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

TOSHKENT TO‘QIMACHILIK VA YENGIL SANOAT INSTITUTI

SADRIDDINOVA NIGORA JUNAYDULLA QIZI

PURKASHLI TEXNOLOGIYA UCHUN SUV ASOSLI BO‘YOQ TARKIBINI MODIFIKATSIYALASH ORQALI CHOP ETISH SIFATINI OSHIRISH

05.02.03 – Texnologik mashinalar. Robotlar, mexatronika va robototexnika tizimlari

Texnika fanlari falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi AVTOREFERATI

Toshkent – 2026

UO‘K: 667.526.001.73:655.3:004

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

Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам

Contents of dissertation abstract of doctor of philosophy (PhD) on technical science

Sadriddinova Nigora Junaydulla qizi
Purkashli texnologiya uchun suv asosli bo‘yoq tarkibini modifikatsiyalash orqali chop etish sifatini oshirish **3**

Садриддинова Нигора Жунайдулла кизи
Повышение качества печати модификацией состава водорастворимой краски для струйной технологии ……..……..... **25**

Sadriddinova Nigora Junaydulla qizi
Improving print quality by modifying the composition of water-based ink for inkjet technology ……..... **47**

E’lon qilingan ishlar ro‘yxati
Список опубликованных работ
List of published works …….. **51**

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

TOSHKENT TO‘QIMACHILIK VA YENGIL SANOAT INSTITUTI

SADRIDDINOVA NIGORA JUNAYDULLA QIZI

PURKASHLI TEXNOLOGIYA UCHUN SUV ASOSLI BO‘YOQ TARKIBINI MODIFIKATSIYALASH ORQALI CHOP ETISH SIFATINI OSHIRISH

05.02.03 – “Texnologik mashinalar. Robotlar, mexatronika va robototexnika tizimlari”

texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi AVTOREFERATI

Toshkent - 2026

Texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi mavzusi O‘zbekiston Respublikasi Fanlar Akademiyasi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasida B2026.3.PhD/T6919 raqam bilan ro‘yxatga olingan.

Dissertatsiya Toshkent to‘qimachilik va yengil sanoat institutida bajarilgan.

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

Ilmiy rahbar:	**Babaxanova Xalima Abishevna** texnika fanlari doktori, professor
Rasmiy opponentlar:	**Shin Illarion Georgiyevich** texnika fanlari doktori, professor
	Mark Aronovich Zilbergleyt kimyo fanlari doktori, professor (Belarus Respublikasi)
Yetakchi tashkilot:	**Buxoro davlat texnika universiteti**

Dissertatsiya himoyasi Toshkent to‘qimachilik va yengil sanoat instituti huzuridagi ilmiy darajalar beruvchi DSc.03/2025.27.12.T.21.01 raqamli Ilmiy kengashning 2026-yil 26-noyabr soat 11^{00} dagi majlisida bo‘lib o‘tadi. (Manzil: 100100, Toshkent sh., Yakkasaroy tumani, Shoxjahon ko‘chasi, 5-uy. Tel.: (+99871) 253-06-06, (+99871) 253-08-08; faks: (+99871) 253-36-17; e-mail: titlp_info@edu.uz) Toshkent to‘qimachilik va yengil sanoat instituti ma’muriy binosi, 2-qavat, 222-xona.

Dissertatsiya ishi bilan Toshkent to‘qimachilik va yengil sanoat institutining axborot-resurs markazida tanishish mumkin. (№ 324-raqam bilan ro‘yxatga olingan). (Manzil: 100100, Toshkent sh, Shoxjahon-5, tel.: (+99871) 253-06-06, (+99871) 253-08-08).

Dissertatsiya avtoreferati 2026-yil 10-noyabr kuni tarqatildi.

(2026-yil 10-noyabrdagi № 318-raqamli reestr bayonnomasi).

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

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

Sh.Sh. Xakimov
Ilmiy darajalar beruvchi, Ilmiy kengash qoshidagi Ilmiy seminar raisi, t.f.d., professor

KIRISH (falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi annotatsiyasi)

Dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zarurati. Jahonda matbaa sanoatining rivojlanishi kam adadli, ko‘p rangli bosma mahsulotlar ishlab chiqarish hajmining barqaror o‘sishi bilan tavsiflanadi. Bu esa raqamli texnologiyalarning keng joriy etilishi va bosma mahsulotlarni shaxsiylashtirilishi bilan izohlanadi. Bosma qolipini tayyorlash xarajatlarining mavjud emasligi, yuqori darajada avtomatlashtirilganligi, natijalarning takrorlanuvchanligi va ekologik yuklamaning pasayishi tufayli purkashli chop etish eng istiqbolli raqamli texnologiyalardan biri hisoblanadi. Chop etish boshchalari, bo‘yoq ta’minoti tizimlarining takomillashuvi va chop etiladigan materiallar turlarining kengayishi mazkur texnologiyaning ishlab chiqarish, qadoqlash va to‘qimachilik sanoatida keng qo‘llanilishiga xizmat qilmoqda. Statistika ma’lumotlariga ko‘ra, jahon purkashli chop etish bozori har yili o‘rtacha 5-9 foizga o‘smoqda. Bu esa ishlab chiqarishning raqamlashtirilishi, chop etish tizimlarining tezligi va aniqligining oshirilishi, shuningdek, suv asosli, lateksli hamda ultrabinafsha (UB) nurlar ta’sirida qotuvchi bo‘yoqlarning takomillashtirilishi bilan bog‘liq. Shu bilan birga, chop etiladigan materiallar turlarining xilma-xilligi bosma jarayonining texnologik parametrlarini moslashtirishni talab qiladi, import qilinadigan sarflanuvchi materiallarga qaramlik esa muqobil xomashyo asosida yangi bo‘yoq kompozitsiyalarini ishlab chiqish zaruratini yuzaga keltiradi.

Jahonda purkashli chop etish uchun tomchi hosil bo‘lishining barqarorligini ta’minlaydigan, turli materiallar bilan yuqori darajada mos keladigan, bosma mahsulot tannarxini pasaytirishga xizmat qiladigan, yaxshilangan funksional hamda reologik xususiyatlarga ega bo‘lgan, ekologik xavfsiz suv asosli bo‘yoqlarni yaratishga yo‘naltirilgan keng ko‘lamli ilmiy-tadqiqot ishlari olib borilmoqda. Bunda, ayniqsa, chop etish tizimlarining konstruktiv xususiyatlari, shuningdek, chop etiladigan materialning fizik-kimyoviy va sirt xususiyatlarini hisobga olgan holda komponentlar tarkibini o‘zgartirish orqali belgilangan xossalarga ega bo‘lgan suv asosli bo‘yoqlarni olish texnologiyasini ishlab chiqishga alohida e’tibor qaratilmoqda.

Respublikamizda purkashli bosma va suv asosli bo‘yoqlardan foydalangan holda ko‘p rangli kam adadli bosma mahsulotlarni ishlab chiqarish sifatini oshirish, raqobatbardosh hamda eksportga yo‘naltirilgan matbaa mahsulotlari ishlab chiqarish hajmini kengaytirish bo‘yicha majmuaviy chora-tadbirlar amalga oshirilmoqda. Yangi O‘zbekistonning 2022-2026-yillarga mo‘ljallangan Taraqqiyot strategiyasida “Milliy iqtisodiyot barqarorligini ta’minlashga qaratilgan sanoat siyosatini izchil davom ettirish, yalpi ichki mahsulotda sanoat ulushini oshirish hamda sanoat mahsulotlari ishlab chiqarish hajmini 1,4 baravarga ko‘paytirish” muhim vazifalardan biri sifatida belgilangan[1]. Ushbu vazifalar ijrosi doirasida muhim natijalarga erishilgan bo‘lib, ichki bozorni mahalliy xomashyo bilan ta’minlash va matbaa mahsulotlari tannarxini pasaytirish maqsadida import qilinadigan xomashyolar (qog‘oz, karton, bo‘yoq va yelimlovchi moddalar) ishlab chiqarishni mahalliylashtirish dasturining ishlab chiqilishi ulardan biri hisoblanadi.

[1] O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 28-yanvardagi PF-60 “2022/2026-yillarga mo‘ljallangan Yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to‘g‘risida”gi Farmoni

O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017-yil 13-sentabrdagi PQ-3271-son “Kitob mahsulotlarini nashr etish va tarqatish tizimini rivojlantirish, kitob mutolaasi va kitobxonlik madaniyatini oshirish hamda targ‘ib qilish bo‘yicha kompleks chora-tadbirlar dasturi to‘g‘risidagi”gi, 2020-yil 16-martdagi PQ-4640-son “Noshirlik va matbaa sohasini yanada rivojlantirishga oid qo‘shimcha chora-tadbirlar to‘g‘risida”gi Qarorlari, shuningdek, mazkur faoliyatga tegishli boshqa me’yoriy-huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni amalga oshirishga ushbu dissertatsiya ishi muayyan darajada xizmat qiladi.

Tadqiqotning O‘zbekiston Respublikasida fan va texnologiyalar rivojlanishining ustuvor yo‘nalishlariga muvofiqligi. Dissertatsiya ishi bo‘yicha tadqiqotlar fan va texnologiyalar rivojlanishining II. “Energetika, energiya va resurstejamkorlik” ustuvor yo‘nalishiga mos keladi.

Muammoning o‘rganilganlik darajasi. Jahonda purkashli chop etish va bosma bo‘yoqlarining turlari, bo‘yoqning chop etiladigan materialning yuzasi bilan o‘zaro ta’sirlashuvi mexanizmi va kinetikasi sohasida B.N. Persson, C. Ganser, H. Kipphan, Sh. Magdassi, K.S. Arxipov, I.O. Govyazin, O.S. Martyanova, M.V. Domasev, S.P. Gnatyuk, I.A. Sisuyev, Y.A. Kobenko, M.F. Fedorsuk, A.Y. Kaverina, D.V. Pshenichniy va boshqa olimlar salmoqli hissa qo‘shganlar. Bosma bo‘yoqlari tarkibi va xossalarining chop etish jarayoniga ta’sirini o‘rganish bo‘yicha M.A. Zilbergleyt, I.V. Marchenko, L.A. Shevtsova, G.N. Kononov, V.V. Soxonchuk, Y.G. Rustamova, A.A. Gridnev, G.M. Muxametova, A.A. Gulin, M.S. Kagirina va boshqa olimlarning ilmiy tadqiqotlari alohida ahamiyat kasb etadi.

Respublikamizda muqobil xomashyolar asosida asosiy matbaa materiallarini ishlab chiqarish, bosma mahsulotlari sifatini oshirish, shuningdek, texnologik jarayon parametrlari va materiallar xossalari o‘rtasidagi o‘zaro bog‘liqlikni aniqlashga oid tadqiqotlar X.A. Alimova, A.K. Bulanov, X.A. Babaxanova, I.A. Nabiyeva, U.J. Yeshbayeva, I.A. Bulanov, A.A. Djalilov, Z.K. Galimova, O.D. Haqnazarova, I.I. Ismailov, D.R. Safayeva, M.M. Abdunazarov va boshqa olimlarning ilmiy ishlarida o‘z aksini topgan.

Shuni ta’kidlash kerakki, purkashli chop etish va suv asosli bo‘yoqlardan foydalanish orqali kam adadli bosma mahsulotlar sifatini oshirish, suv asosli bo‘yoqning tarkibi va xossalarining bosma sifatiga ta’sirini aniqlash, shuningdek, sifatli bosma nusxalarini olish maqsadida purkashli chop etish jarayonida turli tarkibli bo‘yoqlarning chop etiladigan material bilan o‘zaro ta’sirlashuv xususiyatlarini o‘rganish bo‘yicha ko‘plab ilmiy tadqiqotlar amalga oshirilgan va ijobiy natijalarga erishilgan bo‘lsa-da, mazkur yo‘nalishdagi tadqiqotlar yetarli darajada to‘liq o‘rganilmagan.

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 ishlari tematik rejasiga bog‘liq bo‘lib, VA-OT-A3-05 “O‘zbekiston Respublikasi sellyuloza-qog‘oz va matbaachilik sanoatlari uchun ikkilamchi tolali materiallardan qog‘oz olish texnologiyasini takomillashtirish” amaliy loyihasiga muvofiq bajarilgan.

Tadqiqotning maqsadi purkashli chop etish texnologiyasida bosma mahsulotlarining sifat ko‘rsatkichlarini oshirish uchun modifikatsiyalangan suv asosli bo‘yoqni olish usulini ishlab chiqish va fizik-kimyoviy hamda bosma-texnik xossalarini tadqiq qilishdan iborat.

Tadqiqotning vazifalari:

purkashli chop etishda suv asosli bo‘yoq va chop etiladigan materialning o‘zaro ta’sirlashish jarayoniga oid ilmiy tadqiqotlarning tahliliy sharhini amalga oshirish;

gazli xromatografiya hamda IQ-spektroskopiya usullari yordamida purkashli chop etish uchun efir-aldegid fraksiyasi qo‘shilgan suv asosli bo‘yoqning tarkibi va xossalarini o‘rganish;

efir-aldegid fraksiyasi qo‘shilgan suv asosli bo‘yoqning tarkibi va xossalarining purkashli chop etish sifatiga ta’sirini spektrodensitometrik va mikroskopik tadqiqot usullari asosida baholash;

SEM (skanerlovchi elektron mikroskopiya) va EDS-tahlil usullaridan foydalangan holda purkashli chop etishda efir-aldegid fraksiyasi qo‘shilgan suv asosli bo‘yoqning chop etiladigan material bilan o‘zaro ta’sirlashuvining xususiyatlarini aniqlash;

matbaa korxonalarida muqobil xomashyo qo‘shilgan suv asosli bo‘yoqdan foydalanishning iqtisodiy samaradorligini aniqlash.

Tadqiqotning obyekti sifatida turli tarkib va kompozitsiyadagi suv asosli bo‘yoqlar, shu bo‘yoqlardan foydalanib purkashli chop etishda olingan ko‘p bo‘yoqli nusxalar olingan.

Tadqiqotning predmeti suv asosli bo‘yoqning chop etiladigan material yuzasi bilan o‘zaro ta’sirlashuv jarayoni hamda purkashli chop etish jarayonida suv asosli bo‘yoq xossalari bilan bo‘yoqni qabul qilish ko‘rsatkichi o‘rtasidagi o‘zaro bog‘liqlikdan iborat.

Tadqiqot usullari. Dissertatsiya ishida bosma nusxalarning sifat ko‘rsatkichlarini baholashning standart va zamonaviy usullari, jumladan, gaz xromatografiyasi, IQ-Furye spektroskopiyasi, viskozimetriya, ionometriya, konduktometriya, spektrodensitometriya va mikroskopik tahlil usullaridan, tajriba natijalarini qayta ishlashda esa matematik modellashtirish usullaridan foydalanilgan.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi quyidagilardan iborat:

purkashli texnologiyada matbaa mahsulotlarini chop etish uchun efir-aldegid fraksiyasidan foydalanish asosida suv asosli bo‘yoq olish texnologiyasi takomillashtirilgan;

efir-aldegid fraksiyasidan modifikator sifatida foydalanish asosida qovushqoqlikni me’yorlashtirish va bo‘yoqning bosma materialda mustahkamlanish vaqtini qisqartirishni ta’minlovchi purkashli chop etish uchun suv asosli bo‘yoqning maqbul tarkibi aniqlangan;

suv asosli bo‘yoqning bosma-texnik xossalarining kompozitsiya tarkibi va komponentlar miqdoriga bog‘liqligi spektrodensitometriya usuli orqali aniqlangan hamda asoslangan;

purkashli texnologiyada bosma sifatni ta’minlash uchun suv asosli bo‘yoqning tarkibi va bo‘yoqni qabul qilish ko‘rsatkichi o‘rtasidagi o‘zaro bog‘liqlik qonuniyati SEM va EDS-tahlil hamda regression tenglamalar qurish orqali aniqlangan.

Tadqiqotning amaliy natijalari quyidagilardan iborat**:**

efir-aldegid fraksiyasi qo‘shilgan suv asosli bo‘yoqlarni olishning ishlab chiqilgan usuli ichki bozorni mahalliy materiallar bilan ta’minlashga, shuningdek, ishlab chiqariladigan mahsulotlarning assortimenti va hajmini kengaytirishga xizmat qiladi;

efir-aldegid fraksiyasi qo‘shilgan suv asosli bo‘yoqning aniqlangan ratsional tarkibi va xossalari bosma nusxada qovushqoqlikni pasayishini va nusxada bo‘yoqning mustahkamlanish vaqtini kamayishini ta’minlaydi;

olingan matematik model ma’lum tarkib va qovushqoqlikka ega suv asosli bo‘yoqdan ma’lum massali qog‘ozda foydalanishda texnologik jarayonni optimallashtirish, shuningdek, kam adadli mahsulotlarni chop etishda moddiy va energiya xarajatlarni kamaytirish imkonini beradi.

Tadqiqot natijalarining ishonchliligi. Tadqiqot natijalarining ishonchliligi nazariy va tajribaviy tadqiqotlar natijalarining o‘zaro muvofiqligi, tadqiqot natijalarining amaliyotda sinovdan o‘tkazilib, ijobiy natijalar berganligi, shuningdek, olingan ma’lumotlarning mavjud baholash mezonlari bo‘yicha taqqoslanishi va ularning adekvatligi bilan tasdiqlanadi.

Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati.

Tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyati purkashli chop etish uchun efir-aldegid fraksiyasi qo‘shilgan suv asosli bo‘yoqlarni olish usulining takomillashtirilganligi, bosma sifatini ta’minlash uchun ratsional tarkibning aniqlanganligi hamda suv asosli bo‘yoq va chop etiladigan material yuzasi o‘rtasidagi o‘zaro ta’sirlashuv jarayoni xususiyatlarining ochib berilganligi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining amaliy ahamiyati efir-aldegid fraksiyasi qo‘shilgan suv asosli bo‘yoqlarni olishning takomillashtirilgan usuli ichki bozorni mahalliy materiallar bilan ta’minlashga, mahsulotlar assortimenti va ishlab chiqarish hajmini oshirishga xizmat qilishi, shuningdek, suv asosli bo‘yoqning aniqlangan ratsional tarkibi bosma nusxalarining sifatini ta’minlashi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining joriy qilinishi. Efir-aldegid fraksiyasi qo‘shilgan suv asosli bo‘yoqning chop etiladigan materialning yuzasi bilan o‘zaro ta’sirlashuvining xususiyatlarini aniqlashga yo‘naltirilgan ilmiy tadqiqotlar asosida:

efir-aldegid fraksiyasi qo‘shilgan suv asosli bo‘yoq “Elektron texnika markazi” MChJ, “NAMANGAN POLIGRAF PRESS” MChJ, “YASHIN SANOAT SAVDO HARID” XK korxonalarida joriy etilgan (“Sharq” nashriyot-matbaa aksiyadorlik kompaniyasining 2026-yil 24-sentabrdagi 1/3-104-sonli ma’lumotnomasi). Efir-aldegid fraksiyasi kiritilgan suv asosli bo‘yoqni joriy etish ichki bozorni mahalliy materiallar bilan ta’minlash, ishlab chiqarilayotgan mahsulotlar assortimenti va hajmini oshirish imkonini beradi. Matbaachilik korxonalarida modifikatsiyalangan suv asosli bo‘yoqni qo‘llash natijasida 1 kg bo‘yoq uchun import analoglariga nisbatan xarajatlarni 68% ga kamaytirishga erishiladi.

Tadqiqot natijalarining aprobatsiyasi. Mazkur tadqiqot natijalari 13 ta ilmiy-texnik anjumanlarda, shu jumladan, 7 ta xalqaro anjumanlarda muhokama qilingan.

Tadqiqot natijalarining e'lon qilinishi. Dissertatsiya mavzusi bo'yicha 29 ta ilmiy ishlar chop etilgan, shulardan O'zbekiston Respublikasi Oliy attestatsiya komissiyasining dissertatsiyalar asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan ilmiy nashrlarda 11 ta maqola, Scopus xalqaro bazasiga kiruvchi jurnallarda 2 ta maqola chop etilgan.

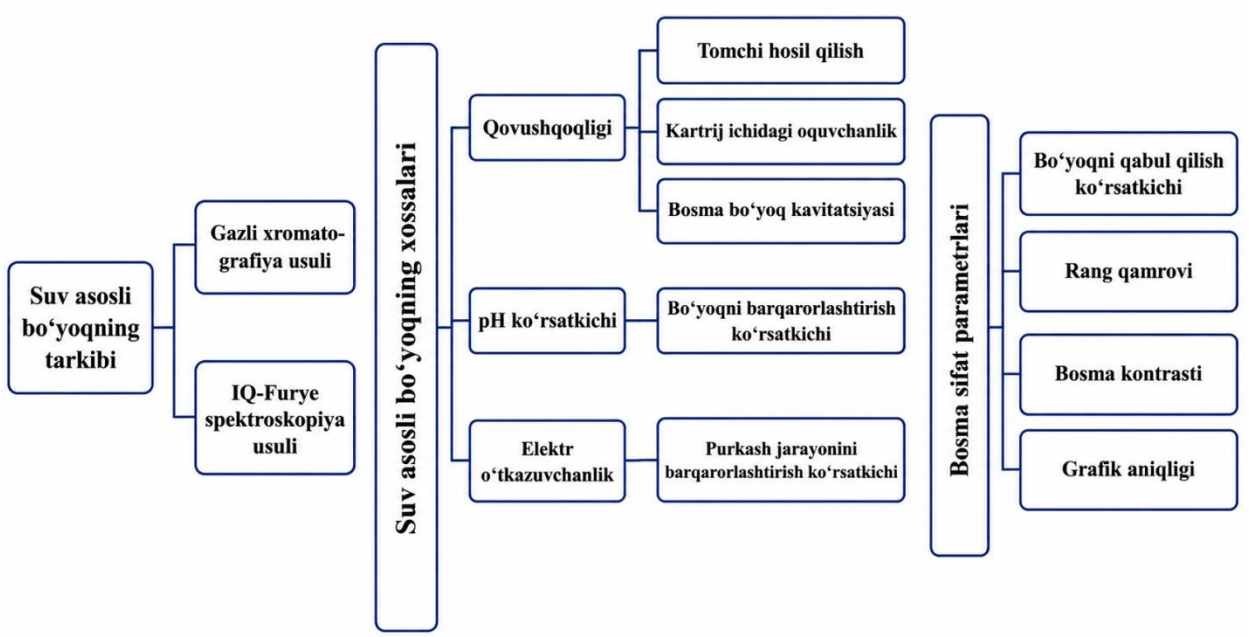
Dissertatsiyaning tuzilishi va hajmi. Dissertatsiya kirish, 4 ta bob, xulosalar, foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati va ilovalardan iborat. Dissertatsiyaning hajmi 114 betni tashkil etadi.

DISSERTATSIYANING ASOSIY MAZMUNI

Kirish qismida dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zarurati asoslangan, tadqiqot maqsadi va vazifalari, shuningdek, obyekti va predmeti shakllantirilgan, tadqiqotning respublika fan va texnologiyalarni rivojlantirishning muhim yo'nalishlariga mosligi keltirilgan, tadqiqotning ilmiy yangiligi va amaliy natijalari bayon etilgan, olingan natijalarning ishonchliligi asoslangan, olingan natijalarning ilmiy va amaliy ahamiyati yoritilgan, tadqiqot natijalarini ishlab chiqarishga joriy qilish, nashr qilingan ishlar va dissertatsiya tuzilishi bo'yicha ma'lumotlar keltirilgan.

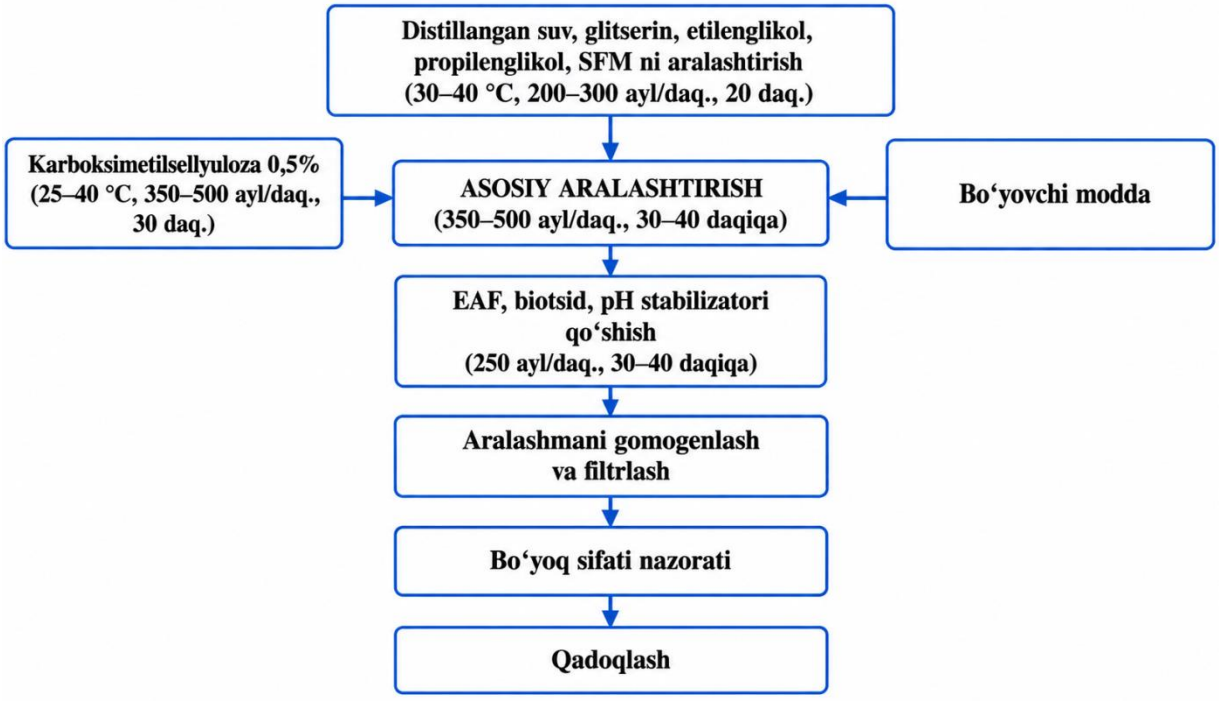
Dissertatsiyaning **"Purkashli chop etishda suv asosli bo'yoq va chop etiladigan materialning o'zaro ta'sirlashuvi jarayoni tadqiqotlari sharhi"** deb nomlangan birinchi bobida dissertatsiya mavzusi bilan bog'liq ilmiy tadqiqotlar sharhi va adabiyot manbalari tahlili keltirilgan. Kam adadli ko'p bo'yoqli mahsulotlar uchun turli xildagi bo'yoqlardan foydalanish bo'yicha purkashli chop etish texnologiyasi sohasidagi olimlarning ish tajribalari o'rganilgan va umumlashtirilgan. Chop etiladigan materialning xossalari va purkashli printerning konstruksion o'ziga xosliklariga bog'liq holda bo'yoq turi to'g'ri tanlanganda va qo'llanilganda bosma mahsulotlarini ishlab chiqarishning yuqori sifati ta'minlanishi aniqlangan. Bosma mahsulotlarini ishlab chiqarish sifatini oshirish maqsadida suv asosli bo'yoq va chop etiladigan materialning o'zaro ta'sirlashuvi jarayonining o'ziga xosliklarini tadqiq qilish yetarlicha o'rganilmagan.

Dissertatsiyaning **"Purkashli chop etish uchun suv asosli bo'yoqning tarkibi va xossalarini tadqiq qilish"** nomli ikkinchi bobi modifikatsiyalangan suv asosli bo'yoqni olish usulini ishlab chiqish, tarkibi va fizik-kimyoviy xossalarini tadqiq qilish, shuningdek, komponentlarni identifikatsiya qilish va iyerarxik shakl bo'yicha optimal kompozitsion tarkibni aniqlashga bag'ishlangan(1-rasm).



1-rasm. Suv asosli bo‘yoq tarkibi va xossalarining purkashli chop etish sifatiga ta’sirini iyerarxik shakli

Suv asosli bo‘yoqni tayyorlash 2-rasmda keltirilgan texnologik shakl bo‘yicha amalga oshirildi.



2-rasm. Suv asosli bo‘yoq olish texnologik shakli

Birinchi bosqichda oldindan tozalangan idishda distillangan suvni sirt-faol modda (natriy laurilsulfat) va erituvchilar (glitserin, etilenglikol, propilenglikol) bilan aralashtirish yo‘li bilan suvli asos tayyorlandi. Aralashtirish (30±5) ^{0}C harorat va havoning nisbiy namligi (50±5)% bo‘lganda bir turli (gomogen) eritma olingunga qadar amalga oshirildi. Magnitli aralashtirgichdan foydalanib doimiy tarzda mexanik aralashtirgan holda ohistalik bilan bo‘yovchi modda qo‘shildi va quyqalarning hosil

bo‘lishiga yo‘l qo‘ymagan holda zarralarning bir tekis taqsimlanishi ta’minlandi. Qovushqoqligini va reologik xossalarini barqarorlashtirish uchun dispersiyaga KMS qo‘shildi, to‘liq erigunga va bir xildagi qovushqoqlikka erishilgunga qadar yaxshilab aralashtirildi. Mikroorganizmlar o‘sishining oldini olish va saqlashda bo‘yoqlarning barqaror bo‘lishini ta’minlash uchun biotsid qo‘shildi. Fizik-mexanik va bosma-texnik xossalarini yaxshilash uchun efir-aldegid fraksiya (EAF) qo‘shildi. Muhitning pH qiymatini belgilangan diapazonda saqlash va kimyoviy barqarorlikni ta’minlash uchun pH stabilizatori qo‘shildi. Tayyor dispersiya yirik zarralarni ketkazish maqsadida g‘ovakliklarining o‘lchami 5-10 μm bo‘lgan filtrlar orqali filtrlandi.

Suv asosli bo‘yoqlarning optimal tarkibini tanlash maqsadida asosiy komponentlarning miqdoriy tarkibi farqlanadigan beshta tajribaviy kompozitsiya tayyorlandi (1-jadval).

1-jadval

Tarkib komponentlarining turli variantlardagi miqdori

Tarkib komponentlari	Turli variantlardagi miqdori					Me’yoriy/sifat hujjati
	1	2	3	4	5	
Distillangan suv, ml	Umumiy hajm 100 ml bo‘lguncha					ГОСТ 6709-72
Bo‘yovchi modda, g	2	2	2	2	2	Ishlab chiqaruvchining CoA hujjati bo‘yicha
Glitserin, ml	1	2	3	4	5	ГОСТ 6824-96
Etilenglikol, ml	2	2	2	2	2	ГОСТ 19710-2019
Propilenglikol, ml	5	5	5	5	5	ГОСТ 29034-91
Efir-aldegid fraksiyasi (EAF), ml	1	2	3	4	5	TSh 18-81:2012
Natriy laurilsulfat, ml (0,5% li)	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	ГОСТ 13803-91
Karboksimetilsellyuloza, ml (0,5%)	5	5	5	5	5	OCT 6-05-386-80
Biotsid	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	ГОСТ 1625-2016
pH stabilizatori	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	ГОСТ 3760-79

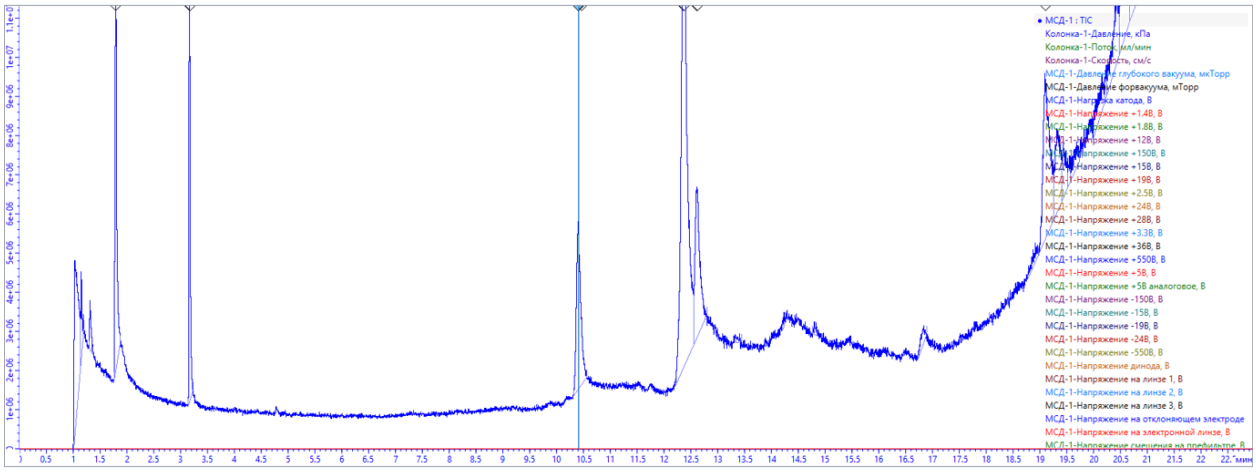
Suv asosli bo‘yoqning kimyoviy tarkibini aniqlash va identifikatsiya qilish uchun gazli xromatografiya usulidan foydalanildi. «Xromatek-Kristall 5000» xromatografida olingan natijalar 2-jadvalda keltirilgan.

2-jadval

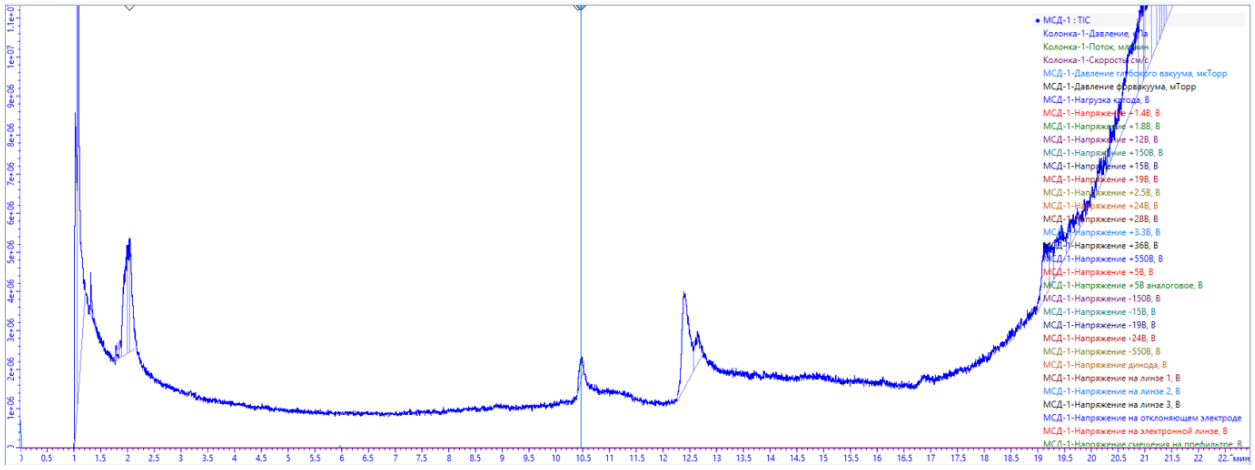
Xromatografik tahlil natijalari

Birikmaning nomlanishi	Komponentlarning nisbiy miqdori	
	Yangi tarkib	Sanoat namunasi
9-Hexadecanoic acid	15.34	50.58
Trans-13-Octadecenoic acid	6.78	13.94
Ethanol 2-(2-butoxethoxy)	-	45.78
9-Hexadecenoic acid	-	10.73
9-Octadecenoic acid (Z), 2-hydroxy-1 (hedroxymeth)	-	14.66
Z-(13,14-Epoxy)tetradic-11-en-1-ol acetate	4.410	-

Gazoxromatografik tahlil natijalari (2-jadval) shuni ko‘rsatdiki, ham sanoat namunasi sifatida olingan, ham modifikatsiyalangan suv asosli bo‘yoq tarkibida kislota mavjud organik birikmalarga va yuqori yog‘ kislotalarga ega. Ikkala namunada ham n-Hexadecanoic acid (palmitin kislota) va Trans-13-Octadecenoic acid asosiy komponentlar hisoblanadi, biroq, ularning miqdoriy nisbati sezilarli darajada farq qiladi. Sanoat namunasida 9-Hexadecanoic acid ning miqdori 50,58 (3-rasm, a) ni tashkil qilishi aniqlandi, bu ishlab chiqilgan bo‘yoq tarkibidagi uning miqdoridan (15,34) uch martadan ko‘proq ekanligini anglatadi (3-rasm, b).



a)



b)

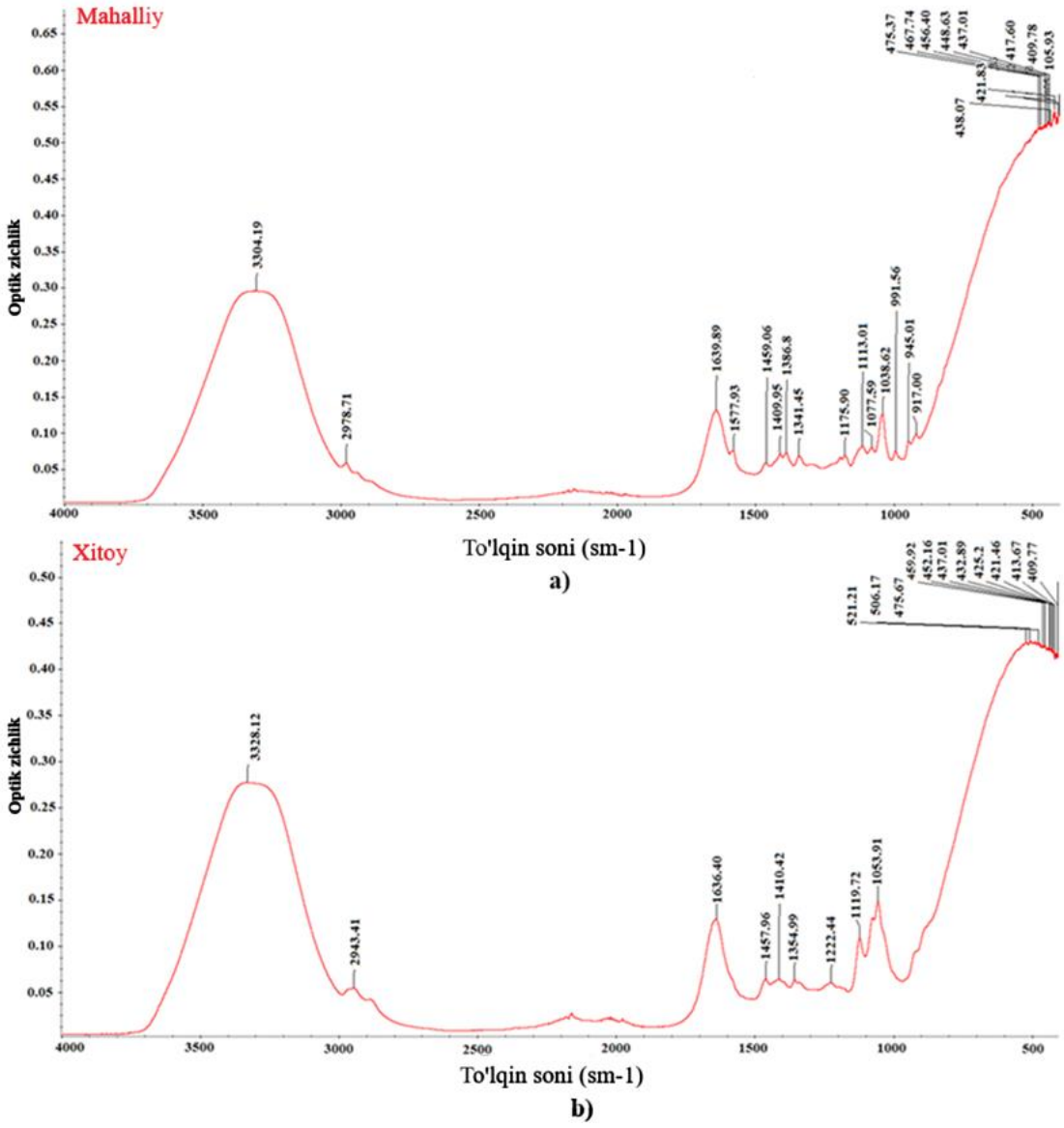
a – sanoat namunasi (Xitoy); b – yangi tarkibli

3-rasm. 9-Hexadecanoic acid uchun suv asosli bo‘yoqning differensial xromatogrammasi

Trans-13-Octadecenoic acid uchun ham shunga o‘xshash tendensiya kuzatiladi, uning konsentratsiyasi sanoat namunasi sifatida olingan bo‘yoqda 13,94 ga yetadi, yangi tarkibli namunada esa 6,78 ni tashkil qiladi (2-jadval). Ishlab chiqilgan bo‘yoq tarkibida sanoat kompozitsiyasida mavjud bo‘lmagan Z-(13,14-Epoxy)tetradec-11-en-1-ol acetate birikmasi 4,41% miqdorda identifikatsiya qilindi. Mazkur komponentning mavjudligi muqobil xomashyodan foydalanish yoki bo‘yoq olish texnologiyasining o‘ziga xosliklari bilan bog‘liq bo‘lishi mumkin.

Modifikatsiyalangan bo‘yoqning tarkibida funksional guruhlarni aniqlash uchun molekulalar tomonidan IQ-nurlanishni yutishga asoslangan IQ-spektroskopiya usulidan foydalanildi.

Yangi tarkibli suv asosli bo‘yoqni IQ-spektroskopik tahlil qilish natijasida gidroksil guruhlarning (–OH) valent tebranishlariga mos keluvchi ~3400 sm^{-1} sohada yutilish yo‘lkalarining mavjudligi aniqlandi (4-rasm, a). Uning nisbatan past intensivligi gidrofil funksional guruhlarning kam miqdorda ekanligidan dalolat beradi. Taxminan 1650 sm^{-1} sohadagi asosiy pik bo‘yoqning tarkibida karbonil yoki amid guruhlarining mavjudligini ko‘rsatadi. 1000 sm^{-1} sohadagi sust namoyon bo‘lgan yo‘lka mineral aralashmalar miqdorining sezilarsiz ekanligidan dalolat beradi, bu esa ishlab chiqilgan kompozitsiyaning tozaligi va sifatini tasdiqlaydi.



4-rasm. Yangi tarkibli (a) va sanoat namunasi sifatida olingan (Xitoy) (b) suv asosli bo‘yoqlarning infraqizil spektrlari

Sanoat namunasi sifatida olingan (Xitoy) suv asosli bo‘yoqning IQ-spektrida taxminan 3400 sm^{-1} sohada gidroksil guruhlarga (–OH) tegishli bo‘lgan yo‘lka kuzatiladi, akril bog‘lovchilarning karbonil guruhlari (C=O) mavjudligini

ko‘rsatuvchi 1600-1700 sm^{-1} sohadagi piklar, taxminan 1000-1100 sm^{-1} sohada mineral to‘ldiruvchilar va funksional qo‘shimchalarning mavjudligidan dalolat beruvchi signallar kuzatiladi. Bu holat bo‘yoqning tarkibida polimer bog‘lovchi va mineral komponentlarning mavjudligini tasdiqlaydi.

Olingan IQ-spektrlar kutubxona ma’lumotlari bilan taqqoslanganda aniqlangan 11 ta birikmaning 5 tasi tadqiq qilinayotgan ikkita bo‘yoqning tarkibida mos tushishi aniqlandi, bu holat ularning kimyoviy o‘xshashligidan dalolat beradi.

Ishda qovushqoqlik tadqiq qilingan, chunki u purkashli chop etishda tomchining hosil bo‘lish jarayoniga ta’sir ko‘rsatadi va ko‘p jihatdan suv asosli bo‘yoqning bosma-texnik xossalarini aniqlab beradi (3-jadval).

3-jadval

Turli variantdagi suv asosli bo‘yoqning reologik xossalari

Ranglar	Siljish kuchlanishi, mPa	Qovushqoqlik, mPa·s	Moment, mN·m
	1 (2) variant		
cyan	265,655 (278,399)	5,42 (5,68)	0,003 (0,003)
magenta	143,637 (154,613)	3,01 (3,24)	0,001 (0,002)
yellow	150,866 (164,299)	2,92 (3,18)	0,001 (0,002)
black	244,456 (259,164)	4,82 (5,11)	0,002 (0,003)
	3 (4) variant		
cyan	289,672 (299,475)	5,91 (6,11)	0,003 (0,003)
magenta	164,157 (173,701)	3,44 (3,64)	0,002 (0,002)
yellow	176,182 (195,299)	3,41 (3,78)	0,002 (0,002)
black	279,958 (294,666)	5,52 (5,81)	0,003 (0,003)
	5 (sanoat namunasi) variant		
cyan	309,278 (292,221)	6,31 (5,96)	0,003 (0,003)
magenta	184,676 (181,861)	3,87 (3,81)	0,002 (0,002)
yellow	220,615 (202,067)	4,27 (3,91)	0,002 (0,002)
black	304,810 (273,568)	6,01 (5,39)	0,003 (0,003)

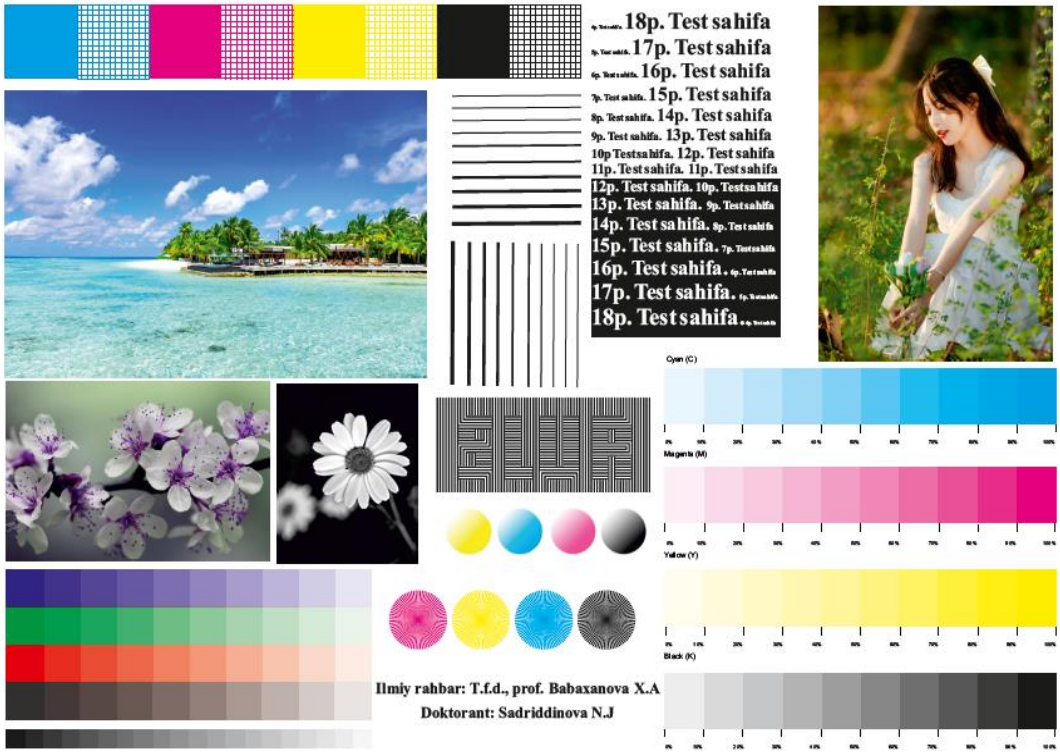
3-jadvaldan ko‘rinib turibdiki, to‘rtinchi variant reologik ko‘rsatkichlarning umumiy majmuasi bo‘yicha sanoat namunasiga eng yaqin natijalarni namoyon etdi. Uchinchi va beshinchi variantlarda ham sanoat namunasiga yaqin qiymatlar qayd etildi, biroq uchinchi variantda Magenta va Yellow ranglarining qovushqoqligi nisbatan pastroq, beshinchi variantda esa Yellow va Black ranglarining qovushqoqligi yuqoriroq bo‘ldi.

Ishda suv asosli bo‘yoqning pH-ko‘rsatkichi va elektr o‘tkazuvchanligi tadqiq qilindi, chunki mazkur parametrlar uning fizik-mexanik barqarorligiga, chop etish tizimining elementlari bilan moslashuvchanlikka va purkashli chop etishning sifatiga sezilarli darajada ta’sir ko‘rsatadi. Tadqiq qilingan namunalarning pH qiymati 7,1-8,2 diapazonda ekanligi aniqlandi, elektrod potensiali esa -2,9 mV dan -70,3 mV gacha o‘zgardi. pH va elektrod potensiali (R^2=0,99) orasida yuqori darajadagi chiziqli bog‘liqlik aniqlandi: pHning ortishi bilan potensial Nernst tenglamasiga muvofiqlikda tizimli tarzda pasaydi. Olingan bog‘liqlik bo‘yoqlarning sifatini nazorat

qilish, chop etish boshchalarining tiqilib qolishini oldini olish va korroziya jarayonlarini kamaytirishda qo‘llanilishi mumkin. Elektr o‘tkazuvchanlikni tadqiq qilish shuni ko‘rsatdiki, uning qiymati 1601,0-2505,3 µS/cm diapazonda bo‘lib, u purkashli chop etish bo‘yoqlari uchun yo‘l qo‘ysa bo‘ladigan qiymatlarga mos keladi, lekin optimal diapazondan chetga chiqadi. Bu holat bo‘yoqning tarkibida tomchilarning shakllanish jarayoniga va chop etishning barqarorligiga ta’sir ko‘rsatuvchi ion komponentlarining yuqori miqdoridan dalolat beradi. Reologik tavsifnomalarni solishtirma tahlil qilish xossalari sanoat namunasiga eng yaqin bo‘lgan №4 tarkib eng istiqbolli hisoblanishini ko‘rsatdi.

Dissertasiyaning **“Suv asosli bo‘yoq tarkibi va xossalarining purkashli chop etish sifatiga ta’siri”** deb nomlangan uchinchi bobi yangi tarkibli suv asosli bo‘yoqni purkashli chop etishda qo‘llash imkoniyatlarini tadqiq qilish, shuningdek, uning foydalanish xossalarini baholash hamda tarkibning tasvirlarni hosil qilishning grafik aniqligiga ta’sirini aniqlashga bag‘ishlangan.

Shriftli axborotni hosil qilish aniqligini baholash uchun ishlab chiqilgan test-obyekt (5-rasm) o‘lchmi 4 dan 18 punktgacha bo‘lgan pozitiv va negativ shriftlarga ega bo‘ldi.



5-rasm. Ishlab chiqilgan test-obyekt

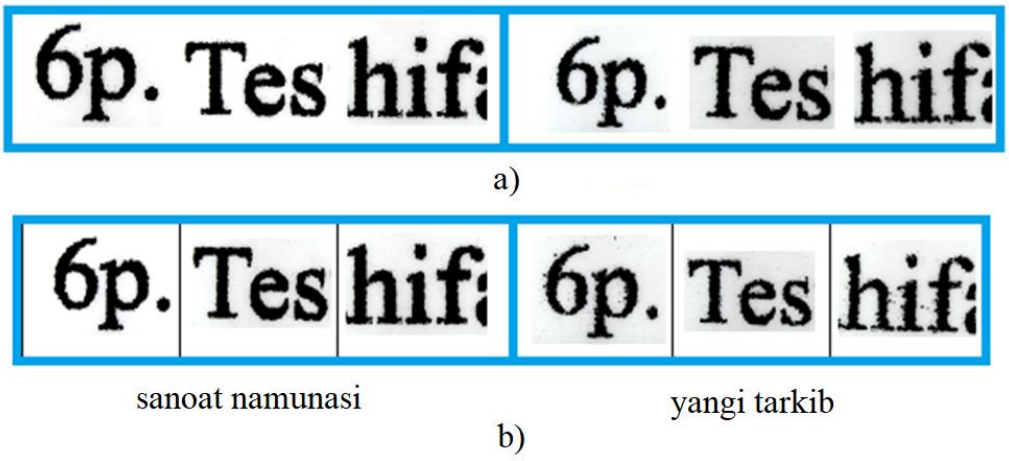
Epson Eco Tank L3200 purkashli printerida sanoat namunasi sifatida olingan Epson 103 dye ink (Xitoy) bo‘yog‘i va yangi tarkibli bo‘yoqdan foydalangan holda ishlab chiqilgan test-obyekt chop etildi. Tadqiqot obyektlari sifatida yuzasining strukturasi, qoplamining mavjudligi va turi bo‘yicha farqlanadigan yettita qog‘oz turi tanlandi (4-jadval).

4-jadval

Tadqiq qilinayotgan qog‘ozlarning tavsifnomalari

№	Qog‘ozning nomlanishi	Massasi, g/m^2
1	Ofset qog‘ozi (bo‘rlanmagan)	80
2	Two-side glossy Photo paper (2-tomonlama yaltiroq fotoqog‘oz)	130
3	Matte photo paper (xira fotoqog‘oz)	130
4	Double sided matte Photo Paper (ikki tomonlama xira fotoqog‘oz)	140
5	Epson Matte (xira fotoqog‘oz)	140
6	Two-side glossy photo paper (ikki tomonlama yaltiroq fotoqog‘oz)	160
7	Double side Matte inkjet paper (ikki tomonlama xira fotoqog‘oz)	230

Nusxalarning grafik aniqligini baholash uchun optik mikroskopiya usuli bilan (SVBONY 50-1000x) mikroshtrixli elementlar va 6 punkt o‘lchamli minimal shriftni hosil qilish sifati tahlil qilindi.

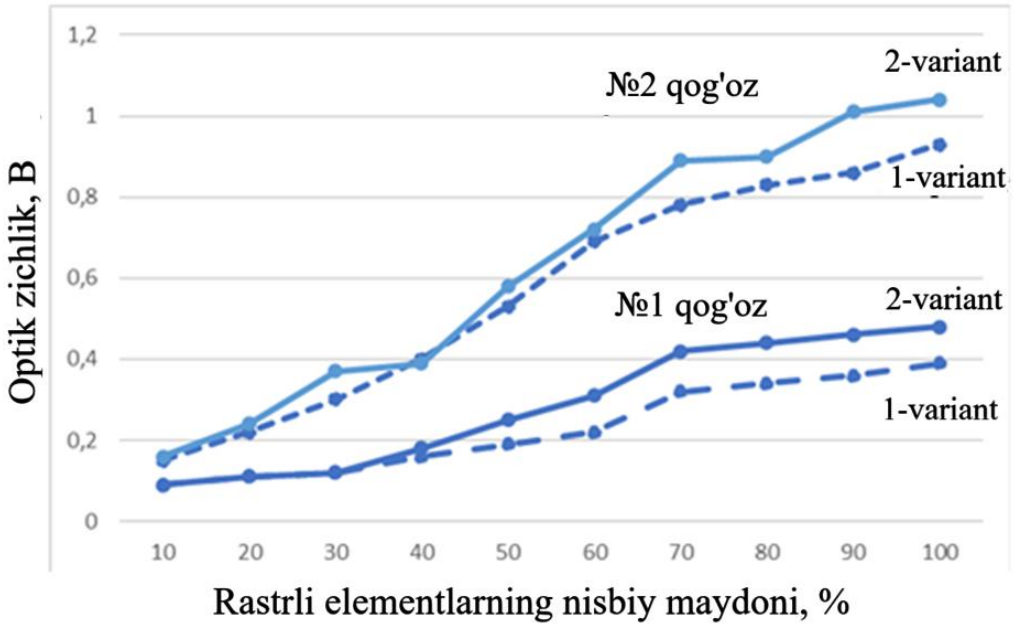


A – №2 (6) qog‘ozida; b – №3 (№4, №5, №7) qog‘ozida

6-rasm. Qog‘ozlarda chop etilgan nusxalarning mikrofotosuratlari

Suv asosli bo‘yoqlar kegli 6 punkt bo‘lgan shriftning hosil qilinishini ta’minlaydi, biroq, konturlarda kuzatilayotgan arrasimonlik chop etishning aniqligini oshirish uchun bo‘yoqlarning reologik xossalarini optimallashtirish zaruratini keltirib chiqaradi.

Suv asosli bo‘yoq tarkibining rang uzatilishiga ta’sirini baholash uchun yettita qog‘oz turlarida asosiy ranglar rastrli elementlarining optik zichlik qiymatlari o‘lchandi. Optik zichlik qiymatlari ma’lumotlari bo‘yicha birinchi va ikkinchi variantli suv asosli bo‘yoqlar bilan chop etishda ikkita qog‘oz turida asosiy triada ranglarining gradatsion uzatilishini tavsiflovchi gradatsion bog‘liqlik egrilari qurildi (7-rasm).



7-rasm. Birinchi va ikkinchi tarkibli variantlardagi suv asosli bo‘yoqlar bilan chop etishda №1 va №2 qog‘ozlarda havorang bo‘yoq uchun gradatsion bog‘liqlik egrilari

Gradatsion egrilar (7-rasm) tahlili shuni ko‘rsatdiki, yaltiroq qoplamga ega bo‘lgan №2 qog‘oz, №1 qog‘oz bilan taqqoslaganda, tus o‘tishlarining sifatliroq uzatilishini ta’minlaydi. №2 tarkib sanoat namunasi sifatida olingan bo‘yoqqa eng yaqin natijalarni ko‘rsatdi.

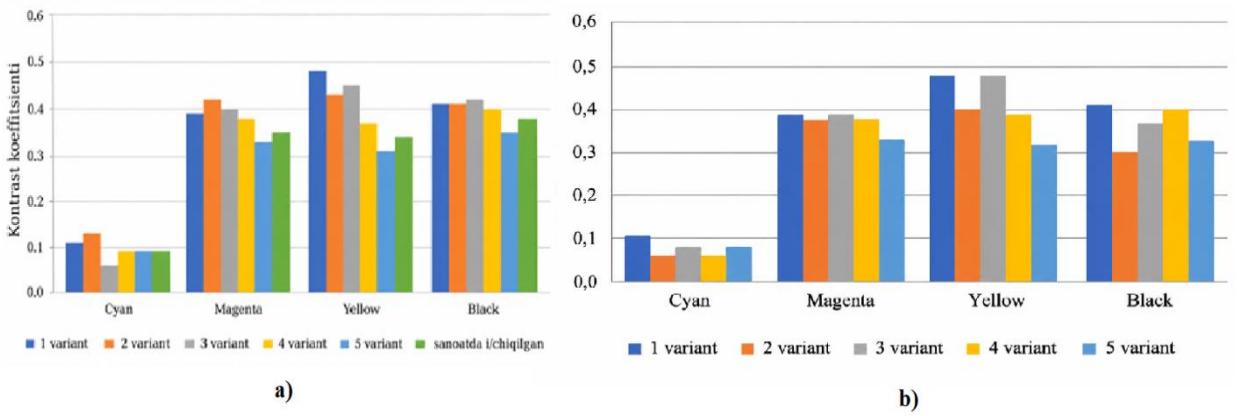
Xira (№3, №4, №5, №7) va yaltiroq (№2, №6) qog‘ozlarda olingan nusxalarning optik zichliklari qiymatlarini solishtirma tahlil qilish shuni ko‘rsatdiki, rang uzatish sifati tashuvchining turi va suv asosli bo‘yoqning tarkibidan iborat birgalikdagi ta’sir bilan aniqlanadi, bunda bo‘yoqning retsepturaviy o‘ziga xosliklari yetakchi faktor hisoblanadi.

Suv asosli bo‘yoq tarkibining purkagichlar orqali bir tekis uzatishga ta’siri darajasini aniqlash uchun quyidagi formula bo‘yicha 100% va 80% elementlarning zonali optik zichliklari o‘lchangan holda chop etish kontrasti ko‘rsatkichi - Shirmer-Rentser koeffitsiyenti hisoblandi. Purkagichlarning kattalashritilishi chop etishda keng tarqalgan nuqson - rastrli tasvirlarning to‘q (soya) joylarida gradatsiyaning yo‘qotilishiga olib kelishi mumkin:

$$K = \frac{D_p - D_r}{D_p}$$

bu yerda: K - kontrast koeffitsiyenti; D_r - rastrli maydonning integral optik zichligi; D_p - sidirg‘a bo‘yoq qatlamining optik zichligi.

Suv asosli bo‘yoqlarning turli tarkiblaridan foydalanishda №2 va №3 qog‘ozlarda tasvirlarning to‘q joylarini hosil qilish natijalarining tahlili 8-rasmda keltirilgan.

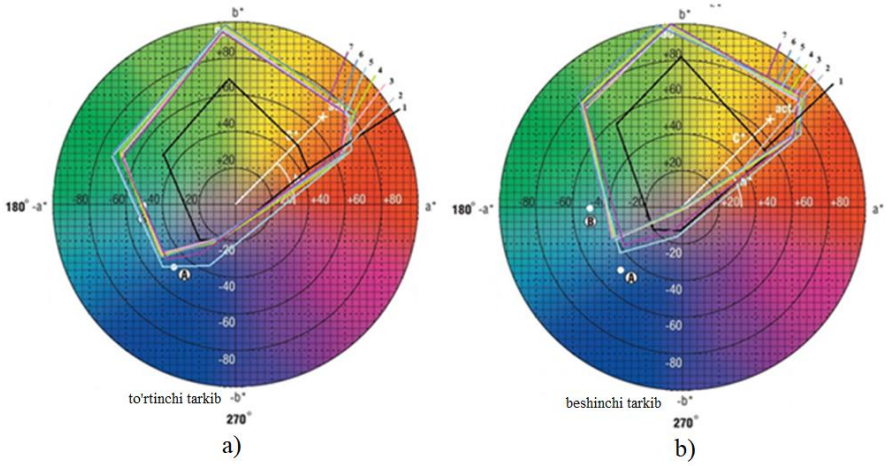


8-rasm. Suv asosli bo‘yoqning turli tarkiblari uchun asosiy triada CMYK ranglari uchun kontrast koeffitsiyentining o‘zgarishi diagrammasi: a - №2 qog‘ozda; b - №3 qog‘ozda

8-rasmda keltirilgan ma’lumotlardan kelib chiqadiki, №5 tarkib optimal diapazon 0,20-0,25 ga eng yaqin bo‘lgan qiymatlarni ta’minlaydi, bu esa tasvirning to‘q joylarining sifatliroq hosil qilinishidan dalolat beradi.

Purkashli chop etishning sifati CIE L*a*b* rang fazosida rang qamrovi bo‘yicha baholandi. Buning uchun asosiy va aralash ranglarning koordinatalari aniqlandi va tegishli rangli oltiburchaklarning maydonlari taqqoslandi hamda tadqiq qilinayotgan namunalarda rang uzatilishining to‘liqligini baholash imkoniga ega bo‘lindi.

Rang qamrovlarini solishtirma tahlil qilish shuni ko‘rsatdiki, birinchi va ikkinchi tarkiblar rang koordinatalarining eng barqaror darajada taqsimlanishi bilan tavsiflanadi, ikkinchi tarkib rang fazosining yashil sohasining bir tekis hosil qilinishini ta’minlaydi. Uchinchi tarkib sariq-yashil sohada rang qamrovining qo‘shimcha torayishi bilan ajralib turadi, bu esa rang uzatishda muvozanatlashganlikning pasayishidan dalolat beradi. To‘rtinchi tarkib uchun (9-rasm, a) qizil-qirmizi sohada rang qamrovining sezilarli chegaralanishi tavsifli, bu iliq ottenkalar to‘yinganligining pasayishini ko‘rsatadi. Beshinchi tarkib (9-rasm, b) eng keng va muvozanatlashgan rang qamrovini ta’minlaydi, bu esa uning tadqiq qilinayotgan variantlar orasida eng yaxshi kolorimetrik tavsifnomalarga egaligidan dalolat beradi.



9-rasm. Yettita qog‘oz turida suv asosli bo‘yoqlarda chop etilgan nusxalarning rang qamrovi: a - to‘rtinchi tarkib; b - beshinchi tarkib

Oltiburchakli rang qamrovlarini (9-rasm) tahlil qilish shuni ko‘rsatadiki, tadqiq qilinayotgan suv asosli bo‘yoq tarkiblari turli xildagi qog‘ozlarda rang uzatish tavsifining bir-biriga o‘xshash bo‘lishini ta’minlaydi, biroq rang qamrovining to‘liqligi va hosil qilinishi tekisligi bo‘yich farqlanadi.

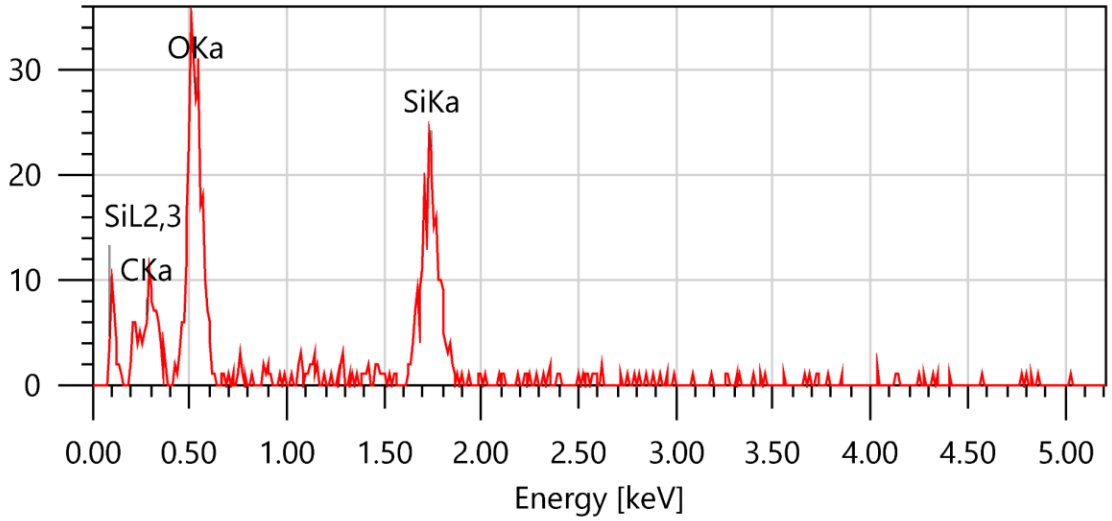
Dissertatsiyaning **“Purkashli chop etishda suv asosli bo‘yoq va chop etiladigan materialning o‘zaro ta’sirlashuvi jarayonining o‘ziga xosliklari”** deb nomlangan to‘rtinchi bobi SEM vA EDS-tahlillardan foydalangan holda qog‘ozning yuza qatlamida suv asosli bo‘yoq elementlarining taqsimlanishini o‘rganishga, chop etish sifatini ta’minlash uchun matematik modellashtirish asosida suv asosli bo‘yoqning optimal tarkibini asoslashga bag‘ishlangan.

Skanerlovchi elektron mikroskopiya (SEM) va energodispersion rentgen spektroskopiya (EDS) usullari bilan JEOL JSM-IT200 skanerlovchi elektron mikroskopida mikrostrukturaning yuqori imkonli qobiliyatdagi SEM-tasvirlari olindi. Suv asosli bo‘yoqning chop etiladigan materialda taqsimlanishi va chuqurligiga shimilishi ko‘ndalang kesimlarning SEM-tasvirlari bo‘yicha bo‘yoq - taglik tizimining chegarasi bo‘yicha miqdoriy baholandi.

Tahlil obyekti sifatida modifikatsiyalangan va sanoat namunasi sifatida olingan bo‘yoqda chop etilgan №3 qog‘ozdagi nusxalar olindi.

SEM-tasvirdagi to‘q soha shakllantirilgan bo‘yoq qatlamiga mos keladi. Tadqiqotlarga ko‘ra sanoat namunasi sifatida olingan (Xitoy) suv asosli bo‘yoqda chop etishda bo‘yoq qatlamining o‘rtacha qalinligi 2,3 μm ni, muqobil xomashyo asosida ishlab chiqilgan bo‘yoqdan foydalanishda esa 1,9 μm ni tashkil qiladi. Olingan natijalar yupqaroq va bir tekis bo‘yoq qatlamining shakllanishidan dalolat beradi, bu holat talab qilinadigan bosma-texnik xossalar saqlangan holda chop etiladigan materialning yuzasida bo‘yoqning oqishi va mustahkamlanishi sharoitlarining yaxshilanishi bilan tushuntirilishi mumkin.

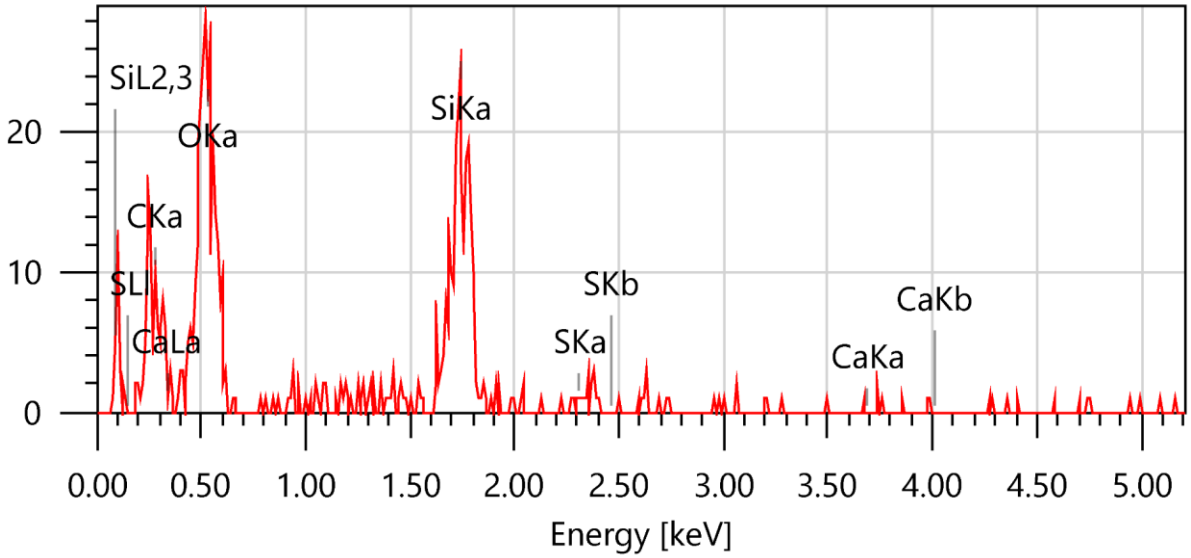
Tadqiq qilinayotgan bo‘yoqlar tarkibida elementlarning taqsimlanishini batafsilroq o‘rganish uchun skanerlovchi elektron mikroskopiya bilan uyg‘unlashtirilgan holda energodispersion rentgen spektroskopiya (EDS) usuli bilan elementli xaritalash amalga oshirildi (10-11-rasmlar).



10-rasm. Modifikatsiyalangan suv asosli bo‘yoqni elementli xaritalash mikrosuratlari

Elementli xaritalash natijalari shuni ko‘rsatdiki, modifikatsiyalangan suv asosli bo‘yoqda asosiy elementlar - uglerod, kislorod va kremniyning taqsimlanishi tadqiq qilinayotgan butun yuza bo‘yicha yuqori darajadagi bir turlilik bilan tavsiflanadi. Mahalliy konsentratsiya bo‘yicha yaqqol namoyon bo‘lgan sohalarning mavjud emasligi komponentlarning yaxshi aralashganligidan va bo‘yoq kompozitsiyasining bir tekis strukturasi shakllanganligidan dalolat beradi. Ayniqsa kremniyning bir tekis taqsimlanishi efir-aldegid fraksiyasi kiritilganidan so‘ng uning bo‘yoqning strukturasiga barqaror darajada qo‘shilishini tasdiqlaydi.

Sanoat namunasi sifatida olingan bo‘yoq namunasi ham uglerod, kislorod va kremniyning mavjudligi kuzatiladi, biroq, alohida elementlari taqsimlanishining bir turliligi pastroq. Bundan tashqari, taqsimlanish xaritalarida oltingugurt va kalsiy mahalliy konsentratsiyalanishi sohalari aniqlandi, bu miqdoriy EDS-tahlil natijalari bilan muvofiqlashadi va sanoat namunasi sifatida olingan bo‘yoqning tarkibida qo‘shimcha mineral qo‘shimchalarning mavjudligini ko‘rsatadi.



11-rasm. Sanoat namunasi sifatida olingan (Xitoy) suv asosli bo‘yoqni elementli xaritalash mikrosuratlari

Chiziqli va atom massasining foizli nisbatida bo‘yoqning elementli tarkibi 5-jadvalda keltirilgan.

5-jadval

Bo‘yoqlar tarkibining elementli tahlili, massa %

Elementlar	Modifikatsiyalangan bo‘yoq		Sanoat namunasi (Xitoy)	
	Chiziqli massa, %	Atom massasi, %	Chiziqli massa, %	Atom massasi, %
	makroelementlar			
C-K	27,68±2,51	38,50±3,50	45,47±2,59	58,82±3,35
O-K	41,11±3,12	42,93±3,26	27,24±2,67	26,46±2,59
Si-K	31,21±3,63	18,57±2,16	24,23±2,97	13,40±1,64
	mikroelementlar			
S-K			1,41±0.94	0,68±0,46
Ca-K			1,65±1,40	0,64±0,54
Summa	100,0			

SEM-EDS-tahlil natijalari suv asosli bo‘yoqni efir-aldegid fraksiyasi bilan modifikatsiyalash uning element tarkibining o‘zgarishiga olib kelishini ko‘rsatdi. Modifikatsiyalangan bo‘yoqda kislorod va kremniyning miqdori tegishlicha 41,11 va 31,21 massa % ni tashkil qiladi, sanoat namunasi sifatida olingan bo‘yoqda esa 27,24 va 24,23 massa %; uglerodning miqdori 45,47 dan 27,68 massa % gacha pasayadi. Bu bo‘yoqning chop etiladigan materialning yuzasi bilan o‘zaro ta’sirlanishining yaxshilanishiga va purkashli chop etish sifatining ortishiga xizmat qiluvchi kislorodli va kremniyli strukturaning shakllanishidan dalolat beradi.

Nusxadagi bo‘yoq qatlamini qalinligini bilvosita tavsiflovchi bo‘yoqning qabul qilinishi tadqiqot obyekti va optimallashtirish kriteriysi hisoblanadi. Asosiy o‘zgaruvchan omillar sifatida quyidagi variatsiyalanadigan faktorlar olingan: glitserin va EAFning miqdori, ml (6-jadval).

Ta’sir qiluvchi faktorlar va ularni variatsiyalash darajalari tanlanganidan so‘ng to‘liq faktorli tajriba - TFT 2^2 usuliga muvofiq ishchi matritsadan foydalanildi. Rejalashtirish matritsasiga muvofiqlikda uch marta takrorlagan holda 4 ta sinov amalga oshirildi.

6-jadval

Asosiy faktorlar va variatsiyalash darajalari

Faktorlarning nomlanishi va belgilanishi	Variatsiyalash darajalari			Variatsiyalash intervallari Δ
	(-) x_{min}	(+) x_{max}	(0) x_0	
Glitserinning miqdori G - x_1, ml	2,0	4,0	3,0	1,0
EAF ning miqdori - x_2, ml	2,0	4,0	3,0	1,0

Regressiya koeffitsiyentlari qiymatlarini ishonarli interval bilan taqqoslagan holda faktorlarning ahamiyatli ekanligi haqida xulosa chiqaramiz. Shunday qilib, matematik modellarga mos keluvchi regressiya tenglamalari quyidagi ko‘rinishga ega bo‘ladi:

№2 130 g/m² qog‘oz uchun: $\mathbf{y=1,299-0,0142\ x_1+\underline{0,0042\ x_2}+0,0142x_1x_2}$ (1)

№6 160 g/m² qog‘oz uchun: $\mathbf{y=1,27-0,0167\ x_1+0,0100\ x_2-\underline{0,0033\ x_1x_2}}$ (2)

№4 140 g/m² qog‘oz uchun: $\mathbf{y=1,323-0,0467\ x_1+0,0417\ x_2-0,025\ x_1x_2}$ (3)

№6 va №4 qog‘ozlarda birinchi faktor qiymatining kamayishi hamda ikkinchi faktor qiymatining ortishi optimallashtirish parametrining ortishiga xizmat qiladi. №2 qog‘ozda esa EAF ning ta’siri glitserin miqdoriga bog‘liq bo‘lib, bu faktorlar o‘rtasidagi o‘zaro ta’sir mavjudligini ko‘rsatadi.

Faktorlarning kodlangan qiymatlari x_1, x_2 dan natural qiymatlarga o‘tamiz, bo‘yoqni qabul qilishning keltirilgan faktorlarga bog‘liqligiga ega bo‘lamiz. o‘zgarishlarni amalga oshirishdan so‘ng yakuniy ko‘rinishda ifodalaymiz:

№2- qog‘oz uchun: $\mathbf{y=1,4694-0,0568\cdot G-0,0426\cdot EAF+0,0142\cdot G\cdot EAF}$ (4)

(4) tenglama glitserin va EAF miqdorlarining bo‘yoqni qabul qilish ko‘rsatkichiga ta’siri o‘zaro bog‘liq ekanligini ko‘rsatadi. №2 qog‘ozda EAF ning ta’siri glitserin miqdoriga bog‘liq. 0,0142 koeffitsiyenti faktorlar o‘rtasida o‘zaro ta’sir mavjudligini bildiradi. Tenglamaning ozod hadi 1,4694 ga teng.

№6 - qog‘oz uchun: $\mathbf{y=1,29-0,0167\cdot G+0,0100\cdot EAF}$ (5)

Regressiya tenglamasi (5) ni tahlil qilish shuni ko‘rsatdiki, glitserin miqdorining oshirilishi bo‘yoqni qabul qilish ko‘rsatkichini pasaytiradi, EAF

miqdorining oshirilishi esa uning ortishiga xizmat qiladi. Bunda glitserinning ta’siri yaqqolroq namoyon bo‘ladi:

№4 - qog‘oz uchun: **y=1,113+0,0283·G +0,1167·EAF-0,025·G·EAF** (6)

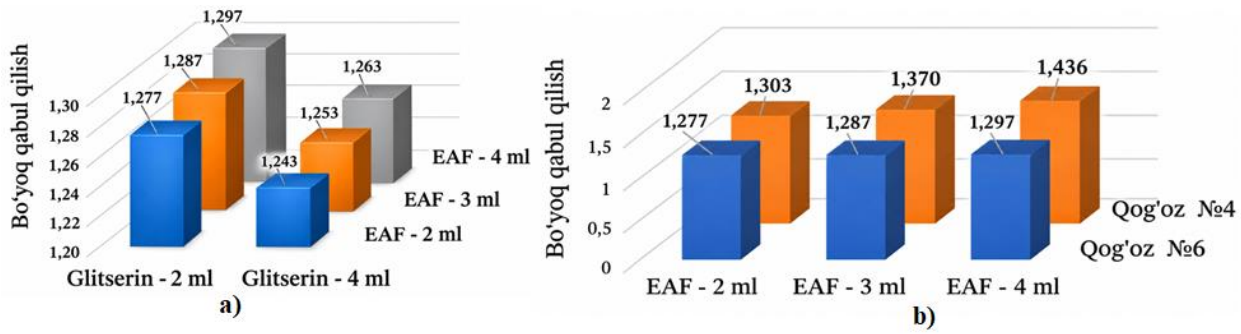
7-jadval

Bo‘yoqning tarkibida glitserin va EAF ning miqdoriga bog‘liq holda tasvirning bo‘yoq qabul qilishining o‘zgarishi

№	Glitserin, ml	EAF, ml	№2 - 130 g/m^2 qog‘oz uchun	№6 - 160 g/m^2 qog‘oz uchun	№4 - 140 g/m^2 qog‘oz uchun
1	2	2	1,327	1,277	1,303
2		3	1,313	1,287	1,370
3		4	1,299	1,297	1,436
4	4	2	1,271	1,243	1,260
5		3	1,285	1,253	1,276
6		4	1,299	1,263	1,293
7	2	2	1,327	1,277	1,303
8	3		1,299	1,260	1,281
9	4		1,271	1,243	1,260
10	2	4	1,299	1,297	1,436
11	3		-	1,280	1,365
12	4		-	1,263	1,293

Regressiya tenglamasi (6) glitserin miqdorining oshishi bo‘yoqni qabul qilish ko‘rsatkichini pasaytirishini, EAF miqdorining oshishi esa uni orttirishini ko‘rsatdi. O‘zaro ta’sir hadining manfiy -0,025 koeffitsiyenti EAF ning ijobiy ta’siri glitserin miqdori ortishi bilan kamayishini bildiradi.

Regressiya tenglamalarini tahlil qilish bo‘yoq tarkibining ratsional parametrlarini aniqlashga imkon berdi. №2 (130 g/m²) qog‘ozda bo‘yoqni qabul qilishning eng yuqori hisoblangan qiymati glitserin va EAF miqdori 2 ml dan bo‘lganda 1,327 ni tashkil etdi. EAF ning ta’siri glitserin miqdoriga bog‘liq ekanligi aniqlandi. Qurilgan diagrammalar glitserin va EAF miqdorlarining bo‘yoqni qabul qilish ko‘rsatkichiga ta’sirini ko‘rgazmali tarzda namoyon qildi.



12-rasm. Bo‘yoq qabul qilinishining o‘zgarishi diagrammasi: a - glitserin va EAF ning miqdoriga bog‘liq holda №6 qog‘ozda; b - EAF ning miqdoriga bog‘liq holda glitserinning miqdori 2 ml bo‘lganda turli xildagi qog‘ozlarda

Bo‘yoq tarkibida glitserinning 2 ml miqdori ratsional ekanligi, EAF ning maqbul miqdori esa qog‘oz turiga bog‘liq holda 2-4 ml oralig‘ida bo‘lishi aniqlandi. Komponentlarning ushbu miqdorlari bo‘yoqni qabul qilish, rang to‘yinganligi va bo‘yoq qatlamining mustahkamlanish tezligini maqbul darajada uyg‘unlashtirish imkonini beradi. Massasi 160 g/m^2 bo‘lgan №6 yaltiroq fotoqog‘ozda bosma sifatining yuqori ko‘rsatkichlariga erishildi, №4 xira qog‘ozda esa bo‘yoq qatlamining ortiqcha qalinlashishi tasvirning grafik aniqligiga salbiy ta’sir ko‘rsatdi.

Korxonaning yangi tarkibli suv asosli bo‘yoqni qo‘llashdan oladigan kutilayotgan iqtisodiy samarasi 1 kg bo‘yoq uchun 96,70 ming so‘mni (import analogi bilan taqqoslaganda 68%) tashkil qiladi, bu esa mahsulot tannarxining pasayishiga va ishlab chiqarish iqtisodiy samaradorligining ortishiga xizmat qiladi.

XULOSA

“Purkashli texnologiya uchun suv asosli bo‘yoq tarkibini modifikatsiyalash orqali chop etish sifatini oshirish” mavzusida o‘tkazilgan tadqiqot natijalariga ko‘ra, quyidagi xulosalar shakllantirildi:

1. Purkashli chop etish texnologiyasi uchun efir-aldegid fraksiyasidan foydalanish asosida suv asosli bo‘yoq olish texnologiyasi takomillashtirilgan.

2. Purkashli chop etish uchun muqobil komponentlardan talab qilinadigan bosma-texnik xossalarni ta’minlovchi suv asosli bo‘yoqning yangi tarkibi ishlab chiqilgan.

3. Xromatografik va IQ-spektroskopik tahlillar natijalari ishlab chiqilgan suv asosli bo‘yoq sanoat namunasi bilan kimyoviy o‘xshashlikka ega ekanligini ko‘rsatdi. Bu o‘xshash funksional guruhlarning mavjudligi hamda aniqlangan 11 ta birikmaning 5 tasi o‘zaro mos kelishi bilan tasdiqlandi. Shu bilan birga, komponent tarkibidagi farqlar aniqlandi, ular bo‘yoqning reologik va foydalanish xossalariga ta’sir ko‘rsatishi mumkin.

4. Reologik va fizik-kimyoviy xususiyatlarni majmuaviy baholash natijalari shuni ko‘rsatdiki, to‘rtinchi tarkibli bo‘yoq namunalari sanoat namunasiga eng yaqin xossalarga ega. Tadqiq etilgan namunalarning pH qiymati 7,1-8,2, elektr o‘tkazuvchanligi esa 1601,0-2505,3 μS/cm bo‘lib, bu ko‘rsatkichlar purkashli chop etish uchun belgilangan ruxsat etilgan talablarga mos keladi. Shu bilan birga, chop etish tizimining barqaror ishlashini va bosma sifati yanada yaxshilanishini ta’minlash maqsadida alohida tarkiblarni qo‘shimcha ravishda optimallashtirish maqsadga muvofiq.

5. Nusxalarning optik zichlik qiymatlari bo‘yicha gradatsiyalarni hosil qilishning qiyosiy tahlili №2 va №5 tarkibli bo‘yoqlar asosiy CMYK ranglari bo‘yicha sanoat namunasi ko‘rsatkichlariga eng yaqin natijalarni ta’minlashini ko‘rsatdi, bu esa ranglarni hosil qilishning yuqori sifatidan dalolat beradi.

6. №5 tarkib kontrast koeffitsiyentining optimal hisoblangan 0,20-0,25 diapazonga eng yaqin qiymatlarini ta’minlashi aniqlandi. Bu tasvirning to‘q qismlarini yanada sifatli hosil qilishga hamda nusxalarning vizual sifatini oshirishga xizmat qiladi.

7. CIE L*a*b* rang fazosida rang qamrovini tadqiq qilish natijalari shuni ko‘rsatdiki, ishlab chiqilgan barcha tarkiblar turli xil qog‘ozlarda bir-biriga yaqin darajadagi rang uzatish xususiyatini ta’minlaydi. №5 tarkib eng keng va muvozanatlashgan rang qamrovini ta’minladi, №3 va №4 tarkiblar esa ayrim spektral sohalarda ma’lum cheklanishlar bilan tavsiflandi.

8. Fizik-kimyoviy, reologik va bosma-texnik xususiyatlarni majmuaviy baholash natijalariga ko‘ra, amaliy qo‘llash uchun eng istiqbolli variant sifatida №5 tarkibli suv asosli bo‘yoq e’tirof etildi. U purkashli chop etish jarayonida rang uzatish, kontrastlik, rang qamrovi hamda tasvirni hosil qilish sifati ko‘rsatkichlarining optimal uyg‘unligini ta’minlaydi.

9. Skanerlovchi elektron mikroskopiya (SEM) va energodispersion rentgenospektral tahlil (EDS) natijalari ishlab chiqilgan modifikatsiyalangan suv asosli bo‘yoq bir jinsli tuzilishga va ishlab chiqilgan retsepturaga mos keluvchi barqaror element tarkibiga ega ekanligini ko‘rsatdi. Bu esa uni purkashli chop etishda qo‘llash mumkinligini tasdiqlaydi.

10. Suv asosli bo‘yoqdan foydalanishda iqtisodiy samaradorlik mahalliy xomashyodan foydalanish hisobiga import analoglariga nisbatan 1 kg mahsulot uchun 96,70 ming so‘mni tashkil etadi hamda matbaa ishlab chiqarish samaradorligini oshirishga xizmat qiladi.

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

ТАШКЕНТСКИЙ ИНСТИТУТ ТЕКСТИЛЬНОЙ И ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

САДРИДДИНОВА НИГОРА ЖУНАЙДУЛЛА КИЗИ

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ПЕЧАТИ МОДИФИКАЦИЕЙ СОСТАВА ВОДОРАСТВОРИМОЙ КРАСКИ ДЛЯ СТРУЙНОЙ ТЕХНОЛОГИИ

05.02.03 – Технологические машины. Роботы, мехатроника и робототехнические системы

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам

Ташкент - 2026

Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Академии наук Республики Узбекистан под номером B2026.3.PhD/T6919.

Диссертация выполнена в Ташкентском институте текстильной и легкой промышленности.

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

Научный руководитель:	**Бабаханова Халима Абишевна** доктор технических наук, профессор
Официальные оппоненты:	**Шин Илларион Георгиевич** доктор технических наук, профессор
	Марк Аронович Зильберглейт доктор химических наук, профессор (Республика Беларусь)
Ведущая организация:	**Бухарский государственный технический университет**

Защита диссертации состоится 26 ноября 2026 года в 11^{00} часов на заседании Научного совета DSc.03/2025.27.12.T.21.01 при Ташкентском институте текстильной и легкой промышленности. (Адрес: 100100, г. Ташкент, Яккасарайский район. улица Шохжахон, дом 5. Административное здание Ташкентского института текстильной и легкой промышленности, 2-этаж, 222-я аудитория. Тел.: (+99871) 253-06-06, (+99871) 253-08-08, факс: (+99871) 253-36-17; e-mail: titlp_info@edu.uz).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Ташкентского института текстильной и легкой промышленности (диссертация зарегистрирована за № 324). (Адрес:100100, г.Ташкент, ул. Шохжахон-5, тел.: (+99871) 253-06-06, (+99871) 253-08-08).

Автореферат диссертации разослан 10 ноября 2026 года.
(реестр протокола рассылки № 318 от 10 ноября 2026 года)

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

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

Ш.Ш. Хакимов
Председатель научного семинара при Научном совете по присуждению ученых степеней, д.т.н., профессор

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. В мире развитие полиграфической отрасли характеризуется устойчивым ростом объёмов производства многокрасочной печатной продукции малых тиражей, что обусловлено расширением цифровых технологий и персонализацией печати. Струйная печать является одной из наиболее перспективных цифровых технологий благодаря отсутствию затрат на изготовление печатных форм, высокой степени автоматизации, воспроизводимости результатов и снижению экологической нагрузки. Развитие печатных головок, чернильных систем и расширение ассортимента запечатываемых материалов способствуют её широкому внедрению в промышленность, упаковочное и текстильное производство. По данным исследований, мировой рынок струйной печати ежегодно растёт на 5-9%, что обусловлено цифровизацией производства, повышением скорости и разрешения печатных систем, а также совершенствованием водных, латексных и УФ-отверждаемых красок. Вместе с тем разнообразие запечатываемых материалов требует адаптации технологических параметров печати, а зависимость от импортных расходных материалов обусловливает необходимость разработки новых красочных композиций на основе альтернативного сырья.

В мире проводятся широкомасштабные научно-исследовательские работы, направленные на создание экологически безопасных водорастворимых красок с улучшенными функциональными и реологическими свойствами, обеспечивающих стабильность каплеобразования, совместимость с различными материалами и снижение себестоимости печатной продукции. При этом особое внимание уделяется разработке технологии получения водорастворимых красок с заданными свойствами, что достигается за счет варьирования компонентного состава с учетом конструктивных особенностей печатающих систем, а также физико-химических и поверхностных характеристик запечатываемого материала.

В Республике осуществляются комплексные меры по улучшению качества воспроизведения многокрасочной малотиражной продукции при использовании струйной печати и водорастворимых красок, увеличению производства конкурентноспособной и ориентированной на экспорт печатной продукции. Стратегией развития нового Узбекистана на 2022-2026-годы определены важные задачи по «Продолжению реализации промышленной политики, направленной на обеспечение стабильности национальной экономики, увеличению доли промышленности в валовом внутреннем продукте и рост объема производства промышленной продукции в 1,4 раза»[1]. При выполнении этой задачи достигнуты заметные результаты, одним из которых является разработка программы локализации производства импортируемого сырья (бумаги, картона, краски и проклеивающих веществ) для обеспечения

[1] Указ Президента Республики Узбекистан №УП-60 «О стратегиях развития нового Узбекистана, рассчитанной на 2022 - 2026 годы» от 28 января 2022 года

внутреннего рынка местным сырьем для снижения себестоимости полиграфической продукции.

Данное диссертационное исследование в определенной степени способствует реализации задач, предусмотренных постановлениями Президента Республики Узбекистан от 13 сентября 2017 года № ПП-3271 «О программе комплексных мер по развитию системы издания и распространения книжной продукции, повышению и пропаганде культуры чтения и книгочтения», от 16 марта 2020 года № ПП-4640 «О дополнительных мерах по дальнейшему развитию издательско-полиграфической сферы», а также другими нормативно-правовыми документами, принятыми в данной сфере.

Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологии в Республики Узбекистан. Данное исследование выполнено соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологии Республики по направлению: II. «Энергетика, энергия, ресурсосбережение».

Степень изученности проблемы. Значительный вклад в мировую науку о струйной печати и видах печатных красок, о механизме и кинетике процесса взаимодействия краски с поверхностью запечатываемых материалах внесли такие учёные, как B.N. Persson, C. Ganser, H. Kipphan, Sh. Magdassi, К.С. Архипов, И.О. Говязин, О.С. Мартьянова, М.В. Домасев, С.П. Гнатюк, И.А. Сысуев, Е.А. Кобенко, М.Ф. Федорцук, А.Е. Каверина, Д.В. Пшеничный и др. По изучению влияния свойств и состава печатных красок на печатный процесс М.А. Зильберглейт, И.В. Марченко, Л.А. Шевцова, Г.Н. Кононов, В.В. Сохончук, Е.Г. Рустамова, А.А. Гриднев, Г.М. Мухаметова, А.А. Гулин, М.С. Кагирина и др.

В республике исследования по производству полиграфических материалов из альтернативного сырья, по повышению качества печатной продукции, по выявлению взаимосвязи между параметрами процесса и свойствами материалов изучены в научных работах Х.А. Алимовой, А.К. Буланова, Х.А. Бабахановой, И.А. Набиевой, У.Ж. Ешбаевой, И.А. Буланова, А.А. Джалилова, З.К. Галимовой, О.Д. Хакназаровой, И.И. Исмаилова, Д.Р. Сафаевой, М.М. Абдуназарова и др.

Надо отметить, что многочисленные исследования и полученные положительные результаты научных исследований по повышению качества малотиражной продукции при использовании струйной печати и водорастворимых красок, по влиянию состава и свойств водорастворимой краски на качество печати, по выявлению особенностей процесса взаимодействия краски разного состава и запечатываемого материала при струйной печати с целью получения качественных оттисков недостаточны исследованы.

Связь темы диссертации с научно-исследовательскими работами, где выполнена диссертация. Диссертационная работа связана с тематическими планами научно-исследовательских работ, выполненных в Ташкентском

институте текстильной и легкой промышленности и выполнена в соответствии с прикладным проектом ВА-ОТ-А3-05 «Совершенствование технологии получения бумаги из вторичных волокнистых материалов для целлюлозно-бумажной и полиграфической промышленностей республики Узбекистан».

Целью исследования является разработка способа получения и исследование физико-химических и печатно-технических свойств модифицированной водорастворимой краски для повышения показателей качества печатной продукции при струйной технологии печати.

Задачи исследования:

аналитический обзор исследований процесса взаимодействия водорастворимой краски и запечатываемого материала при струйной печати;

изучение состава и свойств водорастворимой краски с введением эфиро-альдегидной фракции для струйной печати методом газовой хроматографии и ИК-спектроскопии;

исследование влияние состава и свойств водорастворимой краски с введением эфиро-альдегидной фракции на качество струйной печати спектроденситометрическим и микроскопическими методами;

выявление особенностей процесса взаимодействия водорастворимой краски с добавлением эфиро-альдегидной фракции и запечатываемого материала при струйной печати с применением СЭМ и ЭДС-анализа;

определение экономической эффективности при использовании водорастворимой краски с добавлением альтернативного сырья на полиграфических предприятиях.

Объектом исследования являются водорастворимые краски различного состава и композиции, многокрасочные оттиски, полученные при струйной печати.

Предметом исследования являются процесс взаимодействия водорастворимой краски с поверхностью запечатываемого материала, взаимосвяз между свойствами водорастворимой краски и красковосприятием при струйной печати.

Методы исследования. В диссертационной работе использованы стандартные и современные методы оценки качественных характеристик оттисков: газохроматографический, ИК-спектроскопический, вискозиметрический, ионометрический, кондуктометрический, спектроденситометрический и микроскопический методы; для обработки результатов эксперимента методы математического моделирования.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

совершенствована технология получения водорастворимой краски с использованием эфиро-альдегидной фракции для печати полиграфической продукции струйным способом;

определён оптимальный состав водорастворимой краски для струйной печати с использованием эфиро-альдегидной фракции в качестве

модификатора, обеспечивающий оптимизацию вязкости и сокращение времени закрепления краски на запечатываемом материале;

спектроденситометрическим методом установлена зависимость печатно-технических свойств водорастворимой краски от состава композиции и содержания её компонентов;

установлена закономерность взаимосвязи между составом водорастворимой краски и показателем красковосприятия для обеспечения качества струйной печати на основе СЭМ и ЭДС-анализа, и построенных регрессионных уравнений.

Практические результаты исследований:

разработанный способ получения водорастворимых красок с введением эфиро-альдегидной фракции способствует обеспечению внутреннего рынка отечественными материалами, увеличению ассортимента и объема продукции;

определенный рациональный состав и свойства водорастворимой краски с введением эфиро-альдегидной фракции обеспечат снижение вязкости и сокращение времени закрепления краски на оттиске;

полученная математическая модель позволит оптимизировать технологический печатный процесс при использовании водорастворимой краски с определенным составом и вязкостью на бумаге с заданной массой, сократит материальные и энергетические затраты при печати малотиражной продукции.

Достоверность результатов исследования. Достоверность полученных результатов исследования подтверждается согласованностью результатов теоретических и экспериментальных исследований, положительными результатами апробации и внедрения, а также сравнением результатов, их адекватностью по известным критериям оценки.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость результатов работы обусловлена совершенствованием технологии получения водорастворимых красок с введением эфиро-альдегидной фракции для струйной печати; определением рационального состава для обеспечения качества печати и выявлением особенностей процесса взаимодействия водорастворимой краски с поверхностью запечатываемого материала.

Практическая значимость результатов исследования заключается в том, что совершенствованный способ получения водорастворимых красок с введением эфиро-альдегидной фракции способствует обеспечению внутреннего рынка отечественными материалами, увеличению ассортимента и объема продукции; определенный рациональный состав водорастворимых краски обеспечит качество печатного оттиска.

Внедрение результатов исследования. На основе научных исследований, направленных на выявление особенностей взаимодействия водорастворимой краски с добавлением эфиро-альдегидной фракции с поверхностью запечатываемого материала:

Водорастворимая краска с добавлением эфиро-альдегидной фракции внедрена на предприятиях ООО «Elektron texnika markazi», «NAMANGAN POLIGRAF PRESS», ЧП «YASHIN SANOAT SAVDO HARID» (сведения Издательско-полиграфической акционерной компании «Sharq» № 1/3-104 от 24 сентября 2026 г.).Внедрение водорастворимой краски с добавлением эфиро-альдегидной фракции позволяет обеспечить внутренний рынок местными материалами, а также увеличить ассортимент и объём выпускаемой продукции. Применение модифицированной водорастворимой краски на полиграфических предприятиях позволяет снизить затраты на 1 кг краски на 68% по сравнению с импортными аналогами.

Апробация результатов исследования. Результаты исследования обсуждены на 13 научно-технических конференциях, в том числе на 7 международных.

Опубликованность результатов исследования. По теме диссертации опубликованы 29 научных трудов, из них 11 научных статей, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов диссертации, 2 статьи в журналах, входящих в международную базу Скопус.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, 4 глав, заключения, списка литературы и приложений. Общий объем диссертации содержит 114 страниц текста.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обосновывается актуальность и востребованность темы диссертации, формируются цель и задачи, а также объект и предмет исследования, приводится соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологии Республики Узбекистан, излагаются научная новизна и практические результаты исследования, обосновывается достоверность полученных результатов, раскрывается теоретическая и практическая значимость полученных результатов, приведен список внедрений в практику результатов исследования, сведения по опубликованным работам и структуре диссертации.

В первой главе диссертации «**Обзор исследований процесса взаимодействия водорастворимой краски и запечатываемого материала при струйной печати»** приводится обзор научных исследований и анализ литературных источников, связанных с темой диссертации. Изучены и обобщен опыт работы ученых в области струйной технологии печати по использованию различных видов красок для многокрасочной малотиражной продукции. Выявлено, что обеспечение высокого качества воспроизведения печатной продукции обеспечивается при правильном выборе и использовании типа краски в зависимости от свойств запечатываемого материала и конструкционных особенностей струйного принтера. Исследования особенностей процесса взаимодействия водорастворимой краски и запечатываемого материала с целью

повышения качества воспроизведения печатной продукции недостаточно изучены.

Вторая глава диссертации «**Исследование состава и свойств водорастворимой краски для струйной печати»** посвящена разработке способа получения, исследованию состава и физико-химических свойств модифицированной водорастворимой краски, а также идентификации компонентов и определению оптимального состава композиции согласно иерархической схеме (рис.1).



Рис.1. Иерархическая схема для определения влияния состава и свойств водорастворимой краски на качество струйной печати

Приготовление водорастворимой краски осуществляли по технологической схеме, представленной на рис. 2.



Рис.2. Технологическая схема получения водорастворимой краски

На первом этапе в предварительно очищенной ёмкости готовили водную основу путём смешения дистиллированной воды с поверхностно-активным веществом (лаурилсульфатом натрия) и растворителями (глицерином, этиленгликолем, пропиленгликолем). Перемешивание осуществляли при температуре (30±5) ^{0}С и относительной влажности воздуха (50±5) % до получения однородного (гомогенного) раствора. Постепенно вводили красящее вещество при постоянном механическом перемешивании с использованием магнитной мешалки, обеспечивая равномерное распределение частиц и предотвращая образование комков. Для стабилизации вязкости и реологических свойств в дисперсию добавляли КМЦ, тщательно перемешивая до полного растворения и достижения однородной вязкости. Добавляли биоцид для предотвращения роста микроорганизмов, обеспечивая стабильность чернил при хранении. Для улучшения физико-химических и печатно-технических свойств добавляли эфиро-альдегидную фракцию (ЭАФ). Для поддержания значения pH среды в установленном диапазоне и обеспечения химической стабильности был добавлен стабилизатор pH. Готовую дисперсию фильтровали через фильтры с размером пор 5-10 мкм для удаления крупных частиц.

С целью выбора оптимального состава водорастворимых чернил были приготовлены пять экспериментальных композиций, различающихся количественным содержанием основных компонентов (табл.1).

Таблица 1

Количество компонентов состава в различных вариантах

Компоненты состава	Массовая доля при вариантах					Нормативный/ качественный документ
	1	2	3	4	5	
Дисциллированная вода, мл	до общего объёма 100 мл					ГОСТ 6709-72
Красящее вещество, г	2	2	2	2	2	Согласно документу CoA производителя
Глицерин, мл	1	2	3	4	5	ГОСТ 6824-96
Этиленгликоль, мл	2	2	2	2	2	ГОСТ 19710-2019
Пропиленгликоль, мл	5	5	5	5	5	ГОСТ 29034-91
Эфиро-альдегидная фракция (ЭАФ), мл	1	2	3	4	5	TSh 18-81:2012
Лаурилсульфат натрия, мл (0,5%-ный раствор)	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	ГОСТ 13803-91
Карбоксиметилцеллюлоза, мл (0,5%-ный раствор)	5	5	5	5	5	ОСТ 6-05-386-80
Биоцид, мл	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	ГОСТ 1625-2016
Стабилизатор pH, мл	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	ГОСТ 3760-79

Для определения химического состава и идентификации водорастворимой краски использовали метод газовой хроматографии. Результаты, полученные на хроматографе «Хроматэк-Кристалл 5000», представлены в табл.2.

Результаты газохроматографического анализа (табл.2) показали, что как промышленная водорастворимая краска, так и модифицированные содержат кислородсодержащие органические соединения и высшие жирные кислоты. В обоих образцах основными компонентами являются n-Hexadecanoic acid

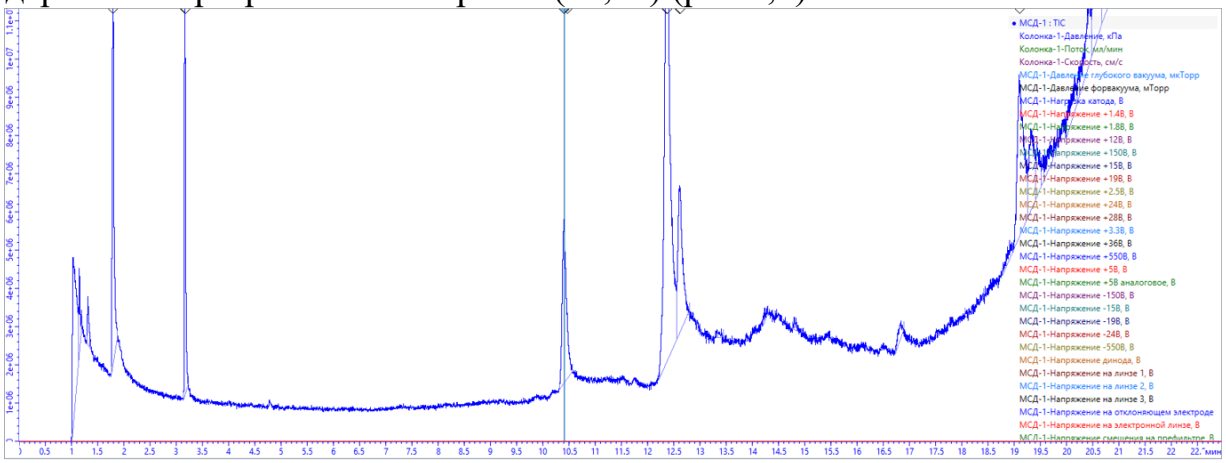
(пальмитиновая кислота) и Trans-13-Octadecenoic acid, однако их количественное содержание существенно различается.

Таблица 2

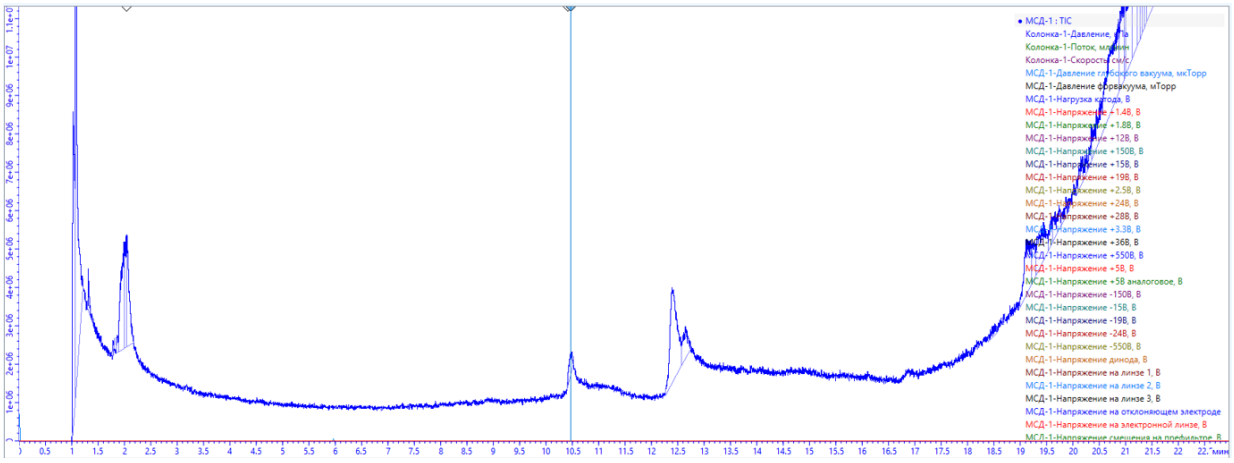
Результаты хроматографического анализа

Наименование соединения	Относительное содержание компонентов	
	нового состава	промышл. пр-ва
9-Hexadecanoic acid	15,34	50,58
Trans-13-Octadecenoic acid	6,78	13,94
Ethanol 2-(2-butoxyethoxy)	-	45,78
9-Hexadecenoic acid	-	10,73
9-Octadecenoic acid (Z), 2-hydroxy-1 (hedroxymeth)	-	14,66
Z-(13,14-Epoxy)tetradic-11-en-1-ol acetate	4.410	-

Установлено, что в промышленном образце содержание 9-Hexadecanoic acid составляет 50,58 (рис.3,а), что более чем в три раза превышает её содержание в разработанной краске (15,34) (рис.3,б).



а)



б)

а - промышленного производства (Китай); б – нового состава

Рис. 3. Дифференциальная хроматограмма водорастворимой краски для 9-Hexadecanoic acid

Аналогичная тенденция наблюдается для Trans-13-Octadecenoic acid, концентрация которой в промышленной краске достигает 13,94, тогда как в образце нового состава она составляет 6,78 (табл.2). В составе разработанной краски идентифицировано соединение Z-(13,14-Epoxy)tetradec-11-en-1-ol acetate в количестве 4,41%, отсутствующее в промышленной композиции. Наличие данного компонента может быть связано с использованием альтернативного сырья или особенностями технологии получения краски.

Для определения функциональных групп в составе модифицированной краске применялся метод ИК-спектроскопии, основанный на поглощении молекулами ИК-излучения.

В результате ИК-спектроскопического анализа водорастворимой краски нового состава установлено наличие полосы поглощения в области ~3400 см$^{-1}$, соответствующей валентным колебаниям гидроксильных групп (–OH) (рис.4,а).

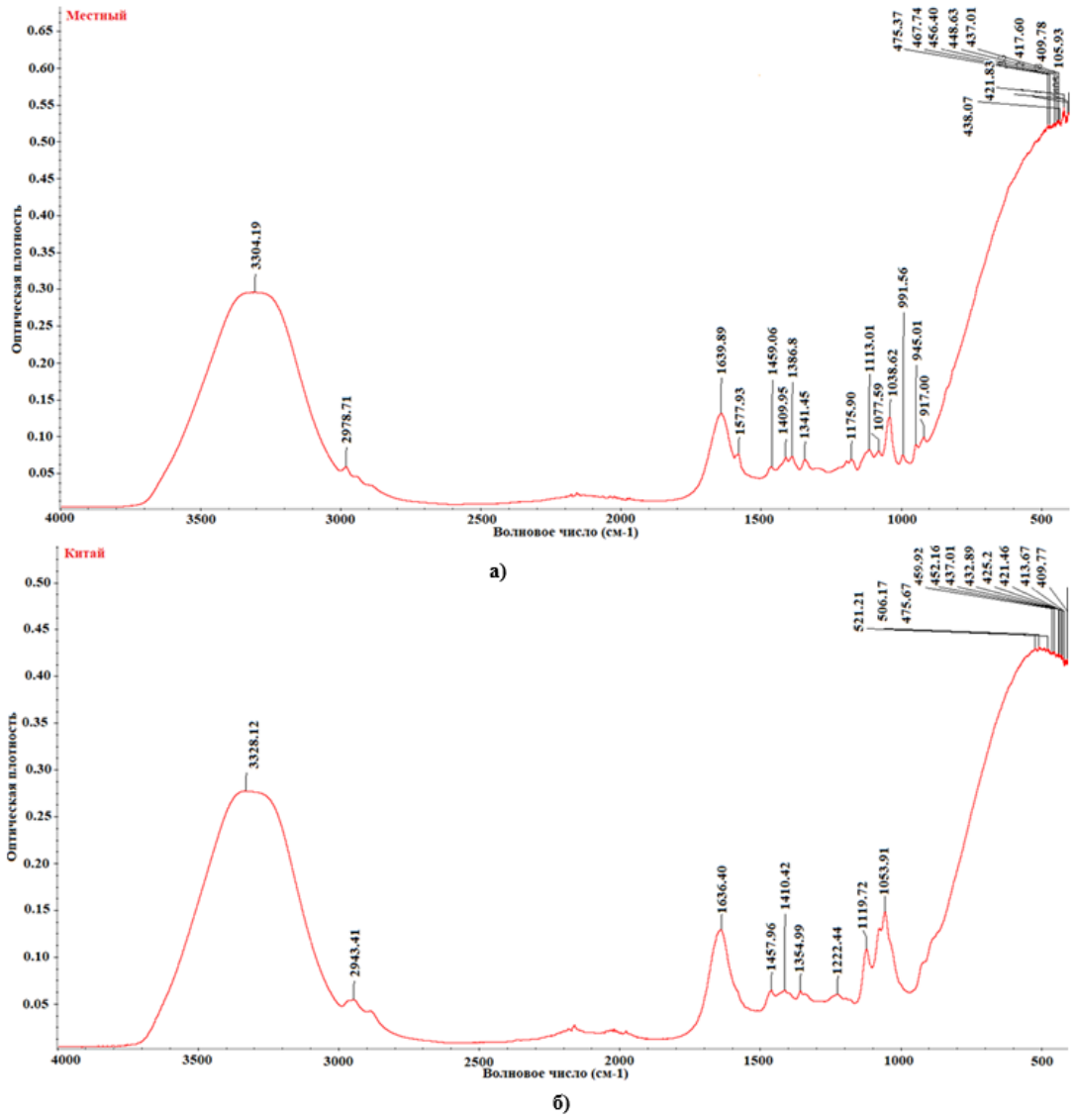


Рис. 4. Инфракрасные спектры водорастворимой краски нового состава (а) и краски промышленного производства Китая (б)

Её сравнительно низкая интенсивность свидетельствует о меньшем содержании гидрофильных функциональных групп. Основной пик в области

около 1650 $см^{-1}$ указывает на присутствие карбонильных или амидных групп в составе краски. Слабовыраженная полоса в районе 1000 $см^{-1}$ свидетельствует о незначительном содержании минеральных примесей, что подтверждает чистоту и качество разработанной композиции.

На ИК-спектре водорастворимой краски промышленного производства (Китай) (рис.4,б) наблюдается полоса около 3400 $см^{-1}$, соответствующая гидроксильным группам (–OH), пики в области 1600-1700 $см^{-1}$, указывающие на наличие карбонильных групп (C=O) акриловых связующих, а также сигналы около 1000-1100 $см^{-1}$, свидетельствующие о присутствии минеральных наполнителей и функциональных добавок. Это подтверждает наличие в составе краски полимерного связующего и минеральных компонентов.

При сравнении ИК-спектров с библиотечными данными 5 из 11 обнаруженных соединений совпадают в составе двух исследуемых красок, что свидетельствует о химической идентичности.

В работе исследована вязкость, поскольку она влияет на процессы каплеобразования при струйной печати и во многом определяет печатно-технические свойства водорастворимой краски (табл.3).

Таблица 3

Реологические свойства водорастворимой краски различных вариантов

Цвета	Напряжение сдвига, мПа	Вязкость, мПа·с	Момент, мН·м
	1 (2) вариант		
cyan	265,655 (278,399)	5,42 (5,68)	0,003 (0,003)
magenta	143,637 (154,613)	3,01 (3,24)	0,001 (0,002)
yellow	150,866 (164,299)	2,92 (3,18)	0,001 (0,002)
black	244,456 (259,164)	4,82 (5,11)	0,002 (0,003)
	3 (4) вариант		
cyan	289,672 (299,475)	5,91 (6,11)	0,003 (0,003)
magenta	164,157 (173,701)	3,44 (3,64)	0,002 (0,002)
yellow	176,182 (195,299)	3,41 (3,78)	0,002 (0,002)
black	279,958 (294,666)	5,52 (5,81)	0,003 (0,003)
	5 (промышленного производства) вариант		
cyan	309,278 (292,221)	6,31 (5,96)	0,003 (0,003)
magenta	184,676 (181,861)	3,87 (3,81)	0,002 (0,002)
yellow	220,615 (202,067)	4,27 (3,91)	0,002 (0,002)
black	304,810 (273,568)	6,01 (5,39)	0,003 (0,003)

Как видно из табл. 3, четвёртый вариант по совокупности реологических показателей продемонстрировал наиболее близкие к промышленному образцу результаты. В третьем и пятом вариантах также были получены значения, близкие к промышленному образцу, однако в третьем варианте вязкость красок Magenta и Yellow была несколько ниже, тогда как в пятом варианте вязкость красок Yellow и Black оказалась выше.

В работе исследованы pH-показатель и электропроводность водорастворимой краски, поскольку данные параметры оказывают

существенное влияние на её физико-химическую стабильность, совместимость с элементами печатающей системы и качество струйной печати. Установлено, что значения pH исследованных образцов находились в диапазоне 7,1-8,2, а электродный потенциал изменялся от -2,9 до -70,3 мВ. Выявлена высокая линейная зависимость между pH и электродным потенциалом (R^2=0,99): с увеличением pH потенциал закономерно снижался в соответствии с уравнением Нернста. Полученная зависимость может быть использована для контроля качества чернил, предотвращения засорения печатающих головок и снижения коррозионных процессов. Исследование электропроводности показало, что её значения находятся в диапазоне 1601,0-2505,3 мкСм/см, что соответствует допустимым значениям для струйных чернил, однако превышает оптимальный диапазон. Это свидетельствует о повышенном содержании ионных компонентов в составе краски, оказывающих влияние на процессы формирования капель и стабильность печати. Сравнительный анализ реологических характеристик показал, что наиболее перспективным является четвертый вариант, свойства которого наиболее близки к промышленному образцу.

Третья глава диссертации «**Влияние состава и свойств водорастворимой краски на качество струйной печати»** посвящена исследованию возможности применения водорастворимой краски нового состава в струйной печати, а также оценки ее эксплуатационных свойств и выявления влияния состава на графическую точность воспроизведения.

Для оценки точности воспроизведения шрифтовой информации разработанный тест-объект (рис.5) включал позитивный и негативный шрифти размером от 4 до 18 пунктов.



Рис.5. Разработанный тест-объект

На струйном принтере Epson Eco Tank L3200 отпечатан разработанный тест-объект при использовании чернила промышленного производства Epson 103 dye ink (Китай) и чернила нового состава. В качестве объектов

исследования были выбраны семь типов бумаг (табл.4), различающихся по структуре поверхности, наличию и типу покрытия.

Таблица 4

Характеристики исследуемых бумаг

№	Наименование бумаги	Масса, г/м^2
1	Офсетная бумага (немелованная)	80
2	Two-side glossy Photo paper (двусторонняя глянцевая фотобумага)	130
3	Matte photo paper (матовая фотобумага)	130
4	Double sided matte Photo Paper (двусторонняя матовая фотобумага)	140
5	Epson Matte (матовая фотобумага)	140
6	Two-side glossy photo paper (двусторонняя глянцевая фотобумага)	160
7	Double side Matte inkjet paper (двусторонняя матовая фотобумага)	230

Для оценки графической точности оттисков методом оптической микроскопии (SVBONY 50-1000x) анализировали качество воспроизведения микроштриховых элементов и минимального шрифта размером 6 пунктов.



а – на бумаге №2 (6); б – на бумаге №3 (№4, №5, №7)

Рис.6. Микрофотографии оттисков, отпечатанных на бумагах

Установлено, что водорастворимые краски обеспечивают воспроизведение шрифта кегля 6 п., однако наблюдаемая зубчатость контуров указывает на необходимость оптимизации реологических свойств чернил для повышения четкости печати.

Для оценки влияния состава водорастворимой краски на цветопередачу были измерены значения оптической плотности растровых элементов основных цветов на семи видах бумаги. По данным значений оптической плотности построены градационные кривые зависимости, характеризующие передачу градаций основных цветов триады на двух видах бумаг при печати водорастворимой краской первого и второго вариантов (рис.7).

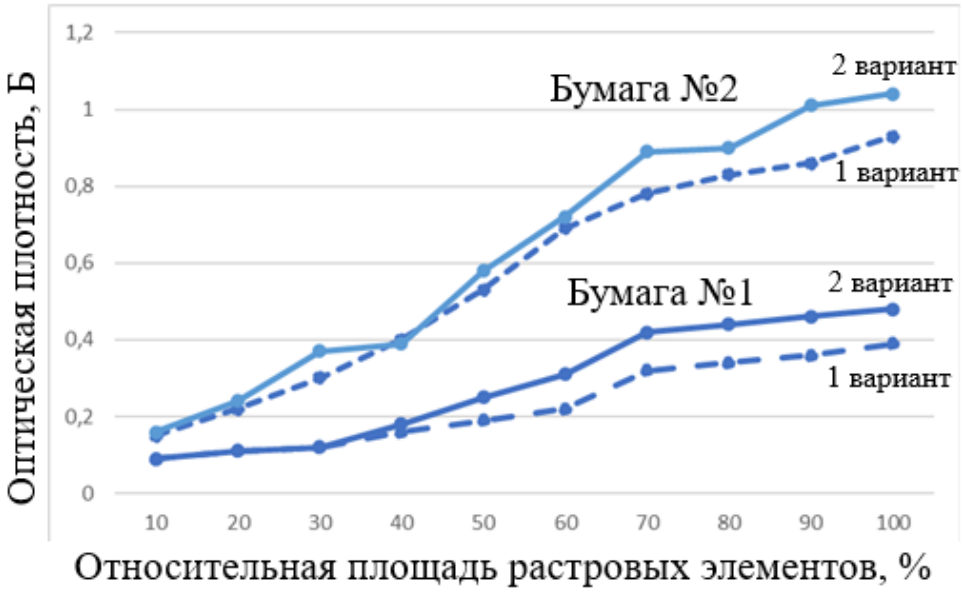


Рис.7. Градационные кривые зависимости для голубой краски на бумагах №1 и №2 при печати водорастворимой краски первого и второго вариантах составов

Анализ градационных кривых (рис.7) показал, что бумага №2 с глянцевым покрытием обеспечивает более качественную передачу тональных переходов по сравнению с бумагой №1. Наиболее близкие к промышленным краскам результаты продемонстрировал состав №2.

Сравнительный анализ значений оптической плотности оттисков, полученных на матовых (№3, №4, №5, №7) и глянцевых (№2, №6) бумагах, показал, что качество цветопередачи определяется совокупным влиянием типа носителя и состава водорастворимой краски, при этом доминирующим фактором выступают рецептурные особенности краски.

Для определения степени влияния состава водорастворимой краски на равномерную подачу через форсунки, увеличение которой приводит к широко распространенному дефекту печати, то есть потере градаций в тенях растровых изображений, вычислили показатель контраста печати — коэффициент Ширмера – Ренцера при измерении зональных оптических плотностей 100% и 80% элементов по формуле:

$$K = \frac{D_p - D_r}{D_p}$$

где: К - коэффициент контраста; D_r - интегральная оптическая плотность растрового поля; D_p - оптическая плотность сплошного красочного слоя.

Результаты анализа воспроизведения теневых участков изображения на бумагах №2 и №3 при использовании различных составов водорастворимой краски представлены на рис.8.

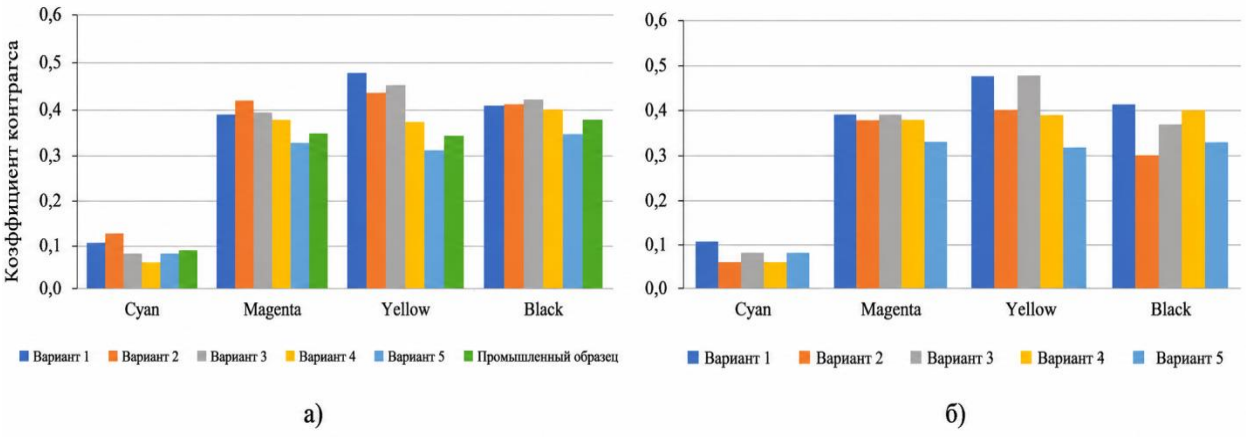


Рис.8. Диаграмма изменения коэффициента контраста для основной триады цветов CMYK при различных вариантах состава водорастворимой краски: а - на бумаге №2; б - на бумаге №3

Из данных, представленных на рис.8, следует, что наиболее близкие к оптимальному диапазону 0,20-0,25 значения обеспечивает состав №5, что свидетельствует о более качественном воспроизведении теневых участков изображения.

Качество струйной печати оценивали по цветовому охвату в пространстве CIE L*a*b*. Для этого определяли координаты основных и смешанных цветов и сравнивали площади соответствующих цветовых шестиугольников, что позволило оценить полноту цветопередачи исследуемых образцов (рис.9).

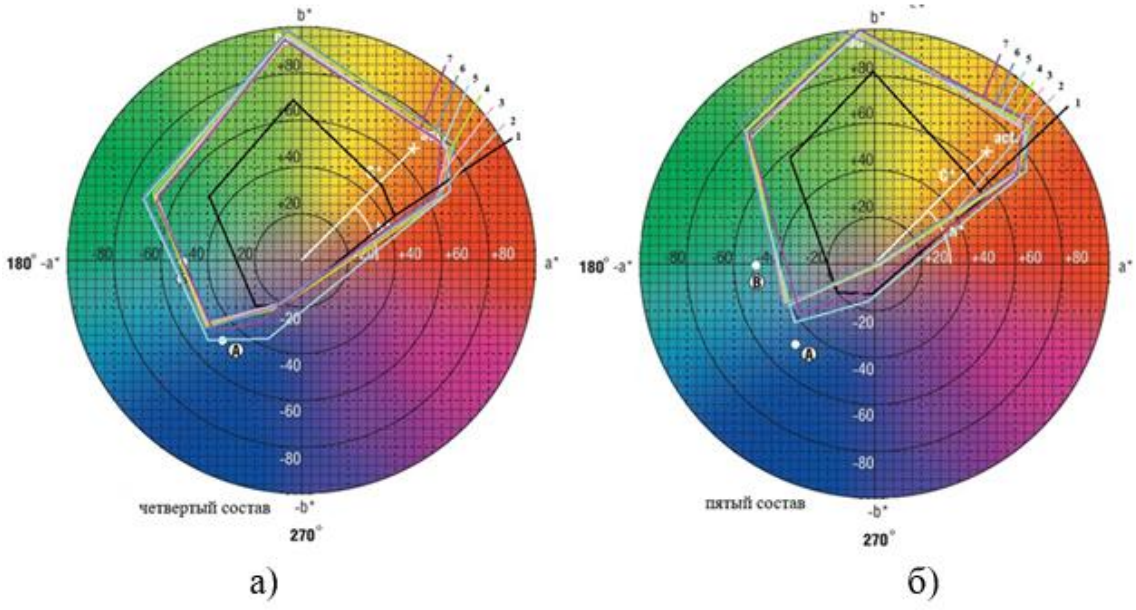


Рис.9. Цветовой охват оттисков, отпечатанных на семи видах бумаг водорастворимой краской: а – для четвертого; б – для пятого состава

Сравнительный анализ цветовых охватов показал, что первый и второй составы характеризуются наиболее стабильным распределением цветовых координат, при этом второй состав обеспечивает более равномерное воспроизведение зелёной области цветового пространства. Третий состав

отличается дополнительным сужением цветового охвата в жёлто-зелёной области, что свидетельствует о снижении сбалансированности цветопередачи. Для четвёртого состава (рис.9, а) характерно существенное ограничение цветового охвата в красно-пурпурной области, указывающее на снижение насыщенности тёплых оттенков. Наиболее широкий и сбалансированный цветовой охват обеспечивает пятый состав (рис.9, б), что свидетельствует о его лучших колориметрических характеристиках среди исследованных вариантов.

Анализ шестигранных цветовых охватов (рис.9) показывает, что исследуемые составы водорастворимой краски обеспечивают сходный характер цветопередачи на различных типах бумаг, однако отличаются по полноте и равномерности воспроизведения цветового охвата.

Четвертая глава диссертации «**Особенности процесса взаимодействия водорастворимой краски и запечатываемого материала при струйной печати»** посвящена изучению распределения элементов водорастворимой краски в поверхностном слое бумаги с применением СЭМ и ЭДС-анализа, обоснованию оптимального состава водорастворимой краски для обеспечения качества печати на основе математического моделирования.

Методами сканирующей электронной микроскопии (СЭМ) и энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии (ЭДС) получены высокоразрешающие СЭМ-изображения микроструктуры на сканирующем электронном микроскопе JEOL JSM-IT200. Распределение и глубину впитывания водорастворимой краски в структуру запечатываемого материала количественно оценивали по границе раздела краска - подложка по СЭМ-изображениям поперечных срезов.

Объектом анализа являлся оттиск на бумаге №3, запечатанный модифицированной и краской промышленного производства.

Темная область на СЭМ-изображении соответствует сформированному красочному слою. Установлено, что средняя толщина красочного слоя при печати водорастворимой краской промышленного производства (Китай) составляет 2,3 мкм, тогда как при использовании разработанной краски на основе альтернативного сырья - 1,9 мкм. Полученные результаты свидетельствуют о формировании более тонкого и равномерного красочного слоя, что может быть обусловлено улучшением растекания и закрепления краски на поверхности запечатываемого материала при сохранении требуемых печатно-технических свойств.

Для более детального изучения распределения элементов в составе исследуемых красок было проведено элементное картирование методом энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии (ЭДС), совмещённой со сканирующей электронной микроскопией (рис. 10-11).

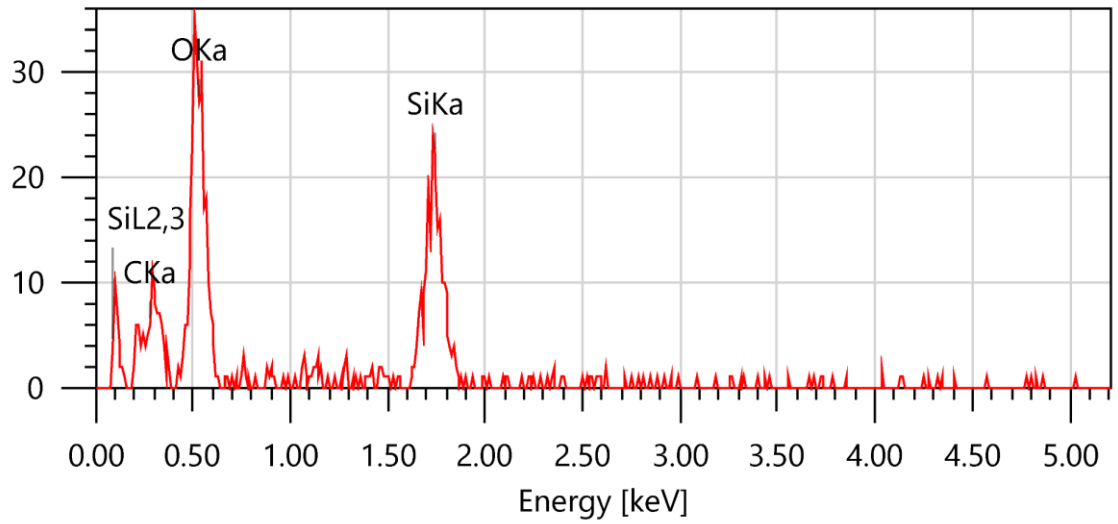


Рис.10. Микроснимки элементного картирования модифицированной водорастворимой краски

Результаты элементного картирования показали, что в модифицированной водорастворимой краске распределение основных элементов - углерода, кислорода и кремния - характеризуется высокой степенью однородности по всей исследуемой поверхности. Отсутствие выраженных областей локальной концентрации свидетельствует о хорошем смешении компонентов и формировании равномерной структуры красочной композиции. Особенно равномерное распределение кремния подтверждает его устойчивое включение в структуру краски после введения эфиро-альдегидной фракции.

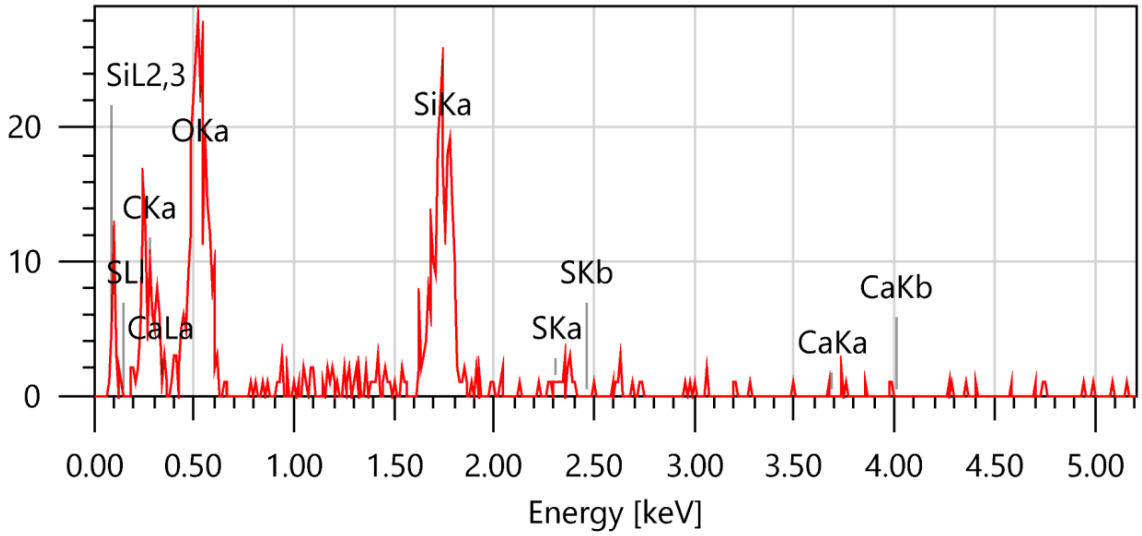


Рис.11. Микроснимки картирования элементов водорастворимой краски промышленного производства (Китай)

В образце краски промышленного производства также наблюдается присутствие углерода, кислорода и кремния, однако распределение отдельных элементов является менее однородным. Кроме того, на картах распределения обнаружены локальные области концентрации серы и кальция, что согласуется с результатами количественного ЭДС-анализа и указывает на наличие дополнительных минеральных добавок в составе промышленной краски.

Элементный состав краски в процентном соотношении линейной и атомной массы представлен в табл.5.

Таблица 5

Элементный анализ состава красок, масс.%

Элементы	Модифицированная краска		Промышленного производства (Китай)	
	Линейная масса, %	Атомная масса, %	Линейная масса, %	Атомная масса, %
	макроэлементы			
C-K	27,68±2,51	38,50±3,50	45,47±2,59	58,82±3,35
O-K	41,11±3,12	42,93±3,26	27,24±2,67	26,46±2,59
Si-K	31,21±3,63	18,57±2,16	24,23±2,97	13,40±1,64
	микроэлементы			
S-K			1,41±0.94	0,68±0,46
Ca-K			1,65±1,40	0,64±0,54
Сумма	100,0			

Результаты СЭМ-ЭДС-анализа показали, что модификация водорастворимой краски эфиро-альдегидной фракцией приводит к изменению ее элементного состава. В модифицированной краске содержание кислорода и кремния составляет 41,11 и 31,21 масс.% соответственно, тогда как в промышленной краске - 27,24 и 24,23 масс.%; содержание углерода снижается с 45,47 до 27,68 масс.%. Это свидетельствует о формировании более кислород- и кремнийсодержащей структуры, способствующей улучшению взаимодействия краски с поверхностью запечатываемого материала и повышению качества струйной печати.

Объектом исследования и критерием оптимизации является красковосприятие на оттисках, косвенно характеризующей толщину красочного слоя на оттиске. Основными выявлены следующие варьируемые факторы: количество глицерина и ЭАФ, мл (табл. 6).

Таблица 6

Основные факторы и уровни варьирования

Наименование и обозначение факторов	Уровни варьирования			Интервалы варьирования Δ
	(-) x_{min}	(+) x_{max}	(0) x_0	
Количество глицерина Г - x_1, мл	2,0	4,0	3,0	1,0
Количество ЭАФ – x_2, мл	2,0	4,0	3,0	1,0

После выбора влияющих факторов и их уровней варьирования, использована рабочая матрица согласно метода полного факторного эксперимента - ПФЭ 2^2. В соответствии с матрицей планирования проведено 4 опыта в трехкратной повторности.

Сравнивая значения коэффициентов регрессии с доверительным интервалом, делаем вывод о значимости факторов. Таким образом, уравнения регрессии, соответствующие математическим моделям, имеют вид:

для бумаги №2 130 г/м²: $y=1{,}299-0{,}0142x_1+\underline{0{,}0042x_2}+0{,}0142x_1x_2$ (1)

для бумаги №6 160 г/м²: $y=1{,}27-0{,}0167x_1+0{,}0100x_2-\underline{0{,}0033x_1x_2}$ (2)

для бумаги №4 140 г/м²: $y=1{,}323-0{,}0467x_1+0{,}0417x_2-0{,}025x_1x_2$ (3)

Для бумаги №6 и №4 снижение значения первого фактора и увеличение значения второго фактора способствуют повышению параметра оптимизации. Для бумаги №2 влияние ЭАФ зависит от содержания глицерина, что свидетельствует о наличии взаимодействия между данными факторами.

Переходим от кодированных x_1, x_2 значений факторов к натуральным, получим зависимость красковосприятия от приведенных факторов. После преобразований представим в окончательном виде:

для бумаги №2 -: $y=1{,}4694-0{,}0568\cdot Г-0{,}0426\cdot ЭАФ+0{,}0142\cdot Г\cdot ЭАФ$ (4)

Уравнение (4) показывает, что влияние содержания глицерина и ЭАФ на показатель восприятия краски взаимосвязано. Для бумаги №2 влияние ЭАФ зависит от содержания глицерина. Коэффициент 0,0142 свидетельствует о наличии взаимодействия между факторами. Свободный член уравнения равен 1,4694.

Для бумаги №6 - 160 г/м²: $y=1{,}29-0{,}0167\cdot Г+0{,}0100\cdot ЭАФ$ (5)

Анализ уравнения регрессии (5) показал, что увеличение содержания глицерина снижает показатель красковосприятия, тогда как повышение содержания ЭАФ способствует его увеличению. При этом влияние глицерина является более выраженным.

Для бумаги №4 -: $y=1{,}113+0{,}0283\cdot Г+0{,}1167\cdot ЭАФ-0{,}025\cdot Г\cdot ЭАФ$ (6)

Таблица 7

Изменение красковосприятия изображения в зависимости от количества глицерина и ЭАФ в составе краски

№	Глицерин, мл	ЭАФ, мл	Для бумаги №2 - 130 г/м²	Для бумаги №6 - 160 г/м²	Для бумаги №4 - 140 г/м²
1	2	2	1,327	1,277	1,303
2		3	1,313	1,287	1,370
3		4	1,299	1,297	1,436
4	4	2	1,271	1,243	1,260
5		3	1,285	1,253	1,276
6		4	1,299	1,263	1,293
7	2	2	1,327	1,277	1,303
8	3		1,299	1,260	1,281
9	4		1,271	1,243	1,260
10	2	4	1,299	1,297	1,436
11	3		-	1,280	1,365
12	4		-	1,263	1,293

Уравнение регрессии (6) показало, что увеличение содержания глицерина приводит к снижению показателя восприятия краски, тогда как увеличение содержания ЭАФ способствует его повышению. Отрицательный коэффициент члена взаимодействия -0,025 свидетельствует о том, что положительное влияние ЭАФ уменьшается по мере увеличения содержания глицерина.

Анализ уравнений регрессии позволил определить рациональные параметры состава краски. Для бумаги №2 (130 г/м²) наибольшее расчётное значение восприятия краски составило 1,327 при содержании глицерина и ЭАФ по 2 мл. Установлено, что влияние ЭАФ зависит от содержания глицерина. Построенные диаграммы наглядно продемонстрировали влияние содержания глицерина и ЭАФ на показатель восприятия краски.

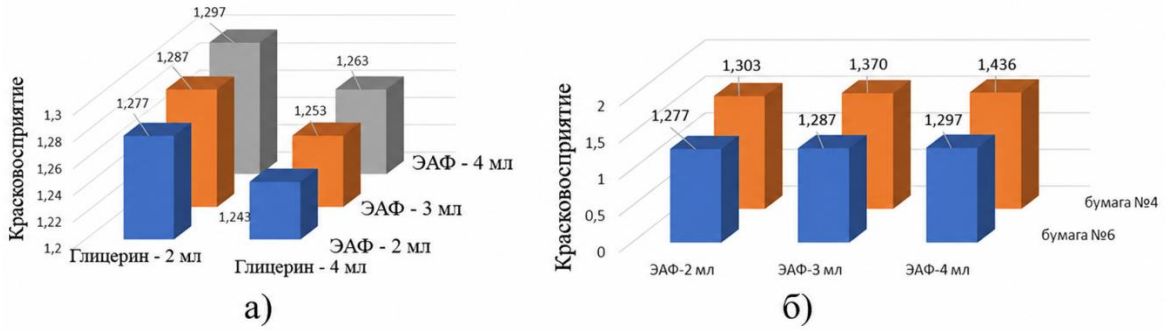


Рис. 12. Диаграмма изменения красковосприятия: а - на бумаге №6 в зависимости от количества глицерина и ЭАФ; б - на различных видах бумаги при количестве глицерина 2 мл в зависимости от содержания ЭАФ

Установлено, что рациональное содержание глицерина в составе краски составляет 2 мл, а оптимальное содержание ЭАФ в зависимости от типа бумаги находится в пределах 2-4 мл. Такое соотношение компонентов позволяет обеспечить оптимальное сочетание красковосприятия, насыщенности цвета и скорости закрепления красочного слоя. На глянцевой фотобумаге №6 массой 160 г/м^2 достигнуты высокие показатели качества печати, тогда как на матовой бумаге №4 избыточная толщина красочного слоя отрицательно влияет на графическую точность изображения.

Ожидаемый экономический эффект предприятия от применения водорастворимой краски нового состава составляет 96,70 тыс. сум на 1 кг краски (68% по сравнению с импортными аналогами), что способствует снижению себестоимости продукции и повышению экономической эффективности производства.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Совершенствована технология получения водорастворимой краски на основе использования эфиро-альдегидной фракции для струйной технологии печати.
2. Разработан новый состав водорастворимой краски из альтернативных компонентов для струйной печати, обеспечивающий требуемые печатно-технические свойства.
3. Хроматографический и ИК-спектроскопический анализы показали, что разработанная водорастворимая краска характеризуется химическим сходством с промышленным аналогом, что подтверждается наличием идентичных функциональных групп и совпадением 5 из 11 идентифицированных соединений. Вместе с тем установлены различия в компонентном составе, что

может оказывать влияние на реологические и эксплуатационные свойства краски.

4. Комплексная оценка реологических и физико-химических свойств показала, что наиболее близкими к промышленному образцу являются второй и четвёртый составы чернил. Установлено, что исследуемые образцы характеризуются значениями pH 7,1-8,2 и электропроводностью 1601,0-2505,3 мкСм/см, соответствующими допустимым требованиям струйной печати. Вместе с тем для повышения стабильности работы печатающей системы и качества печати целесообразна дальнейшая оптимизация отдельных составов.

5. Сравнительный анализ воспроизведения градаций по значениям оптической плотности оттисков показал, что составы чернил №2 и №5 обеспечивают значения, наиболее близкие к показателям промышленного образца для основных цветов СМУК, что свидетельствует о высоком качестве цветового воспроизведения.

6. Установлено, что состав №5 обеспечивает значения коэффициента контраста, наиболее близкие к оптимальному диапазону 0,20-0,25, что способствует более качественному воспроизведению теневых участков изображения и повышению визуального качества оттисков.

7. Исследование цветового охвата в пространстве CIE L*a*b* показало, что все разработанные составы обеспечивают сопоставимый характер цветопередачи на различных типах бумаг. Наиболее широкий и сбалансированный цветовой охват обеспечивает состав №5, тогда как составы №3 и №4 характеризуются ограничениями в отдельных спектральных областях.

8. Комплексная оценка физико-химических, реологических и печатно-технических характеристик показала, что наиболее перспективным для практического применения является водорастворимый состав №5, обеспечивающий оптимальное сочетание показателей цветопередачи, контрастности, цветового охвата и качества воспроизведения изображений при струйной печати.

9. При использовании СЭМ и ЭДС-анализа установлено, что разработанная модифицированная водорастворимая краска характеризуется однородной структурой и стабильным элементным составом, соответствующим разработанной рецептуре, что подтверждает возможность ее применения для струйной печати.

10. Экономический эффект при применении водорастворимой краски составляет 96,70 тыс. сум на 1 кг по сравнению с импортными аналогами за счёт использования отечественного сырья и способствует повышению эффективности полиграфического производства.

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

TASHKENT INSTITUTE OF TEXTILE AND LIGHT INDUSTRY

SADRIDDINOVA NIGORA JUNAYDULLA QIZI

IMPROVING PRINT QUALITY BY MODIFYING THE COMPOSITION OF WATER-BASED INK FOR INKJET TECHNOLOGY

05.02.03 – Technological machines. Robots, mechatronics and robotic systems

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

Tashkent - 2026

The topic of the Doctor of Philosophy (PhD) dissertation in technical sciences was registered with the Supreme Attestation Commission under the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan under registration number B2026.3.PhD/T6919.

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

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

Scientific advisor:	**Babakhanova Khalima Abishevna** doctor of technical sciences, professor
Official opponents:	**Shin Illarion Georgiyevich** doctor of technical sciences, professor
	Mark Aronovich Zilbergleyt doctor of chemical sciences, professor (Republic of Belarus)
Leading organization:	**Bukhara state technical university**

The defense of the dissertation will take place on November 26, 2026, at 11:00 a.m. at a meeting of the Scientific council DSc.03/2025.27.12.T.21.01 for the award of scientific degrees at the Tashkent Institute of Textile and Light Industry. (Address: 100100, Tashkent, Yakkasaray district, Shokhjahon 5. Administrative building of the Tashkent Institute of Textile and Light Industry, 2nd floor, 222 audience. Tel.: (+99871) 253-06-06, (+99871) 253-08-08; fax: (+99871) 253-36-17; e-mail: titlp_info@edu.uz.).

The dissertation can be reviewed at the Information resource center of the Tashkent Institute of Textile and Light Industry (registered under № 324). Address: 100100, Tashkent, 5 Shokhjahon street. Tel.: (+99871) 253-06-06, (+99871) 253-08-08.

The abstract of the dissertation was distributed on november 10, 2026.
(mailing report № 318 dated november 10, 2026 year).

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

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

Sh.Sh. Khakimov
Chairman of the Scientific seminar under the Scientific council for awarding scientific degrees, doctor of technical sciences, professor

INTRODUCTION (abstract of the PhD dissertation)

The aim of the research is to develop a method for producing modified water-based ink and to investigate its physicochemical and print-technological properties in order to improve the quality indicators of printed products obtained by inkjet printing.

The objects of the research are water-based inks of different compositions and formulations, as well as multicolour prints obtained by inkjet printing.

The subject of the research is the interaction process between water- based ink and the surface of the printing substrate, as well as the relationship between the properties of the water- based ink and ink receptivity in inkjet printing.

Research methods. The dissertation employs standard and modern methods for evaluating the quality characteristics of printed impressions, including gas chromatographic, infrared (IR) spectroscopic, viscometric, ionometric, conductometric, spectrodensitometric, and microscopic methods. Mathematical modeling methods were used to process the experimental results.

The scientific novelty of the research is as follows:

the technology for producing water-based ink using an ether-aldehyde fraction for printing products by inkjet technology has been improved;

an optimal composition of water-based ink for inkjet printing using an ether-aldehyde fraction as a modifier has been determined, providing optimization of viscosity and a reduction in the ink setting time on the printable material;

the dependence of the print-technological properties of water-based ink on the formulation composition and the content of its components has been established by the spectrodensitometric method;

the regularity of the relationship between the composition of water-based ink and the ink acceptance index for ensuring inkjet print quality has been established on the basis of SEM and EDS analyses and the developed regression equations.

The practical results of the research are as follows:

the developed method for obtaining water- based inks with the addition of an ether-aldehyde fraction contributes to supplying the domestic market with locally produced materials and to increasing the range and volume of products;

the determined rational composition and properties of the water-based ink containing an ether-aldehyde fraction provide a reduction in viscosity and a decrease in the ink setting time on the print;

the developed mathematical model makes it possible to optimize the technological printing process when using a water-based ink of a specified composition and viscosity on paper with a given basis weight, and to reduce material and energy costs in short-run printing.

Reliability of the obtained results. The reliability of the research results is confirmed by the consistency between the theoretical and experimental findings, the positive results of testing and implementation, as well as by comparison of the obtained results and their adequacy according to established evaluation criteria.

Scientific and practical significance of the research results. The scientific significance of the research results lies in the improvement of the technology for producing water-based inks containing an ether-aldehyde fraction for inkjet printing; in determining a rational ink composition to ensure print quality; and in identifying the specific features of the interaction between the water-based ink and the surface of the printing substrate.

The practical significance of the research results is that the improved method for producing water-based inks containing an ether-aldehyde fraction contributes to supplying the domestic market with locally produced materials and to increasing the range and volume of manufactured products; the determined rational composition of the water-based ink ensures the required quality of printed impressions.

Implementation of the research results. Based on the scientific research aimed at identifying the specific features of the interaction between water-based ink containing an ether-aldehyde fraction and the surface of the printing substrate water-based ink containing an ether-aldehyde fraction was implemented in production at “Elektron texnika markazi” LLC, “NAMANGAN POLIGRAF PRESS” LLC, and “YASHIN SANOAT SAVDO HARID” Private Enterprise (according to Certificate № 1/3-104 dated september 24, 2026, issued by the “Sharq” Publishing and Printing Joint-Stock Company).

The implementation of water-based ink containing an ether-aldehyde fraction makes it possible to supply the domestic market with locally produced materials and to increase the range and volume of manufactured products. The use of the modified water-based ink at printing enterprises makes it possible to reduce the cost per 1 kg of ink by 68% compared with imported analogues.

Approbation of the research results. The research results were discussed at 13 scientific and technical conferences, including 7 international conferences.

Publication of the research results. A total of 29 scientific works have been published on the topic of the dissertation, including 11 scientific articles in publications recommended by the Higher Attestation Commission of the Republic of Uzbekistan for the publication of the main scientific results of dissertations, as well as 2 articles in journals indexed in the international Scopus database.

Structure and volume of the dissertation. The dissertation consists of an introduction, four chapters, a conclusion, a list of references, and appendices. The total volume of the dissertation is 114 pages of text.

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

I bo‘lim (I раздел; I part)

1. N.J.Sadriddinova, H.A.Babakhanova, A.A.Saodatov, I.G.Gromyko. The properties of offset inks // Technical science and innovation. – T., – ТГТУ. – 2023. – № 1. – С. 32-37. (05.00.00; №16) ISSN:2181-0400 https://slib.uz/en/article/22007
2. N.J.Sadriddinova, Kh.A.Babakhanova, M.E.Khasanova, A.A.Saodatov. Influence of foil stamping parameters on image quality // Technical science and innovation. – T., – ТГТУ. – 2023. – №4. – С. 5-9. (05.00.00; №16) ISSN:2181-0400. https://btstu.researchcommons.org/journal/vol2023/iss4/1/
3. Н.Ж.Садриддинова, Х.А.Бабаханова, М.Э.Хасанова. Анализ градационных характеристик и контраста печати оттисков, отпечатанных пьезоэлектрической технологией струйной печати // Universum: Технические науки. - 2025. – №6 (135). – С. 12-18. (02.00.00; №19) https://7universum.com/ru/tech/archive/item/20251
4. Н.Ж.Садриддинова, Х.А.Бабаханова, А.А.Саодатов Исследование качества оттисков, отпечатанных методом струйной печати. // Текстильный журнал Узбекистана. – 2025. – №2. – С. 176-183. (05.00.00; №17) https://ttysi.uz/storage/uploads/docs/uvuOfTOBTb8y4UK0Ry9NWgDEIk1bIS695UnGeDz4.pdf
5. Н.Ж.Садриддинова, Х.А.Бабаханова, Ш.В.Ташмухамедова. Микроскопический анализ воспроизведения графических элементов на оттисках, отпечатанных струйной печатью. // Вестник Гулистанского государственного университета. – 2025. – №3. – С.84-89. (05.00.00; №252) ISSN: 2181-7367.
6. Н.Ж.Садриддинова, Х.А.Бабаханова, Д.Ч.Равшанзода. Влияние характеристик бумаги на качество оттисков, отпечатанных струйной печатью. // Политехнический вестник. Серия: инженерные исследование. Таджикистан. – 2025. – №3. (71). – С. 46-53. (05.00.00; №234) ISSN: 2520-2227. https://vp-tech.ttu.tj/files/1/%E2%84%963%2871%292025.%D0%A2%D0%B0%D0%B4%D2%9B%D0%B8%D2%9B%D0%BE%D1%82%20%281%29.pdf
7. Н.Ж.Садриддинова, Х.А.Бабаханова, Ф.А.Абдуазимов. Изучение влияния вида и состава чернил на качество струйной печати. // Universum. Технические науки. – 2026. – №3 (144). – С. 9-12. (02.00.00; №19) https://7universum.com/ru/tech/archive/item/22136
8. Н.Ж.Садриддинова, Х.А.Бабаханова, Д.Б.Ирматов, Д.И.Абдирахмонова, К.М.Кабилова. Применение методов инфракрасной спектроскопии в исследовании состава водорастворимой краски для струйной печати // Известия ВУЗов. Технология текстильной промышленности. – 2026. – №4 (424). – С.180-189. (Scopus, CiteScore 2025 – 1,0; Q3). (05.00.00; №115) ISSN: 0021-3497. DOI: 10.47367/0021-3497_2026_4_180.https://ttp.ivgpu.com/wp-content/uploads//2026//10//424_16.pdf

9. Н.Ж.Садриддинова, Х.А.Бабаханова, О.Д.Хакназарова, З.К.Галимова. Механические свойства полиэтиленовой плёнки // Вестник Гулистанского государственного университета. – 2023. – №1. – С.11-16. (05.00.00; №252) ISSN: 2181-7367.
10. Н.Ж.Садриддинова, Х.А.Бабаханова, З.К.Галимова, А.А.Садриддинов, Д.Ч.Равшанов. Свойства бумаги из вторичных волокнистых материалов // Вестник Гулистанского государственного университета. – 2023. – №4. – С.7-12. (05.00.00; №252) ISSN: 2181-7367. https://images.guldu.uz/guldu/2024/03/05/2023_4_1.pdf
11. Н.Ж.Садриддинова, Х.А.Бабаханова, З.К.Галимова, А.А.Садриддинов, Д.Ч.Равшанов. Механические и поверхностные свойства бумаги из вторичных волокнистых материалов. // Известия ВУЗов Проблемы полиграфии и издательского дела. – М., – 2023. – №4. – С. 10-15. (05.00.00; №106) ISSN: 2072-6775. https://elibrary.ru/item.asp?id=61484571
12. Н.Ж.Садриддинова, Х.А.Бабаханова, Н.Х.Атаханова, Д.Ч.Равшанзода. Использование отходов базальтовых волокон в бумажной отрасли // Известия ВУЗов. Технология текстильной промышленности. – 2026. – №1 (421). – С.348-354. (Scopus, CiteScore 2025 – 1,0; Q3). (05.00.00; №115) ISSN: 0021-3497. DOI: 10.47367/0021-3497_2026_1_348. https://ttp.ivgpu.com/wp-content/uploads/2026/04/421_39.pdf
13. Н.Ж.Садриддинова, Х.А.Бабаханова, Н.Х.Атаханова, Н.Х. Турсунбоева. Применение базальтового волокна для производства бумаги // Вестник Гулистанского государственного университета. – 2026. – №2. – С.48-54. (05.00.00; №252) ISSN: 2181-7367.
14. Н.Ж.Садриддинова, Ш.Б.Ташмухамедова, С.Р.Камалова. Флексографик босма усулида тайёрланган нусхаларнинг ранг контрастини бахолаш // Текстильный журнал Узбекистана. – 2021. – №3. – С. 88-93. (05.00.00; №17) ISSN:0021-3497.
https://ttysi.uz/storage/uploads/docs/vT2jDteBOHdC1YoUNrJGKfWmU2j6nLEvcHz2kePE.pdf

II bo‘lim (II раздел; II part)

15. Н.Ж.Садриддинова, Х.А.Бабаханова, Д.Ч.Равшанзода, М.А.Бабаханова, И.Г.Громыко. Элементный состав различных видов бумаги. // Труды БГТУ. Сер. 4. Принт-и медиа-технологии. – 2026. – №1 (303). – С.5-15. DOI: 10.52065/2520-6729-2026-303-1. ISSN: 2522-4638. https://elib.belstu.by/bitstream/123456789/74607/1/1.%20%D0%91%D0%B0%D0%B1%D0%B0%D1%85%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B0.pdf
16. Н.Ж.Садриддинова, Х.А.Бабаханова. Изучение свойств полиграфических красок. // Paxta tozalash, to‘qimachilik, yengil sanoat, matbaa ishlab chiqarish sohasida fan va ta’lim integratsiyalashuvini rivojlantirish tendentsiyalari” mavzusidagi respublika miqyosidagi ilmiy – amaliy anjumani to‘plami 1-qism.

17-18-may. Toshkent: 2023. C. 402-404. https://ttysi.uz/storage/uploads/docs/FtLWMokzbBPMolntNW54Ldm3J7faOLesKKQm9Qyp.pdf
17. Н.Ж.Садриддинова, Х.А.Бабаханова, А.А.Садриддинов. Свойства проклейки бумаги из вторичных волокон. // Soha korxonalari uchun yuqori malakali kadrlar tayyorlashda dual ta'limning o'rni hamda fan,ta'lim,ishlab chiqarish klasterlarini rivojlantirishda innovatsion yondashuvlar mavzusidagi xalqaro miqyosidagi imiy-amaliy anjumani to'plami. 28-noyabr. Toshkent: 2023. C. 87-89.
18. N.J.Sadriddinova, X.A.Babaxanova, A.A.Sadriddinov. Ofset usulida chop etilgan qadoqlash mahsulotlari sifatiga bo'yoqning ta'siri. // Soha korxonalari uchun yuqori malakali kadrlar tayyorlashda dual ta'limning o'rni hamda fan,ta'lim,ishlab chiqarish klasterlarini rivojlantirishda innovatsion yondashuvlar mavzusidagi xalqaro miqyosidagi imiy-amaliy anjumani to'plami. 28-noyabr. Toshkent: 2023. C. 122-124.
19. Н.Ж.Садриддинова, Х.А.Бабаханова. Свойства бумаги из вторичных волокнистых материалов. // O'zbekistonda yangi iqtisodiy islohotlar sharoitida paxta, to'qimachilik, yengil sanoat va matbaa sohalari texnologiyalarini rivojlantirishning istiqbollari va muammolari" respublika miqyosidagi ilmiy – amaliy anjumani to'plami. 26-27-mart. I qism. Toshkent: 2025. C.350-351. https://ttysi.uz/storage/uploads/docs/fRPwOavPxbFlUsTusvPxShe45S4f7S8roRQsgcfO.pdf
20. Н.Ж.Садриддинова, Х.А.Бабаханова. Анализ влияния свойств бумаги на качество оттисков. // "Xalqaro tajriba: ta'limni modernizatsiyalash sharoitida zamonaviy mashinasozlik va muhandislik yo'nalishida yuqori malakali kadrlar tayyorlash istiqbollari" Xalqaro miqyosidagi ilmiy – amaliy anjuman. 6-iyun. Toshkent: 2025. C. 89-90. https://ttysi.uz/storage/uploads/docs/urdp4vlWkhSwFfs5OgdkggombXXfEcTUIC2wLdGO.pdf
21. Н.Ж.Садриддинова, Х.А.Бабаханова. Микроскопический анализ шрифтовой информации при струйной печати. // Ishlab chiqarish va qayta ishlashning innovatsion texnologiyalarini rivojlanishi sharoitida ilm-fan va soha korxonalarining integratsiyasi respublika miqyosidagi ilmiy – amaliy anjumani. 22-23-oktyabr. Toshkent: 2025. C. 109-110. https://ttysi.uz/storage/uploads/docs/QBwGGjf57QKALZqboO9b6uSF3NOQAc9LyBK5m3Sp.pdf
22. Н.Ж.Садриддинова, Х.А.Бабаханова, Н.Х.Атаханова, Д.Б.Ирматов. Исследование влияния типа и состава чернил на качество струйной печати. // Материалы I международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы и достижения в области машиностроения и производственных технологий в условиях современной глобализации». Душанбе: 2026. С. 168-171.
23. Н.Ж.Садриддинова, Х.А.Бабаханова, Н.Х.Атаханова, Н.Х. Турсунбоева Микроскопический анализ качества тиснения на бумаге с добавлением базальтовых волокон. // Материалы I международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы и достижения в области машиностроения

и производственных технологий в условиях современной глобализации». Душанбе: 2026. С. 179-182.
24. Н.Ж.Садриддинова, Х.А.Бабаханова, Д.Ч.Равшанзода, Н.Х.Атаханова. Определение влажности и зольности различных видов бумаги. // Материалы I международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы и достижения в области машиностроения и производственных технологий в условиях современной глобализации». Душанбе: 2026. С. 183-185.
25. Н.Ж.Садриддинова, Х.А.Бабаханова Анализ контраста оттисков струйной пьезоэлектрической печати. // Barqaror rivojlanish sharoitida sanoat korxonalarining ekologik muhofazasi va mehnat xavfsizligini ta'minlash: tajriba, muammolar va istiqbollar respublika miqyosidagi ilmiy-amaliy anjumani to'plami. 24-25-mart. III qism. Toshkent: 2026. C. 40-41. https://ttysi.uz/storage/uploads/docs/jZ3TfshXswaj8h77g0eoRxqRZsS9GVYQ2xsPAFqu.pdf
26. Н.Ж.Садриддинова, Х.А.Бабаханова, Н.Х.Атаханова. Получение композитной бумаги на основе макулатуры и базальтовых волокон. "Ishlab chiqarish va qayta ishlashning innovatsion texnologiyalarini rivojlanishi sharoitida ilm-fan va soha korxonalarining integratsiyasi" respublika miqyosidagi ilmiy - amaliy anjumani to'plami 1-qism. 19-20-may. Toshkent: 2026.C. 407-410. https://ttysi.uz/storage/uploads/docs/sYDAcsKYQhSSu5vCgTflF0LnmqhSPU2o24tTs1Qz.pdf
27. Н.Ж.Кўканова, Д.Р.Сафаева, С.Р.Камалова Количественная оценка основных цветов колориметрической системы RGB и СМУК. // "Тўқимачилик матоларини пардозлаш ва қоғоз саноати ишлаб чиқаришдаги инновацион технологиялар" халқаро илмий-амалий конференция. Toshkent: 2019. С. 118-119.
28. Н.Ж.Садриддинова, С.Р.Камалова, А.К.Буланов Квалиметрическая оценка базовых цветов колориметрических моделей RGB и CMYK. // "Фан, таълим, ишлаб чиқариш интеграциялашуви шароитида пахта тозалаш, тўқимачилик, енгил саноат, матбаа ишлаб чиқариш инновацион технологиялари долзарб муаммолари ва уларнинг ечими" республика миқёсидаги илмий амалий анжумани. 21-22-aprel. Toshkent: 2021. С. 65-67.
29. Н.Ж.Садриддинова, А.К.Буланов, С.Р.Камалова Визуальная квалиметрическая оценка качества полиграфической продукции. // Тошкент тўқимачилик ва енгил саноат институти "Магистратура талабаларининг илмий мақолалар тўплами". Toshkent: 2021. С. 314-317.

Avtoreferat “O‘zbekiston to‘qimachilik jurnali” ilmiy texnikaviy jurnali tahririyatida tahrirdan o‘tkazildi va o‘zbek, rus, ingliz tillaridagi matnlari mosligi tekshirildi (10.11.2026 yil).

Bosishga ruxsat etildi: 10.11.2026 yil.
Bichimi 60X45 $^{1}/_{8}$ «Times New Roman»
Garniturada, raqamli bosma usulida bosildi.
Shartli bosma tabog‘i 3,125. Adadi 50 nusxa. Buyurtma № 57
TTYSI bosmaxonasida chop etildi
100100, Toshkent sh.,Yakkasaroy tumani, Shohjahon ko‘chasi 5-uy