiiy polimer – kollagen asosida yangi ekologik toza kompleks bo'yovchi modda yaratilgan;

komplers bo'yovchi modda paxta tolasi sellyulozasi bilan koordinatsion va ionli bog'lanishlar hosil qilish orqali kimyoviy o'zaro ta'sirlashuvga kirishi, bo'yovchi moddaning poliefir tolalarida mustahkamlanishi termofiksatsiya

jarayonida polietilentereftalat va kollagenning birga suyuqlanishi hisobiga sodir bo'lishligi isbotlangan;

paxta, lavsan va paxta-lavsan tolalarini kollagenning komplekslari bilan bo'yashda rang intensivligi va rang mustahkamligiga bo'yash parametrlari ta'sirining ahamiyati quyidagi qatorda kamayib borishligi (eritmaning pH ko'rsatkichi, komponentlarning dastlabki nisbati, fiksatsiya harorati) aniqlangan;

materialning tabiati, "kollagen- $Cr^{3+}$ " bo'yovchi moddaning tarkibi, bo'yash sharoitlari, bo'yalgan mato namunalariining fizik-kimyoviy va strukturaviy-mexanik xossalari, asosiy koloristik xususiyatlarining bog'liqliklari aniqlangan.

**Tadqiqotning amaliy natijalari** quyidagilardan iborat:

paxta-lavsan aralash matolarini kompleks bo'yovchi moddalar bilan bo'yashga tayyorlash uchun eritma tarkibi, konsentratsiya, harorat-vaqt rejimlari aniqlangan;

paxta-lavsan to'qimachilik matolarini kollagen va xrom (III) ionni kompleksi bilan bir bosqichli intensiv va bir tekisda bo'yalishi hamda mis (II) ionni kompleksi bilan kamroq intensivli bo'yalishi aniqlangan;

materialning tolalari yuzasida sifatli bo'yalish darajasini hosil qilish uchun kompleks bo'yovchi moddaning tarkibi, eritmaning konsentratsiyasi, bo'yash va termik barqarorlashtirish jarayonlarining vaqti, harorati, bo'yash eritmasining pH qiymati aniqlangan;

matolarning tuzilishi, morfologiyasi, fizik-kimyoviy, termik, koloristik xususiyatlarini o'rganish asosida aralash paxta-lavsan matolarni kollagen asosidagi yangi kompleks bo'yovchi modda bilan kimyoviy pardoqlashning texnologik sxemasi va texnologik rejimlari ishlab chiqilgan.

**Tadqiqot natijalarining ishonchliligi** olingan natijalarning koordinatsion birikmalarning tuzilishi, fizik-kimyoviy va fazalararo o'zaro ta'sirlashuvlar nazariyasiga mosligi, ularning takrorlanuvchanligi, spektroskopik, elektron mikroskopik, SEM-EDS, fizik-kimyoviy, termik va rentgenfazaviy tahlil natijalari bilan asoslanadi.

**Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati.**

Tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyati koordinatsion birikmalar sintezi, bo'yalgan materiallar namunalariini bo'yash va termik ishlov berish jarayonlarining kimyoviy jihatlarini aniqlanganligi, kollagenning koordinatsion birikmasini kislotali muhitda protonlanishi, ba'zi metall ionlari bilan ishqoriy muhitda cho'kishi va eritma muhiti neytral bo'lganda bo'yovchi modda sorbsiyasining eng yuqori darajasi aniqlanganligi bilan izohlanadi.

Tadqiqotning amaliy ahamiyati paxta-lavsan materiallarini kollagen metall komplekslari bilan bir bosqichli bo'yashning texnologik rejimlarini ishlab chiqilganligi, olingan namunalarning rang xususiyatlarini, sovun-sodali ishlov berishdan so'ng bo'yovchi moddaning sorbsiya darajasini va rang koordinatalarini amalda o'zgarmliligini, yorug'lik ta'siriga chidamliligini ta'minlash uchun matolarni eritmaga shimdirishning minimal va maksimal vaqti, eritmaning maqbul harorati, minimal, maksimal va optimal termofiksatsiya haroratlari aniqlanganligi bilan izohlanadi.



**Tadqiqot natijalarining joriy qilinishi.** To‘qimachilik matolarini kollagen komplekslari bilan bo‘yashning kimyoviy texnologiyasi bo‘yicha olingan natijalar asosida:

Kollagen: $Cr_2(SO_4)_3$  metall kompleksi paxta-lavsan matolarini bo‘yash kimyoviy texnologiyasi “Turon teks” MChJ korxonasi amaliyotiga joriy etilgan (“O‘zto‘qimachilik sanoat” uyushmasining 2024 yil 22 apreldagi 04/25-842-sonli ma‘lumotnomasi). Natijada kollagenning metall komplekslari bilan aralash to‘qimachilik matolarini bir bosqichli, intensiv va bir tekis bo‘yash imkonini bergan;

Paxta matosini bo‘yash uchun kollagen: $Cr_2(SO_4)_3$  metall kompleksi “CLASS TEX” MChJ ishlab chiqarish korxonasi amaliyotiga joriy etilgan (“O‘zto‘qimachilik sanoat” uyushmasining 2024 yil 22 apreldagi 04/25-842-sonli ma‘lumotnomasi). Natijada, tashqi ta’sirlarga chidamli paxta matosining rangi ko‘k-kulrangga ega bo‘lish imkonini bergan.

**Tadqiqot natijalarining aprobatsiyasi.** Ushbu tadqiqot natijalari 4 ta xalqaro va 10 ta respublika ilmiy-amaliy anjumanlarda muhokamadan o‘tkazilgan.

**Tadqiqot natijalarining e‘lon qilinganligi.** Dissertatsiya mavzusi bo‘yicha jami 19 ta ilmiy maqola chop etilgan, shulardan O‘zbekiston Respublikasi Oliy attestatsiya komissiyasining dissertatsiyalar asosiy ilmiy natijalarini chop etish uchun tavsiya etilgan ilmiy nashlarda 6 ta ilmiy maqola, jumladan 3 tasi respublika va 3 tasi xorijiy jurnallarda (shundan 2 tasi Scopus ma‘lumotlar bazasida) nashr etilgan.

**Dissertatsiyaning tuzilishi va hajmi.** Dissertatsiya tarkibi kirish, to‘rtta bob, xulosa, foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati va ilovalardan iborat. Dissertatsiyaning hajmi 120 betni tashkil etgan.

## DISSERTATSIYANING ASOSIY MAZMUNI

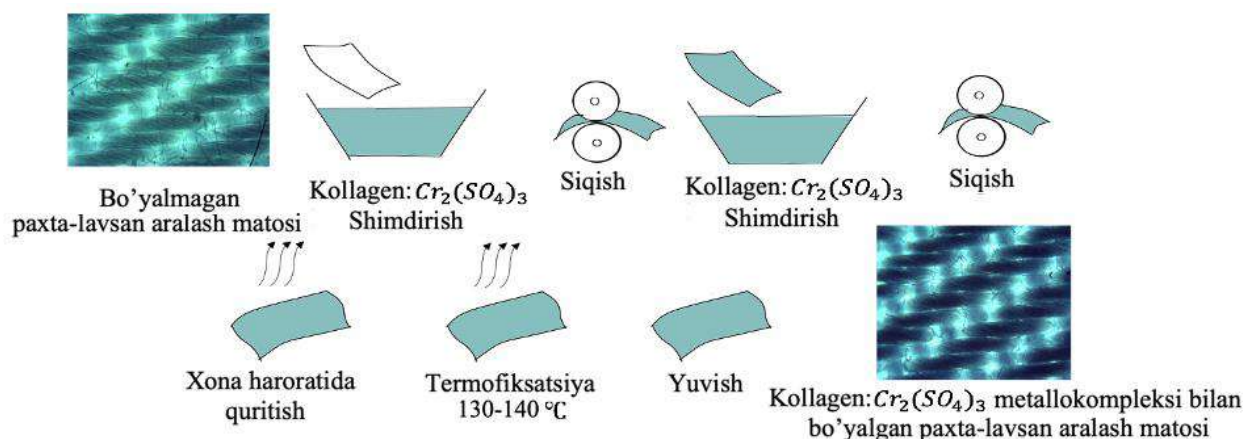
**Kirish** qismida o‘tkazilgan tadqiqotlarning dolzarbligi va zarurati asoslangan, tadqiqotning maqsadi va vazifalari, obykti va predmetlari tavsiflangan, respublikadagi fan va texnologiyalarning ustuvor yo‘nalishlariga mosligi ko‘rsatilgan, tadqiqotning ilmiy yangiligi va amaliy natijalari bayon qilingan, olingan natijalarning ilmiy va amaliy ahamiyati yoritilgan, natijalarni amaliyotga joriy qilish, nashr etilgan ilmiy ishlar va dissertatsiya tuzilishi bo‘yicha ma‘lumotlar keltirilgan.

Dissertatsiyaning **“To‘qimachilik matolarini polimerlarning metall komplekslari bilan bo‘yashga tayyorlash va bo‘yashning zamonaviy holati bo‘yicha analitik tahlil”** deb nomlangan birinchi bobida dissertatsiya mavzusiga oid chop etilgan ishlar manbalariga asoslangan ilmiy tadqiqotlar ko‘rib chiqilgan va tahlil qilingan. Aralash tolali to‘qimachilik matolarini kimyoviy pardozlash va to‘qimachilik matolarini bo‘yash uchun metall kompleks birikmalaridan, jumladan, kollagendan foydalanish bo‘yicha tadqiqotlar tahlil qilingan.

Dissertatsiyaning **“Materiallar va tadqiqot usullari”** deb nomlangan ikkinchi bobida tadqiqot obyektlarining tavsiflari, to‘qimachilik matolarini kollagen metall komplekslari bilan bo‘yash texnikasi, bo‘yalgan to‘qimachilik matolarining fizik-kimyoviy xossalari va koloristik parametrlarini o‘rganish usullari bayon etilgan.

Kollagenning  $Cr^{3+}$ ,  $Cu^{2+}$  metall ionlari bilan komplekslarini olish uchun, 10% kollagen eritmasi, 20%  $Cr_2(SO_4)_3 \cdot 6H_2O$  va  $CuSO_4 \cdot 5H_2O$  tuzlarining kristallogidratlaridan foydalanilgan. To‘qimachilik matolarini bo‘yashga tayyorlash

quyidagilardan boshlanadi: oxordan tozalash va qaynatish, oqartirish, merserizatsiyalash (paxta tolasi uchun) (1-rasm).



1-rasm. Kollagen metall komplekslari bilan matoni bo'yash texnologiyasi

Dissertatsiyaning “Bo'yovchi modda sintezi va bo'yashning texnologik parametrlari” deb nomlangan uchinchi bobida tadqiqot natijalari muhokama qilingan.

Kollagenning  $Cr^{3+}$  va  $Cu^{2+}$  ionlari bilan kompleks bo'yovchi moddalari kollagen va metall tuzlarining uch xil massa nisbatida sintez qilib olindi: 25:75, 50:50 va 75:25. Bo'yovchi moddaning sorbsiya va fiksatsiya darajasiga komponentlarning boshlang'ich nisbati, bo'yovchi modda eritmasining pH qiymati va fiksatsiya harorati ta'siri o'rganildi (1-jadval).

1-jadval

Mato namunalariga yutilgan va fiksatsiya bo'lgan bo'yovchi moddaning massasi

| Jarayonlar      | Paxta matosi                                   |       |       | Poliefir matosi |       |       | Paxta-lavsan matosi |       |       |
|-----------------|--|-------|-------|-----------------|-------|-------|---------------------|-------|-------|
|                 | Kollagen: $Cr_2(SO_4)_3$ massa nisbatlari      |       |       |                 |       |       |                     |       |       |
|                 | 25:75  | 50:50 | 75:25 | 25:75           | 50:50 | 75:25 | 25:75               | 50:50 | 75:25 |
|                 | Namunadagi bo'yovchi moddaning massa ulushi, % |       |       |                 |       |       |                     |       |       |
| Bo'yash         | 14,4   | 13,4  | 9,8   | 22,6            | 18,0  | 11,2  | 15,3                | 10,8  | 9,0   |
| Termofiksatsiya | 13,5   | 12,9  | 9,3   | 21,4            | 17,1  | 10,7  | 14,0                | 10,1  | 8,6   |
| Yuvish          | 6,2  | 10,7  | 7,8   | 1,2             | 4,0   | 1,1   | 2,8                 | 4,4   | 2,2   |
|                 | Kollagen: $CuSO_4$ massa nisbatlari            |       |       |                 |       |       |                     |       |       |
|                 | 25:75  | 50:50 | 75:25 | 25:75           | 50:50 | 75:25 | 25:75               | 50:50 | 75:25 |
|                 | Namunadagi bo'yovchi moddaning massa ulushi, % |       |       |                 |       |       |                     |       |       |
| Bo'yash         | 13,2   | 11,7  | 10,4  | 20,2            | 18,5  | 16,4  | 17,8                | 16,4  | 11,7  |
| Termofiksatsiya | 12,6   | 11,1  | 9,8   | 16,7            | 17,0  | 15,7  | 14,6                | 15,5  | 10,9  |
| Yuvish          | 2,4  | 5,1   | 3,8   | 0,0             | 0,1   | 0,0   | 0,2                 | 0,5   | 0,4   |

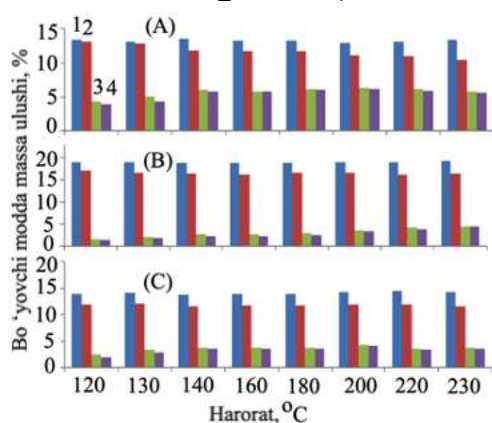
Bo'yovchi moddani matoga kimyoviy bog'lanishi uchun haroratning ta'siri 120-230°C oralig'ida o'rganildi (2 va 3-rasm).

Tadqiqot natijalariga ko'ra, kompleks bo'yovchi modda uchun eng samarali fiksatsiya harorati - 140°C tanlangan.

Uch xil mato tolalarini kollagen- $Cr^{3+}$  kompleks bo'yovchi modda bilan bo'yashda, fiksatsiya darajasiga ta'sirini aniqlashda mato tolalarida 9-11 % bo'yovchi modda qoldig'i bilan pH=6-8 (4,5-rasm) qiymatlarida yuqori yutilish ko'rsatkichlariga erishildi.

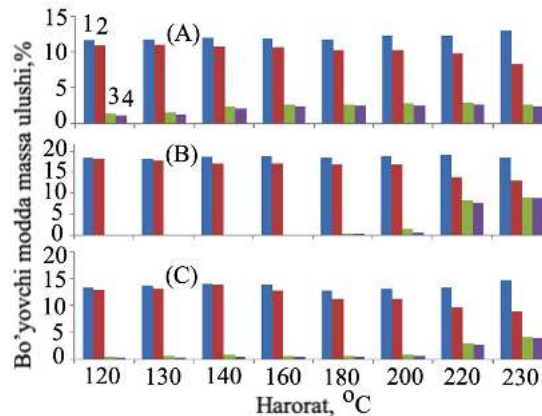
Kollagen- $Cu^{2+}$  kompleksi bilan matolarni bo'yashda qoniqarsiz natijalar olindi.

Bo'yovchi moddani mato tolalariga mustahkamlash uchun fiksatorlar sifatida kompleks bo'yovchi modda massasiga nisbatan 5% ba'zi bifunksional (rezorsin, qaxrabo kislotasi, glitserin) birikmalar sinovdan o'tkazildi.

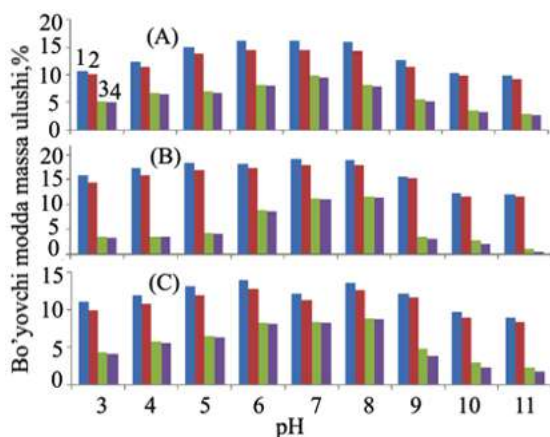


1. Bo'yashdan so'ng; 2. Termofiksatsiyadan so'ng; 3. Sovuq suvda yuvishdan so'ng;  
4. Sovun va sodali yuvishdan so'ng;

**2-rasm.** Paxta (A), poliefir (B) va paxta-lavsan (C) matolarida kollagen- $Cr^{3+}$  bo'yovchi moddasining massa ulushini termofiksatsiya haroratiga bog'liqligi

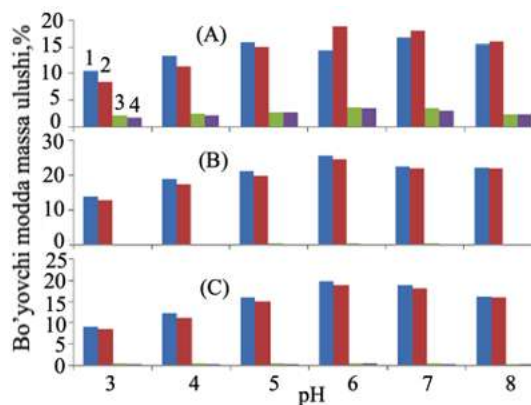


**3-rasm.** Paxta (A), poliefir (B) va paxta-lavsan (C) matolarida kollagen- $Cu^{2+}$  bo'yovchi moddasining massa ulushini termofiksatsiya haroratiga bog'liqligi



1. Bo'yashdan so'ng; 2. Termofiksatsiyadan so'ng; 3. Sovuq suvda yuvishdan so'ng;  
4. Sovun va sodali yuvishdan so'ng;

**4-rasm.** Paxta (A), poliefir (B) va paxta-lavsan (C) matolarida kollagen- $Cr^{3+}$  bo'yovchi moddasining massa ulushini pH ga bog'liqligi



**5-rasm.** Paxta (A), poliefir (B) va paxta-lavsan (C) matolarida kollagen- $Cu^{2+}$  bo'yovchi moddasining massa ulushini pH ga bog'liqligi

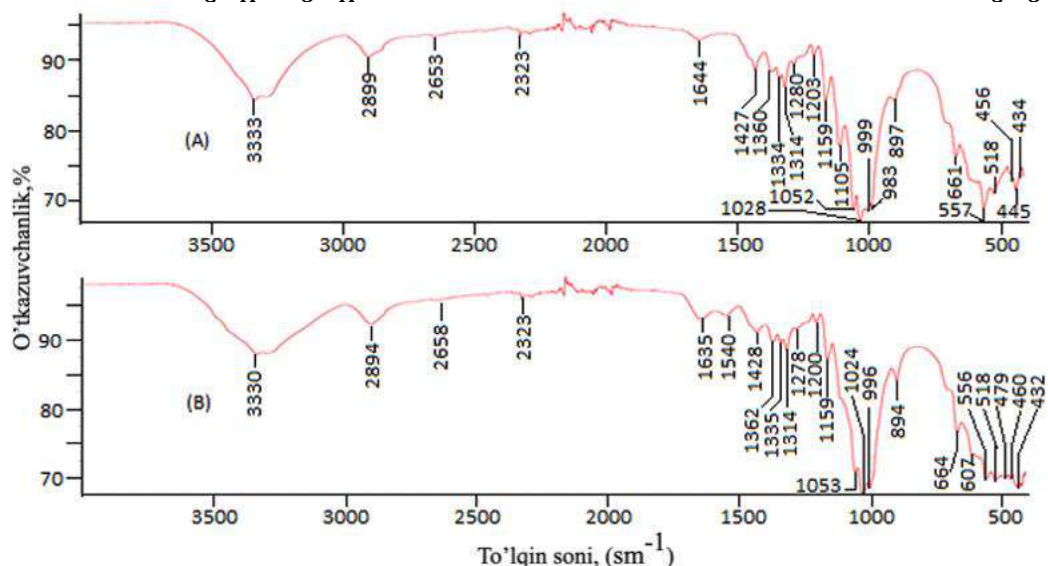
Glitserindan tashqari boshqa bifunksiyal birikmalardan foydalanish bo'yovchi moddani selluloza tolalariga mustahkam bog'lanmasligiga olib keladi. Paxta, poliefir va paxta-lavsan matolarini kollagen: $Cr_2(SO_4)_3$  kompleks birikmasi bilan

bo'yashda fiksator sifatida glitserin va kompleksning birlamchi eritmasidan foydalanganda qoniqarli natijalar olindi.

Kollagen:  $Cu^{2+}$  kompleksi sellyuloza va poliefir tolalarida kollagenning  $Cr^{3+}$  bilan kompleksiga nisbatan yomonroq mustahkamlanadi. Bundan tashqari, fiksatsiyalovchi qo'shimchalardan foydalanganda, mis (II) ionli kompleks bilan fiksatsiya yaxshi samara bermadi.

Keyingi tadqiqotlarni o'tkazish uchun na'munalarning xossalari aniqlashda pH=6-8 va fiksatsiya harorati 130-140°C bo'lganda, massa nisbati kollagen:  $Cr_2(SO_4)_3 = 50:50$  bo'lgan kompleks bo'yovch moddasi bilan bo'yalgan paxta, poliefir va paxta-lavsan matolari tanlab olindi.

Kollagenning  $Cr^{3+}$  kompleks bo'yog'ini paxta, poliefir va paxta-lavsan mato tolalari bilan o'zaro ta'siri IQ-Furye spektri yordamida o'rganildi. Paxta matosining IQ-Furye spektrlarida sellyulozaga xos bo'lgan valent ( $\nu$ ) va deformatsion ( $\delta$ ) tebranishlarining yutilish yo'lkalari aniqlandi (6-rasm): 3333  $sm^{-1}$  da  $-\nu_{O-H}$ ; 2899  $sm^{-1}$  da  $-\nu_{C-H}$ , 1644  $sm^{-1}$  da  $-\nu_{C-O}$ ; 1427 va 1360, 661-434  $sm^{-1}$  da  $-\delta_{C-H}$ ,  $\delta_{O-H}$ ; 1334, 1314, 1280, 1203-897  $sm^{-1}$  da  $-\nu_{C-O} + \delta_{C-O}$ .

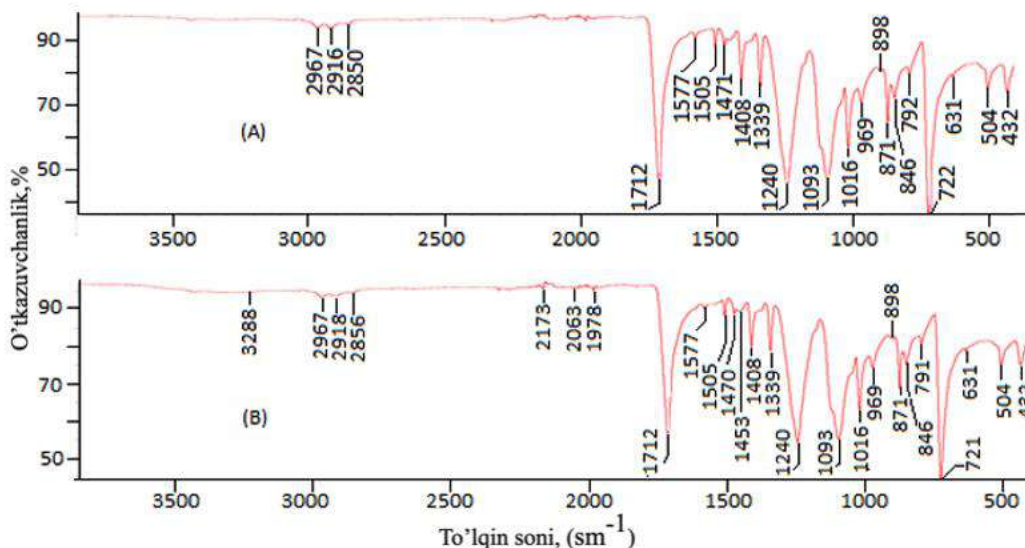


6-rasm. Paxta matosini kollagen- $Cr^{3+}$  kompleksi bilan bo'yashdan oldingi (A) va bo'yashdan keyingi (B) IQ-Furye spektri.

Bo'yalgan namunada kislorod, azot bilan xrom bog'larining tebranishlari bilan bog'liq bo'lgan 1540  $sm^{-1}$  da kollagenning  $\delta_{N-H}$  (amid II chizig'i), shuningdek, 664-432  $sm^{-1}$  sohasida bir nechta past intensivlikdagi yangi yutilish chizig'i paydo bo'ladi. Xrom uch valentli holatdan olti valentli holatga o'tganda, sellyuloza kislorodi va kollagen kislorodi va azoti bilan koordinatsion bog'larni hosil qiladi. Bu kollagen metall kompleksining bir qismini sellyuloza tolalari bilan kuchli bog'lanishiga olib keladi.

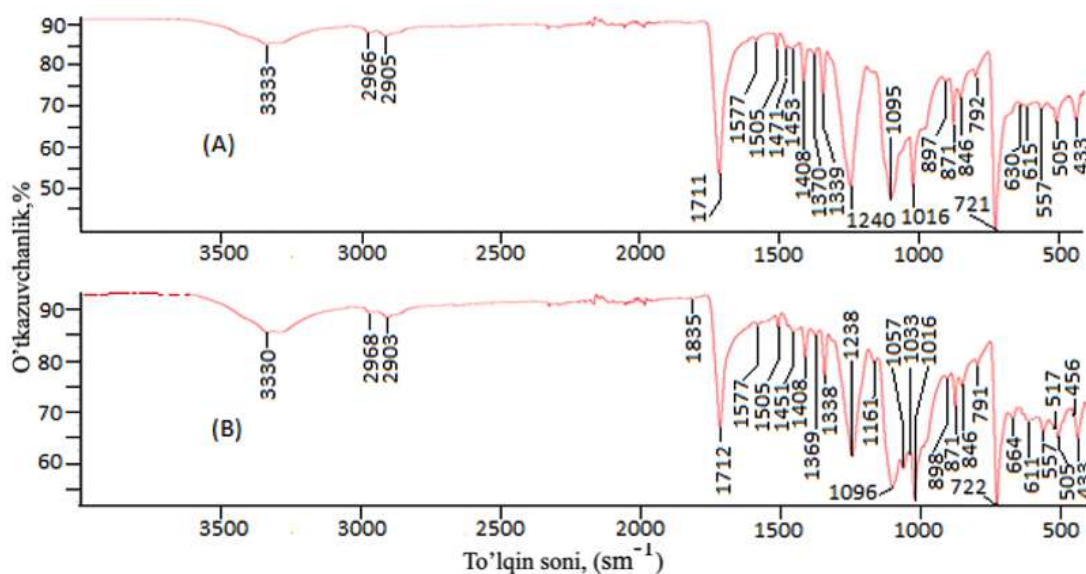
Poliefir matolarining IQ-Furye spektrlarida 2967, 2916, 2850  $sm^{-1}$  da  $-\nu_{C-H}$ ; 1712  $sm^{-1}$  da  $-\nu_{C=O}$ ; 1577-1339  $sm^{-1}$  sohasida va 792-432  $sm^{-1}$  da  $-\delta_{C-H}$ ; 1240-846  $sm^{-1}$  sohasida  $-\nu_{C-O}$  kabi polietilentereftalatning o'ziga xos bo'lgan yutilish chiziqlari aniqlandi (7-rasm). Bo'yalgan poliefir matosining IQ-Furye spektri bo'yalmagan (7-rasm (A)) namunasi bilan deyarli bir xil, yagona o'zgarish - keng,

past intensivlikdagi yutilishi chizig'ida kollagen bo'yovchi moddasining ko'rinishi  $\nu_{O-H}$ ,  $\nu_{N-H}$ . Past tebranishli chastotalar sohasida xrom va polietilentereftalat kislorodi o'rtasida koordinatsion bog' yo'qligini ko'rsatadigan birorta ham yangi chiziq paydo bo'lmaydi. Ko'rinib turibdiki, kollagen va xrom kompleksi bo'yalgan mato namunasida temperatura ta'siri ostida o'zaro erishi tufayli poliefir tolalarning mikrog'ovaklarida saqlanib qoladi.



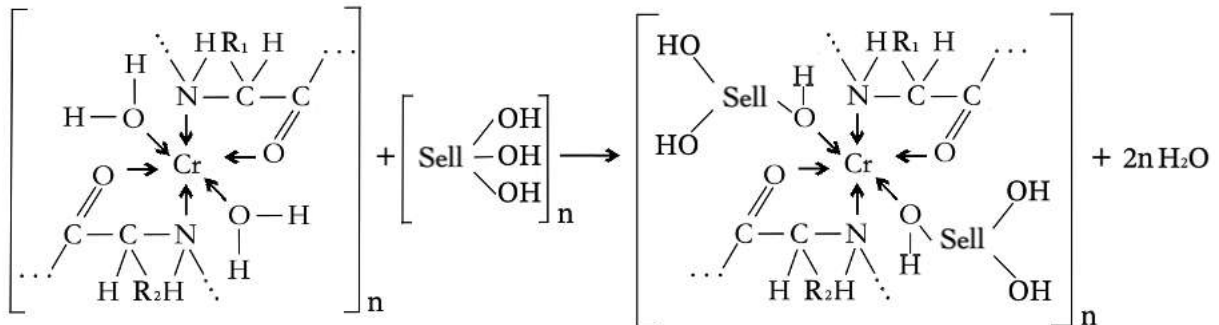
7-rasm. Kollagen- $Cr^{3+}$  kompleksi bilan poliefir matosini bo'yashdan oldingi (A) va bo'yashdan keyingi (B) IQ-Furye spektri.

Paxta va poliefir aralash tolali matolarning IQ-Furye spektridagi sellyulozada kamroq darajada va polietilentereftalatda ko'proq darajada yutilish chiziqlari kuzatiladi (8-rasm). Paxta-lavan matosining bo'yalgan namunasi IQ-Furye spektrida kichik o'zgarishlar, shu jumladan  $1161-1033\text{ sm}^{-1}$  va  $664-456\text{ sm}^{-1}$  sohalarida sezilarsiz yutilish chiziqlari paydo bo'lishi aniqlandi.



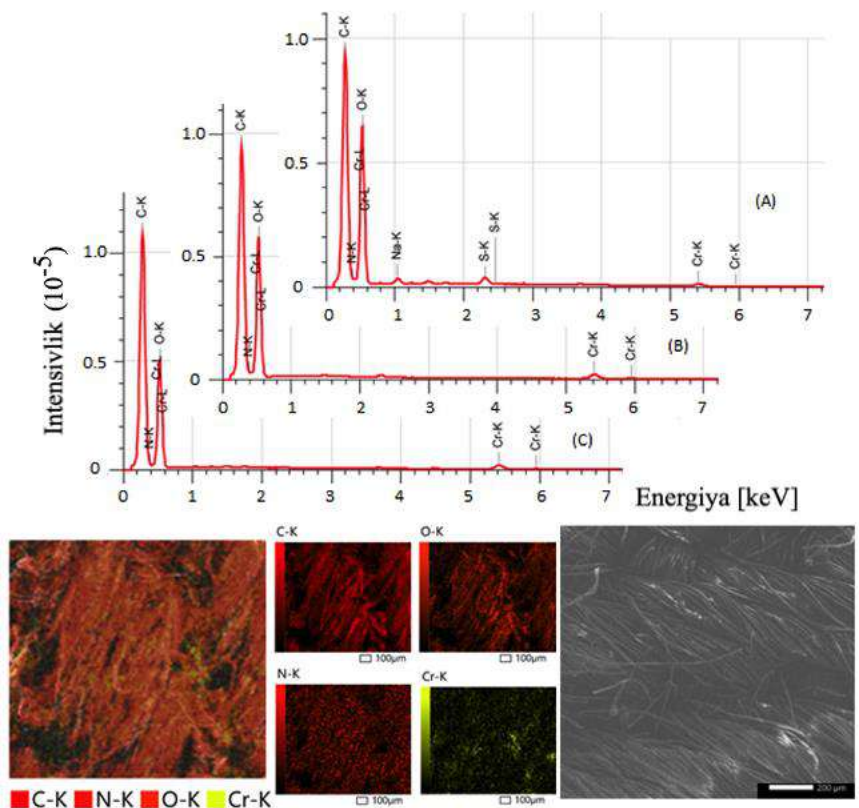
8-rasm. Paxta-lavan matosini kollagen- $Cr^{3+}$  kompleksi bilan bo'yashdan oldingi (A) va bo'yashdan keyingi (B) IQ-Furye spektrlari.

O'tkazilgan tadqiqotlar asosida kollagenning kompleks bo'yog'ini to'qimachilik tolalari bilan o'zaro ta'siri sxemasi taklif qilingan. Kompleksning markaziy ioni bilan koordinatsion bog'langan kollagenning azot va kislorod atomlari, shuningdek, suvning kislorod atomlari joylashgan. Termik fiksatsiya jarayonida kristallizatsion suv ligand sifatida sellyulozaning gidroksil guruhi bilan almashinishi mumkin. Ushbu reaksiyani quyidagicha ifodalash mumkin:



**Paxta tolasi sellyulozasi bilan kollagen:Cr<sup>3+</sup> kompleks bo'yovchi moddaning o'zaro ta'siri formulasi**

Dissertatsiyaning “Bo'yalgan gazlama namunalarining tarkibi, tuzilishi va xossalari” deb nomlangan to'rtinchi bobida SEM EDS yordamida tolalar yuzasida bo'yovchi modda elementlari taqsimlanishining bir xilligini aniqlash, TGA va DTA ning issiqlik xossalari, faza holati, rang koordinatalari, yuvishga va yorug'likka chidamliligi, bo'yalgan mato namunalarining fizik-mexanik xossalari ko'rib chiqilgan.

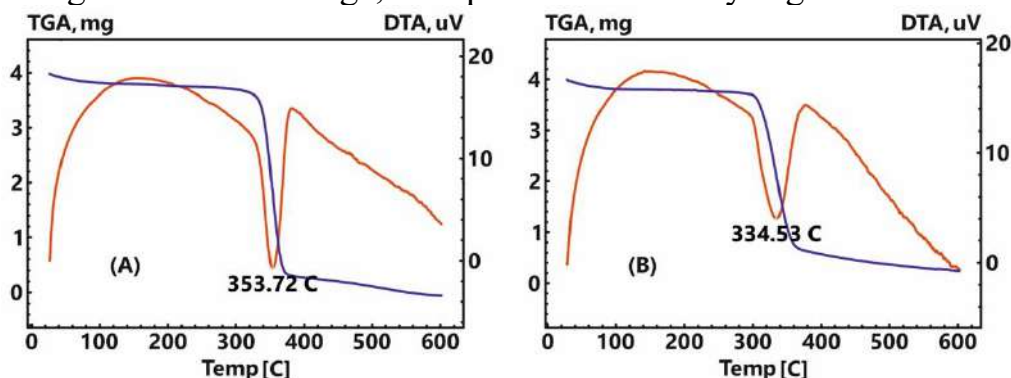


**9-rasm.** SEM EDS: kollagen-Cr<sup>3+</sup> kompleksi bilan bo'yalgan paxta-lavsan matosining termofiksatsiya (A), suvda yuvish (B), sovun-sodali yuvish (C) lardan so'ng yuzasida elementlarning tarkibi, sirt yuzasida taqsimlanishi va sirt morfologiyasi.

Bo‘yalgan matolar (9-rasm) asosan 5-6 elementni o‘z ichiga oladi: uglerod, kislorod, azot, xrom, oltingugurt, natriy (vodorod SEM EDS spektrlarida qayd etilmaydi). Uglerod va kislorod paxta, poliefir va kollagen tarkibida mavjud; azot va kislorod - kollagenda; xrom, kislorod va oltingugurt - xrom (III) sulfatda; ishqor va osh tuzida, ular xom terini qayta ishlashda ishlatilgan.

Barcha yuvish jarayonlaridan so‘ng faqat to‘rtta element qoladi: uglerod, kislorod, azot va xrom. Matolarning tola g‘ovaklarida kompleks bo‘yovchi moddaning tarkibidagi azot va xrom bir me‘yorda taqsimlanadi.

Termogravimetrik (TGA) differensial termik (DTA) analiz usuli namunaning termik xossalari, shuningdek, termofiksatsiya yoki boshqa termo ta'sirlar paytida sodir bo‘ladigan jarayonlar haqida ma'lumot beradi. Bo‘yalgan va bo‘yalmagan paxta matosining TGA egri chizig‘lari uch qismdan iborat. Bo‘yalmagan namunada TGA egri chizig‘ining birinchi qismi 299°C gacha, adsorbsiyalangan suvning chiqishi tufayli massa yo‘qotishi 7,11% ni tashkil qiladi. Ikkinchi qism 299-384°C massa yo‘qotish 85,4% ni tashkil qiladi. Uchinchi qism 384-602°C oralig‘ida, massa yo‘qotish – 7,49% ni tashkil qiladi. Sezilarli endotermik issiqlik ta'siri (-826,16 J / g) da paxta matosi koks qoldig‘isiz 100% parchalanadi, bu eng yuqori harorat 353,72°C ni tashkil etadi. Birinchi navbatda, aniqlangan issiqlik effekti sellulozaning glikozid bog‘larining uzilishi bilan birga, to‘liq termik destruksiyasiga olib keladi.

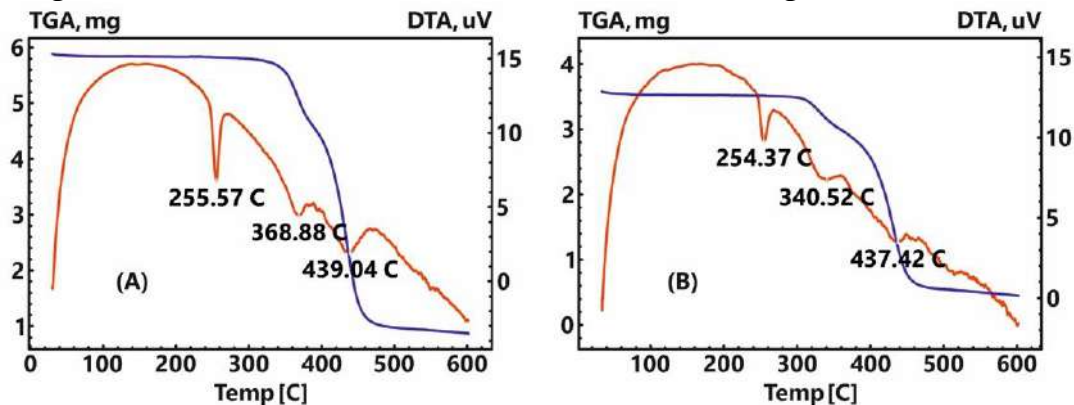


**10-rasm.** Paxta matosining kollagen:Cr<sup>3+</sup> metall kompleksi bilan bo‘yashdan oldingi (A) va bo‘yashdan keyingi (B) TGA va DTA egri chiziqlari.

Kollagen-Cr<sup>3+</sup> kompleksi bilan bo‘yalgan paxta matosining TGA va DTA egri chizig‘lari ba’zi o‘zgarishlardan tashqari, bo‘yalmagan namunani bilan deyarli bir xil. Barcha jarayonlarning boshlanishi, oxiri va eng yuqori haroratlari biroz pastroq haroratli sohaga siljiydi. Parchalanish jarayonining endotermik issiqlik effekti (-656,97 J/g) bo‘yalmagan namunani bilan biroz kamroq. Bu o‘zgarishlar selluloza tolalari yuzasida kollagen kompleksining mavjudligi bilan bog‘liq. Agar bo‘yalmagan namuna butunlay parchalansa, bo‘yalgan namunada boshqa ko‘rinish kuzatiladi. Bo‘yalgan paxta mato namunasi umumiy massa yo‘qotishi dastlabki massaning 94,04% ni tashkil qiladi. Koks qoldig‘ining tarkibi taxminan oksid yoki sulfat shaklida 6% xrom ionlarini o‘z ichiga oladi.

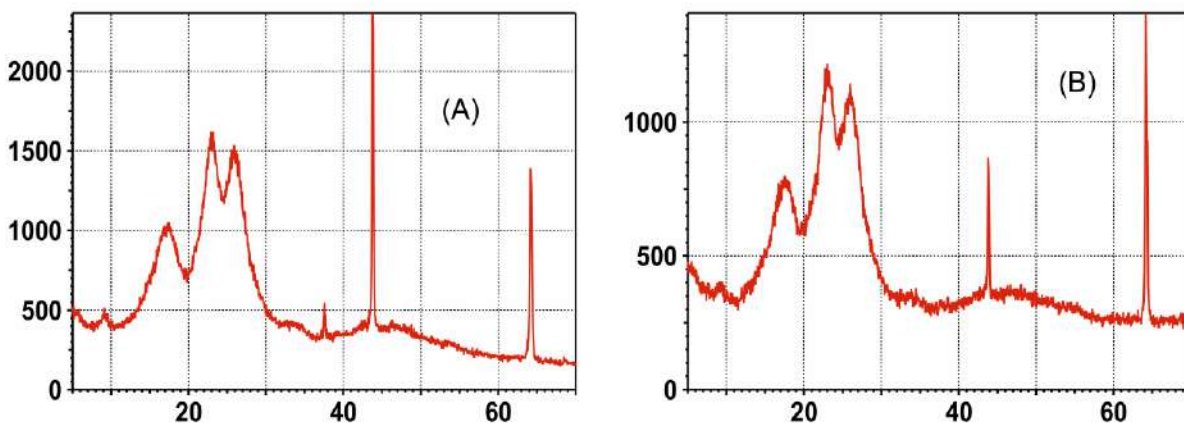
Paxta – poliefir matolarining TGA va DTA egri chiziqlari murakkabroq bo‘lib, kuzatilgan hodisalar matoning tarkibi 80% poliefir va 20% sellulozaga mos keladi (11-rasm). Bo‘yalmagan va bo‘yalgan paxta - poliefir mato namunalarining TGA egri chizig‘i uch qismdan iborat. Birinchi qismda 300-320°C haroratgacha massa

yo‘qotishi paxta matosiga nisbatan sezilarsiz (2-2,5%), uch-to‘rt marta kam aniqlandi. Bu poliefir tarkibida adsorbsiyalangan suv yo‘qligi, faqat sellyuloza namlikni o‘zlashtirishi bilan izohlanadi. 300-380°C oralig‘ida massa yo‘qotish (14-18%) sellyulozaning termik destruksiyasiga mos keladi. 380°C dan yuqori haroratlarda poliefir tolasining sezilarli darajada massa yo‘qotishi (67-71%) termik destruksiyasiga to‘g‘ri keladi. Sellyuloza va poliefirni destruksiya jarayonlari endotermik issiqlik effektlari bilan birga boradi. Sellyuloza destruksiyasining issiqlik effekti (-25,73 J/g) bo‘yalmagan paxta – poliefir matolari namunasi uchun bo‘yalgan namunaga nisbatan taxminan ikki baravar kam (-56,93 J/g).



**11-rasm.** Paxta-lavsan matosining kollagen:Cr<sup>3+</sup> metall kompleksi bilan bo‘yashdan oldingi (A) va bo‘yashdan keyingi (B) TGA va DTA egri chiziqlari.

Ko‘rinishicha, sellyulozaning parchalanish sohasi bo‘yovchi modda kollageni bilan to‘g‘ri kelganligi sababli bu harorat oralig‘ida amalda bo‘yalgan namunaning destruksiyasi yuqori intensivlikka ega bo‘ladi. Bo‘yalmagan poliefir matosi destruksiyasining issiqlik effekti (-77,64 J/g) bo‘yalgan namunaga nisbatan (-22,47 J/g) sezilarli darajada yuqori bo‘lgan. Poliefir tolalar yuzasida bo‘yovchi modda mavjudligi poliefir parchalanish intensivligini pasaytiradi. Paxta matosidan farqli o‘laroq, aralash tolali matolarni termik destruksiyasi jarayonida 11,66% koks qoldig‘i hosil bo‘ladi, bu poliefir komponentining qatronlanish natijasidir. Xrom ionlari mavjudligi sababli, sinovdan so‘ng bo‘yalgan aralash mato namunasi qoldig‘i yanada kattaroq (12,5%).



**12-asm.** Paxta-lavsan matosini kollagen-Cr<sup>3+</sup> metall kompleksi bilan bo‘yashdan oldingi (A) va bo‘yashdan keyingi (B) rentgenogrammalari.



Paxta va paxta-lavsan matolarining bo'yalmagan va bo'yalgan namunalarining rentgen fazali tahlili o'tkazildi. Barcha o'rganilgan namunalar amorf va kristall tuzilishga ega. Namunalarning kristall qismlaridagi signallar qiymatlari yaqin diffraksiya burchaklarida, ammo har xil intensivlikda paydo bo'ladi.

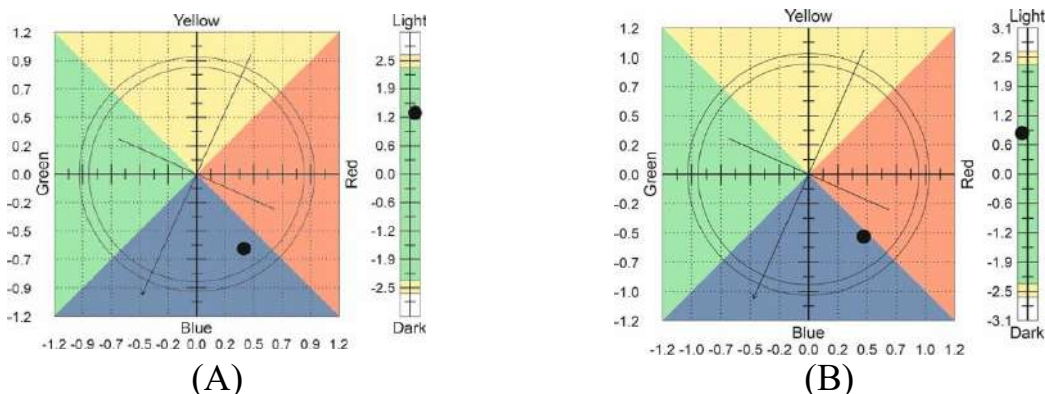
Paxta – poliefir matosi uchun kristall fazaning eng intensiv signali ( $2\theta$ )  $43,83^\circ$  diffraksiya burchagida kuzatildi: absolyut intensivlik - 2161, nisbiy - 100%. Boshqa signallarning intensivligi quyidagi tartibda kamayadi: diffraksiya burchagi  $64,19^\circ$  da – 1529 (71%),  $22,91^\circ$  da – 539 (25%),  $23,20^\circ$  da – 524 (24%),  $26,25^\circ$  da – 511 (24%),  $25,85^\circ$  da – 495 (23%),  $22,66^\circ$  da – 488 (23%),  $26,55^\circ$  da – 462 (21%),  $25,55^\circ$  da – 431 (20%),  $22,41^\circ$  da – 377 (17%),  $26,85^\circ$  da – 350 (16%),  $23,71^\circ$  da – 316 (15%),  $17,37^\circ$  da – 296 (14%),  $16,82^\circ$  da – 285 (13%), qolganlari kamroq.

**2-jadval**

**Mato namunalarining kristallanish darajasi**

| Mato turi           | Aniqlash usuli va kristallanish darajasi, % |                  |                     |                  |
|---------------------|---|------------------|---------------------|------------------|
|                     | DTA usuli                                   |                  | Rentgenofazali usul |                  |
|                     | Bo'yashdan oldin                            | Bo'yashdan keyin | Bo'yashdan oldin    | Bo'yashdan keyin |
| Paxta matosi        | -   | -                | 51,9                | 45,2             |
| Paxta-lavsan matosi | 44,9  | 42,0             | 43,5                | 40,5             |

Bo'yalgan paxta – poliefir mato uchun kristall fazaning eng intensiv signali bo'yalmagan namunaga qaraganda pastroq absolyut qiymat (1409) bilan  $64,19^\circ$  diffraksiya burchagida kuzatiladi. Boshqa signallarning intensivligi quyidagi tartibda kamayadi:  $43,83^\circ$  da diffraksiya burchagida – 563 (40%),  $23,25^\circ$  da – 368 (26%),  $23,01^\circ$  da – 359 (25%),  $22,81^\circ$  da – 348 (25%),  $26,00^\circ$  da – 337 (24%),  $26,25^\circ$  da – 317 (22%),  $23,55^\circ$  da – 295 (21%),  $26,50^\circ$  da – 284 (20%),  $22,51^\circ$  da – 282 (20%). Paxta – poliefir mato uchun rangli namunalarning kristallik darajasi bo'yalmagan namunalarga qaraganda kamroq (2-jadval).



**13-rasm.** Paxta – poliefir matolarining termofiksatsiya (A) va yuvishdan keyingi (B) rang koordinatalari.

2-jadvaldagi ma'lumotlardan ko'rinib turibdiki, paxta tolalarining kristallik darajasi paxta-lavsan matosiga qaraganda bir oz yuqori. Bundan tashqari, bo'yashdan keyin ikkala mato uchun kristallik darajasi taxminan 3-6% ga kamayadi. Turli usullar

bilan topilgan paxta-lavsan matosining kristallik darajasining qiymatlari yaqin bo‘lib chiqishi aniqlandi. Barcha holatlarda bo‘yovchi moddani qo‘llash to‘qimalarning kristallik darajasining biroz pasayishiga olib keladi.

Bo‘yalgan matolarning rang koordinatalarini aniqlash natijalari 13-rasm va 3-jadvalda keltirilgan:

**3-jadval**

**Bo‘yalgan namunalarning rang koordinatalarining qiymatlari, suratda – termofiksatsiyadan keyin, maxrajda – yuvishdan keyin.**

| Mato turi        | $L^*$ | $a^*$ | $b^*$  | $C^*$ | $h^\circ$ | K/S  |
|------------------|-------|-------|--------|-------|-----------|------|
| Paxta            | 66,18 | -2,52 | -5,51  | 6,05  | 209,43    | 1,40 |
|                  | 65,89 | -3,14 | -1,77  | 3,61  | 205,11    | 1,40 |
| Poliefir         | 68,11 | -0,41 | -10,27 | 10,28 | 271,54    | 1,01 |
|                  | 72,62 | 0,35  | -13,32 | 13,33 | 267,73    | 0,5  |
| Paxta – poliefir | 71,16 | -2,51 | -5,38  | 5,93  | 245,03    | 1,02 |
|                  | 71,23 | -2,55 | -5,81  | 6,34  | 246,28    | 1,02 |

Tashqi ko‘rinishidan barcha uchta bo‘yalgan mato taxminan bir xil kulrang-ko‘k rangga ega. Sinovlar ko‘rsatganidek, namunalarning rang koordinatalari bir oz farq qiladi, ya'ni turli xil matolarda ranglarning turli xil turlari paydo bo‘ladi. Ko‘rinib turibdiki, rang koordinatalariga bo‘yovchi moddaning paxta va poliefir tolalari bilan bog‘lanishining turli tabiati ta'sir qiladi. Yuvishdan keyin turli natijalarga erishildi. Bo‘yalgan paxta va paxta-lavsan matolari uchun  $\Delta E$  mos ravishda 0,35 va 0,19 ni tashkil etdi. Bu yuvishdan oldin va keyin rang o‘rtasidagi farqni ajratib bo‘lmaydiganligini ko‘rsatadi. Shu bilan birga, poliefir matoning  $\Delta E$  ko‘rsatkichi 5,44 ni tashkil etdi, bu yuvishdan keyin namuna rangining sezilarli o‘zgarishini ko‘rsatadi.

Bo‘yalgan mato namunalarning yuvishga va yorug‘likka chidamliligi besh balli tizim yordamida kulrang etalon yordamida baholandi (4-jadval).

**4-jadval**

**Kollagen- $Cr^{3+}$  kompleksi bilan bo‘yalgan matolarning yuvishga va yorug‘likka chidamliligi**

| Mato turi        | Yuvishga chidamligi |   |   | Yorig‘likka chidamligi |
|------------------|---------------------|---|---|------------------------|
| Paxta            | 4-5                 | 5 | 5 | 5                      |
| Poliefir         | 4                   | 5 | 5 | 4                      |
| Paxta – poliefir | 5                   | 5 | 5 | 5                      |

Olingan natija tolalar aralashmasidan tayyorlangan matoga murakkab bo‘yovchi moddaning yetarlicha kuchli bog‘lanishini, ya'ni, paxta tolalari ion va koordinatsion aloqalar tufayli metall ionlari bilan, poliefir tolalari kollagen bilan o‘zaro erishi natijasida bog‘lanishini tasdiqlaydi.

Paxta-lavsan matoning eng muhim fizik-mexanik xususiyatlarining ba'zi bir qiymatlari 5-jadvalda keltirilgan. Tolalarning tabiatiga ko‘ra, aralash paxta-lavsan mato mexanik xossalari yuqori qiymatlariga ega. Kollagen: $Cr_2(SO_4)_3$  kompleks

bo'yovchi modda bilan bo'yalgan paxta-lavsan aralashmasidan tayyorlangan matoning havo o'tkazuvchanlik xususiyati o'zgarishsiz qoladi. Aralash matodagi paxta sellyulozasi tola ichidagi bo'yovchi moddani so'rib oladi, ya'ni so'rilish va diffuziya jarayonlari sodir bo'ladi. Tolalar orasi g'ovakli bo'lib qoladi va g'ovaklilik hatto ortadi. Poliefir tolalarda adsorbsiya sodir bo'ladi, bo'yovchi modda tolalar yuzasida bo'ladi. Ammo bu holatda ham mato havo oqimining erkin kirib borishi uchun yetarlicha g'ovakka ega bo'ladi.

5 – jadval

**Paxta-lavsan matolarining kollagen:Cr<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> metallokompleksi bilan bo'yashdan oldingi va keying fizik-mexanik ko'rsartgichari.**

| Ko'rsatkichlar                                | Paxta-lavsan matosi |       |                  |       |
|---|---------------------|-------|------------------|-------|
|   | Bo'yashdan oldin    |       | Bo'yashdan keyin |       |
| Havo o'tkazuvchanlik,<br>$dm^3/m^2 \cdot sek$ | 9,3                 |       | 9,3              |       |
| Ishqalanish, sikllar                          | 23500               |       | 27000            |       |
| G'ijimlanmaslik, %                            | Tanda               | Arqoq | Tanda            | Arqoq |
|   | 36,6                | 48,8  | 43,3             | 51,1  |
| Uzilishdagi cho'zilish, mm                    | 5,4                 | 4,0   | 6,7              | 4,6   |
| Uzilish kuchi, N                              | 1132                | 806   | 1077             | 743   |

Aralash tolali mato uchun ishqalanishga chidamlilik 19% ni tashkil qiladi. Boshqa tomondan, aralash matoning uzilishdagi kuchi 20-22% ga yomonlashadi. Demak, xrom atomlari juda qattiq bo'lib, matoning abraziv xossalarini oshiradi. Biroq, eritma muhiti va bo'yovchi moddani yuqori termofiksatsiya harorati uzilish kuchini kamayishiga olib keladi, ammo bu ko'rsatkich standart talablarga mos keladi. Aralash matoning uzilishdagi chozilishi biroz kamayadi. Shunday qilib, matolarni kollagen metall kompleks bo'yovchi modda bilan bo'yashdan so'ng, ularning fizik-mexanik xususiyatlari sezilarli darajada o'zgarmaydi, o'zgarishlar standart ko'rsatkichlaridan oshmaydi.

## XULOSA

1. To'qimachilik matolari uchun yangi tabiiy bo'yoqlar qoramol terisidan olingan kollagenni oraliq metall tuzlarining suvli eritmasi bilan reaksiyaga kiritish orqali sintez qilinib olindi. Kollagen metall komplekslari paxta, poliefir va ayniqsa paxta-lavsan aralash tolali matolarini kimyoviy pardoqlashda an'anaviy bo'yovchi moddalarga munosib muqobil bo'lishi mumkin.

2. Kimyoviy pardoqlash jarayonida matolarning tolalariga bo'yovchi moddaning sorbsiya va fiksatsiya darajasiga turli rejimlarni ta'siri aniqlandi. Kollagen va metall tuzini teng massa nisbatda olinganda, eng yuqori ko'rsatkichlarga erishildi. Kollagen-Cr<sup>3+</sup> kompleksi pH=6-8 da mato yuzasida 12-19% sorbsiyalanadi, 140°C da fiksatsiya qilinganda tolalardagi bo'yovchi moddaning massa ulushi 11-18% ni,

sovuq va issiq suvda yuvilgandan so'ng 8-12% ni, sovun-sodali eritmada yuvilgandan so'ng bo'yovchi modda qoldig'i 8-11% tashkil etadi.

3. Kompleks bo'yovchi moddasi sellyuloza tolalari bilan asosan ion va koordinatsion bog'lar orqali, poliefir tolalari bilan esa - asosan o'zaro erish natijasida bog'lanadi. Bo'yash va termofiksatsiya jarayonida kompleks bo'yovchi moddadan kristallanish suvi ajralib chiqadi va shu yerda sellyuloza gidroksil guruhining kislorod atomi va kompleks bo'yovchi moddaning xrom ioni o'rtasida yangi koordinatsion bog'lar hosil bo'ladi.

4. Paxta, poliefir va aralash tolali matolarning bo'yalgan namunalarining fizik-kimyoviy, issiqlik va struktura-fazaviy xossalari, rang xususiyatlari, sovun bilan ishlov berishda rang chidamliligi, yorug'likka chidamliligi aniqlandi. Bo'yalgan paxta-lavsan, paxta va poliefir matolarning yuvishdan oldin va keyin  $\Delta E$  bilan ifodalanib, ranglari o'rtasidagi farq mos ravishda 0,19, 0,35 va 5,44 ni tashkil qiladi. Bu shuni ko'rsatadiki, dastlabki ikki holatda rang amalda o'zgarmaydi, lekin poliefir matosida yuvish paytida rang o'zgarishi mavjud. Aralash paxta-lavsan va paxta matolari rangning yuvishga va yorug'likka chidamliligi bo'yicha yuqori baholanadi.

5. Ishlab chiqilgan kimyoviy texnologiya ishlab chiqarish chiqindilari asosida olingan kompleks bo'yovchi modda yordamida aralash paxta-lavsan gazlamalarini pardoqlash jarayonida, foydalanish uchun mumkin bo'lgan reaktivlar mavjudligi va energiya sarfini kamaytirish, sohaning ayrim ekologik va iqtisodiy muammolarini hal etishga xizmat qilmoqda. Ushbu yo'nalishdagi tadqiqotlarning afzalligi shundan iboratki, texnologik yechimlarni qayta va takror ishlatish, oqava suvlarni tozalash masalalarini yechishda ijobiy hal qilib beradi.

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

---

**ТАШКЕНТСКИЙ ИНСТИТУТ ТЕКСТИЛЬНОЙ И ЛЕГКОЙ  
ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

**ЗУБАЙДУЛЛАЕВА МАЛИКА МУРАТОВНА**

**СОЗДАНИЕ ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ КРАШЕНИЯ ХЛОПКО –  
ЛАВСАНОВЫХ ПОЛОТЕН МЕТАЛЛОКОМПЛЕКСАМИ КОЛЛАГЕНА**

**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 инновации Республики Узбекистан за номером B2024.1.PhD/K745**

Диссертация выполнена в Ташкентском институте текстильной и легкой промышленности.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице Научного совета ([www.ttyesi.uz](http://www.ttyesi.uz)) в информационно-образовательном портале «ZiyoNET» ([www.ziyonet.uz](http://www.ziyonet.uz)).

**Научный руководитель:**

**Рафиков Адхам Салимович**  
доктор химических наук, профессор

**Официальные оппоненты:**

**Исмаилов Равшан Исраилович**  
доктор химических наук, профессор

**Хасанова Саодат Хаитовна**  
кандидат технических наук, доцент

**Ведущая организация:**

**Ташкентский химико – технологический институт**

Защита диссертации состоится 12 декабря 2024 года в 10<sup>00</sup> часов на заседании разового Научного совета DSc.03/30.12.2019.T.08.01 при Ташкентском Институте текстильной и легкой промышленности (Адрес: 100100, город Ташкент, Яккасарайский район, ул. Шохжахон-5. Тел.: (99871) 253-06-06, 253-08-08, факс: (99871) 253-36-17; e-mail: [titlp\\_info@edui.uz](mailto:titlp_info@edui.uz)).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Ташкентского института текстильной и легкой промышленности (Адрес: 100100, город Ташкент, Яккасарайский район, ул. Шохжахон-5. Тел.: (99871) 253-06-06, 253-08-08, факс: (99871) 253-36-17; e-mail: [titlp\\_info@edui.uz](mailto:titlp_info@edui.uz)) (зарегистрирована за № 213)).

Автореферат диссертации разослан 26 ноября 2024 года.  
(Реестр протокола рассылки № 213 от 26 ноября 2024 года).



**Х.Х. Камилова**

Председатель разового Учёного совета по присуждению учёных степеней, д.т.н., профессор



**А.З. Маматов**

Ученый секретарь разового Учёного совета по присуждению учёных степеней, д.т.н., профессор

**Д.Б. Худайбердиева**

Заместитель председателя научного семинара при разовом Учёном совете по присуждению ученых степеней, д.т.н., профессор

## **ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))**

**Актуальность и востребованность темы диссертации.** В настоящее время на мировом текстильном рынке высоким спросом пользуются смесовые ткани, состоящие из синтетических и натуральных волокон, и изделия из них, которые занимают одно из лидирующих позиций среди продукции текстильной и легкой промышленности. Этому способствует ряд преимуществ таких материалов по дизайну, физико-механическим и эксплуатационным свойствам. В частности, ткани из смеси хлопколавсановых волокон широко используются в практике швейного и бытового текстиля благодаря высоким гигиеническим свойствам хлопка и высоким механическим свойствам полиэфирного волокна. При этом важно найти решение проблем нивелирования различий в механизме взаимодействия натуральных и синтетических волокон с молекулами красителей в смесовых тканях.

В мире ведутся научно-исследовательские работы, направленные на создание и модификацию существующих текстильных красителей, в том числе создание экологически чистой технологии химической отделки текстильных полотен из смесовых волокон с использованием красителей на основе природного сырья. В связи с этим особое внимание уделяется созданию нового класса красителей, которые в одинаковой степени окрашивают природные и синтетические волокна, внедрению одноступенчатой технологии крашения, достижению высокой интенсивности и стабильности цвета при сохранении свойств различных волокон, сохранению колористических характеристик после мокрых обработок. Таким образом, большое значение в решении существующих проблем приобретает переход от сложных, многостадийных технологий с использованием синтетических красителей и многочисленных химических реагентов к более простым технологиям с использованием природных биоразлагаемых веществ.

В нашей Республике реализуются комплексные мероприятия, направленные на организацию текстильных кластеров и новых производств от первичной переработки до готовой продукции, привлечение местных и иностранных инвесторов, организацию производства широкого спектра высококачественной текстильной продукции, ее локализации, а также на повышение экспортного потенциала местных производителей, и достигаются определенные результаты. Кроме того, большое внимание уделяется созданию крупных современных предприятий по производству химических волокон и смесовых тканей на их основе. Задачи по обеспечению ускоренного развития текстильной промышленности республики, расширению производства высококачественной и конкурентоспособной готовой продукции, дальнейшему ее продвижению на крупные зарубежные рынки сбыта, указаны в Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы<sup>1</sup>. При решении этих задач, в том числе, особое значение имеет создание совмещенной, одноступенчатой

---

<sup>1</sup> Указ Президента Республики Узбекистан УП-60 от 28 января 2022 года “О Стратегии Развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы”.

химической технологии крашения хлопколавсановых текстильных полотен с применением комплексных красителей природных биополимеров.

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-5285 от 14 декабря 2017 года «О мерах по ускоренному развитию текстильной и швейно-трикотажной промышленности», УП-155 от 2 сентября 2023 года «О дополнительных мерах по финансовой поддержке текстильной промышленности», Постановлении Президента Республики Узбекистан ПП-4453 от 16 сентября 2019 года «О мерах по дальнейшему развитию легкой промышленности и стимулированию производства готовой продукции», а также в других нормативно-правовых документах, принятых в данной сфере.

**Соответствие исследования приоритетным направлениям 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.** Вопросы подготовки к крашению и крашение материалов из хлопка и полиэфира рассмотрены в работах зарубежных ученых В.М. Hayit, М.А. Yusuf, Н.М. Ibrohim, Н.А. Ameen, А.М. Saloh, F.R. Oliveriya, D.A.J. De Oliveyra, F. Steffens, J.H.O. Nascimento, K.K.O.S. de Silva, A.P. Souto. Использование натуральных красителей, полученных из растений, животных и микроорганизмов в процессе отделки шелковых и хлопковых тканей, в качестве экологически безопасной альтернативы синтетическим красителям, обсуждаются в работах Periyasamy A.P., Seithtanabutara V., Chumwangwapee N., Suksri A., Wongwuttanasatian T., M.A. Uddin, Yasukawa A., Fukuyama M; Iwai K., Jiangning Che, Xinghua Teng, Junling Ji. Исследования по применению металлокомплексов природных полимеров, в том числе коллагена, в разных отраслях экономики провели Chengfei Yue, Changkun Ding, Jieliang Su, Bowen Cheng, Meifeng Li, Xiaoling Wang, Guidong Gong, Yi Tang, Yaoyao Zhang, Junling Guo, Xuepin Liao, Bi Shi и другие ученые. В работах Roshan Paul, Josep Maria Adzet, Marolda Brouta-Agnésa, Sandra Balsells, Helena Esteve. Металлокомплексы коллагена рассмотрены в качестве красителей для текстильных материалов.

В республике Узбекистан вопросы химической отделки смесевых текстильных материалов рассмотрены в работах М.З. Абдукаримовой, К.Э. Эргашева, И.А. Набиевой, Д.Б. Худойбердиевой и др. Применение металлокомплексов натурального шелка и целлюлозы для крашения полотен рассмотрены в работах Ш.Г. Абдурахмановой, Ш.Н. Расуловой. Синтезу и исследованию комплексов коллагена с ионами переходных металлов посвящены работы Д.Б. Садиковой. Исследователи предлагают, в основном, двухстадийный способ крашения полотен из смеси волокон: натуральная составляющая окрашивается в ванне с активным или прямым красителем, синтетическая составляющая окрашивается отдельно пигментным красителем. В достаточной



степени не исследованы вопросы равномерного, устойчивого, одноступенчатого и экологически безопасного окрашивания традиционными способами текстильных полотен из смеси природных и синтетических волокон.

**Связь диссертации с научно-исследовательскими работами высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация.** Диссертационное исследование выполнено в рамках плана научно-исследовательских работ фундаментальных и прикладных проектов Ташкентского института текстильной и легкой промышленности по темам ПЛ-4821091581 «Биохимическая модификация целлюлозных текстильных материалов» (2022-2024 гг.) и А-12-9 «Получение волокнистых материалов на основе натуральных и синтетических привитых сополимеров» (2015-2017 гг.).

**Целью исследования** является создание химической технологии крашения хлопколавсановых смесевых текстильных полотен металлокомплексами коллагена.

**Задачи исследования:**

определение влияния на параметры окрашивания хлопковых, лавсановых и хлопколавсановых тканей комплексов коллагена с ионами хрома (III) и меди (II), синтезированных при различных массовых соотношениях исходных компонентов;

установление физико-химического взаимодействия комплексного красителя коллагена с целлюлозными и полиэфирными волокнами;

определение режимов предварительной подготовки смесевого материала для крашения с комплексами коллагена;

определение зависимости степени фиксации комплексного красителя на различных волокнах от температуры крашения и фиксации, водородного показателя среды;

определение физико-химических свойств, цветовых характеристик, прочности окраски к мыльным обработкам, светостойкости окрашенных образцов хлопковых, лавсановых и смесевых полотен;

разработка технологической схемы и параметров одноступенчатого крашения хлопколавсановых полотен с металлокомплексными красителями коллагена.

**Объектом исследования** являются растворы коллагена, солей  $Cr_2(SO_4)_3$ ,  $CuSO_4$ , координационные соединения на их основе, хлопковые, полиэфирные и хлопка-полиэфирные текстильные материалы, реагенты для подготовительных процессов к крашению ( $NaOH$ ,  $H_2O_2$ ,  $Na_2SiO_3$ , ПАВ).

**Предметом исследования** являются химическая технология крашения текстильных материалов с металлокомплексами коллагена, условия крашения, состав, строение, микроструктура и свойства окрашенных текстильных материалов.

**Методы исследования.** В диссертации использованы методы физико-химических исследований, ИК-Фурье спектроскопии, рентгенофазового анализа, сканирующей электронной микроскопии, дифференциальный термический анализ, термогравиметрический анализ, устойчивость

окрашенных образцов к внешним воздействиям (устойчивость к мокрым обработкам, свету, физико-механическим воздействиям).

**Научная новизна исследования** заключается в следующем:

предложен новый экологически безопасный комплексный краситель природного полимера – коллагена для эффективного одноступенчатого крашения смесевых хлопколавсановых текстильных материалов в качестве альтернативы традиционным многоступенчатым синтетическим красителям;

установлено, что комплексный краситель вступает в химическое взаимодействие с целлюлозой хлопковых волокон с образованием координационных и ионных связей, а закрепление красителя на лавсановых волокнах происходит за счет совместного плавления полиэтилентерефталата с коллагеном в процессе термофиксации;

установлено, что значимость влияния параметров крашения на интенсивность и прочность окрашивания и хлопковых, и лавсановых, и хлопколавсановых волокон комплексами коллагена уменьшается в ряду рН раствора, соотношение компонентов, температура фиксации;

определена зависимость природы материала, состава красителя «коллаген- $Cr^{3+}$ », режимов крашения, физико-химических и структурно-механических свойств, основных колористических характеристик окрашенных образцов полотен.

**Практические результаты исследования** заключаются в следующем:

определены состав раствора, концентрационные и температурно-временные режимы для подготовки хлопколавсановых смесевых полотен к крашению комплексными красителями;

определено одноступенчатое интенсивное и равномерное крашение хлопколавсановых текстильных материалов комплексом коллагена с ионом хрома (III) и менее интенсивное крашение с ионом меди (II);

определены состав комплексного красителя, концентрация раствора, время и температура процессов крашения и термофиксации, значение рН красильного раствора для получения качественных окрасок на поверхности волокон материала;

разработана технологическая схема и технологические режимы химической отделки смесевых хлопколавсановых полотен новым комплексным красителем коллагена на основе исследований структуры, морфологии, физико-химических, термических, колористических свойств полотен.

**Достоверность результатов исследования** обоснована соответствием полученных результатов теории строения координационных соединений, физико-химического и межфазного взаимодействия, их воспроизводимостью, результатами спектроскопических, электронно-микроскопических, СЭМ-ЭДС, физико-химических, термических, рентгенофазовых анализов.

**Научная и практическая значимость результатов исследования.**

Научная значимость исследований заключается в установлении химизма процессов синтеза, крашения, термической обработки образцов координационных соединений и окрашенных материалов. Протонирование

координационного соединения коллагена в кислой среде, выпадение в осадок некоторой части ионов металла в щелочной среде приводит к тому, что наибольшая степень сорбции красителя достигается в нейтральной среде красильного раствора.

Практическая значимость исследований заключается в разработке технологических режимов одноступенчатого крашения хлопколавсановых материалов металлокомплексами коллагена и определении колористических характеристик полученных образцов. Определены минимальное и максимальное время окунания полотен в красильный раствор, целесообразная температура раствора, минимальная, максимальная и оптимальная температура фиксации для достижения практической неизменности цветовых координат и степени сорбции красителя после мыльно-содовых обработок и высокой светостойкости.

**Внедрение результатов исследования.** На основе полученных результатов по химической технологии крашения текстильных тканей комплексами коллагена:

металлокомплекс коллаген: $Cr_3(SO_4)_3$  внедрен в практику предприятия ООО «Turon Tex» для окрашивания хлопколавсановых полотен (справка ассоциации «Узтекстильпром» №04/25-842 от 22 апреля 2024 года). Результаты позволили производить одноступенчатое, интенсивное и равномерное окрашивание смесевых текстильных полотен металлокомплексом коллаген: $Cr_3(SO_4)_3$ ;

металлокомплекс коллаген: $Cr_3(SO_4)_3$  для крашения хлопчатобумажной ткани внедрен в практику предприятия ООО «CLASS TEX production» (справка ассоциации «Узтекстильпром» №04/25-842 от 22 апреля 2024 года). В результате достигнуто устойчивое к внешним воздействиям окрашивание хлопчатобумажной ткани в сине-серые цвета.

**Апробация результатов исследования.** Результаты данного исследования были обсуждены на 4 международных и 10 республиканских научно-практических конференциях.

**Опубликованность результатов исследования.** По теме диссертации опубликовано всего 19 научных работ, из них 6 научных статей, в том числе 3 в республиканских и 3 в зарубежных журналах (2 из которых в базе Scopus), рекомендованны 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 120 страниц.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

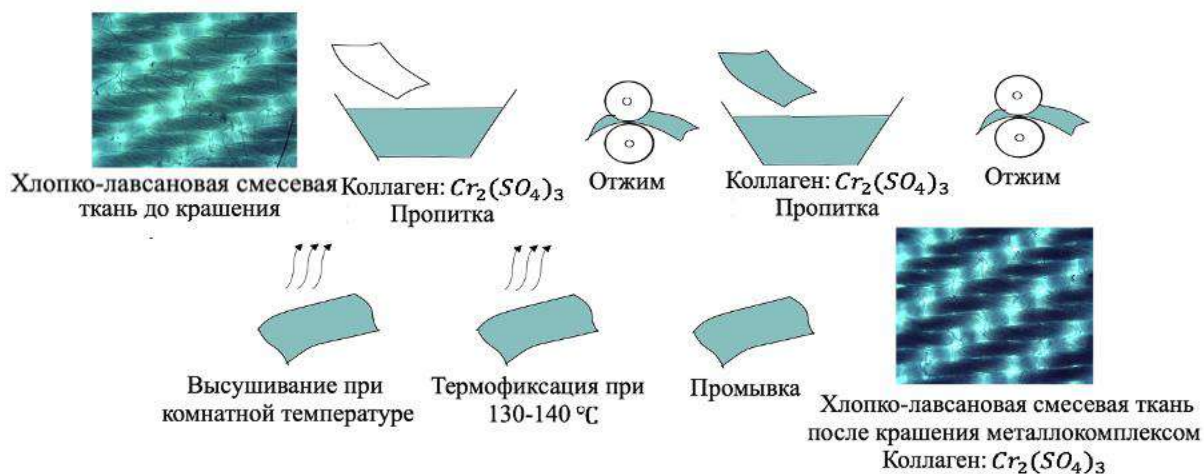
**Во введении** обосновывается актуальность и востребованность проведенного исследования, цель и задачи исследования, характеризуются объект и предмет, показано соответствие исследования приоритетным

направлениям развития науки и технологий республики, излагаются научная новизна и практические результаты исследования, раскрываются научная и практическая значимость полученных результатов, внедрение в практику результатов исследования, сведения по опубликованным работам и структуре диссертации.

В первой главе диссертации «**Аналитический обзор современного состояния подготовки и колорирования текстильных материалов металлокомплексными полимерами**» приведен обзор научных исследований и результаты анализов по источникам опубликованных работ, связанных с темой диссертации. Анализируются исследования по химической отделке смесевых текстильных материалов, применение металлокомплексных соединений, в том числе коллагена для крашения текстильных материалов.

Во второй главе диссертации «**Материалы и методы исследований**» описаны характеристика объектов исследований, методика крашения текстильных материалов металлокомплексами коллагена, методы исследований физико-химических свойств и колористических показателей окрашенных текстильных материалов.

Для получения металлокомплексов коллагена с ионами  $Cr^{3+}$ ,  $Cu^{2+}$  были использованы 10% коллагенсодержащий раствор, 20% растворы кристаллогидратов солей  $Cr_2(SO_4)_3 \cdot 6H_2O$  и  $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ . Крашение текстильных материалов начинается с подготовки к крашению: расклихтовка-отварка и отбеливание, мерсеризация (для хлопкового волокна) (рисунок 1).



**Рисунок 1.** Технология крашения ткани металлокомплексом коллагена

В третьей главе «**Синтез красителя и технологические параметры крашения**» обсуждены результаты исследований.

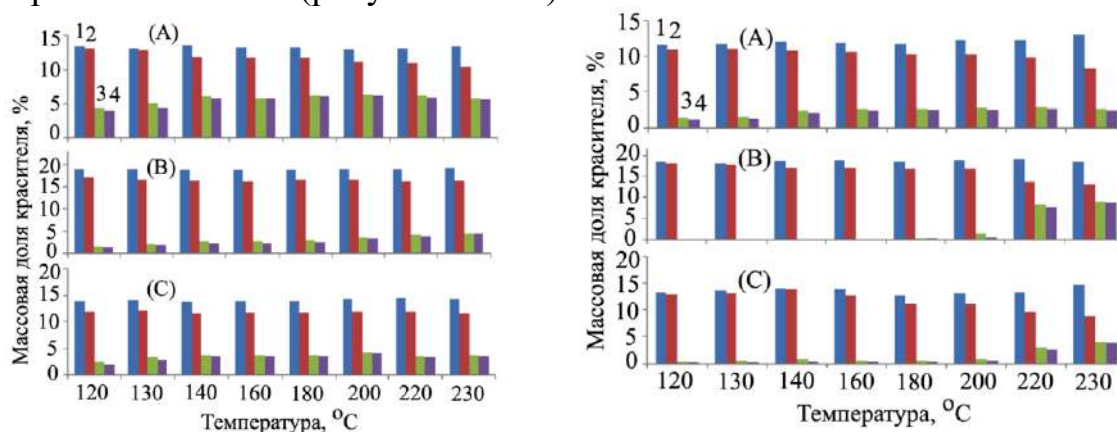
Синтезированы комплексные красители коллагена с ионами  $Cr^{3+}$  и  $Cu^{2+}$  в трех массовых соотношениях коллагена и соли металла: 25:75, 50:50 и 75:25. Изучены влияние исходного соотношения компонентов и значения рН красильного раствора, температуры фиксации на степень сорбции и фиксации красителя (таблица 1).

Таблица 1

**Масса поглощенного и фиксированного красителя на образцах ткани**

| Наименования процесса | Хлопчатобумажная ткань                      |       |       | Лавсановая ткань |       |       | Хлопколавансановая ткань |       |       |
|-----------------------|---|-------|-------|------------------|-------|-------|--------------------------|-------|-------|
|                       | Массовое соотношение коллаген: $Cr_2(SO)_4$ |       |       |                  |       |       |                          |       |       |
|                       | 25:75                                       | 50:50 | 75:25 | 25:75            | 50:50 | 75:25 | 25:75                    | 50:50 | 75:25 |
|                       | Массовая доля красителя в образце, %        |       |       |                  |       |       |                          |       |       |
| Крашение              | 14,4  | 13,4  | 9,8   | 22,6             | 18,0  | 11,2  | 15,3                     | 10,8  | 9,0   |
| Термофиксация         | 13,5  | 12,9  | 9,3   | 21,4             | 17,1  | 10,7  | 14,0                     | 10,1  | 8,6   |
| Промывка              | 6,2   | 10,7  | 7,8   | 1,2              | 4,0   | 1,1   | 2,8                      | 4,4   | 2,2   |
|                       | Массовое соотношение коллаген: $CuSO_4$     |       |       |                  |       |       |                          |       |       |
|                       | 25:75                                       | 50:50 | 75:25 | 25:75            | 50:50 | 75:25 | 25:75                    | 50:50 | 75:25 |
|                       | Массовая доля красителя в образце, %        |       |       |                  |       |       |                          |       |       |
| Крашение              | 13,2  | 11,7  | 10,4  | 20,2             | 18,5  | 16,4  | 17,8                     | 16,4  | 11,7  |
| Термофиксация         | 12,6  | 11,1  | 9,8   | 16,7             | 17,0  | 15,7  | 14,6                     | 15,5  | 10,9  |
| Промывка              | 2,4   | 5,1   | 3,8   | 0,0              | 0,1   | 0,0   | 0,2                      | 0,5   | 0,4   |

Влияние температуры на прочность фиксации красителя исследовали в интервале 120-230°C (рисунок 2. и 3.).



1. После крашения; 2. После термофиксации; 3. После промывки в холодной воде;  
4. После мыльной и содовой промывки

**Рисунок 2.** Зависимость массовой доли красителя коллаген- $Cr^{3+}$  в хлопчатобумажных (А), лавсановых (В) и хлопколавансановых (С) тканях от температуры фиксации

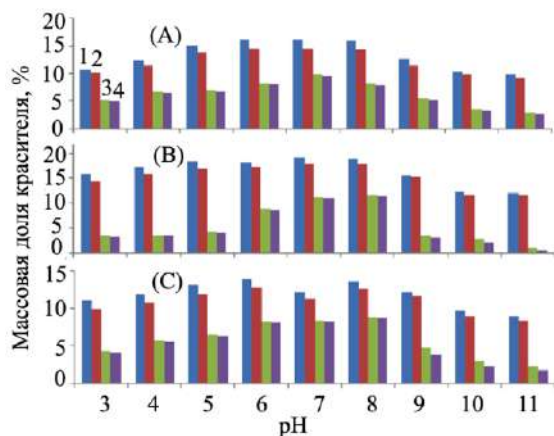
**Рисунок 3.** Зависимость массовой доли красителя коллаген- $Cu^{2+}$  в хлопчатобумажных (А), лавсановых (В) и хлопколавансановых (С) тканях от температуры фиксации

По итогам проведенных исследований выбрана наиболее эффективная температура фиксации комплексного красителя – 140°C. При определении влияния рН среды на степень фиксации красителей комплекса коллаген- $Cr^{3+}$  на волокнах всех трех тканей, высокие показатели поглощения, были достигнуты при значениях рН=6-8 (рисунок 4, 5) с остатком 9-11% красителя на волокнах материалов.

Неудовлетворительные результаты получены при крашении тканей комплексом коллаген- $Cu^{2+}$ .

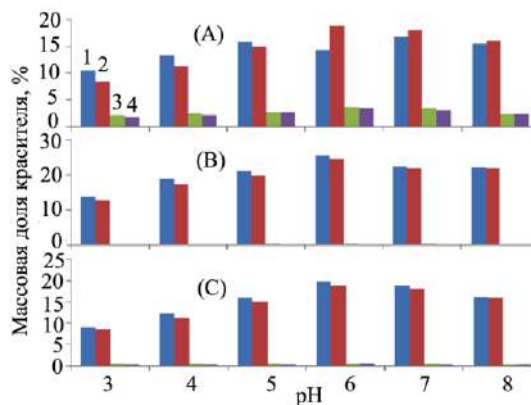
Для закрепления красителя на волокнах материала опробованы некоторые бифункциональные соединения в качестве фиксаторов (резорцин, янтарная кислота, глицерин) 5% от массы комплексного красителя. Использование

бифункциональных соединений, за исключением глицерина, не способствуют хорошей фиксации красителя на волокнах целлюлозы. Удовлетворительные результаты по крашению хлопчатобумажной, полиэфирной и хлопколавсановой ткани комплексом коллаген: $Cr_2(SO_4)_3$  получены при использовании первичного раствора комплексного соединения и глицерина в качестве фиксатора. Комплекс коллаген: $Cu^{2+}$  фиксируется на целлюлозных, лавсановых волокнах хуже, чем комплекс коллагена с  $Cr^{3+}$ . Причем, фиксация комплекса с ионом меди (II) не улучшается при использовании фиксирующих добавок.



1. После крашения; 2. После термофиксации; 3. После промывки в холодной воде; 4. После мыльной и содовой промывки

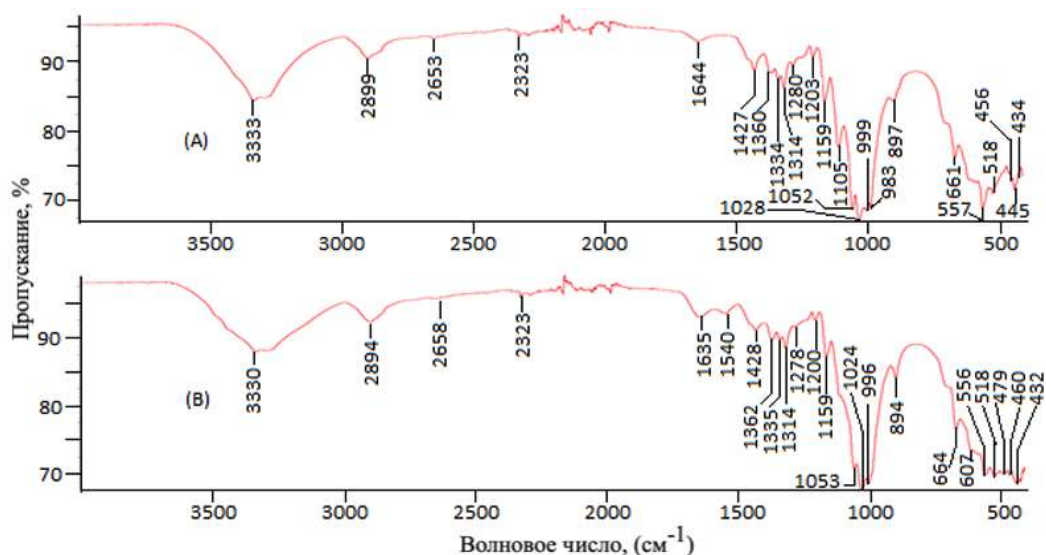
**Рисунок 4.** Зависимость массовой доли красителя коллаген- $Cr^{3+}$  в хлопчатобумажных (А), лавсановых (В) и хлопколавсановых (С) тканях от рН



**Рисунок 5.** Зависимость массовой доли красителя коллаген- $Cu^{2+}$  в хлопчатобумажных (А), лавсановых (В) и хлопколавсановых (С) тканях от рН

Для проведения дальнейших исследований по определению свойств образцов выбраны хлопчатобумажные, полиэфирные и хлопколавсановые ткани, окрашенные комплексным красителем при массовом соотношении коллаген:  $Cr_2(SO_4)_3 = 50:50$  и при рН=6-8 и температуры фиксации 130-140°C.

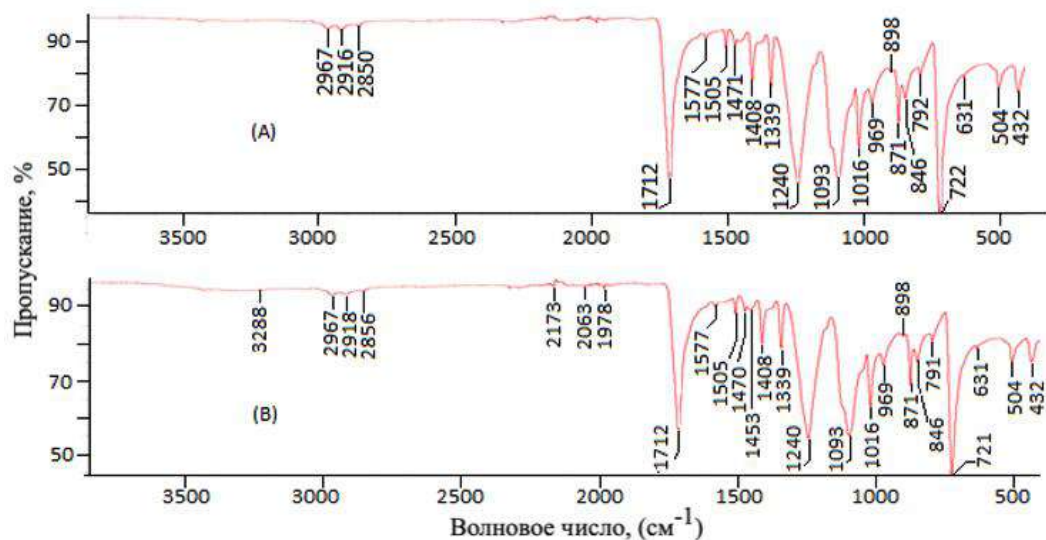
Взаимодействие комплексного красителя коллаген- $Cr^{3+}$  с волокнами хлопчатобумажных, лавсановых и хлопколавсановых тканей исследовано с помощью ИК-Фурье спектров. В ИК-Фурье спектрах хлопчатобумажной ткани обнаружены полосы поглощений, характерные для валентных ( $\nu$ ) и деформационных ( $\delta$ ) колебаний связей целлюлозы (рисунок 6): при 3333  $cm^{-1}$  –  $\nu_{O-H}$ ; при 2899  $cm^{-1}$  –  $\nu_{C-H}$ , при 1644  $cm^{-1}$  – адсорбированная вода; при 1427 и 1360, 661-434  $cm^{-1}$  –  $\delta_{C-H}$ ,  $\delta_{O-H}$ ; при 1334, 1314, 1280, 1203-897  $cm^{-1}$  –  $\nu_{C-O} + \delta_{C-O}$ . В окрашенном образце появляется новая полоса поглощения при 1540  $cm^{-1}$ , которая относится к  $\delta_{N-H}$  (полоса амид II) коллагена, а также несколько малоинтенсивных полос поглощений в области 664-432  $cm^{-1}$ , которые относятся к колебаниям связей хрома с кислородом и азотом.



**Рисунок 6.** ИК-Фурье спектроскопия хлопчатобумажной ткани до крашения (А) и после крашения комплексом коллаген- $Cr^{3+}$  (В).

Переходя из трехвалентного состояния в шестивалентное состояние, хром образует координационные связи с кислородом целлюлозы, с кислородом и азотом коллагена. Это приводит к прочному связыванию некоторой части металлосложного коллагена с волокнами целлюлозы.

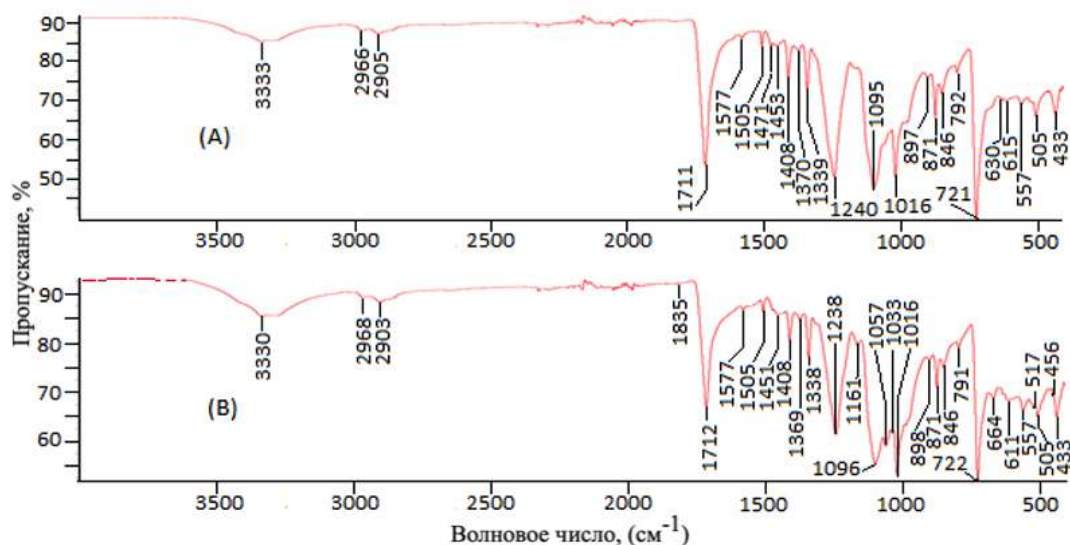
ИК-Фурье окрашенной полиэфирной ткани почти такой же, как у неокрашенной (рисунок 7 (А)) образца, чуть ли не единственное изменение – это появление широкой, малоинтенсивной полосы поглощения  $\nu_{O-H}$ ,  $\nu_{N-H}$  коллагена красителя.



**Рисунок 7.** ИК-Фурье спектроскопия лавсановой ткани до крашения (А) и после крашения с комплексом коллаген- $Cr^{3+}$  (В)

В области низких частот колебаний не появляется ни одна новая полоса, что указывает на отсутствие координационной связи между хромом и кислородом полиэтилентерефталата. Видимо, комплекс коллагена с хромом удерживается в микропорах лавсановых волокон за счет взаимного плавления при термическом воздействии на окрашенный образец ткани. В ИК-Фурье ткани из смеси хлопковых и лавсановых волокон наблюдаются полосы

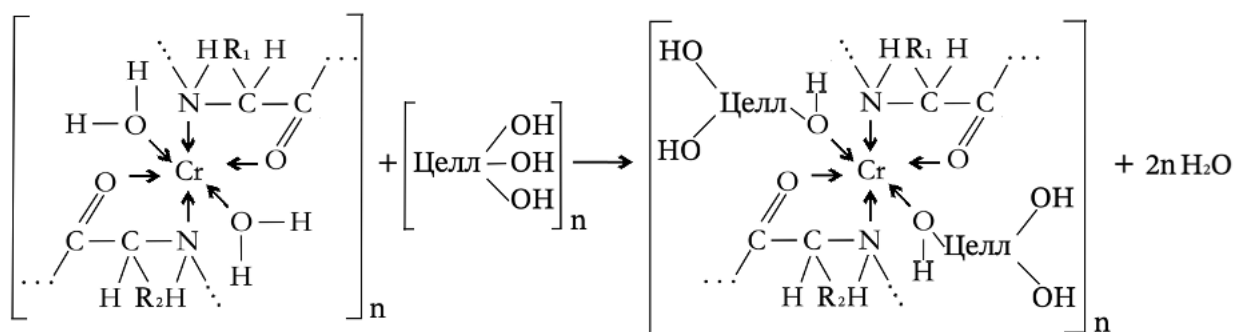
поглощений как целлюлозы, в меньшей степени, так и полиэтилентерефталата, в большей степени (рисунок 8).



**Рисунок 8.** ИК-Фурье спектроскопия хлополавсановой ткани до крашения (А) и после крашения с комплексом коллаген- $Cr^{3+}$  (В)

В ИК-Фурье окрашенного образца хлополавсановой ткани обнаружены незначительные изменения, в том числе, появление малозаметных полос поглощений в области  $1161-1033\text{ см}^{-1}$  и  $664-456\text{ см}^{-1}$ .

На основании проведенных исследований предложена схема взаимодействия комплексного красителя коллагена с волокнами текстильных материалов. В координации с центральным ионом комплекса находятся атомы азота и кислорода коллагена, а также атомы кислорода воды. Возможно, в процессе термической фиксации кристаллизационная вода в качестве лиганда уступает свое место гидроксильной группе целлюлозы. Эту реакцию можно представить следующим образом:



Взаимодействие комплексного красителя коллаген:  $Cr^{3+}$  с целлюлозой хлопкового волокна

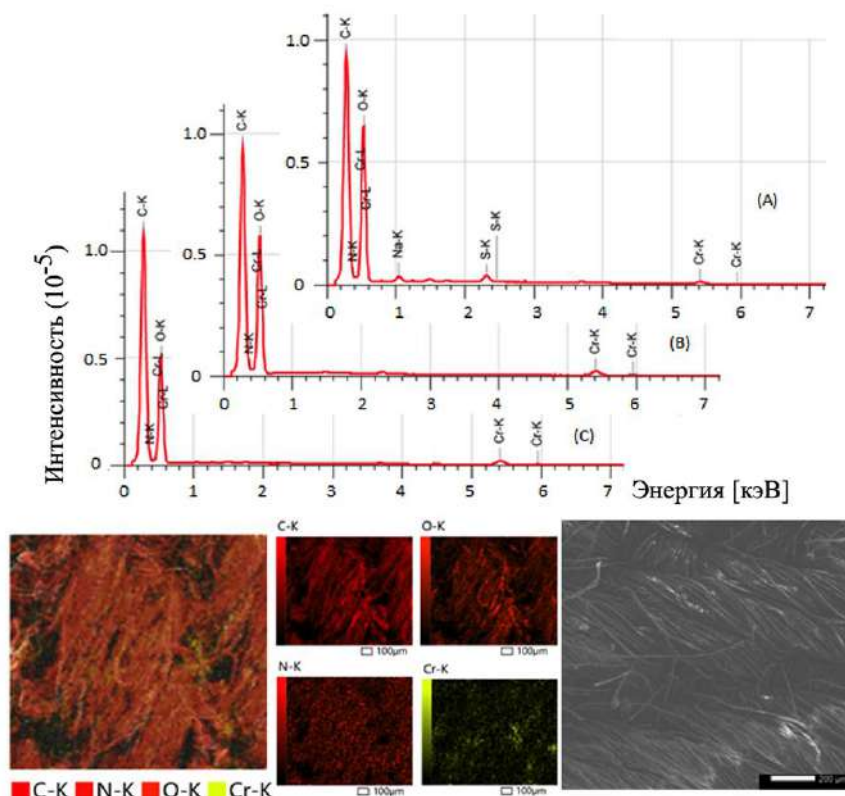
В четвертой главе диссертации «Состав, структура и свойства окрашенных образцов тканей» рассматриваются вопросы определения равномерности распределения элементов красителя на поверхности волокон с помощью СЭМ ЭДС, термических свойств ТГА и ДТА, фазового состояния, цветовых координат, стойкости к стирке и светостойкости, физико-механических свойств окрашенных образцов тканей.



Окрашенные ткани (рисунок 9) содержат, в основном, 5-6 элементов: углерод, кислород, азот, хром, сера, натрий (водород не регистрируется в спектрах СЭМ ЭДС). Углерод и кислород имеется в хлопке, полиэфире и коллагене; азот и кислород – в коллагене; хром, кислород и сера – в сульфате хрома (III); натрий – в щелочи и поваренной соли, которые использовались при обработке сырой кожи.

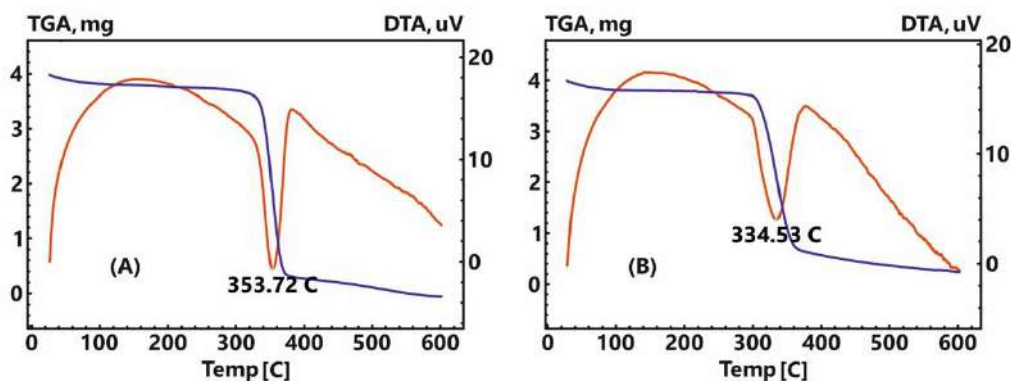
После всех мокрых обработок остается всего четыре элемента: углерод, кислород, азот и хром. Азот и хром комплексного красителя равномерно распределяются в порах волокон материалов.

Метод термогравиметрического (ТГА) дифференциально-термического (ДТА) анализа дает информацию о термических свойствах образца, а также о процессах, происходящих во время термификации или другого термовоздействия. Кривая ТГА окрашенной и неокрашенной х/б ткани имеет три части. В неокрашенном образце первая часть кривой ТГА до 299°C, потеря массы 7,11% за счет выделения адсорбированной воды. Вторая часть – при 299-384°C, потеря массы 85,4%. Третья часть – в интервале 384-602°C, потеря массы о – 7,49%.



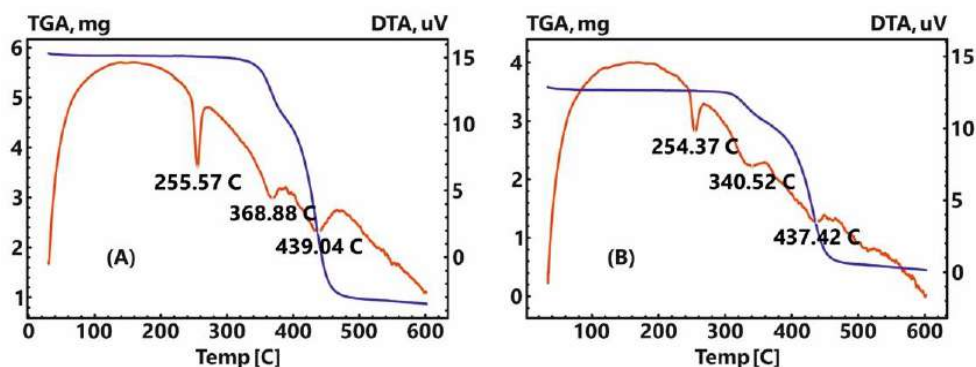
**Рисунок 9.** СЭМ ЭДС: элементный состав поверхности окрашенной комплексом коллаген- $Cr^{3+}$  хлопка-лавсановой ткани после термофиксации (А), водной промывки (В), мыльно-содовой промывки (С), распределения элементов по поверхности и морфология поверхности

Хлопковая ткань разлагается на 100% без коксового остатка с существенным эндотермическим тепловым эффектом (-826,16 Дж/г), пик которой приходится на температуру 353,72°C. Обнаруженный тепловой эффект вызван полной термической деструкцией целлюлозы с разрывом, в первую очередь, гликозидных связей.



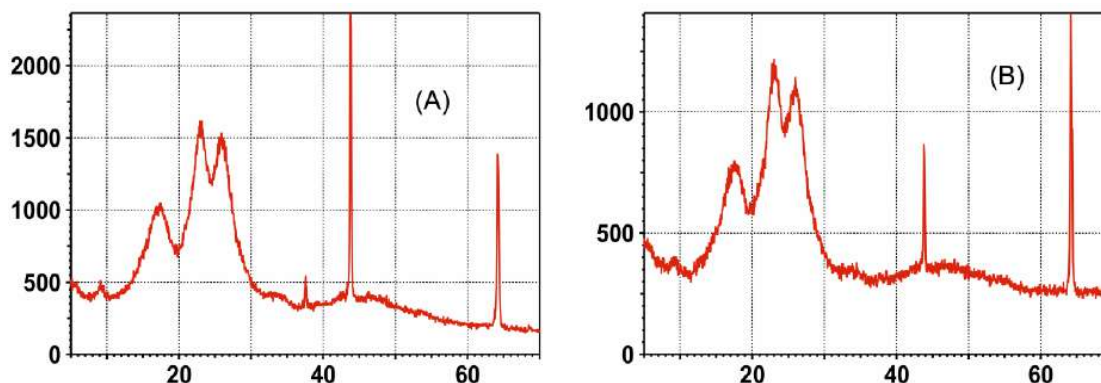
**Рисунок 10.** Кривые ТГА и ДТА хлопчатобумажной ткани до крашения (А) и после крашения (В) с металлокомплексом коллаген- $Cr^{3+}$

Характер кривых ТГА и ДТА х/б ткани, окрашенной комплексом коллаген- $Cr^{3+}$ , примерно такой же, как и неокрашенного образца, с некоторыми изменениями. Температура начала, конца и пика всех процессов немного смещены в область более низких температур. Эндотермический тепловой эффект процесса разложения (-656,97 Дж/г) меньше, чем такой же эффект у неокрашенного образца. Эти изменения связаны наличием комплекса коллагена на поверхности целлюлозных волокон. Если неокрашенный образец полностью разлагается, то в окрашенном образце наблюдается другая картина. Общая потеря массы окрашенного образца хлопковой ткани составляет 94,04% от исходной массы. В состав коксового остатка, в количестве, примерно, 6%, входят ионы хрома в виде оксида или сульфата. Кривые ТГА и ДТА х-ПЭТФ тканей имеют более сложный характер, причем обнаруженные явления соответствуют составу материала – 80% ПЭТФ и 20% целлюлоза (рисунок 11). Кривая ТГА неокрашенных и окрашенных образцов х-ПЭТФ ткани состоит из трех частей. В первой части до температуры 300-320°C обнаружена незначительная (2-2,5%) потеря массы, что в три-четыре раза меньше, чем у хлопковой ткани. Это объясняется тем, что ПЭТФ не содержит адсорбированную воду, влагу адсорбирует только целлюлоза. Потеря массы (14-18%) в интервале 300-380°C соответствует термической деструкции целлюлозы. Значительная потеря массы (67-71%) при температуре более 380°C соответствует термической деструкции ПЭТФ. Процессы деструкции целлюлозы и ПЭТФ сопровождаются эндотермическими тепловыми эффектами. Тепловой эффект деструкции целлюлозы для неокрашенного образца х-ПЭТФ ткани (-25,73 Дж/г) примерно в два раза меньше, чем для окрашенного образца (-56,93 Дж/г). Видимо, область разложения целлюлозы накладывается с областью разложения коллагена красителя, поэтому практически происходит более интенсивная деструкция окрашенного образца в этом температурном интервале. Тепловой эффект деструкции ПЭТФ неокрашенного образца (-77,64 Дж/г) существенно больше, чем этот показатель у окрашенного образца (-22,47 Дж/г). Наличие красителя на поверхности лавсановых волокон уменьшает интенсивность разложения ПЭТФ.



**Рисунок 11.** Кривые ТГА и ДТА Рисунок хлопколавсановой ткани до крашения (А) и после крашения (В) с металлокомплексом коллаген- $\text{Cr}^{3+}$

В отличие от х/б ткани, в процессе термической деструкции ткани из смеси волокон образуется 11,66% коксового остатка, что является результатом осмоления полиэфирной составляющей. Из-за наличия ионов хрома остаток окрашенного образца смеси ткани после испытания еще больше (12,5%). Произведен рентгенофазовый анализ неокрашенных и окрашенных образцов х/б и х-ПЭТФ тканей. Все исследованные образцы имеют аморфные и кристаллические структурные образования. Сигналы кристаллических участков образцов проявляются при близких по значению углах дифракции, но с разной интенсивностью.



**Рисунок 12.** Рентгенограммы хлопко-ПЭТФ ткани до крашения (А) и после крашения (В) с металлокомплексом коллаген- $\text{Cr}^{3+}$

Для х-ПЭТФ ткани самый интенсивный сигнал кристаллической фазы наблюдается при угле дифракции ( $^{\circ}2\theta$ )  $43,83^{\circ}$ : абсолютная интенсивность – 2161, относительная – 100%. Интенсивность других сигналов уменьшается в следующем порядке: при угле дифракции  $64,19^{\circ}$  – 1529 (71%), при  $22,91^{\circ}$  – 539 (25%), при  $23,20^{\circ}$  – 524 (24%), при  $26,25^{\circ}$  – 511 (24%), при  $25,85^{\circ}$  – 495 (23%), при  $22,66^{\circ}$  – 488 (23%), при  $26,55^{\circ}$  – 462 (21%), при  $25,55^{\circ}$  – 431 (20%), при  $22,41^{\circ}$  – 377 (17%), при  $26,85^{\circ}$  – 350 (16%), при  $23,71^{\circ}$  – 316 (15%), при  $17,37^{\circ}$  – 296 (14%), при  $16,82^{\circ}$  – 285 (13%), остальные еще меньше. Для окрашенной х-ПЭТФ ткани самый интенсивный сигнал кристаллической фазы наблюдается при угле дифракции  $64,19^{\circ}$  с меньшей абсолютной величиной (1409), чем для неокрашенного образца. Интенсивность других сигналов уменьшается в следующем порядке: при угле дифракции  $43,83^{\circ}$  – 563 (40%), при  $23,25^{\circ}$  – 368 (26%), при  $23,01^{\circ}$  – 359 (25%), при  $22,81^{\circ}$  – 348 (25%), при  $26,00^{\circ}$  – 337 (24%), при  $26,25^{\circ}$  – 317 (22%), при  $23,55^{\circ}$  – 295 (21%), при  $26,50^{\circ}$  – 284 (20%), при

22,51° – 282 (20%). И для х-ПЭТФ ткани степень кристалличности окрашенных образцов оказалась меньше, чем у неокрашенных образцов (таблица 2).

Таблица 2

Степень кристалличности образцов тканей

| Вид ткани        | Метод определения и степень кристалличности, % |                |                       |                |
|------------------|--|----------------|-----------------------|----------------|
|                  | Метод ДТА                                      |                | Рентгенофазовый метод |                |
|                  | До крашения                                    | После крашения | До крашения           | После крашения |
| Хлопчатобумажная | -  | -              | 51,9                  | 45,2           |
| Хлопколавансовая | 44,9   | 42,0           | 43,5                  | 40,5           |

Как видно из данных таблицы 2, степень кристалличности хлопковых волокон немного больше, чем у х-ПЭТФ. Причем, для обеих тканей после крашения степень кристалличности уменьшается примерно на 3-6%. Значения степени кристалличности х-ПЭТФ ткани, найденные разными способами, оказались близкими. Нанесение красителя во всех случаях приводит к незначительному уменьшению степени кристалличности тканей.

Результаты определения цветовых координат окрашенных тканей представлены на рисунке 13 и таблице 3:

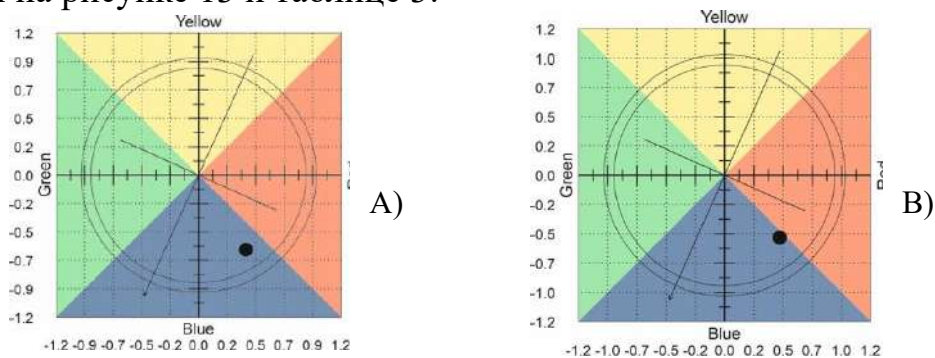


Рисунок 13. Цветовые координаты хлопколавансовой тканей после термофиксации (А) и после промывок (В)

Таблица 3

Значения координат цвета окрашенных образцов, числитель – после термофиксации, знаменатель – после промывок

| Вид ткани               | $L^*$ | $a^*$ | $b^*$  | $C^*$ | $h^\circ$ | K/S  |
|-------------------------|-------|-------|--------|-------|-----------|------|
| Хлопковая ткань         | 66,18 | -2,52 | -5,51  | 6,05  | 209,43    | 1,40 |
|                         | 65,89 | -3,14 | -1,77  | 3,61  | 205,11    | 1,40 |
| Лавсановая ткань        | 68,11 | -0,41 | -10,27 | 10,28 | 271,54    | 1,01 |
|                         | 72,62 | 0,35  | -13,32 | 13,33 | 267,73    | 0,5  |
| Хлопко-лавсановая ткань | 71,16 | -2,51 | -5,38  | 5,93  | 245,03    | 1,02 |
|                         | 71,23 | -2,55 | -5,81  | 6,34  | 246,28    | 1,02 |

По внешнему виду все три окрашенные ткани примерно одинакового серо-голубого цвета. Как показали испытания, цветовые координаты образцов незначительно отличаются, значит, на разных тканях проявляются различные оттенки цветов. Видимо, на цветовые координаты оказывает влияние различный характер связывания красителя с хлопковыми и полиэфирными волокнами. После промывок получены неоднозначные результаты.  $\Delta E$  для окрашенных хлопчатобумажной и хлопколавансовой тканей составила 0.35 и

0.19 соответственно. Это указывает на то, что разница между цветом до и после промывок неразличима. Однако  $\Delta E$  полиэфирной ткани составила 5.44, что говорит о значительном изменении цвета образца после промывок. Стойкость к стирке и светостойкость окрашенных образцов тканей оценивались по серому эталону по пятибалльной системе (таблица 4).

Таблица 4

Стойкость к стирке и светостойкость тканей, окрашенных комплексом коллаген- $Cr^{3+}$

| Вид ткани             | Стойкость к стирке |   |   | Светостойкость |
|-----------------------|--------------------|---|---|----------------|
|                       | 4-5                | 5 | 5 |                |
| Хлопковая ткань       | 4-5                | 5 | 5 | 5              |
| Лавсановая ткань      | 4                  | 5 | 5 | 4              |
| Хлопколавановая ткань | 5                  | 5 | 5 | 5              |

Полученный результат подтверждает достаточно прочное связывание комплексного красителя с тканью из смеси волокон: ионов металла с хлопковыми волокнами за счет ионных и координационных связей, коллагена с полиэфирными волокнами за счет взаимного плавления.

Значения некоторых важнейших физико-механических свойств хлопколавановой ткани представлены в таблице 5.

Таблица 5

Физико – механические параметры хлопколавановых тканей до и после крашения с металлокомплексом коллаген:  $Cr_2(SO_4)_3$

| Параметры                                  | Хлопколавановая ткань |      |                |      |
|--|-----------------------|------|----------------|------|
|  | До крашения           |      | После крашения |      |
| Воздухопроницаемость, $dm^3/m^2 \cdot сек$ | 9,3                   |      | 9,3            |      |
| Истирание, циклы                           | 23500                 |      | 27000          |      |
| Несминаемость, %                           | Основа                | Уток | Основа         | Уток |
|  | 36,6                  | 48,8 | 43,3           | 51,1 |
| Удлинение при разрыве, мм                  | 5,4                   | 4,0  | 6,7            | 4,6  |
| Разрывная нагрузка, Н                      | 1132                  | 806  | 1077           | 743  |

В соответствии с природой волокон смесовая хлопколавановая ткань имеет более высокие значения механических свойств. После крашения комплексным красителем коллаген:  $Cr_2(SO_4)_3$  воздухопроницаемость смесевой хлопколавановой ткани остается без изменения. Хлопковая целлюлоза в смесевой ткани сорбирует краситель во внутри волокна, т.е., происходят процессы абсорбции и диффузии. Межволоконное пространство остается пористой, пористость даже увеличивается. В случае лавсановых волокон происходит адсорбция, краситель находится на поверхности волокон. Но и в этом случае ткань остается достаточно пористой для свободного проникновения потока воздуха. Для смесевой ткани наблюдается улучшение устойчивости к истиранию на 19%. С другой стороны, показатель разрывной нагрузки смесевой ткани ухудшается – на 4,9-7,8%. Значит, атомы хрома, будучи очень твердыми, повышают абразивное свойство ткани. Однако среда раствора и высокая температура фиксации красителя приводит к уменьшению разрывной нагрузки. Удлинение при разрыве смесевой ткани – незначительно ухудшается. Таким образом, после крашения тканей комплексным красителем

коллагена их физико-механические свойства, существенно, не изменяются, изменения находятся в пределах, допустимых стандартами.

## ВЫВОДЫ

1. Синтезированы новые натуральные красители текстильных материалов при взаимодействии водного раствора коллагена шкуры крупного рогатого скота с раствором соли переходного металла. Комплексы коллагена могут быть достойной альтернативой традиционным красителям при химической отделке хлопчатобумажных, лавсановых, и, особенно, смесевых хлопколавсановых тканей.

2. Определено влияние режимов процессов химической отделки на степень сорбции и фиксации красителя на волокнах различных тканей. Наибольшие величины показателей достигнуты при равном массовом соотношении коллагена и соли металла. При  $\text{pH}=6-8$  комплекс коллаген- $\text{Cr}^{3+}$  сорбируется на поверхность материала в пределах 12-19%, при температуре фиксации  $140^\circ\text{C}$  массовая доля красителя на волокнах составляет 11-18%, после промывки в холодной и горячей воде на тканях остается 8-12%, после промывки в мыльно-содовом растворе – 8-11% красителя.

3. Комплексный краситель с волокнами целлюлозы связывается преимущественно посредством ионных и координационных связей, с волокнами полиэфира – преимущественно в результате взаимного плавления. В процессе крашения и термофиксации из комплексного красителя удаляется кристаллизационная вода, в том месте образуются новые координационные связи между атомом кислорода гидроксильной группы целлюлозы и ионом хромом комплексного красителя.

4. Определены физико-химические, термические и структурно-фазовые свойства, цветовые характеристики, прочность окраски к мыльным обработкам, светостойкость окрашенных образцов хлопковых, лавсановых и смесевых полотен. Разница между цветом окрашенных хлопколавсановых, хлопковых и лавсановых тканей до и после промывок, выраженная в  $\Delta E$ , составляет 0,19, 0,35 и 5,44 соответственно. Это указывает, на то, что в первых двух случаях цвет практически не изменяется, а вот в случае полиэфирной ткани происходит изменение цвета во время промывок. Высокую оценку стойкости окраски к стирке и свету имеют смесевые хлопколавсановые, а также хлопчатобумажные ткани.

5. Разработанная химическая технология отделки смесевых хлопколавсановых тканей с использованием комплексного красителя на основе отходов производства, доступность реагентов и минимизация энергетических затрат способствует решению некоторой экологической и экономической проблемы отрасли. Перспектива исследований в этом направлении видится в решении вопросов повторного и многократного использования технологических растворов и очистки сточных вод.

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

---

**TASHKENT INSTITUTE OF TEXTILE AND LIGHT INDUSTRY**

**ZUBAYDULLAEVA MALIKA MURATOVNA**

**CREATION OF CHEMICAL TECHNOLOGIES FOR DYEING COTTON-LAVSAN  
FABRICS WITH COLLAGEN METAL COMPLEXES**

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

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

**Tashkent – 2024**

**The theme of the Doctor of Philosophy (PhD) dissertation in chemical sciences is registered at the Higher Attestation Commission under the Ministry of Higher Education, Science and Innovation of the Republic of Uzbekistan under number B2024.1.PhD/K745**

The dissertation has been prepared at the Tashkent Institute of Textile and Light Industry.

The abstract of the dissertation in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) is posted on the web page of the Scientific Council ([www.ttyesi.uz](http://www.ttyesi.uz)) information and educational portal "ZiyoNET" ([www.ziynet.uz](http://www.ziynet.uz)).

**Scientific supervisor:**

**Rafikov Adkham Salimovich**

doctor of chemical sciences, professor

**Official opponents:**

**Ismailov Ravshan Israilovich**

doctor of chemical sciences, professor

**Khasanova Saodat Khaitovna**

candidate of technical sciences, docent

**Leading organization:**

**Tashkent chemical and technological institute**

The defense of the dissertation will take place on 12 December 2024 at 10<sup>00</sup> o'clock at a meeting of the one-time Scientific Council DSc.03/30.12.2019.T.08.01 at the Tashkent Institute of Textile and Light Industry (Address: 100100, Tashkent city, Shohjakhon street, 5. Tel.: (99871) 253-32-02, fax: (99871) 253-36-17; e-mail: ([titlp\\_info@edui.uz](mailto:titlp_info@edui.uz))).

The dissertation can be found at the Information Resource Center of the Tashkent Institute of Textile and Light Industry (Address: 100100, Tashkent city, Shohjakhon street, 5. Tel.: (99871) 253-32-02, fax: (99871) 253-36-17; (e-mail: [titlp\\_info@edui.uz](mailto:titlp_info@edui.uz), (registered under No. 213))).

The abstract of the dissertation has been distributed on 26 November 2024 year.  
Protocol at the register No. 213 dated 26 November 2024 year.



**Kh.Kh. Kamilova**

Chairman of one-time Scientific council on award of scientific degrees, doctor of technical sciences, professor



**A.Z. Mamatov**

Scientific secretary of one-time Scientific council on award of scientific degrees, doctor of technical sciences, professor

**D.B. Xudoyberdieva**

Deputy chairman of scientific seminar under once-only Scientific council on award of scientific degrees, doctor of technical sciences, professor



## Introduction (abstract of Doctor of Philosophy (PhD) thesis)

**The purpose of the research:** Is to create a chemical technology for dyeing cotton-dacron mixed textile fabrics with collagen metal complexes.

**The objects of research work** are solutions of collagen, salts  $Cr_2(SO_4)_3$ ,  $CuSO_4$  coordination compounds based on them, cotton, poliefir and cotton-poliefir textile materials, reagents for preparatory processes for dyeing ( $NaOH$ ,  $H_2O_2$ ,  $Na_2SiO_3$ , ПAB).

**The scientific novelty of the research is as follows:**

a new environmentally friendly complex dye of a natural polymer - collagen has been proposed for effective one-step dyeing of mixed cotton-poliefir textile materials as an alternative to traditional multi-step synthetic dyes;

it has been established that the complex dye enters into a chemical interaction with the cellulose of cotton fibers with the formation of coordination and ionic bonds; the fixation of the dye on poliefir fibers occurs due to the joint melting of polyethylene terephthalate with collagen during the process of heat fixation;

the significance of the influence of dyeing parameters on the intensity and strength of dyeing of both cotton, poliefir, and cotton-poliefir fibers with collagen complexes decreases in the order pH of the solution > component ratio > fixation temperature;

the dependence of the nature of the material, the composition of the dye "collagen- $Cr^{3+}$ ", dyeing modes, physico-chemical and structural-mechanical properties, the main coloristic characteristics of dyed samples of canvases was determined.

**Implementation of research results.** Based on the results obtained on the chemical technology of dyeing textile fabrics with metal complexes, collagen: $Cr_3(SO_4)_3$  and collagen:  $CuSO_4$ :

metal complex collagen: $Cr_3(SO_4)_3$  was introduced into the practice of the Turon Tex LLC enterprise for dyeing cotton-poliefir fabrics (certificate of the Uztekstilprom Association No. 04/25-842 dated April 22, 2024). The results made it possible to produce single-stage, intense and uniform dyeing of mixed textile fabrics with the metal complex collagen:  $Cr_3(SO_4)_3$ ;

metal complex collagen: $Cr_3(SO_4)_3$  for dyeing cotton fabric was introduced into the practice of the LLC CLASS TEX production enterprise (certificate of the Uztekstilprom association No. 04/25-842 dated April 22, 2024). As a result, a blue-gray coloring of cotton fabric that is resistant to external influences has been achieved.

**Structure and scope of the dissertation.** The dissertation work consists of an introduction, three chapters, a conclusion, a list of references, and an appendix. The volume of the dissertation is 120 pages.

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

**I bo'lim (I часть; part I)**

1. A.S. Rafikov, M.M. Zubaydullayeva, D.B. Sadikova, F.A. Abdurakhimova. Dyeing of mixed cotton and poliefir fabrics with new dyes-complexes of collagen with transition metal ions// AATCC Journal of Research. P:1-15, 2024. **(02.00.00; CiteScore 1,3; IF 0,6)**
2. A. Rafikov, D. Sadikova, M. Zubaydullayeva. Synthesis, composition and structure of complexes of dialyzed collagen with copper (II) sulfate// Uzbekistan Journal of Polymers. Vol. 1, Issue 2, 2022, P. 47-62. **(02.00.00)**
3. A. Rafikov, D. Sadikova, M. Zubaydullaeva, N. Kadirova, D. Abdusamatova. Synthesis and thermal properties of collagen complexes with copper ion// Annals of forest research, Journal of Forestry and Environmental Sciences. Vol. 65, № 1, November 2022, P. 1862-1870. **(02.00.00; CiteScore 2,9; IF 1,8)**
4. А.С. Рафиков, М.М. Зубайдуллаева, Ш.Ш. Эргашева. Влияние рН температуры фиксации на окрашиваемость смесевой ткани из хлопка и полиэфира комплексом коллагена// Ўзбекистон тўқимачилик журнали. № 1, Тошкент-2023, 107-114 б. **(05.00.00; № 17)**
5. А.С. Рафиков, К.С. Файзуллаева, М.М. Зубайдуллаева, Б.Ш. Ибодуллоев. Биохимическое удаление шликты из хлопковой ткани// Ўзбекистон тўқимачилик журнали. № 3, Тошкент-2023, 88-95 б. **(02.00.00; № 17)**
6. А.С. Рафиков, М.М. Зубайдуллаева. Термические и структурно-фазовые свойства тканей, окрашенных комплексным красителем коллагена// Узбекский химический журнал, 2/2024, Ташкент-2024, 52-60 ст. **(02.00.00; № 6)**

**II bo'lim (II часть; part II)**

7. A. Rafikov, D. Sadikova, M.M. Zubaydullayeva, N. Kadirova. Synthesis and structure of complexes of transition metals with collagen for dyeing mixed materials// AIP Conference proceedings, AIP Publishing, 2430, 070001, January 2022.
8. А.С. Рафиков, М.М. Зубайдуллаева. Металлокомплексы коллагена для крашения хлопчатобумажных тканей// Международная научно-практическая конференция “Роль высшего образования и производственных предприятий во внедрении инновационных технологий в области текстильной и легкой промышленности”, Термез, Апрель, 2022, 190–195 стр.
9. А.С. Рафиков, Д.Б. Садикова, М.М. Зубайдуллаева. Комплекс  $CrCl_3$  с коллагеном – краситель для смешанного материала// ВИТЕБСК, 54 – я международная научно-техническая конференция преподавателей и студентов, 28 – Апрель, 2021, 184-185 стр.
10. А.С. Рафиков, М.М. Зубайдуллаева. Применение координационных соединений коллагена с  $Cr_2(SO_4)_3 \cdot 6H_2O$  для крашения хлопчатобумажных

тканей// Узбекско-Казахский Симпозиум “Современные проблемы науки о полимерах”, Ташкент, Сентябрь, 2022, 80-81 стр.

11. А.С. Рафиков, М.М. Зубайдуллаева. Влияние температуры на степень фиксации металлокомплекса коллагена при крашении хлопко-лавсановых тканей// “Соҳа корхоналари учун юқори малакали кадрлар тайёрлашда миллий ва хорижий тажрибалар” мавзусидаги халқаро илмий-амалий анжуман тўплами, Тошкент, Октябрь 2022, 64-67 б.

12. А.С. Рафиков, М.М. Зубайдуллаева. Подготовка и крашение хлопчатобумажных тканей металлокомплексами коллагена// “Фан, таълим, ишлаб чиқариш интеграциялашуви шароитида пахта тозалаш, тўқимачилик, енгил саноат, матбаа ишлаб чиқариш инновацион технологиялари долзарб муаммолари ва уларнинг ечими” Республика илмий-амалий анжуман материаллари тўплами, II қисм, III шўба, Тошкент, Май, 2022, 187-188 б.

13. А.С. Рафиков, М.М. Зубайдуллаева. Применение металлокомплекса коллаген а с ионами хрома для крашение хлопчатобумажных тканей// “Кимёнинг ривожиди фундаментал, амалий тадқиқотлар ва уларнинг истиқболлари” Республика илмий-амалий анжумани материаллари, Тошкент, Сентябрь, 2022, 205-206 б.

14. А.С. Рафиков, М.М. Зубайдуллаева. Физико-механические параметры хлопковых и хлопко-лавсановых тканей окрашенных металлокомплексом коллагена// “Соҳа корхоналари учун юқори малакали кадрлар тайёрлашда дуал таълимнинг ўрни, ҳамда фан, таълим, ишлаб чиқариш кластерларини ривожлантиришда инновацион ёндошувлар” мавзусига бағишланган халқаро илмий-амалий анжумани тўплами, Тошкент, Ноябрь 2023, 452-453 б.

15. А.С. Рафиков, М.М. Зубайдуллаева, Ш.Ш. Эргашева. Влияние температуры термофиксации на окрашиваемость смесевой ткани из хлопка и полиэфира комплексом коллагена// Международная научно-практическая конференция “Фундаментальные и практические аспекты функциональных полимеров”, Ташкент-2023, 17-18 март 572-575 стр.

16. А.С. Рафиков, М.М. Зубайдуллаева. Влияние рН среды на крашение хлопчатобумажной ткани металлокомплексами коллагена// “Пахта тозалаш, тўқимачилик, енгил саноат, матбаа ишлаб чиқариш соҳасида фан ва таълим интеграциялашувини ривожлантириш тенденциялари” мавзусидаги республика миқёсидаги илмий-амалий анжуман тўплами, 2-қисм, Тошкент-2023, 17-май, 71-73 б.

17. А.С. Рафиков, М.М. Зубайдуллаева. Влияние температуры фиксации на прочность комплексного красителя коллаген: $Cr^{3+}$  на волокнах текстильных материалов// “Физикавий ва коллоид кимё фанларининг фундаментал ва амалий муаммолари ҳамда уларнинг инновацион ечимлари” мавзусида халқаро илмий-амалий анжуман материаллари тўплами, Наманган – 2024, 9-10 февраль, 1069-1071 б.

18. А.С. Рафиков, Н.Н. Ясинская, М.М. Зубайдуллаева, К.С. Файзуллаева. Биохимическая подготовка хлопковой ткани к крашению// “Перспективы создания терморезистивных олигомеров, утилизации полимерных отходов,

полифункциональных соединений и полимерных материалов на их основе” сборник научных трудов Республиканского научно-практического конференции посвященного к 80-летию д.х.н., проф. Ф.А. Магруппова, Ташкент-2024, 84-85 стр.

19. А.С. Рафиков, М.М. Зубайдуллаева, С.Х. Каримов. Влияние рН среды на окрашиваемость текстильных тканей комплексом коллаген: $Cr^{3+}$ // сборник 57-й Международной научно-технической конференции преподавателей и студентов, в 2 т. // УО “ВГТУ”, Витебск-2024, Т. 1. апрель 433-436 стр.

20. А.С. Рафиков, М.М. Зубайдуллаева, Ш.Ш. Эргашева. Влияние температуры фиксации и рН среды на степень сорбции комплексного красителя коллаген- $CuSO_4$  на волокна материала// “Ўзбекистонда янги иқтисодий ислохотлар шароитида пахта, тўқимачилик, енгил саноат ва матбаа соҳалари технологиялари ривожлантиришнинг истиқболлари ва муаммолари”, Республика миқёсидаги илмий – амалий анжумани тўплами, 2-қисм, Тошкент-2024, 85-87 б.

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

Bosishga ruxsat etiladi: 23.11.2024 yil.  
Bichimi 60x45 1/8, “Times New Roman”  
garniturada, raqamli bosma usulida bosildi.  
Shartli bosma tabog‘i 3. Adadi: 60. Buyurtma №78.  
TTYESI bosmaxonasida chop etildi.  
Toshkent shahri, Yakkasaroy tumani, Shohjahon ko‘chasi, 5-uy.



