

НАМАНГАН МУҲАНДИСЛИК-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ
ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
PhD 03/30.12.2019.Т.66.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ

НАМАНГАН МУҲАНДИСЛИК-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ

ИСМАИЛОВ ИКРОМЖОН ИБРОХИМ ЎҒЛИ

МАҲАЛЛИЙ ХОМАШЁ ЧИҚИНДИЛАРИДАН ОЛИНГАН ҚОҒОЗНИ
БОСМА-ТЕХНИК ХОССАЛАРИ

05.02.03 – Технологик машиналар. Роботлар, мехатроника ва
робототехника тизимлари

ТЕХНИКА ФАНЛАРИ БЎЙИЧА ФАЛСАФА ДОКТОРИ (PhD)
ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФРАТИ

Наманган – 2023

**Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD)
диссертацияси автореферати мундарижаси**

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

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

Исмаилов Икромжон Иброхим ўғли

Махаллий хомашё чиқиндиларидан олинган қоғозни босма-техник
хоссалари..... 3

Исмаилов Икромжон Иброхим ўғли

Печатно-технические свойства бумаги из отходов местного сырья..... 23

Ismailov Ikromjon

Printing and technical properties of paper from waste of local raw materials.... 43

Эълон қилинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ

List of published works..... 47

**НАМАНГАН МУҲАНДИСЛИК-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ
ХУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
PhD 03/30.12.2019.Т.66.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

НАМАНГАН МУҲАНДИСЛИК-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ

ИСМАИЛОВ ИКРОМЖОН ИБРОХИМ ЎҒЛИ

**МАҲАЛЛИЙ ХОМАШЁ ЧИҚИНДИЛАРИДАН ОЛИНГАН ҚОҒОЗНИ
БОСМА-ТЕХНИК ХОССАЛАРИ**

05.02.03 – Технологик машиналар. Роботлар, мехатроника ва
робототехника тизимлари

**ТЕХНИКА ФАНЛАРИ БЎЙИЧА ФАЛСАФА ДОКТОРИ (PhD)
ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФРАТИ**

Наманган – 2023

Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2020.2.PhD/Т1738 рақами билан рўйхатга олинган.

Диссертация Наманган муҳандислик-технология институтида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Наманган муҳандислик-технология институти ҳузуридаги Илмий кенгаш веб-саҳифасида (www.nammti.uz) ва «Ziyonet» ахборот таълим порталида (www.ziyonet.uz) жойлаштирилган.

Илмий раҳбар:

Бабаханова Халима Абишевна
техника фанлари доктори, профессор

Расмий оппонентлар:

Сафаров Назиржон Муҳаммаджонович
техника фанлари доктори, доцент

Громько Ирина Григорьевна
техника фанлари номзоди, доцент

Етакчи ташкилот:

Бухоро муҳандислик-технология институти

Диссертация ҳимояси Наманган муҳандислик-технология институти ҳузуридаги PhD.03/30.12.2019.Т.66.01 рақамли Илмий кенгашнинг 2023-йил “14” январь соат 11⁰⁰ даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 160115, Наманган шаҳри, Косонсой кўчаси, 7-уй. Тел.: (69) 225-10-07, факс: (69) 228-76-75, e-mail: niei_info@edu.uz, Наманган муҳандислик-технология институти 3-бино, 1-қават, илмий кенгаш хонаси).

Диссертация билан Наманган муҳандислик-технология институти Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (№ 415-рақам билан рўйхатга олинган). (Манзил: 160115, Наманган ш., Косонсой кўчаси, 7-уй. Тел.: (69) 225-10-07.)

Диссертация автореферати 2023-йил “04” январь куни тарқатилди.
(2023-йил “04” январдаги № 97-рақамли реестр баённомаси).



Р.М. Мурадов
Илмий даражалар берувчи
илмий кенгаш раиси, техника
фанлари доктори, профессор

Х.Т. Бобожанов
Илмий даражалар берувчи
илмий кенгаш илмий котиби,
техника фанлари доктори, доцент

Қ.М. Холиков
Илмий даражалар берувчи илмий
кенгаш қошидаги илмий семинар раиси,
техника фанлари доктори, профессор

КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурлиги. Жаҳонда бозорида қоғоз маҳсулотига талаб анчагина юқори бўлиб, уни ишлаб чиқариш технологиясини такомиллаштириш, ресурстежамкор технологиялардан фойдаланиб қоғоз саноатининг хомашё муаммосини ҳал қилиш, саноатида атроф-муҳит учун зарарсиз бўлган усуллардан фойдаланиб ёғоч целлюлозаси сарфини камайтириш, қоғозни техник хоссаларини яхшилаш ҳамда ундан оқилона фойдаланиш масалаларига алоҳида аҳамият берилмоқда. Статистика маълумотларига кўра жаҳонда қоғоз ва картон истеъмоли 2025 йилгача 500 млн тоннани ташкил этади. Қоғоз ва картон ишлаб чиқаришнинг умумий ҳажмида Германия етакчи ҳисобланади 25,1% (2020 й), кейинги ўринларда Швеция (11%), Италия (10%), Финляндия (9,6%), Франция (8,1%), Испания (7,4%), Польша (5,8%) ва Австрия (5,5%)¹. Бу борада, жумладан қоғоз ва картон ишлаб чиқаришда танқис бўлган ёғоч целлюлозаси истеъмолини камайтириш мақсадида хомашёнинг асосий компоненти сифатида макулатуралардан фойдалани, ишлаб чиқариш чиқиндиларидан фойдаланиш орқали самарадорлигини оширишга алоҳида эътибор қаратилмоқда.

Жаҳонда минерал хомашё ресурслари, хусусан, қоғознинг асосий компоненти сифатида оҳактош казиб олиш чиқиндиси ҳисобланган кальций карбонатдан рационал самарали фойдаланган ҳолда ресурстежамкор технологияларни ривожлантириш қоғоз саноатининг хомашё муаммосини ҳал қилишда машиналар конструкциясини такомиллаштиришга қаратилган илмий тадқиқотлар олиб борилмоқда. Японияда “экологик” қоғоз ТВМ компанияси томонидан Limex бренди остида ишлаб чиқарилади, шунингдек, 40 дан ортиқ давлатларда Rockstock, Kampier, ViaStone, EmanaGreen, Terraskin ва б. савдо русумлари остида кальций карбонатдан “экологик” қоғоз олиш ва реализация қилиш учун патент олинган. Ушбу йўналишда, жумладан, экологик тоза, ресурс тежамкор, истеъмолчи талабларини қондирувчи босма қоғозлар ишлаб чиқариш бўйича тадқиқотлар устивор ҳисобланмоқда. Шу билан бирга қоғоз саноатида атроф-муҳит учун зарарсиз бўлган кальций карбонатдан фойдаланиш танқис ёғоч целлюлозаси сарфини камайтириш ва экологик вазиятни яхшилаш, ишлаб чиқариш самарадорлигини ошириш долзарб вазифалардан ҳисобланмоқда.

Республикамизда матбаа саноатини маҳаллий ишлаб чиқарилган замонавий сифатли материаллар билан таъминлаш, рақобатбардош ва экспортга йўналтирилган тайёр маҳсулот ишлаб чиқаришни ошириш бўйича кенг кўламли чора-тадбирлар амалга оширилмоқда. 2022-2026 йилларга мўлжалланган янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегиясида, жумладан, “Миллий иқтисодиёт барқарорлигини таъминлаш ва ялпи ички маҳсулотда саноат улушини оширишга қаратилган саноат сиёсатини давом эттириб, саноат маҳсулотларини ишлаб чиқариш ҳажмини 1,4 бараварга ошириш...”² каби

¹ <https://printindustry.ru/evropejskij-rynok-bumagi-i-kartona-itogi-2020-i-statistika-s-1991-po-2020-god/>

² Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022 йил 28 январдаги ПФ-60-сон «2022-2026 йилларга мўлжалланган янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегияси тўғрисида» ги Фармони

муҳим вазифалар белгилаб берилган. Ушбу вазифаларни амалга оширишда қиммат бўлмаган нархда мавжуд бўлган минерал-хомашё ресурсларидан рационал ва самарали фойдаланиб маҳаллий қоғоз олиш ва унинг босма-техник хоссаларини прогнозлаш муҳим ҳисобланади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2020 йил 16 мартдаги ПҚ-4640-сон «Ноширлик ва матбаа соҳасини янада ривожлантиришга оид қўшимча чора-тадбирлар тўғрисида», 2019 йил 23 майдаги ПҚ-4335-сон «Қурилиш материаллари саноатини жадал ривожлантиришга оид қўшимча чора-тадбирлар тўғрисида» қароридан 3-илова 12 банди «Табиий тошдан қоғоз ишлаб чиқаришни ташкил этиш», 23 банди «Обойлар ишлаб чиқаришни ташкил этиш»ги Қарорлари, 2017 йил 13 сентябрдаги ПҚ-3271-сон «Китоб маҳсулотларини нашр этиш ва тарқатиш тизимини ривожлантириш, китоб мутолааси ва китобхонлик маданиятини ошириш ҳамда тарғиб қилиш бўйича комплекс чора-тадбирлар дастури тўғрисида» қарорлари ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга ушбу диссертация иши муайян даражада хизмат қилади.

Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мувофиқлиги. Мазкур тадқиқот республика фан ва технологияларини ривожланишининг II. «Энергетика, энергия ва ресурстежамкорлик» устувор йўналиши доирасида бажарилган.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Глобал целлюлоза-қоғоз саноатининг ривожланиши, фойдаланиладиган хомашёга боғлиқ ҳолда қоғоз ишлаб чиқариш технологиясини такомиллаштириш, композицион таркибига боғлиқ ҳолда қоғознинг босма-техник хоссаларини ва уларнинг тасвирларини ҳосил қилиш сифатига таъсирини ўрганиш бўйича бир қатор таниқли хорижий олимлар катта ҳисса қўшганлар, жумладан Д.М.Фляте, А.В.Кулешов, А.С.Смолин, И.В. Лавров, А.А.Дулькин, С.С.Пузырев, В.А.Барбаш, Л.Г.Махотина Б.В. Дерягин, В.Г. Георгиевский, Л.А. Козаровицкий, Б.Н. Шахкельдян, Е.Д. Климова, К. Корте, Д. Толленаар, Ж. Фетско, А.К.Хмельницкий, В.В. Абрамова, Г. С. Чиликина, Л.Г.Варепо, А.В.Голунов ва бошқалар.

Республикада Турли толали материаллардан целлюлоза ва маҳаллий хомашёдан қоғоз олиш, уларнинг босма-техник хоссаларини такомиллаштиришга Республикаимизнинг таниқли олимларини илмий ишлари бағишланган. Булардан: Х.А.Алимова, М.Т.Примкулов, Г.Рахмонбердиев, А.Э.Гуламов, А.К.Буланов, Х.А.Бабаханова, У.Ж.Ешбаева, И.А.Буланов, З.К.Ғалимова, А.А.Джалилов. Назкур олимлар олиб борган илмий тадқиқотлар натижасида толали материаллардан қоғоз олиш техника технологияси такомиллаштирилган уни амалиётида қўллаш масалаларни ечишда салмоқли натижаларга эришилди.

Шу билан бирга, тадқиқотлар натижасида турли хомашёдан қоғоз ишлаб чиқариш ва такомиллаштириш бўйича муайян даражада ижобий натижаларига эришилган ҳолда қўлланилиб келинаётган бўлсада, республикада мавжуд

бўлган минерал-хомашё ресурсларидан қоғоз олиш ва уларнинг босма-техник хоссаларини тадқиқ қилиш масалаларига бағишланган тадқиқотлар етарли даражада ўрганилмаган.

Диссертация тадқиқотининг диссертация бажарилган олий таълим муассасасининг илмий тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқоти Тошкент тўқимачилик ва енгил саноат институти илмий-тадқиқот ишлари режасига мувофиқ ВА-ОТ-А3-05 «Ўзбекистон Республикасининг целлюлоза-қоғоз ва матбаа саноатлари учун иккиламчи толали материаллардан қоғоз олиш технологиясини такомиллаштириш» мавзусидаги амалий лойиҳаси доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади маҳаллий хомашё чиқиндиларидан қоғоз олиш технологиясини такомиллаштириш ва уларни босма-техник хоссаларининг матбаа маҳсулотлари сифатига таъсирини баҳолашдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

кальций карбонатдан қоғоз олиш технологиясини такомиллаштириш;
экструдер конструкциясининг мустаҳкамлигини баҳолаш мақсадида юқламани ҳисоблаш;

қоғознинг физик-механик, сорбцион, оптик хоссаларини тадқиқ қилиш;
қоғознинг юза структураси маълумотларини билвосита ва бевосита тадқиқот усуллари билан мажмуавий таҳлил қилиш;

лаборатория ва ишлаб чиқариш шароитларида қоғознинг босма-техник хоссаларини тадқиқ қилиш;

математик моделлаштириш асосида кальций карбонатдан тайёрланган қоғознинг босма-техник хоссаларини прогнозлаш;

матбаа соҳаси учун қоғоз ишлаб чиқаришда иккиламчи ресурслардан фойдаланишнинг иқтисодий самарадорлигини аниқлаш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида иккиламчи хомашё, кальций карбонатдан олинган қоғоз, ультрабинафша босма бўёқлардан фойдаланиб флексографик босма усулида босилган кўп бўёқли нусхалар олинган.

Тадқиқотнинг предмети кальций карбонатдан қоғоз олиш технология ва усуллари, босма сифати, хомашё ва қоғознинг хоссалари орасидаги ўзаро боғлиқлик кинетикаси ҳисобланади.

Тадқиқотнинг усуллари. Тадқиқот жараёнида қоғоз хоссалари кўрсаткичларини синашнинг стандарт усуллар, қоғознинг юза структурасини таҳлил қилиш усули, Бекк усулидан фойдаланилган. Шунингдек, қоғознинг микрогеометриясини тадқиқ қилиш учун атом-куч микроскопидан, нусхаларнинг сифат кўрсаткичларини аниқлаш учун эса денситометрик, спетроскопик ва микроскопик техникалардан фойдаланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

матбаа соҳасида қўллаш учун оҳақтош қазиб олишда чиқинди ҳисобланган кальций карбонатни юқори температурада қиздириш орқали қоғоз олишнинг ресурстежамкор технологияси ишлаб чиқилган;

кальций карбонатли қоғоз массаси композициясининг ўзгариши унинг физик-механик, деформацион, сорбцион ва юза хоссаларига таъсир этиши аналитик усул ёрдамида аниқланган;

нухаларнинг градацион ва ранг тавсифномалари бўйича кальций карбонатдан тайёрланган қоғоз хоссаларининг босма сифатига таъсир даражаси тўла омилли регрессион математик модел асосида аниқланган;

кальций карбонатдан тайёрланган қоғознинг хоссаларини ҳисобга олган ҳолда босма сифатини прогнозлаш учун қалинлик ва ғадир-будирлик кўрсаткичларини ўзгаришларини инобатга олган ҳолда математик модель ишлаб чиқилган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

назарий ва тажрибавий тадқиқотлар асосида матбаа соҳаси учун кальций карбонатдан қоғоз олишнинг такомиллашган технологияси ишлаб чиқилган;

замонавий ва импорт ўрнини босувчи босма маҳсулот ассортиментини кенгайтириш мақсадида маҳаллий минерал хомашёдан олинган қоғознинг босма-техник хоссаларининг ҳисобга олган ҳолда босма сифатини прогнозлаш усули ишлаб чиқилган ва қўллашга тадбиқ этилган.

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги. Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги изланишларнинг замонавий усул ва ўлчаш воситаларидан фойдаланган ҳолда ўтказилганлиги, назарий ва экспериментал тадқиқотларнинг ўзаро адекватлиги, бажарилган тадқиқотлар асосида олинган қоғоз синовларининг ижобий натижалари ва амалиётга жорий этилганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти. Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти кальций карбонатдан тайёрланган қоғоз хоссаларининг босма сифатига таъсири қонуниятларининг аниқланганлиги; наноўлчамли масштабда қоғоз намуналари ғадир-будурлиги R_a параметрининг юқори аниқликдаги ташхиси олинганлиги; босилувчи материалнинг бўёқни қабул қилишни баҳолаш учун ишлаб чиқариш жараёнида қоғознинг босма-техник хоссаларини бошқариш усулининг ишлаб чиқилганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқотнинг амалий аҳамияти кальций карбонатдан самарали ва рационал фойдаланиб қоғоз олишнинг такомиллашган технологияси тавсия қилиниши билан изоҳланади, бу маҳаллий қоғоз билан таъминлаш ҳисобига нашриёт ва матбаа соҳаларининг ривожланишига хизмат қилади, республикадан валюта чиқиб кетишини камайтиради, ишлаб чиқариладиган маҳсулотни арзонлаштирилганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Кальций карбонатдан тайёрланган қоғознинг хоссаларини ҳисобга олган ҳолда босма сифатини прогнозлашга йўналтирилган илмий тадқиқотлар асосида:

Маҳаллий хом ашё чиқиндиларидан яъни кальций карбонатдан қоғоз олишнинг такомиллашган технологияси «Fergana stone paper company» ўзбек-хитой корхонасида ишлаб чиқаришга жорий қилинган (Ўзбекистон Республикаси Президенти Администрацияси ҳузуридаги Ахборот ва оммавий

коммуникациялар агентлигининг 2022 йил 3 июндаги 06-2223-сон маълумотномаси). Натижада кальций карбонатдан қоғоз олишнинг мазкур усулини жорий қилиш орқали республикада қоғоз ишлаб чиқариш ҳажми 6-8% га оширилади.

Кальций карбонатдан тайёрланган қоғоз «Technopak» Systems корхонасида ишлаб чиқаришга жорий қилинган (Ўзбекистон Республикаси Президенти Администрацияси ҳузуридаги Ахборот ва оммавий коммуникациялар агентлигининг 2022 йил 3 июндаги 06-2223-сон маълумотномаси). Натижада кўп бўёқли нусхалар олинган, импорт хомашёдан фойдаланиш 12-15% га камайтирилган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Диссертация ишининг натижалари 4 та халқаро ва 3 та республика илмий-техник анжуманларида маъруза қилинган ва муҳоқамадан ўтган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги. Диссертация мавзуси бўйича жами 19 та илмий иш чоп этилган, шулардан, Ўзбекистон Республикаси Олий Аттестация комиссиясининг диссертациялар асосий илмий натижаларини чоп этишга тавсия этилган илмий нашрларда 12 та мақола, жумладан 3 та республика ва 9 та чет эл илмий журналларида нашр этилган.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация таркиби кириш, учта боб, умумий хулосалар, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертация ҳажми 115 бетни ташкил этган.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Кириш қисмида диссертация мавзуси бўйича тадқиқотларнинг долзарблиги ва зарурияти асосланган, тадқиқотнинг мақсад ва вазифалари, объекти ва предмети баён қилинган, Республика фан ва технологиялари ривожланишининг асосий йўналишларига мослиги келтирилган, тадқиқотларнинг илмий янгилиги ва амалий аҳамияти ёритилган, олинган натижаларнинг ишончлилиги асосланган, олинган натижаларнинг назарий ва амалий аҳамияти очиб берилган, тадқиқот натижаларини амалиётга жорий қилиш бўйича рўйхат, нашр қилинган ишлар бўйича маълумотлар ва диссертациянинг тузилиши ҳақида маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг «**Турли хомашёдан қоғоз олиш технологиясини ва уларнинг босма-техник хоссаларини тадқиқ қилиш бўйича ишлар шарҳи**» деб номланган биринчи бобида адабиёт маълумотларининг таҳлилий шарҳи, хусусан, хорижий ва маҳаллий олимларнинг иккиламчи ресурслардан қоғоз олиш технологиясига рационал технологик параметрларни асослаш ва улардан турли хилдаги қоғозларни тайёрлаш, хомашё хоссаларининг қоғознинг физик-механик, оптик ва юза хоссаларига ва тасвирни ҳосил қилиш сифатига таъсири, бўёқнинг босилувчи материал билан ўзаро таъсирлашуви ва математик статистика усули билан қоғознинг босма-техник хоссаларини прогнозлаш жараёнларига йўналтирилган илмий-тадқиқот ишлари таҳлил қилинган.

Аниқландики, қоғоз саноатида асосий хомашё сифатида минерал-хомашё ресурсларидан фойдаланиш ва сифатли нусхалар олиш мақсадида уларнинг

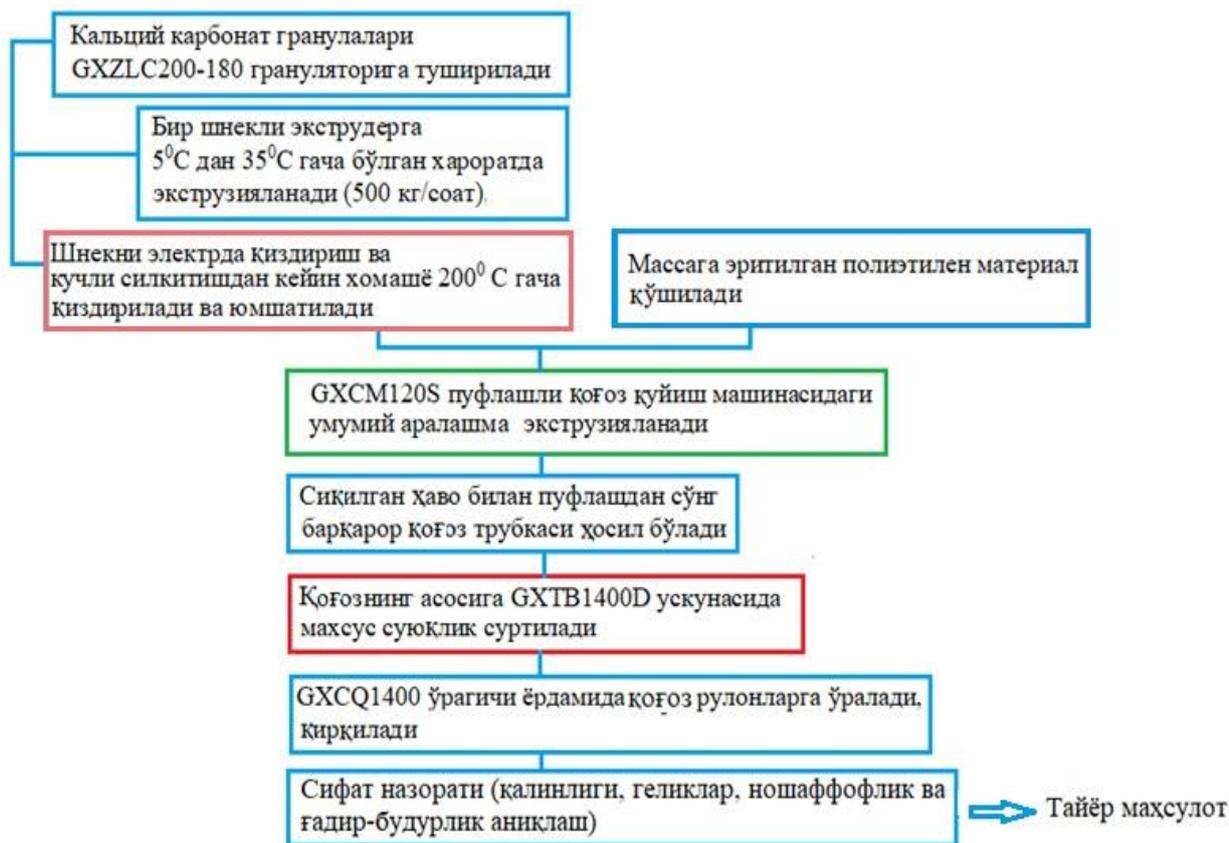
босма-техник хоссаларини ҳисобга олган ҳолда матбаачилик саноатида кальций карбонатдан тайёрланган қоғоздан фойдаланиш имкониятлари етарлича ўрганилмаган.

Шунга боғлиқ ҳолда қоғоз массасида асосий хомашё сифатида кальций карбонатдан рационал фойдаланиш ва унинг хоссаларини такомиллаштирилган технология бўйича олинган қоғознинг босма-техник хоссаларига таъсирини баҳолаш мазкур ишнинг долзарб вазифаси ҳисобланади.

Диссертациянинг «**Маҳаллий хомашё чиқиндиларидан қоғоз олиш технологияси ва хоссаларининг тадқиқи**» деб номланган иккинчи бобда кальций карбонатдан қоғоз олиш технологияси, хомашё ва қоғознинг физик-механик хусусиятлари орасидаги ўзаро боғлиқликни аниқлашга бағишланган.

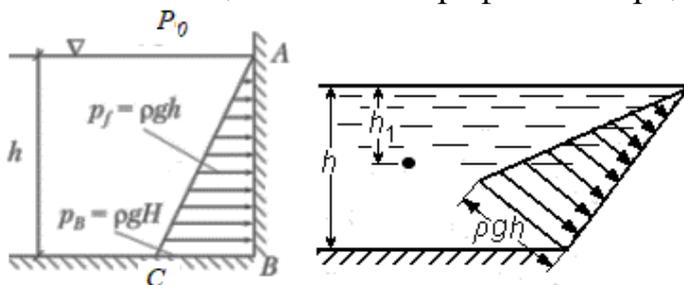
Маҳаллий кальций карбонатдан тайёрланган қоғоздан матбаачилик саноатида чоп этиш учун фойдаланиш имкониятларини тадқиқ қилиш учун «Fergana stone paper company» ўзбек-хитой корхонасининг ишлаб чиқариш базасида ишлаб чиқариш синовлари ўтказилди.

Схемага мувофиқ (1-расм) кальций карбонат гранулалари GXZLC200-180 маркали грануляторидан бир шнекли экструдерга экструзияланади (500 кг/соат). Хомашё 200⁰ С гача қиздирилади, юмшатилади ва эритилган полиэтилен материал қўшилади. GXCM120S пуфлашли қоғоз қуйиш машинасидаги умумий аралашма цилиндрик материални ҳосил қилиш учун О-симон матрицага экструзияланади. Сиқилган ҳаво билан пуфлашдан сўнг барқарор қоғоз трубкаси ҳосил бўлади. У иккита қуйма валлар билан чўзилади, маҳсулотнинг қалинлиги тезликни ўзгартириш йўли билан соланади. Китоб-журнал босишда қоғоздан фойдаланиш учун унинг асосига GXTB1400D ускунасида маҳсус тайёрланган суюқлик суртилади. Қоғознинг юзаси, қоплам суртиш валиги ва қопламни узатиш валиги орасида турли тезликларни шакллантириш ҳисобига қоғознинг юзасида қопламнинг бир текис ва барқарор адгезиясига эришилади. GXСQ1400 ўратгичи ёрдамида қоғоз рулонларга ўралади ва қирқилади, қийқимлар эса кейинги қайта ишлашга йўналтирилади. Жараённинг охириги босқичида қоғознинг қалинлиги, ношаффофлиги ва ғадир-будурлиги назорат қилинади.



1-расм. Кальций карбонатдан қоғоз олишнинг умумий технологик схемаси

Экструдернинг конструкциясига тушадиган босимни билиш учун гидростатик босим эпюраси курилди (2-расм), у жисмнинг юзасида гидростатик босимнинг тақсимланиши график тасвиридан иборат.

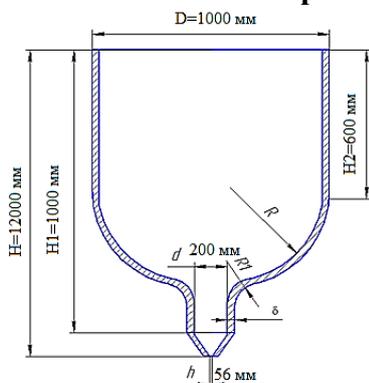


2-расм. Вертикал ва қия юзаларда гидростатик босим эпюрасини куриш

Бу мақсад учун гидростатика тенгламасидан фойдаланамиз:

$$p_c = p_0 + \rho gh = p_0 + \gamma h$$

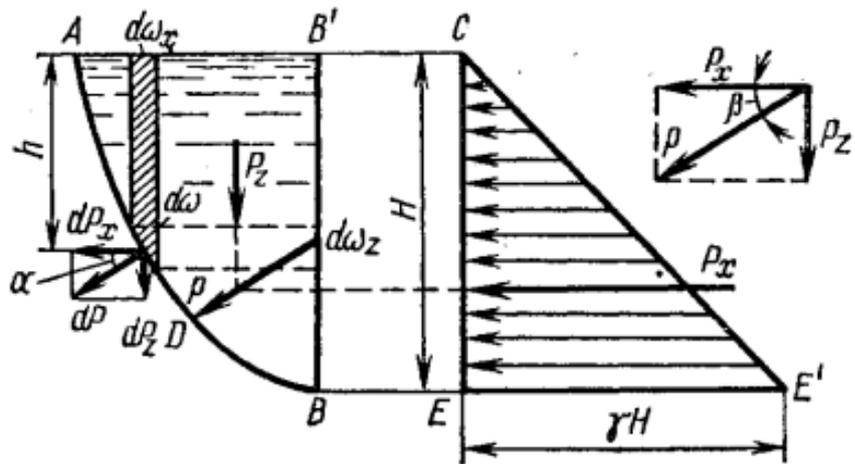
бу ерда p_0 – юзага тушадиган мутлақ босим; γ – суюқликнинг солиштирма вазни; g – эркин тушиш тезланиши, $g = 9,81 \text{ м/с}^2$, ρ – зичлик, h – баландлик



3-расм. Бункер схемаси

Қуйидаги маълумотлар шароитида бункер девори (3-расм) вертикал қисмининг гидростатик босими ҳисобланди: массанинг тезлиги 0,36 м/с, ускунанинг унумдорлиги 1300 кг/соат, бункердаги материалнинг массаси 1000 кг, солиштирма ҳажм 0,74 г/см³, бункер деворининг қалинлиги 3 мм.

$$P_{вер} = \gamma \omega h_0 = 0,74 \cdot 12000 \cdot 50 = 444 \cdot 10^3 \text{ зр} = 4440$$



4-расм. Цилиндрик юзани ҳисоблаш схемаси

Цилиндрик юзани АВ кўриб чиқишда (4-расм) кичик майдонча $d\omega$ ажратилди, унинг оғрилик маркази h чуқурликка туширилган. Шу майдончага ортиқча гидростатик босим кучи $dP = \gamma h d\omega$ таъсир қилади, уни dP_x ва dP_z га ажратамиз.

$$dP_x = dP \cos \alpha \quad dP_z = dP \sin \alpha$$

$$dP_x = \gamma h d\omega \cos \alpha \quad d\omega \cos \alpha = d\omega_z \quad dP_x = \gamma h d\omega_z$$

$$P_x = \int \gamma h d\omega_z = \gamma \int h d\omega_z \quad \int h d\omega_z = \omega_z h_c$$

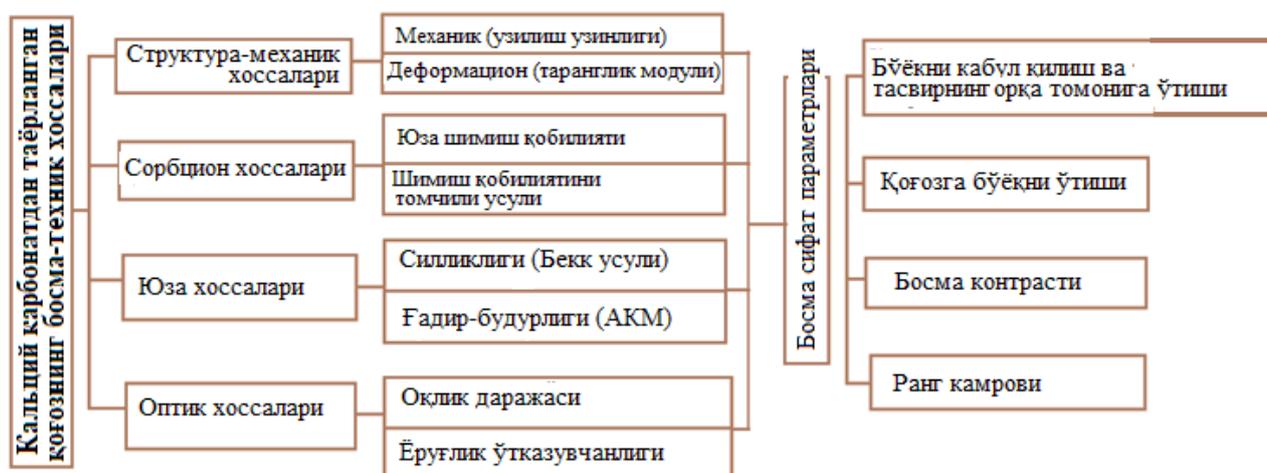
$$P_x = \gamma h_c \omega_z = 0,74 \cdot 20 \cdot 25120 = 371776 \text{ зр} = 3717,76$$

$$P_z = \gamma h_c \omega_x = 0,74 \cdot 20 \cdot 4000 = 59200 \text{ зр} = 592$$

$$P_{\text{цил}} = \sqrt{P_x^2 + P_z^2} = \sqrt{3717,76^2 + 592^2} = 3764,6$$

Ҳисоблашлардан кўриниб турибдики, босим кучи анча кичик. Мавжуд ускуна бункерининг материали қалинлиги 3 мм бўлган юпқа варақли углеродли пўлат Ст3 дан тайёрланган, мустаҳкамлик 360-530 МПа, бу қиймат бундай босим учун етарли. Бироқ, ишчи харорат 100^0 дан 200^0 С гача оширилган. Бу режимда углеродли пўлатнинг юзаси шикастланади, шунинг учун қалинлиги 2 мм, мустаҳкамлиги 490-690 МПа бўлган 25ХГСА легирланган конструкцион пўлатини танлаймиз, бу 500^0 С дан ортиқ хароратда ишлашга мос келади.

Матбаа жараёнларида кальций карбонатдан олинган қоғоздан рационал фойдаланиш учун унинг истеъмол хоссаларини билиш муҳим ҳисобланади. Шу мақсадда, тадқиқотнинг биринчи босқичида таркибида кальций карбонат 80% ва полиэтилен материал (HDPE) 20% бўлган массаси 100 г/м^2 ва 90 г/м^2 қоғоз намуналарининг структура, механик, оптик ва юза хоссалари кўрсаткичлари ишлаб чиқилган иерархик схема бўйича ўрганилди (5-расм), уларнинг натижалари 1-11 жадвалларда келтирилган.



5-расм. Кальций карбонатдан тайёрланган қоғознинг босма-техник хоссаларини аниқлашнинг иерархик схемаси

1-жадвал

Кальций карбонатдан олинган қоғознинг структура хоссалари

Қоғознинг хоссалари	Намуна 1	Намуна 2	Намуна 3
Масса м ² , г/м ² (ГОСТ 13199-88)	100±1,5	92±1,5	90±1,5
Қалинлик, мкм (ГОСТ 27015-86)	88±4	125±10	123±7
Зичлик, г/см ³ (ГОСТ 27015-86)	1,14±0,04	0,74±0,02	0,73±0,02
Солиштирама ҳажм, см ³ /г (ГОСТ 27015-86)	0,88±0,04	1,35±0,03	1,37±0,03
Булутлилиқ	-	-	-
Куллилик, % (ГОСТ 7629-93)	43,13	44,54	44,56

1-жадвалдан кўриниб турибдики, барча намуналар, МХга мувофиқ, қалинлиги бўйича бир хил, чунки максимал ва минимал қалинлик орасидаги фарқ 5 мкм дан ошмайди, бу ҳолат варақда қоғоз массасининг бир текис тақсимланиши натижаси ҳисобланди.

Қоғоз намуналарини ёруғликнинг ўтишига тадқиқ қилиш улар структурасининг бир турлилигини, бир хилда бўлмаган майдонларнинг мавжуд эмаслигини тавсифлади, чунки ўтувчи оқимнинг зичлиги қоғоз намунасининг бутун периметри бўйича бир хил, бу булутлилиқнинг мавжуд эмаслигидан далолат берди. Қоғоз намуналари ёруғликни бир текис ўтказди, бу ҳолат босишда тасвирларни ҳосил қилишнинг юқори график аниқлигини таъминлайди.

Кулнинг мавжудлиги, намуналарни куйдиришдан кейин минерал қолдиқнинг миқдори натижалари бўйича қоғозда минерал моддалар миқдорининг бир хиллиги аниқланди.

Қоғоз намуналарининг механик ва деформацион хоссаларининг қийматлари (2-жадвал) бўйича унинг матбаа маҳсулотларини тайёрлаш жараёнида юзага келадиган турли хилдаги технологик ва механик таъсирлар мустаҳкамлиги таҳлил қилинди. Босма учун мўлжалланган қоғоз мустаҳкам бўлиши ва босим остида бузилмаслиги, қоғоз ўтказиш тизимида, буклашда йиртилмаслиги керак ва ҳ.к.

Тадқиқ қилинаётган қоғоз намуналари мустаҳкамлик ва деформацион тавсифномаларига эга (иккала йўналишда ҳам) (2-жадвал), чоп этишда босиш ускунани бетухтов ишлашига хизмат қилади.

Доимий юклама таъсири остида қоғоз чўзилишининг ўсиб бориши кинетикаси бўйича қоғознинг деформацион хоссалари ҳақида хулоса чиқарилди. Узунасига йўналишда қоғозда кўпроқ чўзилиш кузатилади, бу таранглик модули (Юнг модули)нинг қиймати билан тасдиқланди (2-жадвал).

2-жадвал

Кальций карбонатдан олинган қоғознинг мустаҳкамлик ва деформацион хоссалари

Қуйиш йўналиги	Мустаҳкамлик хоссалари				Деформацион хоссалар			K _{ан}
	Q		σ	L	Δl	λ	E	
	кгс	H	H/м ²	м	мм	%	H/м ² (Па)	
Намуна 1								
Кўндаланг	1	10	7575757,6	666,67	163	81,5	9295408,07	1
Узунасига	1	10	7575757,6	666,67	342	171,0	4430267,59	
Намуна 2								
Кўндаланг	1	10	5333333,3	724,64	155	77,5	6881720,43	1,3
Узунасига	1,3	13	6933333,3	942,03	331	165,5	4189325,28	
Намуна 3								
Кўндаланг	1	10	5420054,2	740,74	106	53,1	10226517,36	1,2
Узунасига	1,2	12	6504065,0	888,89	254	127,0	5121311,06	

Ҳисобланган анизотропия коэффиценти шуни тавсифладики, намуна 1 изотроп материал ҳисобланади, намуналар 2 ва 3 эса пастроқ даражада анизотропияга эга, яъни қоғознинг узунасига ва кўндаланг йўналишларида хоссалари бир оз фарқланади.

Олдиндан қирқилган синалаётган намунани эзиш учун зарур бўлган куч бўйича аниқланган қоғознинг эзилишга қаршилигини тадқиқ қилиш бўйича аниқландики, намуна 1 эзилишга қаршилик кўрсаткичи бўйича намуна 2 ва 3 ларга нисбатан 2,5 марта яхшироқ (3-жадвал).

3-жадвал

Қоғознинг эзилишга қаршилик кўрсаткичлари (ГОСТ 13525.3-97)

Намуналар	Намуна 1		Намуна 2		Намуна 3	
Кўрсаткичлар	Шкала бўйича кўрсаткич А	Z, сН	Шкала бўйича кўрсаткич А	Z, сН	Шкала бўйича кўрсаткич А	Z, сН
Узунасига	76	405,33	29,5	157,33	30,5	162,67
Кўндаланг	76	405,33	30	160	29,5	157,33

Чоп этиш жараёнида бўёкнинг ўзаро таъсирлашуви ва мустаҳкамланиши кўплаб факторларга боғлиқ бўлиб, целлюлозали қоғозда эркин гидроксил гуруҳларнинг мавжудлиги улардан бири ҳисобланади, улар юзанинг гидрофоблигини аниқлаб беради.

Шундан келиб чиққан ҳолда, кейинги тадқиқотлар таркибида 80% кальций карбонат ва 20% полимер материал мавжуд бўлган қоғозда сорбцион хоссаларни, айнан намликка чидамлик, гидрофоблик, босма бўёқларининг эритувчиларини шимиш хусусиятини ўрганишга бағишланган.

ГОСТ 12057-81 бўйича ҳисобланган чизиқли деформация қийматлари қоғоз намуналари юзасининг гидрофоблигини аниқлаб берди (4-жадвал).

4-жадвал

Қоғоз намуналарининг чизиқли деформация қийматлари

Кўрсаткичнинг номи	Чизиқли деформация қийматлари					
	узунасига йўналишда			кўндаланг йўналишда		
	№1	№2	№3	№1	№2	№3
Чизиқларнинг дастлабки узунлиги, l_0 , мм	100.00	99.96	99.96	99.98	99.97	99.97
Чизиқларнинг намлашдан кейинги узунлиги, $l_{ув}$, мм	100.01	99.98	99.98	99.99	100	99.99
Намлашдаги деформация, $\epsilon_{ув}$, %	0.01	0.02	0.02	0.01	0.03	0.02
Чизиқларнинг қуритишдан кейинги узунлиги, $l_{сух}$, мм	99.91	-	-	99.9	-	-
Қуритишдан кейинги деформация, $\epsilon_{сух}$, %	-0.09	-	-	-0.08	-	-

Намланишда деформациянинг мавжуд эмаслиги сув юзадан осон ва тез оқиб кетиши ва қоғознинг микроҶовакли структурасига ўтмаганлиги билан тушунтирилади. Юқори хароратнинг таъсирида қоғоз намуналарининг киришиши содир бўлди, бу ҳолат қоғознинг таркибида полимер занжирларнинг мавжудлиги билан тушунтирилади.

5-жадвал

Шимиш қобилияти натижалари ва қоғознинг синфланиши

Томонлар	$m_{сух}$	$m_{ув}$	ГОСТ 9094 (Офсет қоғоз 20-30 г/м ²)
Намуна 1			
Юза томони	1,70	1,70	Намга чидамли (0 г/м ²)
Тўр томони	1,71	1,72	Намга чидамли (1г/м ²)
Намуна 2			
Юза томони	1,31	1,33	Намга чидамли (2 г/м ²)
Тўр томони	1,302	1,33	Намга чидамли (1 г/м ²)
Намуна 3			
Юза томони	1,61	1,62	Намга чидамли (1 г/м ²)
Тўр томони	1,52	1,52	Намга чидамли (0 г/м ²)

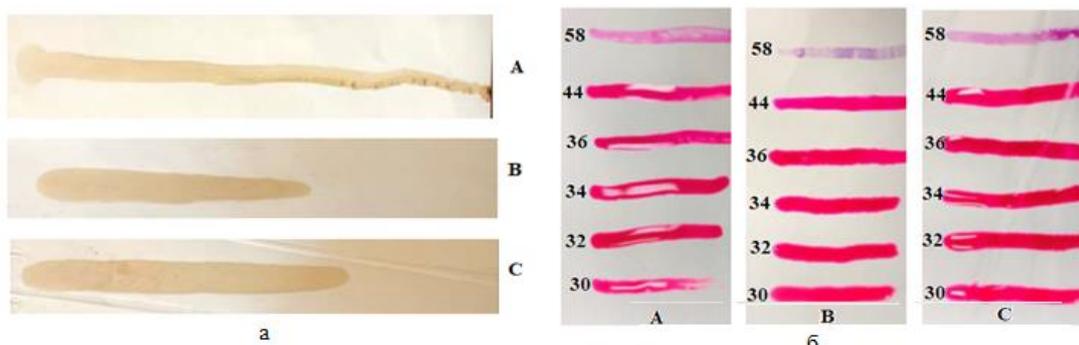
ГОСТ 12605-97 бўйича аниқланган сирт шимувчанлиги маълумотлари ва мавжуд таснифлар бўйича қоғоз намуналари намликка чидамли, чунки шимиш қобилияти 15 г/м² дан кам ва улардан турли босма усулларида фойдаланиш мумкин (5-жадвал).

Босиш жараёнида қоғознинг табиатини аниқлаш учун шимиш қобилияти ГОСТ 12603 бўйича бўёқ ёки унинг суяқ таркибий қисмлари (боғловчилар, эритувчилар)нинг кириб бориши тезлиги бўйича баҳоланди. Олинган натижалар 6-жадвалга киритилган ва б.а -расмда кўрсатилган.

6-жадвал

Ксилол бўйича шимиш қобилияти

Қоғоз намуналари	Ксилол томчисини шимиш вақти t, c	Ксилол томчиси изининг узунлиги $l, мм$	Синфланиши
Намуна 1	Қуримайди, ксилолнинг буғланиши давом этади	200±10	Паст шимиш қобилияти
Намуна 2	20±5	56±2	Ўртача шимиш қобилияти
Намуна 3	23±3	65±3	Ўртача шимиш қобилияти



6-расм. а - қоғознинг шимиш қобилиятини аниқлашнинг томчили усули, ксилол изи; б - қоғоз намуналарида турли юза фаоллигидаги сиёҳларнинг ўзаро таъсирлашуви: А – намуна 1; В – намуна 2; С – намуна 3

Шимиш қобилияти кўрсаткичи сифатида ксилол томчисини шимиш вақти ёки қия юза бўйлаб оқиб тушадиган томчи изининг узунлиги қабул қилинди. Мавжуд синфлашга мувофиқ шимиш қобилияти паст ва ўрта бўлган тадқиқ қилинаётган қоғоз намуналари интенсив нусхалар олиншини таъминлайди.

Қоғоз намуналарининг юза фаоллиги arcotest GmbH 28 фирмаси (Arcotest GmbH компанияси, Германия) нинг махсус тест сиёҳларидан фойдаланган ҳолда аниқланди (6.б -расм). Расмдан кўришиб турибдики, намуналарда юза фаоллиги 58 мН/мдан юқори бўлган сиёҳнинг мустаҳкамланишига имкон беради, бу эса кенг ассортиментдаги бўёқлардан фойдаланишни билдиради..

Тадқиқот доирасида қоғознинг деструкцияланиши, яъни қоғознинг сульфат кислотанинг таъсирига чидамлилиги ўрганилди. Қоғоз намуналари тоза этилацетат эритмаси ва 50% ли сульфат кислота эритмасида бир соат ўтиб ҳам, 12 соат ўтиб ҳам сезиларли бузилиш ёки эриш (қоғознинг суяқликни шимиши) кузатилмади.

Нусхаларда тасвирларни ҳосил қилиш сифати қоғоз ва босма қолипи контактининг зичлигига, яъни қоғоз юзаси рельефининг нотекислилигига боғлиқ бўлади. Мазкур ишда юзанинг микрогеометриясини тадқиқ қилиш учун энг

кенг тарқалган ва барча жойда қўлланиладиган силлиқликни аниқлашнинг билвосита ҳисобланган Бекк усулидан (ГОСТ 12795-89 (ИСО 5627-84) фойдаланилди, у қурилманинг ўлчовчи элементи ва таҳлил қилинаётган материалнинг юзаси орасида ҳавонинг сарфини ўлчашга асосланган. Натижада тадқиқ қилинаётган материал юзасининг ҳолати бўйича ўртачалаштирилган (брутто) маълумотлар олинди (7-жадвал).

7-жадвал

Кальций карбонатдан тайёрланган қоғознинг силлиқлик кўрсаткичлари

Кўрсаткичлар	Намуна 1 100 г/м ²	Намуна 2 90 г/м ²	Намуна 3 90 г/м ²
Силлиқлик, сония (юза томони)	1126	230	165
Силлиқлик, сония (тўр томони)	733	138	84
Офсет қоғози каландрланган (ГОСТ 9094)	80-150 с		
Бўрланган қоғоз	750-1500 с		

Олинган маълумотлар асосида (7-жадвал) қуйидаги хулосалар чиқарилди: қоғоз намуналарини сифатига юқори талаблар қўйиладиган нашрларга тавсия қилиш мумкин, чунки намуна 1 қоғозининг силлиқлиги худди бўрланган қоғоздагидек (750-1500 сония), намуна 2 ва 3 қоғозларида силлиқлик каладрланган қоғозлардан юқори (ГОСТ 9094. Босиш учун офсет қоғози).

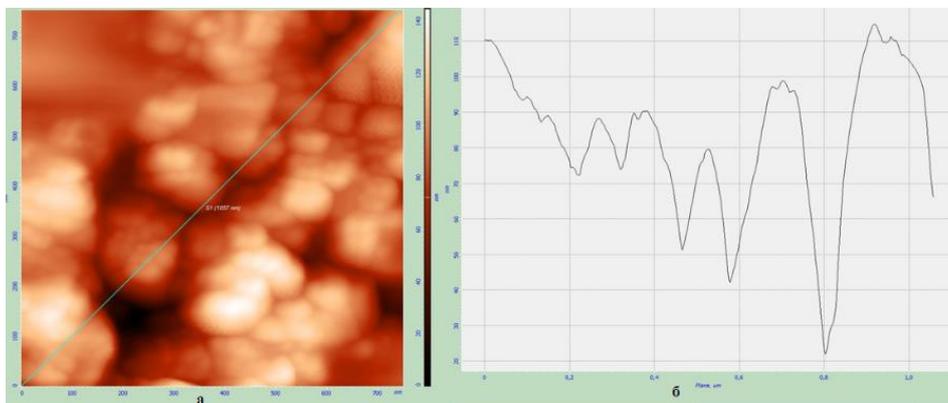
Кальций карбонатдан тайёрланган қоғозлар юзасини объектив баҳолаш учун нанометрли диапазонда атом-куч микроскопияси (АКМ) усулидан фойдаланилди. Solver HV сканерловчи зондли микроскопда намуна юзасининг рельефи диаметрининг ўлчами 450 мкм ва 10000 дан 4 мкм² гача бўлган диапазонда ўлчанди. Кантилевернинг қоғознинг юзаси билан ўзаро таъсирлашувида рельефнинг баландлигига боғлиқ ҳолда ўзгарадиган куч лазер ёрдамида қайд қилинадиган эгилиш катталигига таъсир қилди, натижада 3D масштабда юза рельефи баландликлари учта кадрдан– 750, 1500 ва 3500 нм фойдаланиб ўзгариши профилининг юқори аниқликдаги бевосита акс эттирилиши профилланди (8-жадвал, 7-расм).

8-жадвал

Қоғоз намуналарининг ғадир-будурлик параметрлари (АКМ бўйича)

Қоғоз намунаси	Кадрлар учун намуналар ғадир-будурлик ўлчами R_a , нм		
	750 нм	1500 нм	3500 нм
Намуна 1 (юза томони)	15,75	35,95	61,19
Намуна 2 (юза томони)	19,34	40,23	67,11
Намуна 3 (юза томони)	25,12	44,05	73,22
Газета ва офсет қоғози	480-650 нм		
Офсет каландрланган қоғоз	170-760 нм		
Бурланган қоғоз	100-105 нм		

Ғадир-будурлик параметрини ҳисоблаш учун кадр диагонали бўйича қирқим ўтказилди (7-расм, а). АКМ усули ёрдамида олинган маълумотлар ўрнатилган махсус дастур ёрдамида қайта ишланди ва ГОСТ 2789 талабларига мувофиқ ғадир-будурлик Ra параметрлари ҳисобланди (8-жадвал). Топографик АКМ-тасвирлардаги қорайиш билан ифодаланган кичик чуқурчалар (7-расм, а) структуранинг етарлича бир турдалиги ва зичлигини тавсифлади, қоғоз намунаси 1 энг паст ғадир-будурлик қиймати Ra га эга.



7-расм. Қоғоз намунаси 1 нинг юзаси (750 нм кадрда): а – топографик АКМ-тасвири; б – юзанинг ажратилган чизиғи рельефининг профили

Топографик тасвирларда юза профилининг бевосита тасвири доимий амплитуда режимида олинган (7-расм, б), бу ерда профилнинг баландлиги ранг билан ажратилган: рельефнинг детали қанча баланд жойлашган бўлса, у шунча очроқ.

Рангни ҳосил қилишнинг аниқлигига жавоб берувчи қоғознинг оптик хоссаларидан бири – ялтироқлик (ГОСТ 12921-80) фотоэлектрик фотометр билан назорат қилинди, унинг ёритгичининг оптик тизими синалаётган намунани $(45,0 \pm 0,5)^\circ$ бурчак остида параллел ёруғлик оқими билан ёритди. Нурларни кўзгули қайтарувчи юза эталони сифатида сайқалланган қора шишадан фойдаланилди, унинг ранги қайтаришнинг ёйилишини бартараф қилади, сайқалланган юза эса кўзгули, яъни 100% қайтаришни таъминлади (9-жадвал).

9-жадвал

Кальций карбонатдан тайёрланган қоғознинг ялтироқлиги

Кўрсаткичлар	Намуна 1	Намуна 2	Намуна 3
Ялтироқлик (юза томони)	0,93	0,57	0,67
Ялтироқлик (тўр томони)	0,8	0,53	0,6

Олинган ялтироқлик қийматларини меъёрлар билан таққосланган ҳолда шуни айтиш мумкинки, қоғоз намунаси 1 нинг юзаси тушаётган ёруғликни юқори даражада кўзгули қайтариш хусусиятига эга, қоғоз намуналари 2 ва 3 юзаларининг қайтариш фоизи бўрланган қоғозлардагидек (40-70% ГОСТ 9094).

Кўринадиган спектрнинг (380 – 720 нм) бутун юзаси бўйича материалнинг тушаётган ёруғликни бир текис қайтара олиш қобилияти қоғознинг оқлиги билан тавсифланади. Агар материал тушаётган ёруғликнинг

50% дан ортиқ қисмини қайтарса, у оқ ҳисобланади. Қоғоз намуналарининг оклиги самарали тўлқин узунлиги 457 нм бўлганда спектрнинг кўк соҳасида ўлчашга асосланган фотоэлектрик усул ёрдамида аниқланди (10-жадвал).

10-жадвал маълумотлари бўйича шундай хулоса чиқариш мумкинки, қоғоз намуналарининг ҳар бири 90% атрофида окликка эга. Қоғоз тусининг (оттенка) мавжудлигини аниқлаш учун оқ тахламда қайтариш коэффициентининг максимал ва минимал қийматлари орасидаги фарқ ҳисобланди. Қайтариш коэффициентлари орасидаги фарқ 10% дан ортиқ бўлмаганлиги туфайли олинган қоғоз намуналари тусга эга эмас, бу ҳолат кўп бўёқли тасвирларни ҳосил қилишда рангларнинг бузилмасдан узатилишига хизмат қилади.

10-жадвал

Кальций карбонатдан тайёрланган қоғознинг оптик кўрсаткичлари

Кўрсаткич-лари	Намуна 1			Намуна 2			Намуна 3		
	Ёруғлик фильтри			Ёруғлик фильтри			Ёруғлик фильтри		
	кўк	яшил	қизил	кўк	яшил	қизил	кўк	яшил	қизил
Оптик зичлик	0,05	0,04	0,04	0,053	0,047	0,04	0,031	0,047	0,043
Қайтариш коэф-фициенти, %	89,13	91,21	91,20	88,44	89,81	91,21	89,13	89,81	91,20

Материалнинг ёруғликни ўтказиш қобилияти – ёруғлик ўтказувчанлик кўк ёруғлик фильтри орқали қора қоғоз тахламида қайтариш коэффициентининг кўк ёруғлик фильтри орқали оқ тахламдаги қайтариш коэффициентига нисбати сифатида аниқланди (11-жадвал).

11-жадвал

Қоғоз намуналарининг ёруғлик ўтказувчанлиги

Кўрсаткичлар номи	Намуна 1	Намуна 2	Намуна 3
Қора тагликда кўк зонада оптик зичлик	0,05	0,06	0,053
Қайтариш коэффиценти, %	89,12	87,09	88,44
Ёруғлик ўтказмаслик, %	100	98,48	99,24

11-жадвалдан кўриниб турибдики, тадқиқ қилинаётган қоғоз намуналари чегараланмаган ҳолда икки томонлама босма учун тавсия қилиниши мумкин, чунки ёруғлик ўтказмаслик кўрсаткичи $H \geq 92\%$.

Диссертациянинг «**Кальций карбонатдан тайёрланган қоғознинг босма-техник хоссаларини тадқиқ қилиш**» деб номланган учинчи бобида SV 100-E (ГОСТ 24356-80) синов нусхасини олиш қурилмаси ва Mark Andy Performance P7 тор рулонли флексографик босма ускунасида кальций карбонатдан тайёрланган қоғозларнинг босма-техник хоссалари тадқиқ қилинди.

ET-120 HD спектроденситометри ёрдамида ўлчанган нусханинг оптик зичлиги қийматлари бўёқ қабул қилиш ва босманинг бир турдалиги; нусханинг орқа томонида тасвирнинг ўтиши ва сезилиши; чапланиш излари бўйича

бўёқнинг мустаҳкамланишини миқдорий баҳолаш учун қўлланилди (12-жадвал).

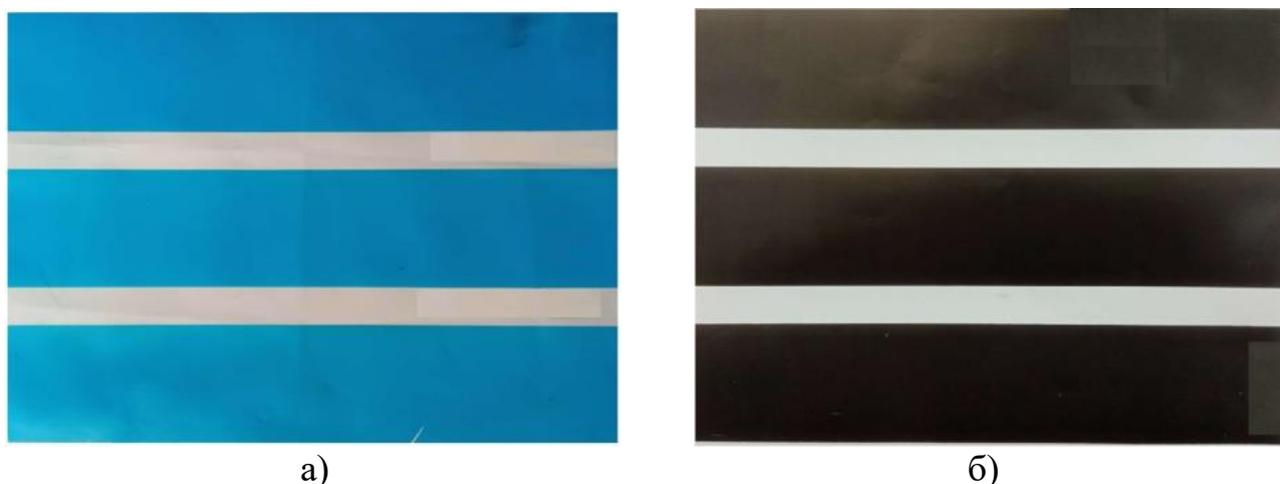
12-жадвал

Бўёқни қабул қилиш ва тасвирнинг орқа томонига ўтишини аниқлаш

Қоғоз намуналари	Қоғозга ўтган бўёқ массаси, г	Бўёқ қабул қилиш, мкм	Оптик зичлик, $D_{отт}$	
			Юза томони	Тўр томони
1	0,00680±0,00020	2,4	1,733±0,021	0,058
2	0,00701±0,00085	3,0	1,680±0,020	0,074
3	0,00775±0,00035	2,6	1,781±0,021	0,066

12-жадвалдан кўришиб турибдики, қоғозлар бўёқни қабул қилиш бўйича ISO 12647-2га мувофиқ бўрланган қоғозга яқинлиги ҳақида хулоса чиқариш мумкин. Шунга мувофиқ, тўйинган нусха олиш учун қолипдаги бўёқ қатламининг қалинлигини камайтириш мумкин, бу майда деталларни йўқотмаган ҳолда юқори даражадаги график ва градацион аниқликни таъминлайди. Нусха орқа томонининг оптик зичлиги $D_{отт}$ 0,058 дан 0,074 гача. Параллел аниқланмалар орасидаги чегаравий фарқланиш ишонарли эҳтимоллик 0,95 бўлганда 0,0001 мкм дан ошмади.

Босманинг бир турдалигини, яъни бир текис тон майдонларида қорайиш флуктуацияларининг тақсимланишини аниқлаш учун синов нусхасини босиш қурилмасида кальций карбонатдан тайёрланган қоғоз намуналари босилди, плашкаларнинг микрофотосуратлари 8-расмда кўрсатилган.



8-расм. Босманинг бир турдалигини баҳолаш учун босилган нусхалар:
а – ҳаворанг бўёқ билан; б – қора бўёқ билан

Оптик зичлик параметрини ўлчаш натижасида олинган қийматларнинг фарқланишини баҳолаш учун ўртача квадратик фарқланиш σ_D ҳисобланди. Параллел аниқланмалар орасида чегаравий фарқланиш ишонарли эҳтимоллик $P=0,95$ бўлганда 0,025 дан ошмади.

Нисбий катталиқ, яъни ўртача квадратик фарқланишнинг ўртача арифметик қийматга фоизли нисбати бўлган вариация коэффиценти (V) максимум 3,23, яъни 30% дан пастлиги босманинг бир хиллигидан далолат берди (13-жадвал).

Нусхаларнинг оптик зичлиги қийматлари

№	Cyan			Magenta		
	1	2	3	1	2	3
1	1.63	1.48	1.38	1.54	1.83	1.35
2	1.63	1.49	1.38	1.49	1.80	1.37
3	1.59	1.49	1.37	1.49	1.77	1.35
4	1.60	1.44	1.33	1.48	1.76	1.34
5	1.60	1.51	1.33	1.44	1.78	1.30
6	1.61	1.42	1.35	1.45	1.76	1.28
7	1.63	1.46	1.33	1.45	1.77	1.29
8	1.58	1.41	1.31	1.36	1.76	1.3
9	1.64	1.42	1.31	1.46	1.75	1.32
10	1.61	1.41	1.33	1.43	1.78	1.30
$\sum D_i$	16.12	14.53	13.42	14.59	17.76	13.2
ўртача \bar{D}	1.61	1.45	1.34	1.46	1.76	1.32
Ўртача квадратик фарқланиш σ_D	0.0199	0.0377	0.0266	0.0472	0.0237	0.0305
Вариация коэффициенти	1.24	2.6	1.98	3.23	1.34	2.31

Номограммадан (ГОСТ 24356, 3-чизма) фойдаланган ҳолда оптик зичликнинг ўртача қийматлари бўйича қолипдаги бўёқ қатламининг қалинлиги 1,8 мкм қиймати аниқланди, маҳаллий хомашёдан тайёрланган тадқиқ қилинаётган қоғозда босманинг бир турдалигини баҳолаш учун шу қиймат талаб қилинади.

Бўёқ ўтиши нусхага ўтган бўёқ миқдорини ($q_{\text{отт}}$ ёки $h_{\text{отт}}$) босишга қадар қолипдаги бўёқнинг миқдори (ёки қатламнинг қалинлиги) нисбати билан фоизларда аниқланди (14-жадвал).

Бўёқнинг кўчишини тавсифлаш учун ажралиш коэффициенти V дан фойдаланилиб, у нусхадаги бўёқ миқдорининг (ёки қатлами қалинлигининг) босишдан кейин қолипда қолган бўёқ миқдорига (ёки қатламининг қалинлигига) нисбати билан ифодаланди.

14-жадвалдан кўришиб турибдики, барча қоғоз турлари учун қолипдан 17 дан 20% гача бўёқ ўтади, бу бўёқнинг танлама шимилиши ва тез мустаҳкамланишини, яъни нусхада бўёқнинг чапланиш имкониятини истисно қилувчи етарли мустаҳкамликка эга барқарор структуранинг ҳосил қилинишини таъминловчи қоғоз юзасининг микрогеометриясини (силлиқлигини) ва шимиш хусусиятини тавсифлайди.

Кальций карбонатдан тайёрланган қоғозга бўёқ ўтишини аниқлаш

Триада бўёқлари	Қолипдаги бўёқнинг массаси, г		Қоғоздаги бўёқнинг массаси, г	Ажралиш коэффициен -ти	Бўёқ ўтиши, %
	босишгача	босишдан кейин			
Cyan	1,537	1,2545	0,2825±0,0004	0,2252	18,4±1,0
Magenta	1,551	1,2662	0,2838±0,0004	0,2241	18,3±0,5
Yellow	1,525	1,2538	0,2712±0,0004	0,2163	17,8±0,0
Black	1,596	1,2885	0,3075±0,0004	0,2386	19,3±0,5

Қоғоз юзасининг юлинишга чидамлилиги синовларини ўтказишда ГОСТ 24356-80 7-бандига мувофиқ қоғоз юзасининг бузилиши бошланадиган босиш тезлиги билан аниқланди. Босилган нусхаларни 30-45⁰ бурчак остида ёритилган ҳолда текширишда тасмаларнинг бутун узунлиги бўйича ҳеч қандай шикастланишлар – кўтарилишлар ёки шишиб қолишлар аниқланмади. Юлинишга чидамлик 2,5 м/сониядан юқори. Шунга мувофиқ, қоғознинг юзаси юлинишга чидамли.

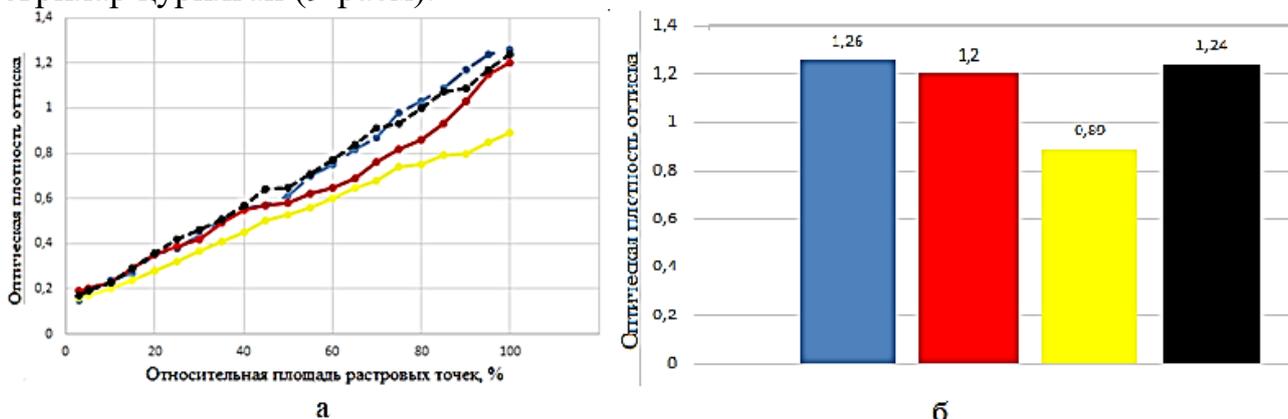
Флексографик босма энг динамик ривожланаётган босма усулларида юқори бўлиб, шимадиган ва шиммайдиган юзага эга турли босилувчи материалларда паст қовушқоқликдаги босма бўёқлари билан босиш имкониятига эга.

Кальций карбонатдан тайёрланган қоғозда тасвирларни ҳосил қилишнинг график аниқлиги ва ранг узатилишини объектив баҳолаш учун махсус тест-объект Mark Andy АҚШ компаниясининг Performance P7 тор рулонли флексографик босма ускунасида чоп этилди. Қоғозда УБ-мустаҳкамланадиган бўёқлар билан позитив ва негатив матнлар ва микрочизиқларни ҳосил қилиш сифати лупа ёрдамида таҳлил қилинди, натижалар 15-жадвалда келтирилган.

Матн ва микрочизиқлар сифатини баҳолаш

Баҳолаш мезонлари	Кальций карбонатдан қоғоз	Для сравнения ПЭ
Позитив шрифтнинг аниқлиги, ўлчами	2,5 п.	2 п.
Негатив шрифтнинг аниқлиги, ўлчами	2 п.	2 п.
Позитив микрочизиқларнинг аниқлиги	0,05	0.05
Негатив микрочизиқларнинг аниқлиги	0,1	0.05
Айлана мирани ҳосил қилиш фоизи	80-90%	85-95%

Босма сифати ET-120 HD спектроденситометри ёрдамида денситометрик тадқиқ қилинди, 3 дан 100% гача поғонали градацион ранг ўтишларининг оптик зичликлари қийматлари бўйича босма сифатини тавсифловчи градацион эгрилар қурилган (9-расм).



9-расм. а – асосий бўёқлар учун босма жараёнининг градацион эгриси;
б – асосий ранглар оптик зичликларининг ўзгариши диаграммаси

9-расм, а дан кўришиб турибдики, бўёқларнинг градацион эгрилари – текис, арасимон ёки “икки ўркакчи” эмас. Тўртта асосий триада бўёқлари градацион эгрилари орасида кучли фарқланиш мавжуд эмас (кўпи билан 5%). Диаграммадан (9-расм, б) кўришиб турибдики, асосий ранглар сидирға бўёқ қатлами оптик зичликларининг қийматлари ISO 12647-2 стандарти бўйича 4 типдаги бўрланмаган қоғоздаги оптик зичлик қийматларидан юқори (С – 1,00; М – 0,95; Y – 0,95; В – 1,25).

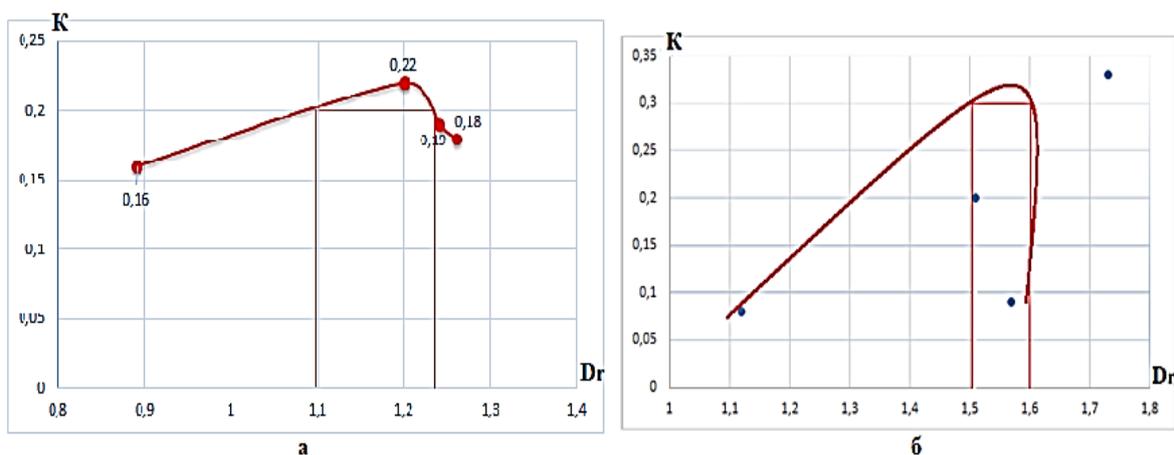
16-жадвал

Босма контрасти кўрсаткичлари

Асосий ранглар	Босманинг контрасти коэффиценти					
	Кальций карбонат + HDPE дан тайёрланган қоғоз					Таққослаш учун ПЭ
	75%	80%	85%	90%	95%	80%
Суан	0,22	0,18	0,13	0,07	0,016	0,33
Magenta	0,32	0,28	0,22	0,14	0,042	0,20
Yellow	0,17	0,16	0,11	0,10	0,044	0,08
Black	0,25	0,19	0,14	0,12	0,056	0,09

16-жадвал натижалари бўйича босманинг контрасти ва кальций карбонатдан тайёрланган қоғознинг юзасида маҳкамланган бўёқ қатламининг қалинлиги бўйича босманинг контрасти ва бўёқ узатишнинг тўғрилиги баҳоланди. Mark Andy Performance P7 тор рулонли флексографик босма ускунасида қирмизи бўёқ билан босишда спектрнинг тўқ зонасида майда деталларнинг йўқотилиши кузатилди.

Босманинг нисбий контрастлигини оптик зичликка боғлиқлигини аниқлашда график усулидан фойдаланилди (10-расм), натижада қўйимлар аниқланди: кальций карбонатдан олинган қоғоз учун – 1,1 и 1,24; таққослаш учун олинган полиэтилен учун (ПЭ) – 1,51 и 1,6.

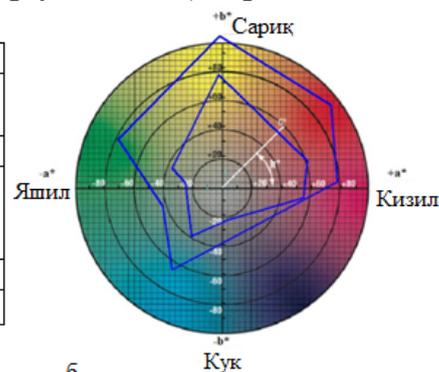


10-расм. УБ-бўёқлар билан босишда босманинг нисбий контрастининг плашкадаги оптик зичликка боғлиқлиги: а – кальций карбонатдан тайёрланган қоғозда; б – таққослаш учун олинган ПЭ да

Аниқланган қўйимларни босиш усулини ва босма бўёғини турини танлаш талаб қилганда ва максимал эффектга эришиш мақсадида фойдаланиш мумкин.

Нусхаларда рангларни ифодаланишини аниқлаш учун CIE $L^*a^*b^*$ колориметрик тизимидан фойдаланиб ранг координаталар ўлчанди (11-расм, а).

Параметрлар	№1				№2			
	L	a	b	D	L	a	b	D
Хаворанг	59,93	-21,53	-33,32	4,75	54,37	-2,56	102,5	1,85
Пурпур	52,78	53,65	-7,16	4,20	43,74	76,61	3,78	1,68
Сариқ	85,20	-3,38	76,46	4,20	88,96	-34,91	-56,11	1,67
Кизил	51,67	56,55	17,94	4,90	42,56	-49,57	-12,9	2,07
Яшил	46,53	-28,66	13,06	4,33	44,52	72,38	55,83	1,79
Кук	40,00	2,55	-22,18	4,15	14,03	-71,01	32,65	1,92
Қора	42,07	-25,63	3,14	4,77	27,45	1,54	5,76	1,26



11-расм. а – ранг координаталари, б - ранг камрови

Ранг координаталардан ранг камрови курилди (11-расм, б), кальций карбонатдан олинган қоғоздаги ранг майдони каттарок, яъни ифодаланган ранглар сонини билдирди. Қоғозда сариқ-кизил зонада ҳосил қилган ранглар сони кўпроқ.

Қоғознинг босма-техник хоссаларини прогнозлаш учун 2 факторли жараён учун 2-тартибли тўлик факторли тажрибадан фойдаланилди, бу ерда босма сифатига таъсир қилувчи асосий факторлар сифатида x_1 –қалинлиги T ва x_2 –ғадир-будурлик $Ш$ олинган (17-жадвал).

17-жадвал

Асосий факторлар ва вариациялаш даражалари

Факторларнинг номи ва белгиланиши	Вариациялаш даражалари			Вариациялаш интерваллари Δ
	(-) x_{\min}	(+) x_{\max}	(0) x_0	
Қалинлиги T - x_2 , мкм	90	120	105	15
Ғадир-будурлик $Ш$ - x_3 , нм	15,0	25,0	20,0	5

Коэффициентларнинг статистик аҳамиятини текшириш ҳолатида кодланган ўзгарувчиларга эга тенглама қуйидаги кўринишга эга:

$$y = 1,384 - 0,022x_1 - 0,082x_2$$

Факторларнинг кодланган қийматларидан x_1 , x_2 натурал қийматларга ўтиб, босма-техник хоссалари, айнан бўёқни қабул қилишини $K_{\text{краск.}}$ оламиз.

$$K_{\text{краск.}} = 1,859 - 0,0014T - 0,0164Ш$$

Тенгламадан қоғознинг қалинлиги ва ғадир-будурлигининг рационал қийматларини аниқлашда фойдаланилиш мумкин (18-жадвал).

18-жадвал натижаларидан фойдаланиб, босиш жараёнини олдиндан прогнозлаш мумкин, масалан, 1,487 оптик зичликга эришиш учун қалинлиги 90 мкм, ғадир-будурлиги 15 нм бўлган қоғоздан фойдаланилса матн ва расм тасвирларни юқори график аниқлигида ифодаланишини таъминлайди.

18-жадвал

Қалинлиги ва ғадир-будурлигига боғлиқ ҳолда қоғознинг бўёқни қабул қилишининг $K_{\text{краск.}}$ ўзгариши

Т	Ш	$K_{\text{краск.}}$	Т	Ш	$K_{\text{краск.}}$
90	15	1,487	120	15	1,445
	20	1,405		20	1,363
	25	1,323		25	1,281

Ш	Т	$K_{\text{краск.}}$	Ш	Т	$K_{\text{краск.}}$
15	90	1,487	25	90	1,323
	105	1,422		105	1,310
	120	1,445		120	1,281

Кальций карбонатдан олинган қоғоз ишлаб чиқариш технологиясини жорий этишдан олинган иқтисодий самарадорлик 1 тонна қоғоз учун 9 787 060 сўмни ташкил этади.

ХУЛОСА

«Маҳаллий хомашё чиқиндиларидан тайёрланган қоғознинг босма-техник хоссалари» мавзуси бўйича амалга оширилган тадқиқот натижалари асосида қуйидаги хулосалар чиқарилган:

1. оҳактош қазиб олишда чиқинди ҳисобланган кальций карбонатдан қоғоз олиш учун ресурстежамкор технологияни рационал технологик параметрлари асосланган, бу қоғоз саноатини муқобил хомашё билан, матбаачилик саноатини эса маҳаллий ишлаб чиқарилган материал билан таъминлайди.

2. экструдер конструкциясига тушадиган юқламани ҳисобга олиб қалинлиги 2 мм, мустаҳкамлиги 490-690 МПа бўлган 25ХГСА легирланган конструкцион пўлати тавсия этилади, бу 500⁰ С дан ортиқ ҳароратда ишлашга мос келади;

3. қоғознинг мустаҳкамлик-деформацион тавсифномалар ва текис ёруғлик ўтказиши босишда тасвирларни ҳосил қилишнинг юқори график аниқлигини таъминлайди;

4. сирт шимувчанлиги маълумотлари бўйича қоғоз намуналари намликка чидамли, чунки уларнинг шимиш қобиляти 15 г/м^2 дан кам эмас ва улардан босма усулларининг кенг спектрида фойдаланиш мумкин. Юза фаоллиги 58 мН/мдан юқори бўлган сиёхнинг мустаҳкамланишига имкон беради, бу эса кенг ассортиментдаги бўёқлардан фойдаланишни билдиради;

5. қоғозларнинг юза микрогеометрияси наноўлчамли масштабда атом-куч микроскопия усулида ғадир-будурлик ва билвосита ҳисобланган Бекк приборида силликлик параметрлари ўрганиш натижасида сифатига юқори талаблар қўйиладиган нащрлар учун тавсия этилади, чунки ушбу кўрсаткичлар каландрланган ва бўрланган қоғозларга хос ҳисобланади;

6. оқлик даражаси 90% бўлган қоғозлар кўп бўёқли тасвирларни икки томонлама контактли босишда бузилмасдан ранг узатилишини таъминлайди, чунки ёруғлик ўтказмаслик 92% дан юқори;

7. нусхалар сифатини микроскопик ва спектроскопик таҳлил қилиш асосида аниқландики, қоғоз бўёқ қабул қилиш қиймати ISO 12647-2 бўйича бўрланган қоғозга яқин ва уларни икки томонлама босиш учун тавсия қилиш мумкин, чунки қоғоз намунасини босишдан сўнг нусханинг орқа томони қайтариш коэффициенти ишонарли эҳтимоллик $0,95$ бўлганда $0,0001$ дан ошмайди.

8. максимал эффектга (босманинг нисбий контрастига) эришиш мақсадида босма усулини ва босма бўёқ турини танлаш учун график усул билан қоғоз учун оптик зичлик бўйича қўйимлар аниқланди - $1,1$ ва $1,24$;

9. қоғознинг босма-техник хоссаларини ҳисобга олган ҳолда босма сифатини прогнозлаш учун математик модель олинган ва босманинг рационал параметрлари аниқланган, яъни $1,487$ оптик зичликка эришиш учун қалинлиги 90 мкм ва ғадир-будурлиги 15 нм бўлган қоғоз тавсия қилинади;

10. Кальций карбонатдан қоғоз олиш технологиясининг жорий қилиниши пахта целлюлозасидан олинган қоғозга нисбатан $8586,850$ минг сўм, полиэтилендан олинган полимер материалга нисбатан $6579,100$ минг сўм тежамкорликка олиб келади. Олиб кириладиган қоғозга нисбатан кутилаётган ўртача йиллик иқтисодий самара $9787,060$ минг сўмни ташкил қилади.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЕННЫХ СТЕПЕНЕЙ
PhD.03/30.12.2019.Т.66.01 ПРИ НАМАНГАНСКОМ ИНЖЕНЕРНО-
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ИНСТИТУТЕ**

НАМАНГАНСКИЙ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

ИСМАИЛОВ ИКРОМЖОН ИБРОХИМ УГЛИ

**ПЕЧАТНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА БУМАГИ
ИЗ ОТХОДОВ МЕСТНОГО СЫРЬЯ**

05.02.03 – Технологические машины. Роботы, мехатроника и
робототехнические системы

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

Наманган – 2023

Тема диссертации доктора философии (Doctor of Philosophy) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за №В2020.2.PhD/Т1738

Диссертация выполнена в Наманганском инженерно-технологическом институте.

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

Научный руководитель: **Бабаханова Халима Абишевна**
доктор технических наук, профессор

Официальные оппоненты: **Сафаров Назиржон Мухаммаджонович**
доктор технических наук, доцент

Громько Ирина Григорьевна
Кандидат технических наук, доцент

Ведущая организация: **Бухарский инженерно-технологический институт**

Защита диссертации состоится “14” января 2023 года в 11⁰⁰ часов на заседании Научного совета PhD03/30.12.2019.Т.66.01 при Наманганском инженерно-технологическом институте по адресу: 160115, г. Наманган, улица Касансай, дом №7, тел. (+99869) 228-76-75. факс: 228-76-71; e-mail: niei_info@edu.uz

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Наманганского инженерно-технологического института (зарегистрирована № 415). Адрес: 160115, г. Наманган, улица Касансай, дом №7, тел. (+99869) 228 -76 -75, 228 -76 -71.

Автореферат диссертации разослан “04” января 2023 года.
(реестр протокола рассылки № 97 от “04” января 2023 года).



Мурад

Р.М. Мурадов
Председатель научного совета по
присуждению ученых степеней,
доктор технических наук, профессор

Бобожанов

Х.Т. Бобожанов
Ученый секретарь научного совета по
присуждению ученых степеней,
доктор технических наук, доцент

Холиков

К.М. Холиков
Председатель научного семинара при научном
совете по присуждению ученых степеней,
доктор технических наук, профессор

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. Мировое потребление бумаги и картона по сведениям статистики до 2025 составит 500 млн. тонн. По объёму производства Европейской конфедерации производителей бумаги (CEPI), в состав которого входят ассоциации из 18 стран, представляет 91% всей европейской целлюлозно-бумажной промышленности. Лидирующим в общем объеме производства бумаги и картона является Германия — 25,1% (2020 г.). Далее Швеция (11%), Италия (10%), Финляндия (9,6%) и Франция (8,1%), Испания (7,4%), Польша (5,8%) и Австрия (5,5%). Совокупная доля оставшихся стран CEPI — 17,6%. При производстве бумаги и картона увеличение объема потребления в качестве основного компонента вторичного сырья – макулатуры (свыше 50%), отходов производств (11%) и снижение потребления дефицитной древесной целлюлозы (22%) объясняются экономической и экологической проблемами.

В мире одним из важных направлений при решении сырьевой проблемы бумажного производства является развитие ресурсосберегающей технологии при рациональном эффективном использовании минерально-сырьевых ресурсов, в частности карбоната кальция, являющимся отходом при добыче известняка, в качестве основного компонента бумаги. Патент на производство и реализацию «экологической» бумаги получен в более 40 странах под торговыми марками Rockstock, Kampier, ViaStone, EmanaGreen, Terraskin и др. В Японии «экологическую» бумагу производят под брендом Limex компания ТВМ. Использование в бумажной промышленности безвредного для окружающей среды карбоната кальция способствует снижению потребления дефицитной древесной целлюлозы и улучшению экологической обстановки.

В республике проводятся широкомасштабные реформы по обеспечению полиграфической отрасли современными качественными материалами отечественного производства, увеличению производства конкурентноспособной и ориентированной на экспорт готовой 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 этих задач важно получение и прогнозирование печатно-технических свойств бумаги отечественного производства при рациональном и эффективном использовании минерально-сырьевых ресурсов, имеющих в наличии с невысокой стоимостью.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению 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 культуры чтения», от 16 марта 2020 года №ПП-4660 «О дополнительных мерах по дальнейшему развитию издательской и

полиграфической сферы», от 23 мая 2019 года №ПП-4335 пункт 12 «Организация производства бумаги из природного камня» и пункт 23 «Организация производства обоев», а также в других нормативно-правовых документах, принятых в данной сфере.

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

Степень изученности проблемы. Развитие глобальной целлюлозно-бумажной индустрии в условиях революционного роста цифровизации во всех сферах жизни людей требует совершенствования технологии производства бумаги в зависимости от использованного сырья. Значительный вклад в мировую науку о свойствах бумаги в зависимости от композиционного состава внесли такие ученые, как Д.М.Фляте, А.В.Кулешов, А.С.Смолин, И.В. Лавров, А.А.Дулькин, С.С.Пузырев, В.А.Барбаш, Л.Г.Махотиной. Изучение печатно-технических свойств бумаги и их влияние на качество воспроизведения изображения исследованы в работах Б.В. Дерягина, В.Г. Георгиевского, Л.А. Козаровицкого, Б.Н. Шахкельдяна, Е.Д. Климовой, К. Кортте, Д. Толленаара, Ж. Фетско, А.К.Хмельницкого, В.В. Абрамовой, Г. С. Чиликиной, Л.Г.Варепо, А.В.Голунова и др.

В республике исследования по получению целлюлозы из различных волокнистых материалов и бумаги из местного сырья, исследованию их печатно-технических свойств изучены в научных работах ученых Х.А.Алимовой, М.Т.Примкулова, Г.Рахмонбердиева, А.Э.Гуламова, А.К.Буланова, Х.А.Бабахановой, У.Ж.Ешбаевой, И.А.Буланов, З.К.Галимовой, А.А.Джалилова и др. Несмотря на полученные положительные результаты научных исследований при производстве бумаги из различного сырья, очень важным является решение задач, посвященных получению бумаги из имеющихся в республике минерально-сырьевых ресурсов в качестве основного сырья и исследованию их печатно-технических свойств.

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 промышленности республики Узбекистан».

Целью исследования является совершенствование технологии получения бумаги из отходов местного сырья и оценка влияния их печатно-технических свойств на качество полиграфической продукции.

Для реализации поставленной цели определены следующие **задачи исследования:**

совершенствование технологии получения бумаги из карбоната кальция;

расчет нагрузки для определения прочности конструкции экструдера;
исследование физико-механических, сорбционных, оптических свойств бумаги;

комплексный анализ данных поверхностной структуры бумаги из карбоната кальция, полученных косвенным и прямыми методами исследований;

исследование печатно-технических свойств бумаги в лабораторных и промышленных условиях;

прогнозирование печатно-технических свойств бумаги из карбоната кальция на основе математического моделирования;

определение экономической эффективности от применения вторичных ресурсов в производстве бумаги для полиграфической отрасли.

Объектом исследования являются вторичные сырье, бумаги из карбоната кальция, многокрасочные оттиски, отпечатанные флексографской печатью.

Предмет исследования. Методы и способы получения бумаги из карбоната кальция, кинетика взаимосвязи между качеством печати, свойствами сырья и бумаги.

Методы исследований. В диссертационной работе использованы стандартные методы испытания показателей вторичных ресурсов, свойств бумаги. Для анализа поверхностной структуры бумаги использован косвенный метод Бека, оптический микроскоп, для исследования микрогеометрии бумаги - атомно-силовой микроскоп, для определения качественных показателей оттисков – денситометрическая, спектроскопическая и микроскопическая техники.

Научная новизна диссертационного исследования заключается в следующем:

ресурсосберегающая технология производства бумаги путем нагревания карбоната кальция, являющегося отходом добычи известняка, при высокой температуре для использования в полиграфии;

аналитическим методом определено изменение состава карбонатно-кальциевой бумажной массы, влияющее на ее физико-механические, деформационные, сорбционные и поверхностные свойства;

степень влияния на качество печати свойств бумаги, изготовленной из карбоната кальция, на градацию и цветовые характеристики была определена на основе полнофакторной регрессионной математической модели;

для прогнозирования качества печати с учетом свойств бумаги, изготовленной из карбоната кальция, разработана математическая модель, учитывающая изменения показателей толщины и шероховатости.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

на основе теоретических и экспериментальных исследований совершенствована технология получения бумаги из карбоната кальция;

в целях расширения ассортимента современной и импортозамещающей печатной продукции разработан метод прогнозирования качества печати с учетом печатно-технических свойств бумаги из местного минерального сырья.

Достоверность полученных результатов. 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 заключается в установлении закономерности влияния свойств бумаги из карбоната кальция на качество печати; получению высокоточной диагностики параметра шероховатости R_a образцов бумаги в наноразмерном масштабе; разработке способа управления печатно-техническими свойствами бумаги в процессе ее производства для оценки красковосприятости запечатываемого материала.

Практическая значимость проведенного исследования состоит в рекомендации способа получения бумаги при эффективном и рациональном использовании карбоната кальция, что будет способствовать развитию издательской и полиграфической сферы за счет обеспечения местной бумагой, что уменьшит отток валютного оборота Республики, удешевит выпускаемый материал.

Внедрение результатов исследования. На основе научных исследований, направленных на прогнозирование качества печати с учетом свойств бумаги из карбоната кальция:

Разработанный технологический регламент внедрен на узбекско-китайском предприятии «Fergana stone paper company» (сведения Агентства информации и массовых коммуникаций при Администрации Президента Республики Узбекистан от 3 июня 2022 г. №06-2223). В результате внедрения данного способа получения бумаги из карбоната кальция увеличен объем производства бумаги в республике на 6-8%.

Бумага из карбоната кальция внедрена на предприятии «Technopak» Systems. В результате получены многокрасочные оттиски, исследованы градационные и цветовые характеристики оттисков для оценки качества флексографской печати, снизилось потребления сырья на 12-15%.

Апробация результатов исследования. Результаты исследования обсуждены на 6 научно-технических конференциях, в том числе на 5 международных.

Публикация результатов исследования. По теме диссертации опубликованы 18 научных трудов, из них 4 научных статей, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов диссертации, из них 8 статей, вошедших в список Scopus, Web of science, eLIBRARY.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, 3 глав, заключения, списка литературы и приложений. Общий объем диссертации содержит 115 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 по технологии получения бумаги и исследованию их печатно-технических свойств бумаги из различного сырья»** проведен аналитический обзор литературных источников, в частности научно-исследовательский работ многих ученых, направленных на разработку технологии получения бумаги из вторичных ресурсов и переработки их в различные виды бумаг, исследованиям влияния свойств вторичного сырья на физико-механические, оптические и поверхностные свойства бумаги и на качество воспроизведения изображения, процессу взаимодействия краски с запечатываемым материалом и прогнозированию печатно-технических свойств бумаги методом математической статистики.

Выявлено что, возможность рационального использования бумаги из вторичных ресурсов в полиграфической отрасли с учетом их печатно-технических свойств с целью получения качественных печатных оттисков недостаточно изучены.

В связи с этим актуальной задачей настоящей работы является оценка влияния печатно-технических свойств бумаги из местного карбоната кальция, полученных по совершенствованной технологии, на качество печатной продукции.

Вторая глава **«Технология получения и исследование свойств бумаги из отходов местного сырья»** посвящена технологии получения бумаги из карбоната кальция и выявлению взаимосвязи технологических свойств бумаги от физико-механических свойств исходного сырья.

Для исследования возможности использования бумаги из местного карбоната кальция для печатания на производственной базе узбекско-китайского предприятия «Fergana stone paper company» проведены промышленные испытания.

Согласно схемы (рис.1) гранулы карбоната кальция из гранулятор марки GXZLC200-180 экструдируются в одношнековый (500 кг/час) экструдер. Сырье нагревается до температуры 200⁰ С, размягчается и в массу добавляется расплавленный полиэтиленовый материал. Общая смесь на выдувной бумагоделательной машине GXCM120S экструдируется в О-образную матрицу для образования цилиндрического материала. После продувки сжатым

воздухом образуется устойчивая трубка бумаги. Она растягивается двумя литейными валками, толщина продукта регулируется путем контроля скорости. Для использования бумаги для печати книжно-журнальной продукции на основу бумагу наносится специально-подготовленная жидкость на машине GXTB1400D. За счет формирования обратной разницы скоростей между поверхностью бумаги и валиком для нанесения покрытия и валиком для подачи покрытия достигается равномерная и стабильная адгезия покрытия на поверхности бумаги. Намотчиком GXCQ1400 бумага сматывается в рулоны, обрезаются, а обрезки направляют для дальнейшей переработки. На последнем этапе процесса проводится контроль её толщины, непрозрачности и шероховатости.



Рис.1. Общая технологическая схема получения бумаги из карбоната кальция

Для того чтобы узнать нагрузку на конструкцию экструдера построена эпюра (рис.2) гидростатического давления, представляющая собой графическое изображение распределения гидростатического давления на поверхность тела.

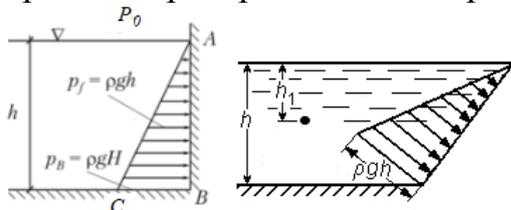


Рис. 2. Построение эпюры гидростатического давления на вертикальную и наклонную поверхности

Для этой цели воспользуемся уравнением гидростатики:

$$p_c = p_0 + \rho gh = p_0 + \gamma h$$

где p_0 – абсолютное давление на поверхности; γ – удельный вес жидкости; g – ускорение свободного падения, $g = 9,81 \text{ м/с}^2$, ρ – плотность, h – высота

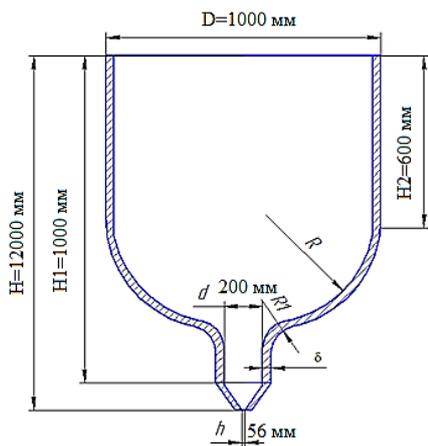


Рис. 3. Схема бункера

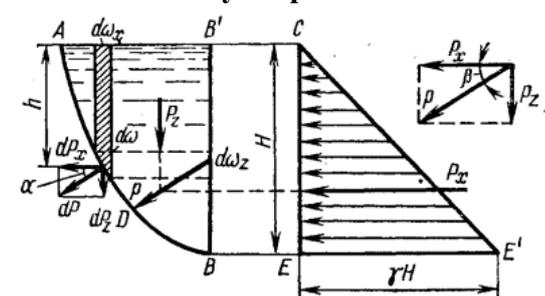


Рис.4. Схема расчета цилиндрической поверхности

Рассчитали гидростатическое давление вертикальной части стенки бункера (рис.3), при следующих данных: скорость массы 0,36 м/с, производительность машины 1300 кг/ч, масса материала в бункере 1000 кг, удельный объем 0,74 г/см³, толщина стенки бункера 3 мм.

$$P_{вер} = \gamma \omega h_0 = 0,74 \cdot 12000 \cdot 50 = 444 \cdot 10^3 \text{ зр} = 4440$$

При рассмотрении цилиндрической поверхности АВ (рис.4), выделена малая площадка $d\omega$, центр тяжести которой погружен на глубину h . На эту площадку действует сила избыточного гидростатического давления $dP = \gamma h d\omega$, которую разделяем на dP_x и dP_z .

$$dP_x = dP \cos \alpha \quad dP_z = dP \sin \alpha$$

$$dP_x = \gamma h d\omega \cos \alpha \quad d\omega \cos \alpha = d\omega_z \quad dP_x = \gamma h d\omega_z$$

$$P_x = \int \gamma h d\omega_z = \gamma \int h d\omega_z \quad \int h d\omega_z = \omega_z h_c$$

$$P_x = \gamma h_c \omega_z = 0,74 \cdot 20 \cdot 25120 = 371776 \text{ зр} = 3717,76$$

$$P_z = \gamma h_c \omega_x = 0,74 \cdot 20 \cdot 4000 = 59200 \text{ зр} = 592$$

$$P_{цил} = \sqrt{P_x^2 + P_z^2} = \sqrt{3717,76^2 + 592^2} = 3764,6$$

Как видно из расчетов, сила давления достаточно мала. Материал бункера существующего оборудования из тонколистовой углеродистой стали Ст3 толщиной 3 мм, прочностью 360-530 МПа, что достаточно для такого давления. Однако, рабочая температура увеличена от 100⁰ до 200⁰ С. При этом режиме поверхность углеродистой стали повреждается, поэтому выбираем легированную конструкционную сталь 25ХГСА толщиной 2 мм, прочностью 490-690 МПа, что способствует работе при температуре свыше 500⁰ С.

Для рационального использования бумаги из карбоната кальция в технологических процессах полиграфии важно было знать её потребительские свойства, то есть комплекс свойств, определяющих качество печатной продукции. В связи с этим, на первом этапе исследовали структуры, механические, оптические и поверхностные свойства бумаги, в составе которых

80% карбоната кальция и 20% – HDPE массой – 100 г/м² и 90 г/м², по разработанной иерархической схеме (рис.5).



Рис.5. Иерархическая схема определения печатно-технических свойств бумаги из карбоната кальция

**Таблица 1
Структурные свойства бумаги из карбоната кальция**

Свойства бумаги	Образец 1	Образец 2	Образец 2
Масса м ² , г/м ² (ГОСТ 13199-88)	100±1,5	92±1,5	90±1,5
Толщина, мкм (ГОСТ 27015-86)	88±4	125±10	123±7
Плотность, г/см ³ (ГОСТ 27015-86)	1,14±0,04	0,74±0,02	0,73±0,02
Удельный объем, см ³ /г (ГОСТ 27015-86)	0,88±0,04	1,35±0,03	1,37±0,03
Облачность	Отсутствует	отсутствует	отсутствует
Зольность, % (ГОСТ 7629-93)	43,13	44,54	44,56

Как видно из табл. 1, все три образца, в соответствие с НТД, равномерны по толщине, так как разница между максимальной и минимальной толщиной не более 5 мкм, что является результатом равномерного распределения бумажной массы в листе.

Исследование образцов бумаги на просвет характеризовали степень однородности их структуры, отсутствие неоднородных участков, так как плотность проходящего потока по всему периметру образца одинакова, что говорит об отсутствии облачности. Образцы бумаги имеют равномерный однородный просвет, что обеспечит при печатании высокую графическую точность воспроизведения.

По результатам наличия золы, количества минерального остатка после прокаливания образцов, выявлено одинаковое содержание минерального вещества в бумаге.

По значениям механических и деформационных свойств образцов бумаги (табл.2), не содержащих целлюлозные волокна, анализировали ее прочность к

различному роду механических и технологических воздействий, возникающих в процессе изготовления полиграфической продукции. Бумага для печати должна быть прочной и не разрушаться под давлением, не рваться в бумагопроводящей системе, при фальцовке и др.

Исследуемые образцы бумаги обладают прочностными и деформационными характеристиками (в обоих направлениях), тем самым обеспечат бесперебойную работу печатных машин (табл.2).

О деформационных свойствах бумаги судили по кинетике нарастания ее растяжения под действием постоянной нагрузки. Большее растяжение наблюдается у бумаги в продольном направлении, что подтверждается значением модуля упругости (модуль Юнга) (табл.2).

Таблица 2

Прочностные и деформационные свойства бумаги из карбоната кальция

Направление отлива	Прочностные свойства			Деформационные свойства			K _{ан}	
	Q		σ	L	Δl	λ		E
	кгс	Н	Н/м ²	м	мм	%		Н/м ² (Па)
Образец 1								
Поперечное	1	10	7575757,6	666,67	163	81,5	9295408,07	1
Продольное	1	10	7575757,6	666,67	342	171,0	4430267,59	
Образец 2								
Поперечное	1	10	5333333,3	724,64	155	77,5	6881720,43	1,3
Продольное	1,3	13	6933333,3	942,03	331	165,5	4189325,28	
Образец 3								
Поперечное	1	10	5420054,2	740,74	106	53,1	10226517,36	1,2
Продольное	1,2	12	6504065,0	888,89	254	127,0	5121311,06	

Рассчитанный коэффициент анизотропии характеризовал, что образец 1 является изотропным материалом, а образцы 2 и 3 обладают небольшой степенью анизотропии, то есть небольшим различием свойств в продольном и поперечном направлениях бумаги.

По исследованиям сопротивления бумаги раздиранию, определенному по усилию, необходимому для раздирания предварительно надрезанного испытуемого образца, выявлено что образец 1 превосходит в 2,5 раза по показателю сопротивления раздиранию образец 2 и 3 (табл.3).

Таблица 3

Показатели сопротивления раздиранию бумаги (ГОСТ 13525.3-97)

Образцы	Образец 1		Образец 2		Образец 3	
	Показание по шкале прибора А	Z, сН	Показание по шкале прибора А	Z, сН	Показание по шкале прибора А	Z, сН
Продольное	76	405,33	29,5	157,33	30,5	162,67
Поперечное	76	405,33	30	160	29,5	157,33

Процесс взаимодействия и закрепления краски при печати зависит от многих факторов, одним из которых являются наличие свободных гидроксильных групп в целлюлозной бумаге, которые определяют гидрофобность поверхности.

Исходя из этого, дальнейшие исследования посвящены изучению сорбционных свойств, а именно влагопрочности, гидрофобности, способности впитывать растворители печатных красок бесцеллюлозной бумаги, в составе которых 80% карбоната кальция и 20% полимерного материала.

Расчитанные по ГОСТу 12057-81 значения линейной деформации выявили гидрофобность поверхности образцов бумаги (табл.4).

Таблица 4

Значения линейной деформации образцов бумаги

Наименование показателя	В направлении					
	в продольном			в поперечном		
	№1	№2	№3	№1	№2	№3
Первоначальная длина линий, l_0 , мм	100.00	99.96	99.96	99.98	99.97	99.97
Длина линий после увлажнения, $l_{ув}$, мм	100.01	99.98	99.98	99.99	100	99.99
Деформация при увлажнении, $\epsilon_{ув}$ %	0.01	0.02	0.02	0.01	0.03	0.02
Длина линий после сушки, $l_{сух}$, мм	99.91	-	-	99.9	-	-
Деформация после сушки, $\epsilon_{сух}$, %	-0.09	-	-	-0.08	-	-

Отсутствие деформации при увлажнении объясняется тем, вода с поверхности легко и быстро стекала и не проникла в микропористую структуру бумаги. При воздействии высокой температуры произошла усадка образцов бумаги, что объясняется наличием полимерных цепочек в составе бумаги.

По данным поверхностной впитываемости, определенным по ГОСТ 12605-97 (табл.5) и существующей классификации, исследуемые образцы бумаги влагопрочны, так как впитывающая способность менее 15 г/м^2 и их можно использовать для широкого спектра видов и способов печати.

Таблица 5

Результаты впитывающей способности и классификация бумаги

Стороны	Образец 1		
	$m_{сух}$	$m_{ув}$	ГОСТ 9094 (офсетная - бумага $20-30 \text{ г/м}^2$)
Лицевая сторона	1,70	1,70	Влагопрочная (0 г/м^2)
Сеточная сторона	1,71	1,72	Влагопрочная (1 г/м^2)
Образец 2			
Лицевая сторона	1,31	1,33	Влагопрочная (2 г/м^2)
Сеточная сторона	1,302	1,33	Влагопрочная (1 г/м^2)
Образец 3			

Лицевая сторона	1,61	1,62	Влагопрочная (1 г/м ²)
Сеточная сторона	1,52	1,52	Влагопрочная (0 г/м ²)

Для выявления поведения бумаги в процессе печати впитывающую способность оценивали по скорости проникновения краски или жидких ее составляющих (связующих, растворителей) по ГОСТу 12603-67. Полученные результаты занесены в табл.6 и показаны на рис.6, а.

Таблица 6

Впитывающая способность по ксилолу

Бумага	Время впитывания капли ксилола <i>t</i> , с	Длина следа капли ксилола <i>l</i> , мм	Классификация
Образец 1	Не сохнет, идет испарение ксилола	200±10	Малая впитывающая способность
Образец 2	20±5	56±2	Средняя впитывающая способность
Образец 3	23±3	65±3	Средняя впитывающая способность

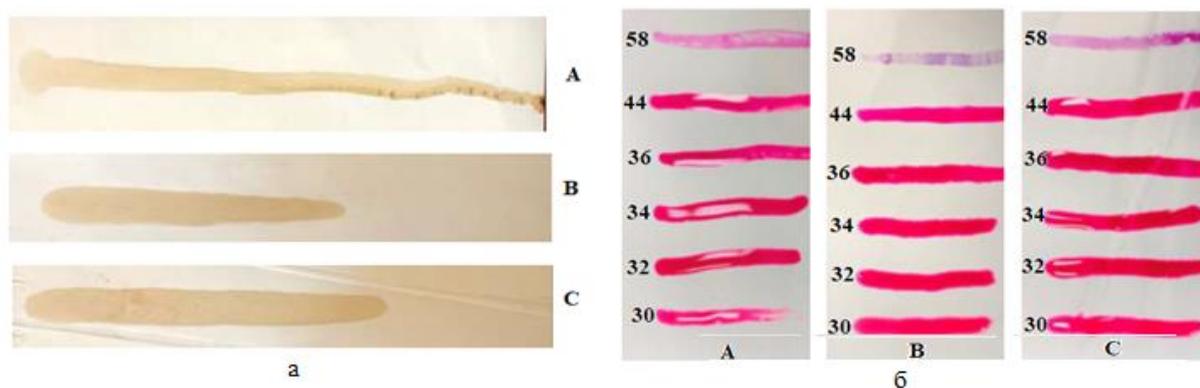


Рис. 6. а – Капельный способ определения впитывающей способности бумаги, след от ксилола; б – взаимодействие чернил с различной поверхностной активностью на образцах бумаги: А – образец 1; В – образец 2; С – образец 3

За показатель впитывающей способности принимали время впитывания капли ксилола или длину следа капли, растекающейся по наклонной поверхности. Исследуемые образцы бумаги с малой и средней впитывающей способностью, согласно существующей классификации, обеспечат получение интенсивных оттисков.

Поверхностную активность образцов бумаги определяли при использовании специальных тестовых чернил фирмы acrotest GmbH 28 (компания Arcotest GmbH, Германия) (рис.6, б).

Из рис.6, б видно, что поверхностная активность у всех трех образцов низкая, что позволяет закрепляться большому количеству чернил, и только чернила с поверхностной энергией 58 мДж/м не закрепляются. Таким образом, красящие вещества с энергией не выше этой величины смогут закрепляться на

поверхности полученных образцов, а это достаточно широкий ассортимент красок.

Также в рамках исследования была попытка установить в какой среде будет деструктироваться бумага, то есть определение стойкости к воздействию серной кислоты на бумагу (происходит ли обугливание бумаги). У образцов бумаги в растворе этилацетата чистого и 50%-ный растворе серной кислоты ни через час и через 12 часов значительных изменений разрушения или размягчения (впитывания бумагой жидкости) не наблюдалось.

Качество воспроизведения изображения на оттисках зависит от полноты контакта бумаги и печатной формы, то есть от неровностей рельефа поверхности бумаги. В данной работе для исследования микрогеометрии поверхности использован наиболее распространенный и применяемый косвенный метод определения гладкости по Беку (ГОСТ 12795-89 (ИСО 5627-84), основанный на измерении расхода воздуха между измерительным элементом прибора и поверхностью материала, в результате получаем усредненную (брутто) характеристику состояния поверхности исследуемого материала (табл.7).

Таблица 7

Показатели гладкости бумаги из карбоната кальция

Показатели	Образец 1 100 г/м ²	Образец 2 90 г/м ²	Образец 3 90 г/м ²
Гладкость, с (лицевая сторона)	1126	230	165
Гладкость, с (сеточная сторона)	733	138	84
Офсетная каландрированная (ГОСТ 9094)	80-150 с		
Мелованная бумага	750-1500 с		

На основе полученных данных (табл.7) сделаны следующие выводы: образцы бумаги можно рекомендовать для изданий с повышенными требованиями к качеству, так как показатели гладкости образца бумаги 1, как у мелованной бумаги (750-1500 с), у образцов бумаги 2 и 3, как у бумаг каландрированных.

Для получения объективной оценки поверхности бумаги из карбоната кальция в нанометровом диапазоне использован метод атомно-силовой микроскопии (АСМ). На сканирующем зондовом микроскопе Solver HV рельеф поверхности образца измеряли при размере диаметра 450 мкм и диапазоне от 10000 до 4 мкм². При взаимодействии кантилевера с поверхностью бумаги сила меняется в зависимости от различия в высоте рельефа и действует на величину изгиба, который фиксируется с помощью лазера, в результате профилируется прямое высокоточное отображение профиля перепадов высот рельефа поверхности в масштабе 3D, полученных при использовании трех кадров - 750, 1500 и 3500 нм (табл.8, рис.4).

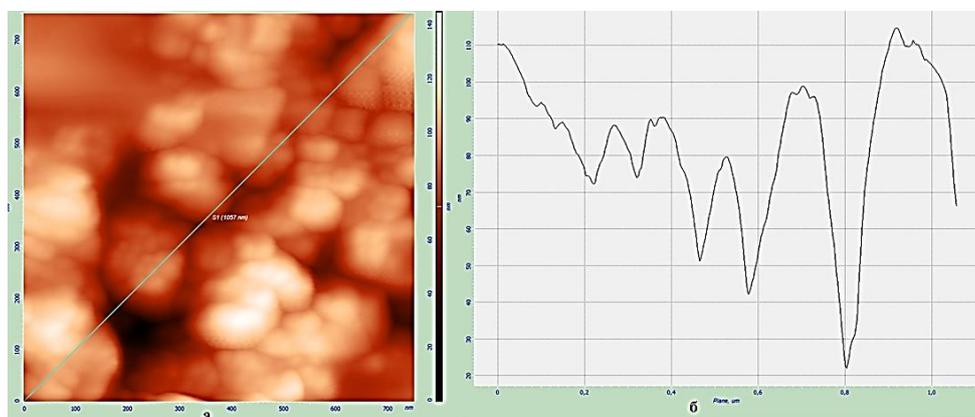
Для расчета параметров шероховатости по диагонали кадра проводился разрез (рис.7, а). Полученные с помощью метода АСМ данные обработаны с

помощью специальной встроенной программы и рассчитаны параметры шероховатости Ra , согласно требованиям ГОСТа 2789–73 (табл. 8).

Таблица 8

Параметры шероховатости образцов бумаги по данным АСМ

Образец бумаги	Размер шероховатости Ra образцов для кадров, нм		
	750 нм	1500 нм	3500 нм
Образец 1 (лицевая сторона)	15,75	35,95	61,19
Образец 2 (лицевая сторона)	19,34	40,23	67,11
Образец 3 (лицевая сторона)	25,12	44,05	73,22
Газетная и офсетная бумага	480-650 нм		
Офсетная каландрированная	170-760 нм		
Мелованная бумага	100-105 нм		



**Рис.7. Поверхность образца бумаги 1 (при кадре 750 нм):
а – топографическое АСМ-изображение; б – профиль рельефа выделенной линии
поверхности**

Прямое изображение профиля поверхности на топографических изображениях получены в режиме постоянной амплитуды (рис.7, б), где высота профиля передана цветом: чем выше находится деталь рельефа, тем она светлее.

Небольшие углубления, выраженные затемнением на топографических АСМ-изображениях (рис.7, а), характеризовали достаточную однородность и плотность структуры, образец бумаги 1 обладает наименьшими значениями шероховатости Ra .

Одно из оптических свойств бумаги, отвечающих за точность цветопередачи, как лоск (глянец) (ГОСТ 12921-80) контролировали фотоэлектрическим фотометром, оптическая система осветителя которого освещала испытуемый образец параллельным пучком света под углом $(45 \pm 0,5)^0$. В качестве эталона поверхности, зеркально отражающей лучи, использовано черное полированное стекло, цвет которого исключает рассеянное отражение, а полированная поверхность обеспечило зеркальное, принятое за 100% отражение. Замеры глянца проводились в нескольких точках

на каждой из сторон, затем высчитывали среднее значение, результаты занесены в табл. 9.

Сравнивая полученные значения глянца с нормативными данными, можно сказать, что поверхность образца бумаги 1 обладает высокой способностью зеркально отражать падающий свет, процент отражения поверхностей образцов бумаги 2 и 3, как у мелованных бумаг (40-70%).

Таблица 9

Показатели глянца образцов бумаги из карбоната кальция

Показатели	Образец 1	Образец 2	Образец 3
Глянец (лицевая сторона)	0,93	0,57	0,67
Глянец (сеточная сторона)	0,8	0,53	0,6

Способность материала отражать падающий свет равномерно и рассеянно по всей области видимого спектра (380 – 720 нм) характеризуется белизной бумаги. Материал считают белым, если он отражает более 50% падающего света. Белизна образцов бумаги определена с помощью фотоэлектрического метода, основанного на измерении в синей области спектра при эффективной длине волны 457 нм (табл. 10).

Таблица 10

Оптические показатели бумаги из карбоната кальция

Показатели	Образец 1			Образец 2			Образец 3		
	Светофильтр			Светофильтр			Светофильтр		
	синий	зеленый	красный	синий	зеленый	красный	синий	зеленый	красный
Оптическая плотность	0,05	0,04	0,04	0,053	0,047	0,04	0,031	0,047	0,043
Коэффициент отражения, %	89,13	91,21	91,20	88,44	89,81	91,21	89,13	89,81	91,20

По данным табл.10 можно сделать вывод, что каждый из образцов бумаги имеет белизну порядка 90%. Для определения наличия оттенка бумаги рассчитали разницу между максимальным и минимальным значениями коэффициентов отражения на белой стопе. Если разница между этими значениями больше 10%, то бумага имеет оттенок. Так как в табл.10 для каждого из образцов бумаги такого отличия в коэффициентах отражения за различными зонами не наблюдается – образцы полученных бумаг не имеют оттенка, что будет способствовать цветопередаче без искажений при воспроизведении многокрасочного изображения.

Способность материала пропускать свет – светонепроницаемость определили как отношение коэффициента отражения на черной стопе бумаги за синим светофильтром к коэффициенту отражения на белой стопе за синим светофильтром. Денситометрические результаты представлены в табл.11.

Таблица 11

Светонепроницаемость образцов бумаги

Наименование показателей	Образец 1	Образец 2	Образец 3
Оптическая плотность синей зоны на черной подложке	0,05	0,06	0,053
Коэффициент отражения, %	89,12	87,09	88,44
Светонепроницаемость, %	100	98,48	99,24

Как видно из табл. 11, исследуемые образцы бумаги можно без ограничений рекомендовать для двусторонней печати, так как показатель светонепроницаемости $H \geq 92\%$.

В третьей главе «Исследование печатно-технических свойств бумаги из карбоната кальция» исследованы печатно-технические свойства бумаги из карбоната кальция на пробопечатном устройстве SV 100-E (ГОСТ 24356-80) и на флексографской узкорулонной печатной машине Mark Andy Performance P7.

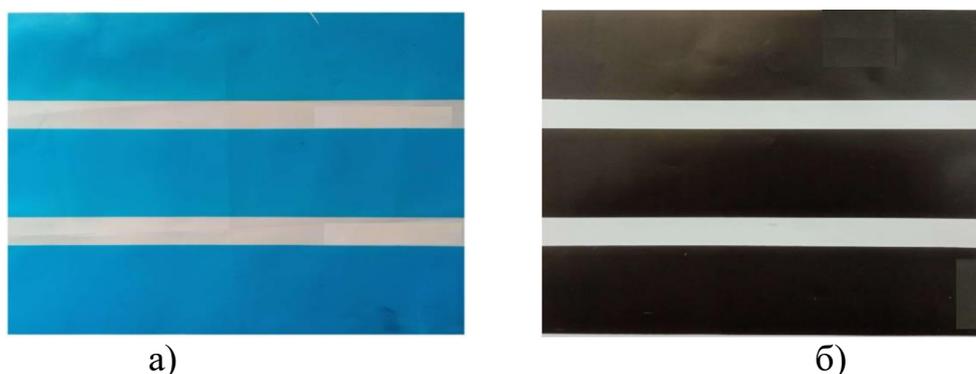
Согласно ГОСТ 24356-80 образцы бумаги запечатывали на пробопечатном устройстве при заданном режиме печати. Значения оптической плотности оттиска, измеренные с помощью спектроденситометра ET-120 HD, использовали для количественной оценки красковосприятости и однородности печати; просвечивания-пробивания изображения оборотной стороны оттиска; закрепления краски по следам отмарывания (табл.12).

Таблица 12

Определение красковосприятости и просвечивания-пробивания изображения

Образцы бумаги	Масса краски, перешедшей на бумагу, г	Красковосприятость, мкм	Оптическая плотность, $D_{отт}$	
			По лицевой стороне	По сеточной стороне
1	0,00680±0,00020	2,4	1,733±0,021	0,058
2	0,00701±0,00085	3,0	1,680±0,020	0,074
3	0,00775±0,00035	2,6	1,781±0,021	0,066

Как видно из табл. 12, можно прийти к заключению, что бумаги по красковосприятости близки к мелованной бумаге в соответствии с ISO 12647-2 (1996). Следовательно, для получения насыщенного оттиска можно уменьшить толщину красочного слоя на форме, что обеспечит высокую графическую и градиционную точность без потерь мелких деталей. Оптическая плотность оборотной стороны оттиска $D_{отт}$ от 0,058 до 0,074. Предельные отклонения между параллельными определениями не превышали 0,0001 мкм при доверительной вероятности 0,95.



**Рис. 8. Отпечатанные оттиски, для оценки однородности печати:
а – голубой краской; б – черной краской**

Для определения однородности печати, то есть распределения флуктуаций почернения на участках равномерного тона, на пробопечатном устройстве запечатывали три образца бумаги из карбоната кальция голубой, пурпурной и черной универсальной красками 2515-03, выпускаемыми по нормативно-технической документации. Микрофотографии плашек показаны на рис.8.

Для оценки разброса значений, полученных в результате измерения параметра оптической плотности, рассчитали среднее квадратическое отклонение σ_D . Предельные отклонения между параллельными определениями не превышали 0,025 при доверительной вероятности $P=0,95$.

Коэффициент вариации (V), представляющий собой относительную величину, то есть процентное отношение среднего квадратического отклонения к средней арифметической, максимум 3,23, то есть ниже 30%, что свидетельствует об однородности печати (табл.13).

По средним значениям оптической плотности, используя номограмму (черт.3 ГОСТ 24356) определили толщину слоя краски на форме 1,8 мкм, требуемую для оценки однородности печати на исследуемой бумаге из местного сырья.

Таблица 13

Значения оптической плотности оттисков

№	Cyan			Magenta		
	1	2	3	1	2	3
1	1.63	1.48	1.38	1.54	1.83	1.35
2	1.63	1.49	1.38	1.49	1.80	1.37
3	1.59	1.49	1.37	1.49	1.77	1.35
4	1.60	1.44	1.33	1.48	1.76	1.34
5	1.60	1.51	1.33	1.44	1.78	1.30
6	1.61	1.42	1.35	1.45	1.76	1.28
7	1.63	1.46	1.33	1.45	1.77	1.29
8	1.58	1.41	1.31	1.36	1.76	1.3
9	1.64	1.42	1.31	1.46	1.75	1.32
10	1.61	1.41	1.33	1.43	1.78	1.30
$\sum D_i$	16.12	14.53	13.42	14.59	17.76	13.2

среднее \bar{D}	1.61	1.45	1.34	1.46	1.76	1.32
Среднеквадратичное отклонение σ_D	0.0199	0.0377	0.0266	0.0472	0.0237	0.0305
Коэффициент вариации	1.24	2.6	1.98	3.23	1.34	2.31

Краскопереход определили отношением количества (или толщины слоя) краски, перешедшей на оттиск ($q_{\text{отт}}$ или $h_{\text{отт}}$), к количеству (или толщине слоя) краски на форме до печатания ($q_{\text{ф}}$ или $h_{\text{ф}}$) (табл. 14).

Таблица 14

Определение краскоперехода бумаги из карбоната кальция

Краски	Масса краски на форме, г		Масса краски на бумаге, г	Коэф.расщепления	Краскопереход, %
	до печати	после печати			
Cyan	1,537	1,2545	0,2825±0,0004	0,2252	18,4±1,0
Magenta	1,551	1,2662	0,2838±0,0004	0,2241	18,3±0,5
Yellow	1,525	1,2538	0,2712±0,0004	0,2163	17,8±0,0
Black	1,596	1,2885	0,3075±0,0004	0,2386	19,3±0,5

Как видно из табл. 14, для всех образцов бумаги с формы переходит от 17 до 20% краски, что характеризовало поверхностную микрогеометрию (гладкость) и впитывающую способность бумаги, обеспечивающей избирательное впитывание и быстрое закрепление краски, то есть образование на оттиске стабильной структуры с необходимой прочностью, исключающей возможность отмарывания краски.

При испытаниях стойкости поверхности бумаги к выщипыванию согласно п.7 ГОСТ 24356-80 определяли скорость печати, при которой начинается повреждение поверхности бумаги. При рассмотрении запечатанных оттисков при освещении под углом 30-45° не было обнаружено никаких повреждений по всей длине полосок – ни подъёма, ни вздутий. Стойкость к выщипыванию более 2,5 м/с. Следовательно, поверхность бумаги стойка к выщипыванию.

Флексографская печать является одним из наиболее динамично развивающихся способов печати благодаря способности печатать на различных запечатываемых материалах с впитывающей и невпитывающей поверхностью низковязкими печатными красками, применение которых не требуют применения «длинных» красочных аппаратов.

Для изучения процесса взаимодействия бумаги из местного карбоната кальция с УФ-отверждаемыми красками отпечатан разработанный специальный тест-объект на флексографской узкорулонной печатной машине Performance P7 американской компании Mark Andy. Качество воспроизведения позитивного и негативного текстов и микролиний на бумаге из карбоната кальция УФ-отверждаемыми красками анализировали визуально с помощью лупы (табл. 15).

Таблица 15

Оценка качества воспроизведения текста и микролиний

Критерии оценки	При печати на флексографской печатной машине Mark Andy	
	Бумага из карбоната кальция	Для сравнения ПЭ
Четкость позитивного шрифта, размером	2,5 п.	2 п.
Четкость негативного шрифта, размером	2 п.	2 п.
Четкость позитивной микролинии	0,05	0,05
Четкость негативной микролинии	0,1	0,05
Процент воспроизведения круговой мира	80-90%	85-95%

Качество печати денситометрически исследовали при помощи спектроденситометра ET-120 HD, по значениям оптической плотности ступенчатого градиционного цветового перехода от 3 до 100% относительной площади растровых точек построены градиционные кривые, характеризующие качество печати (рис.9).

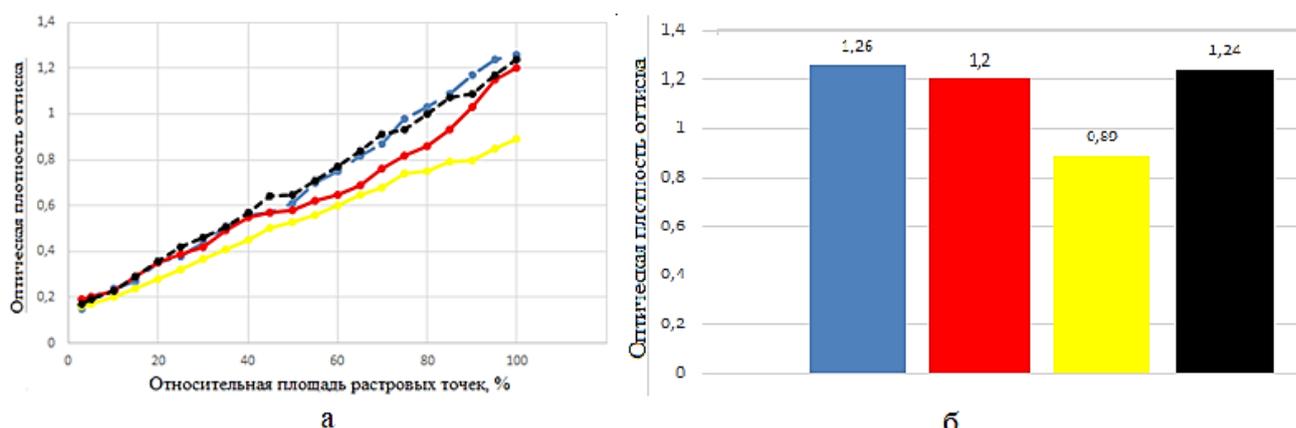


Рис.9. а - градиционная кривая печатного процесса для основных красок;
б - диаграмма изменения оптической плотности основных цветов

Как видно из рис.6.а градиционные кривые красок — ровные, а не пилообразные или «двугорбые». Между градиционными кривыми четырех основных триадных красок нет сильного расхождения (не более 5%). Как видно из диаграммы (рис.6, б) значения оптической плотности основных цветов сплошного красочного слоя выше значений оптической плотности на бумаге немелованной типа 4 по стандарту ISO 12647-2 (С–1,00; М–0,95; Y–0,95; В–1.25).

По результатам табл.16 оценивали контраст печати и правильность подачи краски по толщине красочного слоя, закрепленного на поверхности бумаги из карбоната кальция. При печати пурпурной краской на узкорулонной флексографской печатной машине Mark Andy Performance P7 наблюдается потеря мелких деталей в темной зоне спектра.

Показатели контраста печати

Основные цвета	Коэффициент контраста печати					
	Бумага из карбоната кальция + HDPE					Для сравнения ПЭ
	75%	80%	85%	90%	95%	80%
Сyan	0,22	0,18	0,13	0,07	0,016	0,33
Magenta	0,32	0,28	0,22	0,14	0,042	0,20
Yellow	0,17	0,16	0,11	0,10	0,044	0,08
Black	0,25	0,19	0,14	0,12	0,056	0,09

Чем выше этот коэффициент (и, соответственно, контраст печати), тем выше качество изображения. Однако в идеале он не должен быть больше 0,20-0,25. Сравнивая значения коэффициента контраста между собой, можно сказать, что при печати на флексографской узкорулонной печатной машине Mark Andy Performance P7 УФ-утверждаемыми красками на бумаге из карбоната кальция контраст печати ближе к идеальному.

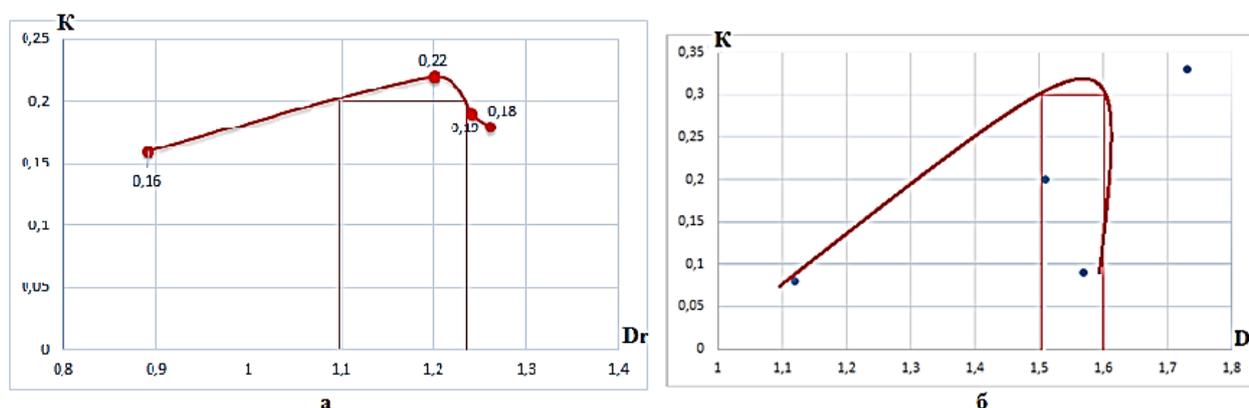


Рис. 10. Зависимость относительного контраста печати от оптической плотности на плашке при печати УФ-красками на печатной машине Mark Andy: а – на бумаге из карбоната кальция; б – на ПЭ, взятой для сравнения

Как видно из рис.10, при увеличении наката краски контраст сначала растет, затем стабилизируется, а потом начинает снижаться. В области максимального значения контраста находится наилучшее для данной печатной машины соотношение наката краски и величины растискивания. В результате определены допуски по оптической плотности на плашке графическим методом для флексографской печатной машины Mark Andy: для бумаги из карбоната кальция – 1,1 и 1,24; для ПЭ, взятой для сравнения – 1,51 и 1,6. Полученные результаты можно использовать при печати на бумаге из карбоната кальция когда нужно будет выбрать способ печати и тип печатной краски с целью получения максимального эффекта (относительного контраста печати).

Качество печати на флексографской узкорулонной печатной машины Mark Andy оценивали по цветовоспроизведению путём сравнения площадей шестиугольника, отображенного на диаграмме цветности a^*b^* колориметрической системы CIE $L^*a^*b^*$ по стандартной методике.

Параметрлар	№1				№2			
	L	a	b	D	L	a	b	D
Хаворанг	59,93	-21,53	-33,32	4,75	54,37	-2,56	102,5	1,85
Пурпур	52,78	53,65	-7,16	4,20	43,74	76,61	3,78	1,68
Сарик	85,20	-3,38	76,46	4,20	88,96	-34,91	-56,11	1,67
Кизил	51,67	56,55	17,94	4,90	42,56	-49,57	-12,9	2,07
Яшил	46,53	-28,66	13,06	4,33	44,52	72,38	55,83	1,79
Кук	40,00	2,55	-22,18	4,15	14,03	-71,01	32,65	1,92
Қора	42,07	-25,63	3,14	4,77	27,45	1,54	5,76	1,26

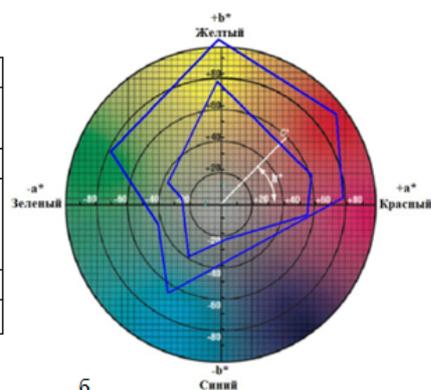


Рис. 11. а – цветные координаты, б - цветовой охват оттисков

Из рис.11, б видно, большая степень воспроизведенных цветов в желто-красной зоне.

На печатно-технические свойства бумаги влияет множество факторов. Основными факторами, влияющими на красковосприятие, выявлены толщина, мкм; шероховатость бумаги, мкм (табл.17).

Таблица 17

Основные факторы и уровни варьирования

Наименование и обозначение факторов	Уровни варьирования			Интервалы варьирования Δ
	(-) x_{\min}	(+) x_{\max}	(0) x_0	
Толщина Т - x_2 , мкм	90	120	105	15
Шероховатость Ш - x_3 , нм	15,0	25,0	20,0	5

Уравнение с кодированными переменными с участием проверки статистической значимости коэффициентов имеет следующий вид:

$$y = 1,384 - 0,022x_1 - 0,082x_2$$

Переходя от кодированных x_1, x_2, x_3 значений факторов к натуральным, получим зависимость печатно-технических свойств, а именно красковосприятие $K_{\text{краск.}}$ в окончательном виде: $K_{\text{краск.}} = 1,859 - 0,0014T - 0,0164Ш$

При печати правильное использование бумаги при заданных значениях толщины и шероховатости предопределяет качество печати, характеризуемое в данном случае через значения красковосприятия (табл. 18).

Таблица 18

Изменение красковосприятия от толщины и шероховатости бумаги

Т	Ш	$K_{\text{краск.}}$	Т	Ш	$K_{\text{краск.}}$
90	15	1,487	120	15	1,445
	20	1,405		20	1,363
	25	1,323		25	1,281
Ш	Т	$K_{\text{краск.}}$	Ш	Т	$K_{\text{краск.}}$
15	90	1,487	25	90	1,323
	105	1,422		105	1,310
	120	1,445		120	1,281

Ожидаемый экономический эффект на 1 тонну экспериментальной бумаги составит 9 787 060 сумов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе результатов исследования, проведенного по теме «Печатно-технические свойства бумаги из отходов местного сырья», сформулированы следующие выводы:

1. Совершенствована технология получения бумаги из карбоната кальция, являющимся отходом при добыче известняка, что обеспечит бумажную отрасль альтернативным сырьем, а полиграфическую промышленность материалом отечественного производства.

2. На основе расчета нагрузки на конструкцию экструдера рекомендуется легирированная сталь марки 25ХГСА толщиной 2 мм, прочностью 490-690 МПа, что позволит работе при температуре свыше 500⁰ С;

3. На основе исследований структурных свойств бумаги выявлено, что прочностные и деформационные характеристики, равномерный однородный просвет обеспечат при печатании бесперебойную работу печатной машины и высокую графическую точность воспроизведения.

4. По данным поверхностной впитываемости исследуемые образцы бумаги влагопрочны, так как впитывающая способность менее 15 г/м² и их можно использовать для широкого спектра видов и способов печати. Поверхностная активность бумаги позволит закрепляться красящим веществам энергией свыше 58 мН/м, а это достаточно широкий ассортимент красок.

5. Исследование микрогеометрии поверхности бумаги косвенным и прямым методами позволили получить усредненную характеристику гладкости и высокоточные отображения параметров шероховатости в наноразмерном масштабе. В результате, их можно рекомендовать для изданий с повышенными требованиями к качеству, так как показатели свойственны каландрированным и мелованным бумагам.

6. Бумаги из карбоната кальция с белизной 90% обеспечат цветопередачу без искажений при двусторонней печати многокрасочного изображения, так как светонепроницаемость больше 92%.

7. На основе микроскопического и спектроскопического анализов качества оттисков выявлено, что бумага из карбоната кальция по значениям красковосприятости близка к мелованной бумаге в соответствии с ISO 12647-2 (1996) и ее можно рекомендовать для двухсторонней печати, так как предельные отклонения между параллельными определениями коэффициента отражения оборотной стороны оттиска после запечатывания образца бумаги не превышали 0,0001 мкм при доверительной вероятности 0,95.

8. Для выбора способа печати и типа печатной краски с целью получения максимального эффекта (относительного контраста печати) графическим методом определены допуски по оптической плотности для бумаги из карбоната кальция – 1,1 и 1,24.

9. Для прогнозирования качества печати с учетом печатно-технических свойств бумаги получена математическая модель и применяя метод крутого восхождения выявлены оптимальные параметры печати, то есть для получения

оптической плотности 1,487 рекомендуется бумага толщиной 90 мкм и шероховатостью 15 нм.

10. Внедрение технологии получения бумаги из карбоната кальция приводит к экономии на 1 тонну 8586,850 тыс. сум относительно бумаги из хлопковой целлюлозы, 6579,100 тыс. сум относительно полимерного материала из полиэтилена. Ожидаемый среднегодовой экономический эффект относительно ввозимой бумаги составит 9 787 060 сум.

**SCIENTIFIC COUNCIL AWARDING SCIENTIFIC DEGREES
PhD.03/30.12.2019.T.66.01AT NAMANGAN INSTITUTE OF ENGINEERING
AND TECHNOLOGY**

NAMANGAN INSTITUTE OF ENGINEERING AND TECHNOLOGY

ISMAILOV IKROMJON

**PRINTING AND TECHNICAL PROPERTIES OF PAPER
FROM WASTE OF LOCAL RAW MATERIALS**

05.02.03 – Technological machines. Robots, mechatronics
and robotic systems

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

Namangan – 2023

The theme of doctor of philosophy (PhD) of technical science dissertation was registered at the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under number B2020.2.PhD/T738.

The dissertation was completed at the Namangan Engineering and Technology Institute

The abstract of the dissertation in three languages (Uzbek, Russian and English (summary)) is posted on the Scientific Council's web page at (www.nammti.uz) and on the website of Ziyonet Information and Education portal (www.ziyonet.uz).

Scientific adviser:

Babakhanova Khalima

doctor of technical sciences, professor

Official opponents:

Safarov Nazirjon

doctor of technical sciences, docent

Gromko Irina

candidate of technical sciences, docent

Leading organization:

Bukhara Institute of Engineering and Technology

The defense of the dissertation will take place on "14" January 2023 year at 11⁰⁰ o'clock at a meeting of the Scientific Council PhD03/30.12.2019.T.66.01 at the Namangan Institute of Engineering and Technology at the address: 160115, Namangan, Kasansay street, house No. 7, tel. (+99869) 228 -76 -75. fax: 228 -76 -71; e-mail: niei_info@edu.uz

The dissertation can be found at the Information Resource Center of the Namangan Institute of Engineering and Technology (registered No.415). Address: 160115, Namangan, Kasansay street, house No. 7, tel. (+99869) 228 -76 -75, 228 -76 -71.

Abstract of the dissertation sent out on "04" January 2023 year.
(mailing report No.97 on "04" January 2023 year).



R. Muradov

Chairman of the Scientific Council
for the award of academic degrees,
Doctor of Technical Sciences

H. Bobojanov

Scientific Secretary of the Scientific
Council for the award of academic
degrees, Doctor of Technical Sciences

K. Kholikov

Chairman of the scientific seminar at the
scientific council for the award of academic
degrees, Doctor of Technical Sciences

INTRODUCTION (abstract of the (PhD) dissertation)

The aim of the study is to improve the technology for obtaining paper from waste of local raw materials and to assess the impact of their printing and technical properties on the quality of printed products.

The object of the study is secondary raw materials, calcium carbonate papers, multi-color prints printed by flexographic printing.

Subject of study. Methods and methods for producing paper from calcium carbonate, the kinetics of the relationship between print quality, properties of raw materials and paper.

The scientific novelty of the dissertation research is as follows:

- resource-saving technology of paper production by heating calcium carbonate, which is a waste of limestone mining, at high temperature for use in printing;
- the analytical method determined the change in the composition of carbonate-calcium paper pulp, affecting its physico-mechanical, deformation, sorption and surface properties;
- the degree of influence on the printing quality of the properties of paper made of calcium carbonate on the gradation and color characteristics was determined on the basis of a full-factor regression mathematical model;
- to predict the print quality, taking into account the properties of paper made of calcium carbonate, a mathematical model has been developed that takes into account changes in thickness and roughness.

The practical results of the study are as follows:

on the basis of theoretical and experimental studies, the technology of obtaining paper from calcium carbonate has been improved;

in order to expand the range of modern and import-substituting printed products, a method has been developed for predicting print quality, taking into account the printing and technical properties of paper from local mineral raw materials.

Implementation of the research results. Based on scientific research aimed at predicting print quality given the properties of calcium carbonate paper:

The developed technological regulation was introduced at the Uzbek-Chinese enterprise "Fergana stone paper company" (data from the Agency for Information and Mass Communications under the Administration of the President of the Republic of Uzbekistan dated June 3, 2022 No. 06-2223). As a result of the introduction of this method of obtaining paper from calcium carbonate, the volume of paper production in the republic was increased by 6-8%.

Calcium carbonate paper introduced at Technopak Systems. As a result, multi-color prints were obtained, the gradation and color characteristics of prints were studied to assess the quality of flexographic printing, and the consumption of raw materials decreased by 12-15%.

The structure and scope of the dissertation. The dissertation consists of introduction, 3 chapters, conclusion, bibliography and appendices. The total volume of the dissertation contains 115 pages of text.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I-БЎЛИМ (I-РАЗДЕЛ; I-PART)

1. X.A.Babaxanova, Z.K.Galimova, M.M.Abdunazarov, I.I.Ismailov Study on the grinding time duration impact on the properties of paper from alternative raw materials // Technical science and innovation – T., TGTU. №3, 2020, c. 18-24 (05.00.00; №16)
2. X.A.Бабаханова, И.И.Исмаилов, А.А.Садриддинов, Д.Ш.Саидова Структурно-механические свойства бесцеллюлозной бумаги // Проблемы полиграфии и полиграфического дела апрель-май-июнь 2021 №2, с. 4-7. (05.00.00; №68)
3. X.A.Бабаханова, И.И.Исмаилов, А.А.Садриддинов, М.А.Бабаханова, Д.Ш.Саидова Поверхностные и оптические свойства бумаги из карбоната кальция // Известия НАН. Серии химических наук, 2021, №4. С. 472-479. (Scopus (1))
4. X.A.Babaxanova, I.I.Ismailov, J.A.Niyazov Structural properties of ecological paper // ISSN 2181-8622 Scientific and Technical Journal Namangan Institute of Engineering and Technology. Volume 7. Issue 1. 2022. 130-133 pp. (05.00.00; №33)
5. X.A.Бабаханова, З.К.Галимова, М.М.Абдуназаров, И.И.Исмаилов Исследование шероховатости бумаги из вторичного сырья методом атомно-силовой микроскопии // Научно-технический вестник Информационных технологий, механики и оптики, 2020, Т.20, №5 (сент.окт.). с. 661-666. (Scopus (1))
6. X.A.Бабаханова, З.К.Галимова, М.М.Абдуназаров, И.И.Исмаилов Структура бумаги с добавлением целлюлозной массы из коры веток тутового дерева // Химия растительного сырья №4, 2020 с.261-266. (Scopus (1))
7. X.A.Бабаханова, З.К.Галимова, М.М.Абдуназаров, И.И.Исмаилов Целлюлозная масса из коры веток тутовника для бумажной отрасли // Лесной журнал, Архангельск. №5, 2020. С.193-200 (Scopus (1))
8. X.A.Бабаханова, З.К.Галимова, М.М.Абдуназаров, И.И.Исмаилов Прямой метод контроля качества поверхности бумаги с добавлением вторичного сырья // Текстильный журнал Узбекистана, №3, 2020 с. 77-82. (05.00.00; №17)
9. X.A.Babaxanova, Z.K.Galimova, M.M.Abdunazarov, I.I.Ismailov, M.G.Mixalyova Paper porosity studies using the sorption method // Technical science and innovation – T., TGTU. №3, 2021, 38-43 c. (05.00.00; №16)

И-БЎЛИМ (И-РАЗДЕЛ; И-PART)

10. Х.А.Бабаханова, З.К.Галимова, М.М.Абдуназаров, И.И.Исмаилов Свойства бумаги, в составе которой целлюлозная масса из веток тутта // Межвузовский научный конгресс. Высшая школа: научные исследования. Москва. 30.04.2020, с. 118-122.
11. Х.А.Бабаханова, И.И.Исмаилов, А.А.Садриддинов, М.А.Бабаханова, Д.Ш.Саидова Сорбционные свойства бумаги из карбоната кальция // Полимерные мат.и техн. Т.21, 2021 №4, с.73-79.
12. Х.А.Бабаханова, З.К.Галимова, М.М.Абдуназаров, И.И.Исмаилов Исследование красковосприятости бумаги с добавлением целлюлозной массы из коры веток тутовника // журнал Лесной вестник, 2021, №5 том 25. с. 97-105.
13. Х.А.Бабаханова, З.К.Галимова, А.А.Садриддинов, И.И.Исмаилов, Исследование микрогеометрии поверхности бумаги из коры веток тутовника // журнал Лесной вестник, 2022, №1 84-90 с.
14. Х.А.Бабаханова, М.Абдуназаров И.Исмаилов Исследование влияние структуры бумаги на краскоперенос // Международный научно-практический семинар “Инновационные технологии в отделке текстильных материалов и в бумажном производстве” 14.12.2019 с.116-117
15. Х.А.Бабаханова, Галимова З.К., Икромов И. (Исмаилов И.И.) Влияние наполнителей на свойства бумаги с добавлением целлюлозной массы из отходов // Маводҳои конференсияи байналмилалӣ илмӣ-амалиӣ. Душанбе, 13-14 март 2020. 366-371 с.
16. Х.А.Бабаханова, З.К.Галимова, М.М.Абдуназаров И.И.Исмаилов Отходы шелковицы для бумажной отрасли // Материалы международной научно-практической конференции «применение информационно-телекоммуникационных технологий в создании электронного правительства и индустриализации страны» Душанбе, 7.05. 2020. 305-309 с.
17. Х.А.Бабаханова, А.А.Садриддинов, И.И.Исмаилов Исследование влияния процесса размола на бумагообразующие свойства бумаг // Республика илмӣ-ама-лий конференция “Фан, таълим, ишлаб чиқариш интеграциялашуви шароитида пахта тозалаш, тўқимачилик, энгил саноат, матбаа ишлаб чиқариш инновацион технологиялари долзарб муаммолари ва уларнинг ечими” 28 апрель 2021. С. 15-17
18. Х.А.Бабаханова, И.Исмаилов, А.Садриддинов, Д.Ш.Саидова, Ж.А.Ниязов Механические и деформационные свойства бесцеллюлозной бумаги “Кимё, озиқ-овқат ҳамда кимёвий технология маҳсулотларини қайта ишлашдаги долзарб муаммоларини ечишда инновацион технологияларнинг аҳамияти 2021 йил 23-24 ноябрь кунлари Наманган. 373-375 с.
19. И.Исмаилов, Х.А.Бабаханова, Тиллаев Т.Х. Структурные свойства экологической бумаги // Киме-технология соҳасидада фан ва таълимни ривожлантириш тенденциялари Республика илмӣ амалиӣ анжуман, Тошкент, ТДТУ, 2022 24-25-ноябрь, 132-133 с.

Автореферат “Наманган муҳандислик-технология институти илмий-техника журнали” таҳририятида таҳрирдан ўтказилди ва ўзбек, рус, инглиз тилларидаги матнлари мослиги текширилди (03.01.2023й).

Босишга рухсат этилди: 03.01.2023йил
Бичими 60x841/16, “Times New Roman”
гарнитурда рақамли босма усулида босилди.
Шартли босма табағи 3. Адади: 100. Буюртма: №421
НамМТИ босмаҳонасида чоп этилди.
Наманган шаҳри, Косонсой кўча, 7-уй.