

**ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ
ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ DSc.03/30.12.2019.Т.04.01 РАҚАМЛИ
ИЛМИЙ КЕНГАШ АСОСИДАГИ БИР МАРТАЛИК ИЛМИЙ КЕНГАШ**

ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ

МАРДОНОВ АСРОР ҲАСАНОВИЧ

**ЦЕЛЛЮЛОЗА ВА ҚОҒОЗ САНОАТИ КОРХОНАЛАРИ ЧИҚИНДИЛАРИ
АСОСИДА КЎП ФУНКЦИЯЛИ КИМЁВИЙ МАҲСУЛОТЛАР ОЛИШ**

02.00.05 - Целлюлоза ва целлюлоза- қоғоз ишлаб чиқариш кимёси ва технологияси

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

Тошкент - 2025

The theme of dissertation Doctor of Philosophy (PhD) was registered by Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under number of B2025.2.PhD/T5539

The dissertation has been carried out at the Tashkent Chemical Technological Institute.

The abstract of dissertation in three languages (Uzbek, Russian and English (resume)) is available on line www.tkti.uz and on the website of information-educational portal «ZiyoNet» www.ziyo.net

Scientific supervisor:	Ma'mura Kasimovna Abdumavlyanova candidate of chemical sciences, Professor
Official opponents:	Yo'ldoshev Sherzod Abdullayevich doctor of chemical sciences, Senior Researcher Nabiyeva Iroda Abdusamatovna doctor of technical sciences, Professor
Leading organization	LLC "Tashkent Research Institute of Chemical and Technological Sciences"

Defence of the dissertation will take place on 28 08 2025 at the meeting of Scientific council DSc.03/30.12.2019.T.04.01. at Tashkent Chemical Technological Institute. (Address: Navoi str., 32. Tashkent, 100011, Tel.: +998-71-244-79-20; Fax: +998-71-244-79-17; e-mail: info_tkti@edu.uz. Conference hall of the Tashkent Chemical Technological Institute).

The dissertation has been registered at the Information Resource Centre of the Tashkent Chemical Technological Institute under № 2025 (Address: Navoi str., 32 Tashkent, 100011, Administrative Building of the Tashkent Chemical Technological Institute, Tel.: +998-71-244-79-20)

The abstract of the dissertation has been distributed on "08" 08 2025
Protocol at the register № 2025 dated "08" 08 2025



S.M. Turobjonov

Chairman of scientific Council for the
Award of the scientific Degrees,
Doctor of Technical Sciences, Academician

H.L. Qodirov

Scientific Secretary of the Scientific Council
for the Award of the scientific Degrees,
Doctor of Technical Sciences, professor

G. Rashmanberdiev

Chairman of the Scientific Seminar at the
Scientific Council for the Award of the scientific Degrees,
doctor of chemical sciences, Academician

Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси автореферати мундарижаси

Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD)

Content of the dissertation abstract of doctor of philosophy (PhD)

Мардонов Асрор Ҳасанович Целлюлоза-қоғоз саноати корхоналари чиқиндилари асосида кўп функцияли кимёвий маҳсулот олиш.....	3
Мардонов Асрор Ҳасанович Получение химических продуктов многофункционального назначения на основе отходов целлюлозно-бумажной промышленности.....	21
Mardonov Asror Hasanovich Production of multifunctional chemical products based on waste from the cellulose and paper industry	39
Эълон қилинган ишлар рўйхати Список опубликованных работ List of published works	42

**ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ
ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ DSc.03/30.12.2019.Т.04.01 РАҚАМЛИ
ИЛМИЙ КЕНГАШ АСОСИДАГИ БИР МАРТАЛИК ИЛМИЙ КЕНГАШ**

ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ

МАРДОНОВ АСРОР ҲАСАНОВИЧ

**ЦЕЛЛЮЛОЗА ВА ҚОҒОЗ САНОАТИ КОРХОНАЛАРИ ЧИҚИНДИЛАРИ
АСОСИДА КЎП ФУНКЦИЯЛИ КИМЁВИЙ МАҲСУЛОТЛАР ОЛИШ**

02.00.05 - Целлюлоза ва целлюлоза- қоғоз ишлаб чиқариш кимёси ва технологияси

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

Тошкент - 2025

КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурияти. Ҳозирги вақтда бир ва кўп йиллик ўсимликлар пояларини гидролизлаш целлюлоза олишнинг асосий усули бўлиб, жараёнда ҳосил бўлувчи иккиламчи маҳсулотларни қайта ишлаш асосида энергетика, қурилиш, фармацевтика ва бошқа соҳалар учун зарур маҳсулотлар ишлаб чиқарилмоқда. Целлюлоза ишлаб чиқариш жараёни иккиламчи маҳсулотларини мақсадли қайта ишлашнинг янги истиқболли йўналишларини аниқлаш, жумладан озиқ-овқат саноати учун қоғоз ва қоғозсимон композицион материаллар, сувни тозалашда қўлланиладиган ионитлар, бетон аралашмалари суперпластификаторлари ишлаб чиқариш технологияларини яратиш муҳим аҳамиятга эга.

Жаҳонда целлюлоза ишлаб чиқариш технологияларини такомиллаштириш, жараёнда ҳосил бўлувчи иккиламчи маҳсулотларини қайта ишлаш бўйича илмий изланишлар олиб борилмоқда. Бу борада, бир ва кўп йиллик ўсимликлар пояларидан структура ва хоссалари яхшиланган целлюлоза ва целлюлоза ҳосилаларини ажратиш, лигнин асосли чиқиндиларнинг морфологик таркибини аниқлаш, уларни қайта ишлашда гидролиз, этерификация, алкиллаш ва ариллаш технологияларини жадаллаштириш, иккиламчи маҳсулотларни қайта ишлаш асосида қиммат, саноатда мақсадли фойдаланиш мумкин бўлган материаллар чиқариш технологияларини яратиш ва синовдан ўтказишга алоҳида эътибор берилмоқда.

Республикамизда лигнин асосли чиқиндиларни кимёвий қайта ишлашнинг гидролиз ва этерификация жараёнлари орқали саноат оқова сувларини металл ионларидан тозалаш учун ионитлар, суперпластификаторлар, қоғоз ва қоғозсимон композицион материаллар олиш, қайта ишлашнинг энергия ва ресурс тежамкор тизимлардан фойдаланишга алоҳида эътибор қаратилиб, муайян илмий натижаларга эришилмоқда. Янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегиясида, жумладан «мавжуд имкониятларни тўлиқ ишга солган ҳолда маҳаллий саноат тармоқлари салоҳиятини янада ривожлантириш, ташқи бозор ва ҳалқаро талабларга жавоб берадиган стандартларни жорий этиш»¹ каби муҳим вазифалар белгилаб берилган. Бу борада саноатнинг иккиламчи маҳсулотларини қайта ишлашда гидролиз ва этерификация технологияларини такомиллаштириш, улар асосида янги таркибдаги селектив катионитлар, барқарор суперпластификаторлар ишлаб чиқаришга қаратилган тадқиқотлар алоҳида аҳамият касб этади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022 йил 28 январдаги ПФ-60-сонли «2022-2026 йилларга мўлжалланган Янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегияси тўғрисида»ги, 2017 йил 23 августдаги ПҚ-3244-сон «Республикада целлюлоза-қоғоз ишлаб чиқариш бўйича қўшимча қувватларни ташкил этиб, халқ хўжалигининг бу маҳсулотга бўлган талабини қондириш тўғрисида»ги қарори, 2018-йил 17-январдаги ПҚ-3979-сонли «Мамлакат иқтисодиёти

¹ Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022 йил 28 январдаги ПФ-60 «2022-2026 йилларга мўлжалланган янги Ўзбекистон тараққиёт стратегияси тўғрисида» фармони

тармоқларининг талаб юқори бўлган маҳсулот ва хомашё турлари билан барқарор тامينлаш чора-тадбирлари тўғрисида»ги, 2019 йил 3 апрелдаги ПҚ-4265 сонли «Кимё саноатини янада ислоҳ қилиш ва унинг инвестициявий жозибадорлигини ошириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги фармон ва қарорлари ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бўлган бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни бажаришга ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

Тадқиқотнинг республика фан ва технология ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги. Мазкур тадқиқот республика фан ва технологиялар ривожланишининг VII. «Кимёвий технология ва нанотехнологиялар» устувор йўналишларига мувофиқ бажарилган.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Таркибида целлюлоза сақловчи ўсимликлардан целлюлоза ва лигнин ажратиш, суперпластификаторлар, барқарор ионитлар олиш технологиясини такомиллаштиришга оид И.П. Дайненко, А.В. Абушенко, К. Клемм, Б. Ҳеублеин, Ҳ.П. Финк, Д.С. Бажпаи, А.К. Тяги, Э.Р.Ж. Моон, А. Мартини, Ж. Наирн, А. Гандини, М.С. Дудкин, З.К. Джуманова, С.Р. Отажонов, Ҳ.У. Усмонов, Г.В. Никонович, С.С. Негматов, Т.М. Миркомиллов, Ғ.Р. Раҳмонбердиев, К.Р. Разиков, С.Ш. Рашидова, А.С. Тураев, А.А. Саримсаков, А.А. Атаханов, Ш.А. Йўлдошев, Р.С. Сайфутдинов, Д.С. Набиев, М.Т. Примкулов, А.Т.Джалилов ва бошқалар илмий тадқиқотлар олиб боришган.

Улар томонидан таркибида целлюлоза сақловчи ўсимликлардан структура ва хоссалари яхшиланган целлюлоза ва целлюлоза ҳосилалари ажратилган, гидролиз жараёнда ҳосил бўладиган иккиламчи маҳсулот лигниннинг физик-кимёвий хоссаларини аниқланган, улар асосида ҳар хил мақсадлар учун ишлатиладиган маҳсулотлар олиш технологиялари яратилган, фармацевтика, кимё, озиқ-овқат, қурилиш саноатларида фойдаланиш технологиялари тавсия этилган.

Шу билан бирга бир йиллик ўсимликлардан ва қишлоқ хўжалик чиқиндиларидан целлюлоза олиш, хоссаларини ўрганиш, улар асосида сувда ва органик эритувчиларда эримайдиган янги композицион маҳсулотлар ишлаб чиқариш, целлюлоза саноати иккиламчи хом-ашёси лигнин асосида турли мақсадлар учун ҳар хил кимёвий маҳсулотлар олиш ва уларнинг қўлланилиш соҳаларини кенгайтириш йўналишларида илмий тадқиқотлар олиб борилмоқда.

Диссертация мавзусининг диссертация бажарилган олий таълим муассасининг илмий-тадқиқот режалари билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқоти Тошкент кимё-технология институти илмий тадқиқот ишлари режасининг РЕП-24112021/49 рақамли «Антибактериал, функционал воситаларни ўз ичига олган Оптималлашган Смарт қадоқлаш (ОСП)ни ишлаб чиқиш орқали қишлоқ хўжалиги маҳсулотларини сақлаш ва тарқатишда сифат кўрсаткичларини ошириш» мавзусидаги халқаро илмий лойиҳаси доирасида амалга оширилган.

Тадқиқотнинг мақсади целлюлоза-қоғоз саноати чиқиндилардан табиий полимерлар целлюлоза ва лигнинни ажратиш, ўрам қоғоз, сульфокатионит ҳамда

суперпластификаторлар олиш технологияларини ишлаб чиқишдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

целлюлоза-қоғоз саноати чиқиндилари таркибидан целлюлозани ажратиш ва физик-механик хоссаларини ўрганиш;

целлюлоза асосида ўрам қоғози олиш ва унинг физик-механик хоссаларини аниқлаш;

гидролиз суюқлигининг таркибини ўрганиш, ҳамда ундан лигнинни ажратиш;

ажратиб олинган лигнинни сулфолаш жараёнининг мақбул шароитларини аниқлаш, синтез қилинган лигнин сулфокислоталарни формалин билан поликонденсатлаш жараёнини амалга ошириш ва жараённинг боришига таъсир этувчи омилларни аниқлаш;

синтез қилинган моддаларнинг таркиби ва тузилишини турли физик-кимёвий усуллардан фойдаланиб аниқлаш;

гидролиз жараёни иккиламчи маҳсулоти гидролиз суюқлигидан олинган лигнин асосида полиметиленлигнинсулфокислотанинг синтез жараёни технологиясини ва технологик регламентини ишлаб чиқиш;

синтез қилинган полиметиленлигнинсулфокислотанинг натрийли тузини суперпластификатор сифатида бетон аралашмаларига таъсирини ўрганиш;

синтез қилинган полиметиленлигнинсулфокислотанинг сулфокатионит сифатида эксплуатацион хоссалари - бўқиши, статик ва динамик алмашилиш сиғимини аниқлаш, термик ва кимёвий барқарорлигини текшириш;

синтез қилинган сулфокатионитнинг хоссаларини бошқа катионит билан солиштириш орқали амалиётга жорий қилиш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида каноп ўсимлиги поялари, гугурт саноатининг толали чиқиндилари, қоғоз саноатининг иккиламчи хом ашёси, ўсимликлар гидролизи жараёни иккиламчи маҳсулоти лигнин олинган.

Тадқиқотнинг предмети целлюлоза, лигнин, лигнин асосида суперпластификатор ва сульфокатионитлар, саноат оқова сувларини тозалаш, қурилиш материаллари сифатини оширувчи қўшимчалар ишлаб чиқиш ташкил этган.

Тадқиқотнинг усуллари. Диссертация ишида моддаларни кимёвий тозалаш, сулфолаш, поликонденсациялаш усуллари, ИҚ-спектроскопия, термогравиметрия ва булардан ташқари физик-механик, технологик ва эксплуатацион хусусиятларини аниқлашда стандартлаштирилган синов услубларидан фойдаланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

140-150 °С ҳароратда 6 %-ли натрий ишқор эритмаси билан гидролизлаб каноп ва гугурт саноати толали чиқиндиларидан целлюлоза ажратилиб, 1:1 нисбатда МС-6 маркали макулатура қўшиб ўрам қоғоз ишлаб чиқариш мумкинлиги исботланган;

кислотали муҳит ва 70-80 °С ҳароратда целлюлоза олиш жараёнида ҳосил бўладиган гидролиз суюқлигидан 97 % гача лигнин ажралиши асосланган;

лигнинни 90-100 °С ҳароратда 6 соат давомида H_2SO_4 билан сульфолаб 86 % гача сульфолигнин ҳосил бўлиши исботланган;

сканерловчи электрон микроскоп орқали олинган сульфолигнин макроғовакли тузилиши аниқланган ва оқова сувларни тозалашда КУ-2-8 катионитдан селективлиги исботланган;

сульфолигнин суперпластификатори кўшиб олинган бетон маҳсулотларининг 28 кундан кейинги мустаҳкамлиги таққосланиб, 0,8 % кўшилганда мустаҳкамлиги 79,54 % га ошиши исботланган;

целлюлоза-қоғоз саноати чиқиндилардан целлюлоза, лигнинни ажратиш ва ўрам қоғоз, сулфокатионит ҳамда суперпластификаторлар олиш технологиялари ишлаб чиқилган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

целлюлоза-қоғоз саноати чиқиндилари таркибидан ажратилган целлюлоза асосида ўрам қоғоз олиш мақбул параметрлари аниқланган;

целлюлозани олиш жараёнида ҳосил бўлган гидролиз суюқлигидан лигнинни ажратиш ва у асосида полиметиленлигнинсулфокислота олишнинг мақбул параметрларини аниқланган;

полиметиленлигнинсулфокислота олигомери асосида бетон аралашмалари учун суперпластификаторлар олиш технологияси ишлаб чиқилган;

полиметиленлигнинсулфокислота сулфокатионит олиш технологияси ишлаб чиқилган.

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги таҳлилда замонавий физик-кимёвий тадқиқот услублари, хоссалари яхшиланган целлюлоза ишлаб чиқариш, лигнин асосли чиқиндиларни қайта ишлаш тизимини такомиллаштириш, селектив катионитлар ва барарор суперпластификаторлар ишлаб чиқариш технологияларини саноатга жорий этилганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти. Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти целлюлоза-қоғоз саноати чиқиндилари, жумладан каноп ва гугурт саноати толали чиқиндиларидан целлюлоза ажратиб олишнинг мақбул шароити аниқлаш, целлюлоза ажратиб олинган гидролиз суюқлигидан 97% гача лигнин ажратиб олиш, ажратиб олинган лигнинни сульфолаш билан сульфолигнин ҳосил қилиш, олинган табиий полимерлардан кўп функцияли кимёвий маҳсулотлар сифатида қоғоз композициясини яратиш, сканерловчи электрон микроскоп орқали олинган сульфолигнин макроғовакли тузилиши аниқлаш орқали, уни оқова сувларни тозалашда КУ-2-8 катионитдан селективлигини исботлаб, сулфокатионит ҳамда суперпластификаторлар олиш технологиялари ишлаб чиқишнинг илмий-услубий асослари яратилганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти целлюлоза-қоғоз, каноп пояси ва гугурт саноати чиқиндиларидан ажратиб олинган табиий полимер лигнин асосида олиниш усули, самарали импорт ўрнини босадиган, рақобатбардош, ресурстежамкор селектив катионитлар ва барарор суперпластификаторлар олиш, полиметиленлигнин сулфокислота олигомерини бетон аралашмалари учун суперпластификатор, техник сувларни тузсизлантириш учун катионитлар олиш

технологиясини ишлаб чиқишнинг илмий-услубий асослари яратилганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Целлюлоза-қоғоз, каноп пояси ва гугурт саноати чиқиндиларидан целлюлоза ажратиш, гидролиз суюқлигидан олинган лигнин асосида селектив катионитлар ва барарор суперпластификаторлар олиш бўйича эришилган илмий натижалар асосида:

бир ва кўп йиллик ўсимликлардан целлюлоза олиш жараёни иккиламчи махсулоти лигнин асосида катионит олиш технологияси «ИССИҚЛИК ЭЛЕКТР СТАНЦИЯЛАРИ» АЖ Муборак иссиқлик электр маркази филиалида ишлаб чиқаришга жорий қилинган («ИССИҚЛИК ЭЛЕКТР СТАНЦИЯЛАРИ» АЖ Муборак иссиқлик электр маркази филиалининг 2024 йил 27-мартдаги № 02-21/152-сон маълумотномаси). Натижада маҳаллий катионит ишлаб чиқариш имконини берган;

лигнин асосида олинган полиметиленлигнинсулфокислота ионити билан сувни бирламчи босқичли тозалаш технологияси «ИССИҚЛИК ЭЛЕКТР СТАНЦИЯЛАРИ» АЖ Муборак иссиқлик электр маркази филиалида сувларни биринчи босқичли тозалашда катионит сифатида амалиётга жорий қилинган («ИССИҚЛИК ЭЛЕКТР СТАНЦИЯЛАРИ» АЖ Муборак иссиқлик электр маркази филиалининг 2024 йил 27-мартдаги № 02-21/152-сон маълумотномаси). Натижада техник сувнинг қаттиқлиги 1,6 дан 0,4 мг-экв/л гача, Ca^{+2} ионлари миқдорини 20 мг/л дан 0,8 мг/л гача, Mg^{+2} ионлари миқдорини 9,6 мг/л дан 0,18 мг/л гача камайтириш ва КУ-2-8 импорт сулфокатионитини маҳаллийлаштириш имконини берган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Мазкур тадқиқот натижалари 5 та халқаро ва 11 та республика илмий-амалий анжуманларида муҳокамадан ўтказилган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилиниши. Диссертация мавзуси бўйича 16 та илмий иш чоп этилган, Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг докторлик диссертациялари (PhD) асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий нашрларда 6 та илмий мақола, жумладан 3 та республика ва 3 та хорижий журналларда нашр этилган.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация таркиби кириш, тўртта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертациянинг ҳажми 111 бетни ташкил этади.

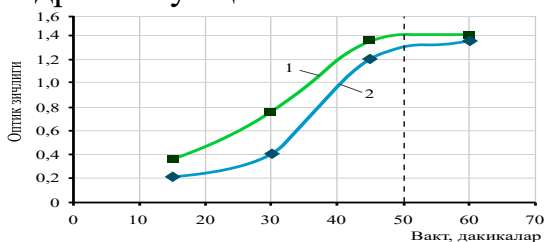
ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Кириш қисмида ўтказилган тадқиқотларнинг долзарблиги ва зарурати асосланган, тадқиқотнинг мақсади ва вазифалари, объекти ва предметлари тавсифланган, республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги кўрсатилган. Тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари баён қилинган, олинган натижаларнинг илмий ва амалий аҳамияти очиқ берилган, тадқиқот натижаларини амалиётга жорий қилиш, нашр этилган ишлар ва диссертация тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг «**Целлюлоза ва қоғоз корхоналари чиқиндилари, улар асосида олинган композицион материаллар, хоссалари ва қўлланилиш соҳалари**» деб номланган **биринчи бобида** тадқиқот мавзуси бўйича нашр этилган илмий ишлар, адабиёт манбалари, олиб борилган изланишлар ва таҳлил натижаларининг шарҳи келтирилган. Таркибида целлюлоза сақловчи ўсимлик турлари ва улардан целлюлоза олиш, целлюлозалар тавсифи, таркиби, қўлланиши, гидролиз суюқлиги таркиби, лигнин ажратиш олиш усуллари, лигнин асосида олинган маҳсулотлар, суперпластификаторлар, ионитлар, катионитлар уларнинг турлари ва хоссалари, табиий полимерлар асосидаги композицион материаллар турлари ҳамда технологиясига оид хорижий ва маҳаллий адабиётлар таҳлили батафсил ёритилган. Келтирилган илмий адабиётлардаги маълумотларга асосланган ҳолда диссертация ишининг мақсади ва вазифалари белгилаб олинган.

Диссертациянинг «**Тажрибада қўлланиладиган маҳсулотлар ҳамда инградиентларнинг физик-кимёвий ва технологик хоссаларини ўрганиш усуллари**» деб номланган **иккинчи бобида** целлюлоза олиш учун танланган ўсимлик турлари, уларни пишириш жараёнининг оптимал усули ва ўсимликлар таркибидан целлюлоза, гидролиз суюқлигидан лигнинни ажратиш олиш, уларни ҳосилаларини синтез қилиш, хоссаларини ўрганишнинг сифат кўрсаткичларини синаш услублари кўрсатилган. Хусусан, ўсимликлардан олинган целлюлоза ва МС-6 маркали макулатура асосида композицион материаллар олиш, уларнинг хоссалари ва сифат кўрсаткичларини аниқлаш усуллари кенг ёритилган.

Диссертациянинг «**Ўсимлик поялари таркибидаги табиий полимерларни ажратиш олиш технологиясини ишлаб чиқиш**» деб номланган учинчи бобида каноп ва гугурт саноати толали чиқиндисини экстракциялашни сувда, гидролизлашни кислота ва ишқор муҳитида олиб бориш жараёни ўрганилди. 1-расмда каноп поясини ишқорий ва кислотали эритмаларда гидролизга учратгандаги гидролиз суюқлигини оптик зичликларининг ўзгариши солиштирилган.



1 – 6 % ли NaOH эритмасида;

2 – 2 % ли HNO₃ эритмасида;

1-расм. Каноп поясини ишқорий (1) ва кислотали (2) муҳитда гидролизлаганда оптик зичлигининг ўзгариш кинетикаси

Ундан кўринадики, жараённинг бориши бир хил, фақат кислотали гидролизлаганда каноп пояси таркибидан ажралиб чиққан моддалар миқдори бироз кўпроқ.

Каноп поясини ишқор ва кислотада 60 дақиқа давомида қайнатилганда, унинг таркибидаги қийин эрийдиган моддалар ажралиб чиқиши аниқланган. Поя таркибидан осон ва қийин эрийдиган моддалар ажратилгач, поянинг кимёвий таркиби ҳисобланди, олинган натижалар кўп йиллик ва бир йиллик ўсимликлар кимёвий таркиби билан солиштирилди. Олинган натижалар 1-жадвалда келтирилган.

1-жадвал

Ўсимлик хом-ашёларининг кимёвий таркиби

Хом-ашёлар	Целлюлоза	Лигнин	Пентозан	Холоцеллюлоза	Кул миқдори
Каноп	55,4	15,6	22,3	60,0	2,78
Терак	45,7	24	21	75	1,2
Сомон	48,4	16,6	21,8	58,7	3,2
Топинамбур	45	16,2	17,8	64,2	1,5

Жадвалдан кўришиб турибдики, бир йиллик ўсимлик ҳисобланган каноп, шунингдек гугурт саноати толали чиқиндиди таркибида целлюлоза ва пентозанлар миқдори сомон, оқ қайин ва қарағайлардагига қараганда кўпроқ экан.

Каноп пояси ва гугурт саноати толали чиқиндиларидан целлюлоза олишни мақбул усулларини аниқлаш учун жараёнга ишқор концентрацияси ва вақт таъсири ўрганилди. Пишириш учун хом ашёдан 500 гр дан тортиб олиниб лаборатория автоклавида ишқорнинг 30г/л; 40г/л; 50г/л; 60г/л; ва 70г/л конц. эритмаларида ҳарорат, босим ва вақтни ўзгартирган ҳолда пиширилди.

2-жадвал

Каноп пояси, гугурт саноати толали чиқиндисидан целлюлоза олиш ва унинг сифат кўрсаткичларига ишқор коцентрациясини таъсири

NaOH, г/л	Целлюлоза унуми, %	ПД	α-целлюлоза, %	Кул миқдори, %
Каноп пояси				
30	32.7	830	76.1	1.33
40	34.3	850	78.8	0.96
50	39.2	870	84.4	1.20
60	56.4	880	92.6	0.84
70	47.4	820	90.6	0.72
Гугурт саноати толали чиқиндилари				
30	33.1	750	80.7	0.90
40	38.0	780	82.4	0.77
50	45.3	810	85.5	0.89
60	52.8	850	89.0	0.95
70	47.6	800	87.6	0.92

2-жадвалдан кўришиб турибдики, каноп пояси ва гугурт саноати толали чиқиндиларидан целлюлоза олишда ишқор концентрацияси 30 г/л дан 60 г/л гача оширилганда целлюлозанинг унуми ошиб боради, ишқор концентрацияси 70 г/л да эса аксинча целлюлозанинг унуми камаяди. Целлюлозани пишириш учун ишқор концентрацияси 60 г/л мақбул концентрация сифатида танлаб олинди.

3-жадвал

Гугурт саноати толали чиқиндилари ва каноп поясидан целлюлоза олиш ва унинг сифат кўрсаткичларига вақтнинг таъсири

Хом ашё	NaOH, г/л	Ҳарорат, °С	Вақт, минут	Целлюлоза унуми, %
Гугурт саноати толали чиқиндилари	60	150-160	180	34.3
			210	36.7
			240	43.2
			270	52.8
			300	44.3
Каноп пояси	60	140-150	210	39.2
			240	47.4
			270	56.4
			300	45.3

Каноп пояси ва гугурт саноати толали чиқиндиларидан олинган целлюлозаларнинг сув шимувчанлиги, хажм массаси ва целлюлоза миқдорлари аниқланди. Олинган натижалар қуйидаги жадвалда келтирилган.

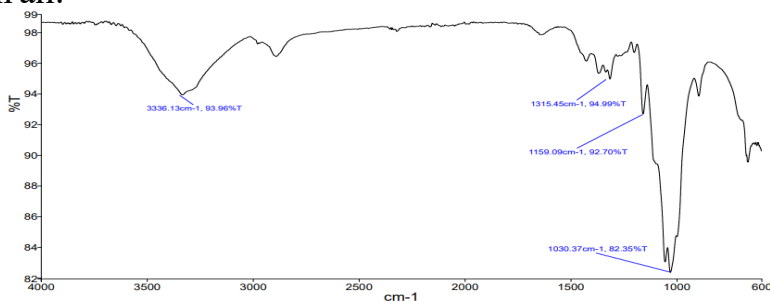
4-жадвал

Олинган целлюлозаларнинг сифат кўрсаткичлари

Хом ашё номи	NaOH г/л	Вақт, минут	Ҳарорат, °С	Олинган целлюлоза миқдори, %	Сифат кўрсаткичлари		
					ҳажм массаси, кг/м ³	ПД	сув шимувчанлиги, %
Каноп пояси	60	150	140	35.7	185	830	54
		180		39.2	174	850	58
		210		47.4	165	870	62
		240		56.4	154	980	68
Гугурт саноати толали чиқиндиси	60	180	150	34.3	192	750	57
		210		36.7	185	780	61
		240		43.2	176	810	64
		270		52.8	162	850	66

4-жадвалдан кўриниб турибдики, вақт ошган сари целлюлозанинг унуми кўпайганлигини кўриш мумкин.

Олинган каноп целлюлозасининг ИҚ-спектроскопия усулидаги таҳлили 2-расмда келтирилган.



2-расм. Каноп целлюлозасини ИҚ-спектри

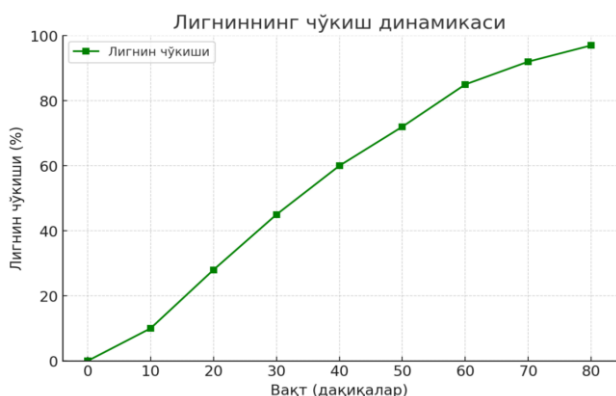
Каноп целлюлозасининг ИҚ-спектри таҳлили барча гидроксил гуруҳлари – ОН юқори водород боғлари билан характерланади. 3336,13 см⁻¹ частотали функционал гуруҳ ассиметрик валент тебранишли бўлиб, интенсивлиги юқори (СН₂). 1445,66-1384,90 см⁻¹ ва 1323,18-1265,80 см⁻¹ ютилиш соҳаларида бир неча максимум бўлиб, тебраниш тури ассиметрик, тебраниши интенсив. Ютилиш частотаси 1156,82 см⁻¹ да тебраниш тури валент, тебраниши интенсив.

Гидролиз суюқлиги таркибидан лигнинни ажратиб олиш. Дастлаб гидролиз суюқлигини дастлабки тозалаш (механик филтрлаш) учун ўлчами 50–200 μm (микрометр) бўлган полипропилен филтрдан ўтказиб олдик. Сўнгра моносакхаридлар ва органик кислоталарни парчалаш учун 80–90°С да 2–4 соат давомида суюқликни қиздирдик ва суюқликни рН қийматини ўлчаб олдик.

Лигнинни чўктириш жараёнида кислотали муҳит ҳосил қилиш муҳим босқич ҳисобланади. Бу жараёнда гидролиз суюқлигини рН 5,5–6,5 дан 1,5–2,5 гача пасайтириш керак, бу эса лигниннинг самарали чўкишига ёрдам беради. Шунинг учун биз гидролиз суюқлигини рН қийматини ўлчаганимиздан кейин уни пасайтириш учун суюқликни аралаштириб турган ҳолда концентрланган

H₂SO₄ томчилатиб кўшиб турдик.

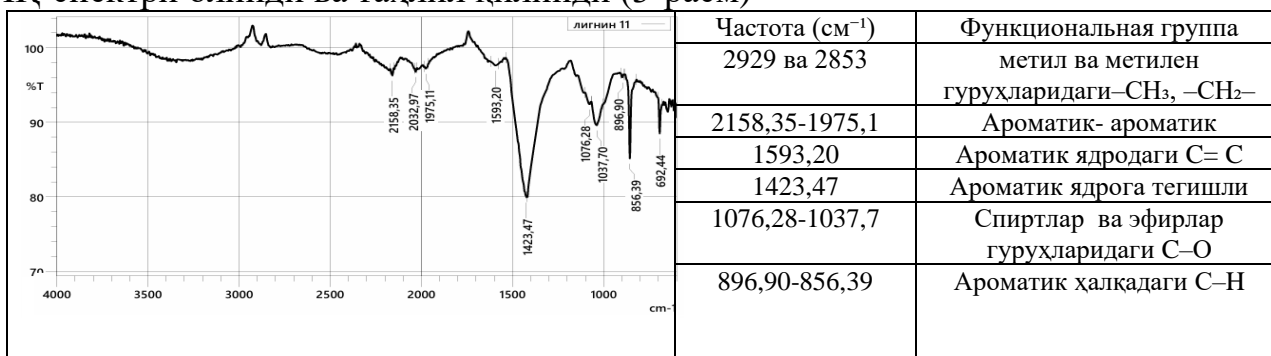
Жараёни кузатиб турдик, суяқликка кислота кўшишдан олдин бошланғич ҳолатда рН = 6 эди. 10 дақиқадан кейин рН = 5,5-5,3 гача пасайди, 15 дақиқа давомида кислоталилик ортиб рН = 4,7-4,8 гача тушди, кейинги 30 дақиқада давомида кислоталилик янада ортиб рН = 3,5-3,2 гача тушди, 40-50 дақиқаларда рН = 2-1,8 гача тушди, бу лигниннинг чўкиши учун оптимал шароит ҳисобланади. рН = 2-1,7 оралиғида гидролиз суяқлиги таркибидаги лигнин тўлиқ чўкмага тушди.



Бу график лигниннинг чўкиш динамикасини кўрсатади.

Биринчи 10-20 дақиқа ичида лигниннинг 28% чўкади, 30-50 дақиқада чўкиш жараёни тезлашади, 72% гача етади, 60-80 дақиқаларда лигниннинг деярли 97% чўкади, яъни жараён якунланади. Жараён якунлангач лигнинни филтрлаб олиб, сувда яхшилаб ювдик ва курутдик.

Кислотали муҳитда гидролиз суяқлигидан чўктириб олинган лигниннинг ИҚ-спектри олинди ва таҳлил қилинди (3-расм)



3-расм. Кислотали усулда чўктириб олинган лигниннинг ИҚ-спектри

Сулфолигнин синтези жараёнини тадқиқ қилиш бўлимида лигнинни сулфолаш жараёнига таъсир этувчи омиллар ўрганилди.

1) Лигнин ортиқча миқдордаги сульфат кислота билан аниқ бир температурада реакцияга киришиб лигнин сулфокислотани ҳосил қилади.

2) Калций гидроксид кўшиш орқали лигнин сулфокислотанинг калцийли тузини ҳосил қилади ва ортиқча сульфат кислота калций гидроксид билан нейтралланиб чўкмани ҳосил қилади, чўкма филтрланади.

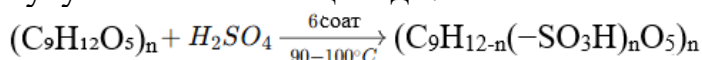
3) Филтратга натрий карбонат кўшиш орқали калцийли туз натрийли тузга айлантиради ва ортиқча калций гидроксид калций карбонат сифатида чўкмага туширилади. Олинган аралашма яна филтрланади.

4) Синтез қилинган ва реакциянинг кўшимча маҳсулотларидан тозаланган лигнинсулфонат натрийнинг сувдаги эритмаси вакуумли буғлатгич орқали сувдан тозаланади.

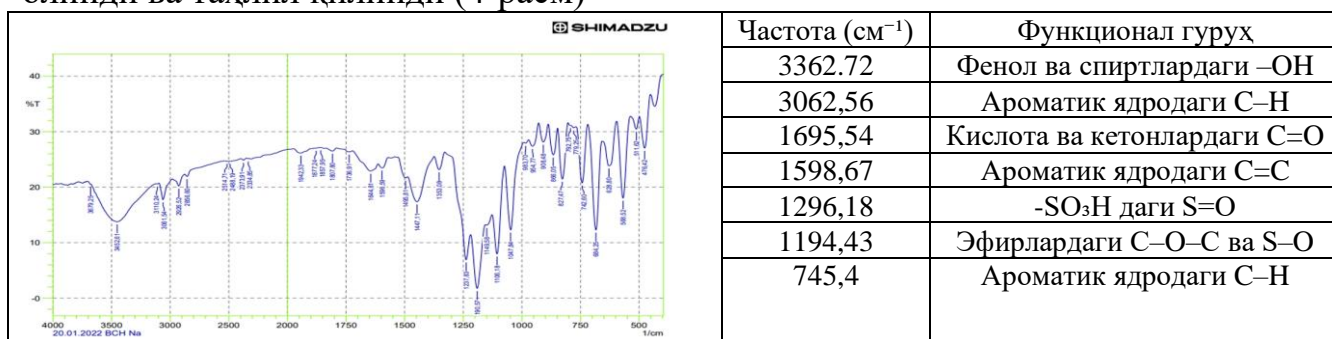
Лигнинсулфокислота синтези шароитлари

Модда номи	Лигнин ва конц. H ₂ SO ₄ нинг мол нисбати	Ҳарорат (°C)	Реакциянинг давом этиш вақти (соат)	Реакция унуми (%)
Лигнинсулфокислота	1;2	80	4	45
			6	52
			8	58
	1;2	90	4	61
			6	64
			8	69
	1;2	100	4	77
			6	86
			8	81
	1;2	110	4	71
			6	76
			8	80

Лигнинсулфокислота синтези қилишдада лигнин ва сульфат кислота 1:2 мол нисбати, ҳарорат 90°C, жараён давомийлиги 6 соат бўлганда 86% унум билан ҳосил бўлиши мақбул усул эканлиги аниқланди.



Лигнинни сулфолаш натижасида олинган сулфолигниннинг ИК-спектри олинди ва таҳлил қилинди (4-расм)



4-расм. Сулфолигниннинг ИК-спектри таҳлили

Лигнинни сулфолаш жараёнларидан олинган сулфолигнинлар бетон, юза фаол моддалар ва қишлоқ хўжалиги учун фойдали реагентлар сифатида ишлатилади.

Полиметиленлигнинсулфокислота синтезини тадқиқ қилиш бўлимида целлюлоза-қоғоз саноати корхоналари чиқиндилари (иккиламчи маҳсулоти) лигнин асосида полиметиленлигнинсулфокислота синтез қилиш жараёнининг технологик параметрлари ўрганилди. Полиметиленлигнинсулфокислотасини синтез қилиш учун лигнинни сулфолаб олинган сулфолигнинни формалин билан поликонденсациялаш реакцияси амалга оширилди. Синтез учун қуйидаги жараёнлар амалга оширилди:

Гидролиз суюқлиги таркибидан лигнин чўктириб олинди ва тозаланди; Олинган лигнин 100-105 °C да 6 соат давомида концентранган сульфат кислота билан сулфирланди, натижада тўқ қора рангли сулфомасса олинди; Олинган сулфомасса юқори босим остида ишлайдиган реакторга солинди ва формалиннинг 35% ли эритмаси билан 110-120 °C ҳароратда, 25-30 атм босимда поликонденсация жараёни амалга оширилди.

Поликонденсация жараёни якунлангач, ҳосил бўлган каттиқ поликонденсат механик майдаланиб ювилди ва поликонденсация жараёнини охирига етказиш учун 12 соат давомида 90-95 °С қиздирилди.

Полиметиленлигнин сулфокислотасининг барқарорлиги поликонденсациялаш жараёнидаги ҳарорат ва босимга боғлиқлиги ўрганилди. Полиметиленлигнин сулфокислотасининг барқарорлиги поликонденсациялаш жараёнидаги ҳарорат ва босимга боғлиқлиги б-жадвалда келтирилган.

б-жадвал

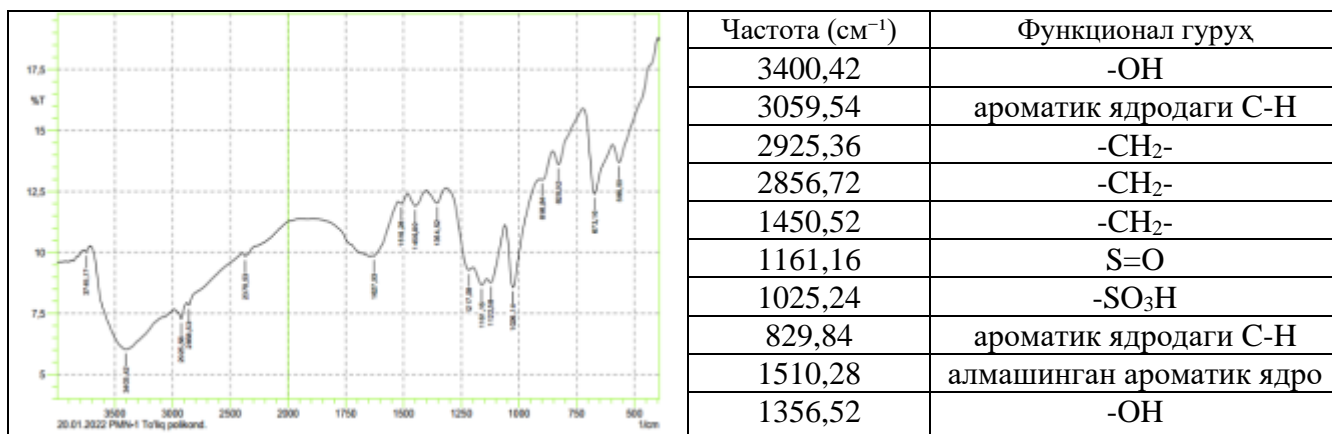
Полиметиленлигнинсулфокислота синтези параметрлари

Сулфолигнин ва формалдегид нисбати	Ҳарорат (°С)	Реакция вақти (соат)	Босим (атм)	СОЕ (мг-экв/см ³)	Солиштирма ҳажм (см ³ /гр)
1:1	80	2	10	0,64	6,84
	90	3	15	0,62	6,90
	100	4	20	0,64	6,95
	110	5	25	0,65	7,05
	120	6	30	0,61	7,1
1:1,2	80	2	10	0,70	6,85
	90	3	15	0,72	6,80
	100	4	20	0,71	6,95
	110	5	25	0,73	6,80
	120	6	30	0,75	6,90
1:1,4	80	2	10	0,81	6,65
	90	3	15	0,82	6,60
	100	4	20	0,81	6,55
	110	5	25	0,83	6,60
	120	6	30	0,86	6,70
1:1,6	80	2	10	0,89	6,25
	90	3	15	0,92	6,30
	100	4	20	0,91	6,25
	110	5	25	0,94	6,20
	120	6	30	0,97	6,10
1:1,8	80	2	10	0,97	5,85
	90	3	15	1,01	5,80
	100	4	20	1,09	5,85
	110	5	25	1,19	5,70
	120	6	30	1,24	5,65
1:2	80	2	10	1,27	5,35
	90	3	15	1,30	5,20
	100	4	20	1,38	5,15
	110	5	25	1,32	5,20
	120	6	30	1,28	5,30

Полиметиленлигнин сулфокислотасини синтез қилишнинг мақбул шароитлари сулфолигнин ва формалдегид нисбати 1:2, ҳарорат 100 °С, 4 соат вақт ва 20 атм босим оптимал шароит эканлиги аниқланди.

Поликонденсациялаш жараёнида босимнинг ортиши олинган полиметиленлигнинсулфокислотасининг молекуляр массаси катта бўлишини таъминлаши аниқланди.

Лигнин асосида олинган полиметиленлигнинсулфокислотасининг ИҚ-спектри олинди ва таҳлил қилинди (5-расм)



5-расм. Полиметиленилгнинсулфокислотанинг ИҚ-спектри

Диссертациянинг «Целлюлоза ва қоғоз корхоналари чиқиндиларидан олинган табиий полимерлар асосидаги материалларни қўлланилиш соҳаларини ўрганиш» деб номланган тўртинчи бобида целлюлоза-қоғоз саноати корхоналари иккиламчи маҳсулотлари асосида кўп функцияли кимёвий маҳсулотлар олиш тадқиқ қилинди.

7-жадвал

Ўрам қоғозининг физик-механик хусусиятларига каноп пояси ва гугурт саноати толали чиқиндиларидан олинган целлюлозанинг таъсири

Композиция Ц*/М**, %	Масса 1м ² , гр	Қалинлиги, мм	Эзилишга нисбатан қаршилиқ, кПа	Халқани босишдаги куч, Н	Намлиги, %
Каноп поясидан олинган целлюлоза					
100/0	175	0,26	490	400	7,1
75/25	177	0,25	480	380	7,3
50/50	176	0,28	475	370	6,8
25/75	175	0,26	460	350	6,9
Гугурт саноати толали чиқиндиларидан олинган целлюлоза					
100/0	176	0,26	450	385	6,7
75/25	177	0,25	434	376	6,9
50/50	175	0,27	426	360	7
25/75	175	0,26	415	348	7,2

Ц* - каноп пояси ва гугурт саноати толали чиқиндиларидан олинган целлюлоза;

М** - макулатура маркаси МС-6.

Ўрам қоғози олиш ва хоссаларини ўрганиш. Биз тадқиқотларимиз давомида каноп пояси ва гугурт саноати толали чиқиндиларидан олинган целлюлозалар қоғознинг физик-механик кўрсаткичларига таъсирини ўрганиш мақсадида, олинган целлюлозалар ва МС-6 макулатурасидан фойдаланиб, лабораторияда турли композицион таркибли қоғоз намуналари тайёрланди.

Бизга маълумки, ўрам қоғозга қўйиладиган талабларнинг энг биринчиси мустаҳкамлигидир. Шунинг илоҳидида олган ҳолда ушбу икки турдаги намуналарнинг букилишга қаршилиги ҳамда узилиш узунлигини ўргандик. Қоғознинг ҳар иккала йўналишлари бўйича синов натижалари учун ўртача арифметик қийматлари олинди. Таҷриба натижалари 8-жадвалда келтирилди.

Жадвалдан кўришиб турибдики, каноп пояси ва гугурт саноати толали чиқиндиси целлюлозаси ҳамда МС-6 турли макулатура (75:25; 50:50; 25:75 нисбатда) олинган композицион ўрам қоғоз намуналарини узилиш узунлиги,

букилишга бўлган чидамлилиги, куллик миқдори ҳамда сув шимувчанлик кўрсаткичлари ўрганилиб, энг юқори натижа берганлигини кўришимиз мумкин.

8-жадвал

Целлюлоза ва МС-6 турдаги макулатура асосида олинган композицион ўрам қоғоз намуналарининг сифат кўрсаткичлари

№	Макулатура %	Каноп пояси целлюлозаси %	Гугурт саноати толали чиқиндиси целлюлозаси %	Сифат кўрсаткичлари			
				Узилиш узунлиги мм	Букилишга бўлган чидамлилиги <i>H</i>	Куллик миқдори %	Сув шимувчанлиги %
1	100	-	-	2800	10	4.46	3.45
2	75	25	-	3100	14	4.10	3.36
3	50	50	-	3400	20	3.88	2.36
4	25	75	-	3600	26	3.60	2.20
5	-	100	-	3800	32	3.30	3.81
6	75	-	25	2900	12	4.60	3.66
7	50	-	50	3200	17	4.23	3.46
8	25	-	75	3500	23	4.20	4.92
9	-	-	100	3600	27	4.12	4.10

Таҳлил натижаларидан шуни хулоса қилиш мумкинки, каноп пояси ва гугурт саноати толали чиқиндиларидан олинган целлюлозадан фойдаланиш мақсадга мувофиқ бўлади, чунки каноп пояси ва гугурт саноати толали чиқиндилари целлюлозаси қўшиб олинган ўрам қоғознинг сифат кўрсаткичлари макула-турадан олинган ўрам қоғознинг сифат кўрсаткичларига караганда анча яхши.

Каноп пояси ва гугурт саноати толали чиқиндиларидан целлюлоза олишда ҳосил бўлган гидролиз суюқлиги таркибидан ажратиб олинган лигнин асосида синтез қилинган полиметиленлигнинсулфо кислота амалиётга жорий қилинди. Полиметиленлигнинсулфо кислота олигомери бетон аралашмалари учун суперпластификатор сифатида фойдаланилди ва ижобий натижалар берди.

Суперпластификаторнинг бетон аралашмаларга таъсирини ўрганиш учун қуйидаги 5 та таркибли бетон қоришма тайёрланди (9-жадвал). 1-қоришма эталон учун, 2-қоришма таркибида 0,4% суперпластификатор, 3-қоришмада 0,6% суперпластификатор, 4-қоришмада 0,8% суперпластификатор, 5-қоришмада 1% суперпластификатор цемент миқдорига нисбатан қўшилган ҳолда синалди. Синолда бетон қоришмасининг конус чўкмасини 18 см.да ушлаган ҳолда сув сарфини камайтириш ва мустаҳкамлигини ошириш натижалари ўрганилди.

9-жадвал

Бетон аралашмаларининг таркиби ва конус чўкмаси

№	Цемент (гр)	Кум (гр)	Шағал (гр)	Сув (гр)	Суперпластификатор цементга нисбатан (%)	Бетон аралашмасининг конус чўкмаси (см)
1	2660	8750	3990	1120	-	18
2	2660	8750	3990	945	0,4	18
3	2660	8750	3990	853	0,6	18
4	2660	8750	3990	737	0,8	18
5	2660	8750	3990	682	1,0	18

Эталон сифатида олинган бетон аралашмасининг 18 см. пасайиши учун сарфланган сув миқдорига нисбатан 0,4% суперпластификатор қўшилганда 15,6% га, 0,6% суперпластификатор қўшилганда 23,8% га, 0,8% қўшилганда 34,2% га, 1,0% қўшилганда эса 39% гача сув сарфини камайтирди.

Юқорида ўтказилган синовлар натижасида олинган бетон аралашмалари 10x10x10 см ўлчамдаги қолипларга қуйилди. Олинган намуналар 7 ва 28 кундан сўнг бетоннинг мустаҳкамлиги ГОСТ 10180-2012 бўйича Гидравлик пресс (№МИГ.1000.06 РУ) машинаси орқали аниқланди (10- ва 11-жадвал).

10-жадвал

Бетон намуналарининг 7 кундан кейинги мустаҳкамлиги ГОСТ 10180-2012 бўйича

Намуна	1 (Эталон)	2 (СП-0,4%)	3 (СП-0,6%)	4 (СП-0,8%)	5 (СП-1,0%)
Қалинлиги a_0 , мм	40	40	40	40	40
Кенглиги b_0 ,	62,5	62,5	62,5	62,5	62,5
Кесим юзаси S , мм ²	1000	1000	1000	1000	1000
Диаметр d_0 , мм	8	8	8	8	8
Узунлиги l_0 , мм	100	100	100	100	100
Максимал куч R_{\max} , кН	166,839	200,516	232,448	246,605	224,328
Сиқилишга нисбатан мустаҳкамлиги $R_{сж}$, МПа	16,684	19,158	23,549	31,207	23,896
Сиқилишга нисбатан эластиклиги E_c , МПа	205,493	142,256	166,375	268,872	351,462

Суперпластификатор қўшиб олинган бетон маҳсулотларининг 28 кундан кейинги мустаҳкамлиги эталонга нисбатан солиштирилди. 0,4 % суперпластификатор қўшиб олинган бетон мустаҳкамлиги 19,6 % га, 0,6 % қўшилганда 55,8% га, 0,8% қўшилганда 79,54% га, 1,0% қўшилганда эса 43,95% га ошиши аниқланди.

11-жадвал

Бетон намуналарининг 28 кундан кейинги мустаҳкамлиги ГОСТ 10180-2012

Намуна	1 (Эталон)	2 (СП-0,4%)	3 (СП-0,6%)	4 (СП-0,8%)	5 (СП-1,0%)
Қалинлиги a_0 , мм	40	40	40	40	40
Кенглиги b_0 ,	62,5	62,5	62,5	62,5	62,5
Кесим юзаси S , мм ²	1000	1000	1000	1000	1000
Диаметр d_0 , мм	8	8	8	8	8
Узунлиги l_0 , мм	100	100	100	100	100
Максимал куч R_{\max} , кН	204,466	244,716	318,528	367,105	294,322
Сиқилишга нисбатан мустаҳкамлиги $R_{сж}$, МПа	20,447	22,788	33,149	36,207	26,896
Сиқилишга нисбатан эластиклиги E_c , МПа	328,483	352,236	386,645	368,372	491,474

Целлюлоза саноати иккиламчи маҳсулоти лигнин асосида синтез қилинган полиметиленлигнинсулфокислотани катионит сифатидаги эксплуатацион хоссалари ўрганилди: полиметиленлигнинсулфокислотани катионит сифатида синовга тайёрлашда ГОСТ 10896-78 халқаро стандарт бўйича ишлар амалга оширилди. Таққослаш учун КУ-2-8 сулфокатионити олинди (12-жадвал).

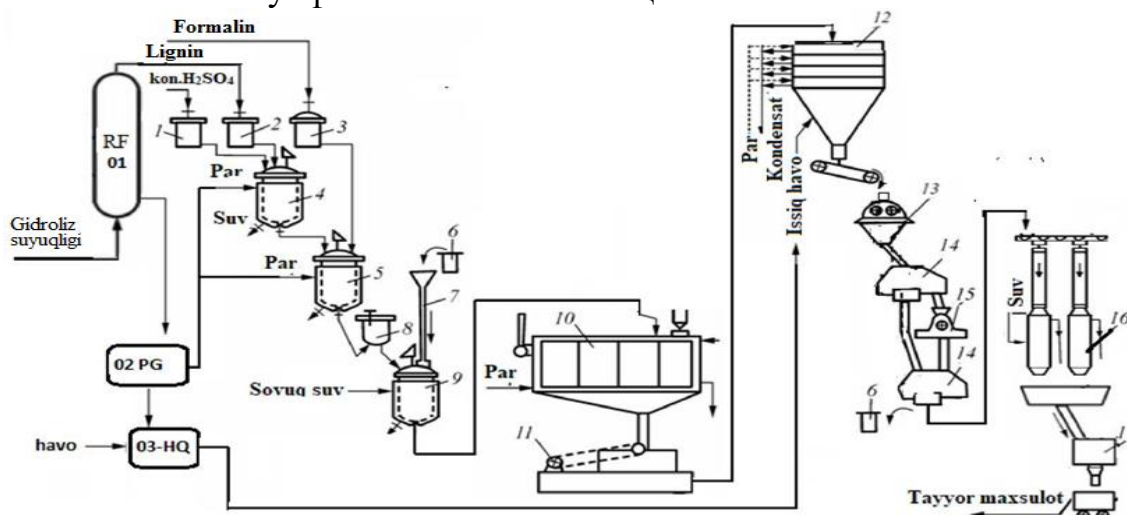
Жадвалдан кўришимиз мумкинки, синтез қилинган LA-1 сулфокатионитларнинг асосий эксплуатацион хоссалари ГОСТ талабларига тўлиқ жавоб бериши аниқланди.

**Синтез қилинган сулфокатионит (LA-1) ва КУ-2-8 (импорт)
сулфокатионитларнинг эксплуатацион хоссалари**

№	Катионит тури	Солиштирма массаси (гр/дм ³)	Намлиги, %	Солиштирма ҳажми (V _s) см ³ /гр	Умумий статик алмашилиш сифими, МГ-ЭКВ/Г	Динамик алмашилиш сифими, МОЛ/М ³
	Ўрганиш усули	ГОСТ 10898.2-74	влажомер ХУ-100MW	ГОСТ 10898.4 - 84	ГОСТ 20255.1-89	ГОСТ 20255.2-89
1	LA-1	712	64-67	3,2	4,1	502
2	KU-2-8 (намуна)	746	52-58	2,8	4,6-4,8	510-520

Олинган таҳлил натижалари биз томонимиздан тавсия этилаётган катионитнинг хоссалари импорт ҳисобига келтирилган сулфокатионит - КУ-2-8 хоссалари билан ўхшашлиги аниқланиб, саноат корхоналарида техник сувни тозалашда КУ-2-8 катионит ўрнига фойдаланишга тавсия этилди.

Лигнин асосида полиметиленигнинсулфо кислота олиш технологияси деб номланган бўлимида целлюлоза саноати иккиламчи маҳсулоти лигнин асосида полиметиленигнинсулфо кислотани синтез қилиш технологияси ишлаб чиқилди.



6-расм. Лигнин асосида сулфокатионит ишлаб чиқариш технологик жараёни схемаси

Дастлаб 1-линияда иккиламчи маҳсулот гидролиз суюқлигидан лигнинни ажратиб олиш учун ректификацион колоннада (РК-01) лигнин чўктирилади. Олинган лигнин 2 - сифимга юборилади. Лигнин сулфо кислота олиш учун лигнин 4 - сулфураторда сулфоланади. Олинган сулфомасса 5-реакторда формалин билан поликонденсатланади ва олигомер синтез қилинади. Сўнгра 10 - қуритиш камерасида қуритилиб, 11 - майдалагичда майдаланади. Поликонденсатланишни охиригача етказиш учун 12 қурилмада қиздирилади. Сўнгра 13,15 -майдалагич ёрдамида майдаланиб, 16 -элаклар ёрдамида заррачалар ўлчамига қараб фракцияланади. Олинган фазовий тузилишли сулфокатионит 16 - ювиш колоннасида ортикча сульфат кислотадан ювилади ва 17 - центрифугаланиб тайёр маҳсулот олинади.

ХУЛОСА

1. Каноп пояси ва гугурт саноати толали чиқиндисидан келгусида кимёвий қайта ишлаш мумкин бўлган целлюлоза олиш технологияси ишлаб чиқилди.
2. Каноп пояси ва гугурт саноати толали чиқиндисидан олинган целлюлозалар, ҳамда МС–6 туридаги макулатура асосида қадоқлаш учун ишлатиладиган композицион қоғоз таркиби ишлаб чиқилди. Композицион қоғоз намуналарининг пишиқлиги, икки томонлама букилишлар сони, узилиш узунлиги ва бошқа хусусиятлари ўрганилиб, уларни қадоқлаш учун қоғозлар ГОСТ талабларига тўлиқ жавоб бериши аниқланди.
3. Каноп пояси ва гугурт саноати толали чиқиндиларини ишқорий гидролизлаш орқали, целлюлоза олиш жараёнида ҳосил бўладиган гидролиз суюқлиги таркибидан лигнинни чўктириб олиш жараёнининг самарадор усули аниқланди.
4. Каноп пояси ва гугурт саноати толали чиқиндиларидан ажратиб олинган лигнин асосида лигнинсулфокислота синтез қилинди. Лигнинсулфокислота ва формалдегид асосида олигомер олишнинг мақбул усули, моддалар нисбати 1:1,2 мол, босим 30-40 атм., ҳарорат 110-120⁰С эканлиги аниқланди. Олинган олигомер бетон аралашмасига суперпластификатор сифатида ишлатилганда, паст маркали цемент асосида олинган бетоннинг мустаҳкамлик хоссалари яхшиланганлиги аниқланди.
5. Саноат оқова сувларини тозалаш учун полиметиленлигнинсулфокислота синтез қилинди. Катионитни эксплуатацион хоссалари импорт КУ-2-8 маркали катионит билан солиштирилганда, физик-кимёвий хусусиятлари чет эл аналогидан қолишмаслиги аниқланиб, иссиқлик электр станцияларида техник сувларни тозалашга қўллаш учун тавсия этилди.
6. Целлюлоза-қоғоз саноати чиқиндиси лигнин асосида катионит олишнинг технологик схемаси тавсия этилди ва технологик регламент ишлаб чиқилди.

**РАЗОВЫЙ НАУЧНЫЙ СОВЕТ НА ОСНОВЕ НАУЧНОГО СОВЕТА
DSc.03/30.12.2019.Т.04.01 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ
ПРИ ТАШКЕНТСКОМ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ИНСТИТУТЕ**
ТАШКЕНТСКИЙ ХИМИКО – ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

МАРДОНОВ АСРОР ҲАСАНОВИЧ

**ПОЛУЧЕНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ПРОДУКТОВ
МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ
ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

02.00.05 – Химия и технология целлюлозного и целлюлозно-бумажного производства

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

Ташкент - 2025

Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии за № В2025.2.PhD/T5539

Диссертация выполнена в Ташкентском химико-технологическом институте.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещён на сайте Ученого совета (ik-kimyو.nuu.uz) и на информационно-образовательном портале «Ziyouet» (www.ziyouet.uz).

Научный руководитель: Абдумавлянова Мамура Касимовна
кандидат химических наук, профессор

Официальные оппоненты: Йўлдошев Шерзод Абдуллаевич
доктор химических наук, профессор

Набиева Ирода Абдусаматовна
доктор технических наук, профессор


Ведущая организация: ООО "Ташкентский научно-исследовательский институт химико-технологических наук"


Защита диссертации состоится «28» 08 2025 г. В «9⁰⁰» часов на заседании Ученого совета № DSc.03/30.12.2019.T.04.01. при Ташкентском химико-технологическом институте по адресу: 100011, г. Ташкент, Шайхантахурский район, ул. А. Навои, дом 32. Тел.: (99871)244-79-20, факс: (99871) 244-79-17, e-mail: tkti.info@edu.uz). Административное здание Ташкентского химико-технологического института, 2-этаж, конференц-зал.

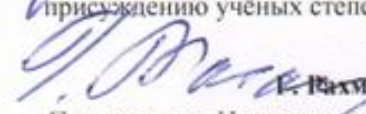
С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Ташкентского химико-технологического института (зарегистрирована за № 424). Адрес: 100011, г. Ташкент, Шайхонтохурский район, ул. А.Навои, 32. Тел.: (99871) 244-79-20).

Автореферат диссертации разослан «08» 08 2025 года.
(Протокол реестра рассылки №301 от «08» 08 2025 г.).




С.М. Туробжанов
Председатель научного совета по
присуждению учёных степеней, д.т.н.,
академик


Х.И. Кодиров
Учёный секретарь научного совета по
присуждению учёных степеней, д.т.н.,
профессор


И. Рахмонбердиев
Председатель Научного семинара при
научном совете по присуждению
учёных степеней, д.х.н., академик

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. В настоящее время гидролиз стеблей однолетних и многолетних растений является основным методом получения целлюлозы, при котором на основе переработки образующихся в процессе вторичных продуктов производятся необходимые материалы для энергетики, строительства, фармацевтики и других отраслей. Определение новых перспективных направлений переработки вторичных продуктов целлюлозного производства, в том числе разработка технологий получения бумаги и бумажноподобных композиционных материалов для пищевой промышленности, ионитов, применяемых для очистки воды, суперпластификаторов для бетонных смесей, имеет важное значение.

В мире ведутся научные исследования по совершенствованию технологий целлюлозного производства и переработке вторичных продуктов, образующихся в этом процессе. В данном направлении особое внимание уделяется выделению из стеблей однолетних и многолетних растений целлюлозы с улучшенной структурой и свойствами, определению морфологического состава отходов на основе лигнина, интенсификации технологий гидролиза, этерификации, алкилирования и ариллирования при их переработке, а также созданию и испытанию технологий получения на основе вторичных продуктов ценных материалов, которые могут быть целенаправленно использованы в промышленности.

В нашей Республике особое внимание уделяется получению ионитов для очистки промышленных сточных вод от ионов металлов, суперпластификаторов, бумаги и бумажноподобных композиционных материалов путём химической переработки отходов целлюлозно-бумажной промышленности посредством процессов гидролиза и этерификации, а также применению энерго- и ресурсосберегающих систем переработки и при этом достигнуты определённые научные результаты. В Стратегии развития Нового Узбекистана, в частности, определены такие важные задачи, как «максимальное использование имеющихся возможностей для дальнейшего развития потенциала отраслей национальной промышленности, внедрение стандартов, отвечающих требованиям внешнего рынка и международным нормам»¹. В данном направлении особое значение имеют исследования, направленные на совершенствование технологий гидролиза и этерификации при переработке вторичных продуктов промышленности, разработку на их основе селективных катионитов нового состава, стабильных суперпластификаторов.

Настоящее диссертационное исследование в определённой степени служит выполнению задач, предусмотренных Указом Президента Республики Узбекистан от 28 января 2022 года № ПФ-60 «О Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы», 1 Постановлением Президента Республики Узбекистан от 23 августа 2017 года № ПҚ-3244 «О мерах по созданию дополнительных мощностей по производству целлюлозно-бумажной продукции и удовлетворению потребностей народного хозяйства в данной продукции», Постановлением Президента Республики Узбекистан от 17 января 2018 года № ПҚ-3979 «О мерах по обеспечению отраслей экономики страны

¹Указ Президента Республики Узбекистан от 28 января 2022 года № ПФ-60 «О Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022–2026 годы»

востребованными видами продукции и сырья на устойчивой основе», Постановлением Президента Республики Узбекистан от 3 апреля 2019 года № ПК-4265 «О мерах по дальнейшему реформированию химической промышленности и повышению её инвестиционной привлекательности», а также другими нормативно-правовыми актами, относящимися к данной сфере деятельности.

Соответствие исследования основным приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики. Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетными направлениями развития науки и технологий Республики, раздел VII — «Химические технологии и нанотехнологии».

Степень изученности проблемы. Извлечение целлюлозы и лигнина из растений, содержащих целлюлозу, а также получение их производных с улучшенными структурными и физико-химическими характеристиками является актуальным направлением современной химической технологии. В данной области проводились фундаментальные и прикладные исследования рядом отечественных и зарубежных учёных, таких как И.П. Дайненко, А.В. Абушенко, К. Клемма, Б. Хеублеина, Х.П. Финка, Д.С. Баджпаи, А.К. Тяги, Р.Ж. Муна, А. Мартини, Ж. Наирна, А. Гандини, М.С. Дудкина, З.К. Джуманову, С.Р. Отажонова, Х.У. Усмонов, Г.В. Никонович, С.С. Негматов, Т.М. Миркамилов, Г.Р. Рахмонбердиев, С.Ш. Рашидова, А.С. Тураев, А.А. Саримсаков, К.Р. Разиков, А.А. Атаханов, Ш.А. Йулдашев, Р.С. Сайфутдинов, Д.С. Набиев, М.Т. Примкулов, А.Т. Джалилов и др.

Ими были выделены из различных растений целлюлозу и на её основе различные производные с улучшенной структурой и свойствами, определены физико-химические характеристики лигнина — вторичного продукта, образующегося в процессе гидролиза, на основе которого разработаны технологии получения продукции для различных целей и предложены их применение в фармацевтической, химической, пищевой и строительной промышленности.

Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ университета, где выполнена диссертация. Диссертационное исследование выполнено в рамках Международного научного проекта Ташкентского химико-технологического института по плану научно-исследовательских работ под номером РЕП-24112021/49 на тему: «Повышение качественных показателей хранения и распределения сельскохозяйственной продукции за счёт разработки, оптимизированной смарт-упаковки (ОСП) с включением антибактериальных и функциональных средств».

Целью исследования заключается в выделении из отходов целлюлозно-бумажной промышленности природных полимеров — целлюлозы и лигнина, а также в разработке технологий получения обёрточной бумаги, сульфокатионитов и суперпластификаторов.

Задачами исследования являются:

выделение целлюлозы из отходов целлюлозно-бумажной промышленности и изучение её физико-механических свойств;

получение обёрточной бумаги на основе целлюлозы и определение её физико-механических характеристик;

исследование состава гидролизной жидкости и выделение из неё лигнина;

определение оптимальных условий процесса сульфирования выделенного лигнина, проведение процесса поликонденсации синтезированных лигносульфокислот с формалином и выявление факторов, влияющих на протекание процесса;

определение состава и структуры синтезированных веществ с использованием различных физико-химических методов;

разработка технологии и технологического регламента процесса синтеза полиметиленигносульфокислоты на основе лигнина, полученного из гидролизной жидкости-вторичного продукта процесса гидролиза растительного сырья;

исследование влияния натриевой соли синтезированной полиметиленигносульфокислоты в качестве суперпластификатора на бетонные смеси;

определение эксплуатационных свойств синтезированной полиметиленигносульфокислоты в качестве сульфокатионита-степени набухания, статической и динамической обменной ёмкости, термической и химической устойчивости;

внедрение в практику синтезированного сульфокатионита путём сравнения его свойств с другими катионитами.

Объектами исследования. Стеблей растения кенафа, волокнистых отходы спичечной промышленности, вторичное сырьё целлюлозно-бумажной промышленности, а также лигнин-вторичный продукт процесса гидролиза растительного сырья.

Предметом исследования: является получение суперпластификаторов и сульфокатионитов на основе лигнина, очистка промышленных сточных вод, а также разработка добавок, повышающих качество строительных материалов.

Методы исследования. В диссертационной работе использованы современные физико-химического анализа таких как методы ИК-спектроскопия, термогравиметрия, а также стандартизированные методы испытаний для определения физико-механических, технологических и эксплуатационных характеристик.

Научная новизна исследования состоит в следующем:

путём гидролиза стеблей кенафа и волокнистых отходов спичечной промышленности 6 %-ным раствором едкого натра при температурах 140–150 °С выделена целлюлоза и на её основе показана возможность производства обёрточной бумаги при добавлении макулатуры марки МС-6 в соотношении 1:1;

обосновано выделение до 97 % лигнина из гидролизной жидкости, образующейся в процессе получения целлюлозы в кислой среде при температурах 70–80 °С;

доказано получение до 86 % сульфолигнина при сульфировании лигнина серной кислотой в течение 6 часов при температурах 90–100 °С;

с использованием сканирующего электронного микроскопа установлена макропористая структура сульфолигнина и доказана его эффективность по сравнению с катионитом КУ-2-8 при очистке сточных вод;

сравнением прочности бетонных изделий, полученных с добавлением суперпластификатора из сульфолигнина, установлено, что при добавке 0,8 % прочность через 28 суток увеличивается на 79,54 %;

разработаны технологии выделения целлюлозы и лигнина из отходов целлюлозно-бумажной промышленности, а также получения упаковочной бумаги, сульфокатионитов и суперпластификаторов.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

определены оптимальные параметры получения упаковочной бумаги на основе целлюлозы, выделенной из отходов целлюлозно-бумажной промышленности;

установлены оптимальные параметры выделения лигнина из гидролизной жидкости, образующейся в процессе получения целлюлозы, и синтеза на его основе полиметиленигносульфокислоты;

разработана технология получения суперпластификатора для бетонных смесей на основе олигомера полиметиленигносульфокислоты;

разработана технология получения сульфокатионита из полиметиленигносульфокислоты.

Достоверность результатов исследования. Экспериментальные результаты получение селективных катионитов, стабильных суперпластификаторов, упаковочной бумаги и др. физико – химические свойства доказаны с использованием современных методов использования. Полученных научных и прикладных результатов работы обсуждены на республиканских и международных конференциях.

Научная и практическая значимость результатов исследования. Научная значимость полученных результатов заключается в установлении оптимальных условий выделения целлюлозы из отходов целлюлозно-бумажной промышленности, в том числе из волокнистых отходов кенафа - и спичечной промышленности, выделении до 97 % лигнина из гидролизной жидкости, образующейся после извлечения целлюлозы, получении сульфолигнина путем сульфирования выделенного лигнина, создании бумажной композиции на основе полученных природных полимеров в качестве многофункциональных химических продуктов, определении макропористой структуры сульфолигнина с использованием сканирующей электронной микроскопии, а также в доказательстве его селективности по отношению к катиониту КУ-2-8 при очистке сточных вод. На этой основе разработаны научно-методические принципы получения сульфокатионитов и суперпластификаторов.

Практическая значимость полученных результатов заключается в разработке научно-методических основ технологии получения селективных катионитов и стабильных суперпластификаторов, являющихся эффективными, импортозамещающими, конкурентоспособными и ресурсосберегающими, на основе природного полимера лигнина, выделенного из отходов целлюлозно-бумажной, коноплеперерабатывающей и спичечной промышленности; в разработке технологии получения полиметиленигнинсульфокислотного

олигомера в качестве суперпластификатора для бетонных смесей, а также катионитов для обессоливания технической воды.

Внедрение результатов исследования. На основе полученных научных результатов по выделению целлюлозы из отходов целлюлозно-бумажной, кенафа и спичечной промышленности, а также получению селективных катионитов и стабильных суперпластификаторов из лигнина гидролизной жидкости:

технология получения катионита на основе лигнина — побочного продукта процесса получения целлюлозы из однолетних и многолетних растений — внедрена в производство в филиале Мубарекской теплоэлектроцентрали АО «Тепловые электрические станции» (справка филиала Мубарекской ТЭЦ АО «Тепловые электрические станции» от 27 марта 2024 года № 02-21/152). В результате появилась возможность производства местного катионита;

технология первичной ступенчатой очистки воды с использованием ионита полиметиленигносульфокислоты, полученного на основе лигнина, внедрена в практику в филиале Мубарекской теплоэлектроцентрали АО «Тепловые электрические станции» для первой ступени очистки воды в качестве катионита (справка филиала Мубарекской ТЭЦ АО «Тепловые электрические станции» от 27 марта 2024 года № 02-21/152). В результате жесткость технической воды снижена с 1,6 до 0,4 мг-экв/л, содержание ионов Ca^{2+} — с 20 мг/л до 0,8 мг/л, содержание ионов Mg^{2+} — с 9,6 мг/л до 0,18 мг/л, а также появилась возможность локализации импортного сульфокатионита КУ-2-8.

Публикация результатов исследования. По теме диссертации опубликовано 16 научных работ, опубликовано 6 научные статьи в научных изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов докторских диссертаций (PhD), в том числе 3 в республиканских и 3 в зарубежных журналах.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы и приложений. Объем диссертации – 111 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснована актуальность и необходимость проведенного исследования, описаны цель и задачи исследования, объект и предмет исследования, показано соответствие приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики. Изложены научная новизна и практические результаты исследования, раскрыто научное и практическое значение полученных результатов, приведены сведения о внедрении результатов исследования в практику, опубликованных работах и структуре диссертации.

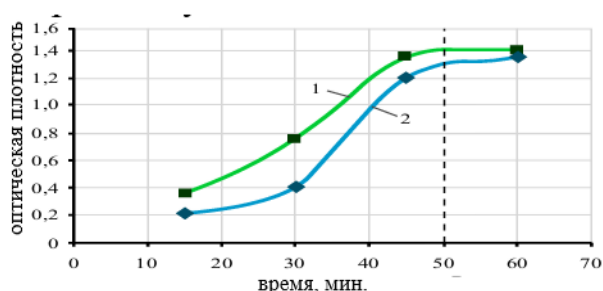
В первой главе диссертации под названием «Отходы целлюлозно-бумажных предприятий, композиционные материалы, полученные на их основе, их свойства и области применения» представлен обзор опубликованных научных работ, литературных источников, проведенных

исследований и результатов их анализа по теме исследования. Подробно освещён анализ зарубежной и отечественной литературы, касающейся видов растений, содержащих целлюлозу, и методов получения из них целлюлозы, характеристика целлюлоз, их состава, применения, состава гидролизной жидкости, методов выделения лигнина, продуктов на основе лигнина, суперпластификаторов, ионитов, катионитов, их видов и свойств, а также видов и технологий композиционных материалов на основе природных полимеров. На основании сведений, приведённых в научной литературе, были определены цель и задачи диссертационной работы.

Во второй главе диссертации под названием «**Методы исследования физико-химических и технологических свойств используемых в эксперименте продуктов и ингредиентов**» представлены выбранные виды растений для получения целлюлозы, оптимальный способ их варки, а также методы выделения целлюлозы из растительного сырья и лигнина из гидролизной жидкости, синтеза их производных и изучения свойств, включая методики испытаний качественных показателей. В частности, подробно изложены методы получения композиционных материалов на основе целлюлозы, полученной из растений, и макулатуры марки МС-6, а также способы определения их свойств и качественных характеристик.

В третьей главе диссертации под названием «**Разработка технологии выделения природных полимеров из стеблей растений**» изучен процесс экстракции волокнистых отходов кенафа и спичечной промышленности в воде, а также гидролиза в кислой и щелочной средах. На рисунке 1 приведено сравнение изменений оптической плотности гидролизной жидкости при гидролизе стеблей кенафа в щелочной и кислотной растворах.

Рисунок 1. Кинетика изменения оптической плотности при гидролизе стеблей кенафа в щелочной (1) и кислотной (2) средах.



1-в растворе NaOH концентрацией 6%;

2 -в растворе HNO₃ концентрацией 2 %.

Из полученных данных видно, что процесс протекает одинаково, однако при кислотном гидролизе количество веществ, выделяющихся из стеблей кенафа, несколько выше.

Для определения оптимальных условий получения целлюлозы из стеблей кенафа и волокнистых отходов спичечной промышленности изучено влияние концентрации щёлочи и времени обработки. Для варки из сырья было взято по 500 г, которые в лабораторном автоклаве обрабатывали в щелочных растворах с концентрациями 30 г/л, 40 г/л, 50 г/л, 60 г/л и 70 г/л, при изменении температуры, давления и времени выдержки.

таблица 1

Получение целлюлозы из стеблей кенафа, волокнистых отходов спичечной промышленности и влияние концентрации щёлочи на её качественные показатели

NaOH, г/л	Выход целлюлозы, %	СП	α -целлюлоза, %	Зольность, %
Стеблей кенафа				
30	32.7	830	76.1	1.33
40	34.3	850	78.8	0.96
50	39.2	870	84.4	1.20
60	56.4	880	92.6	0.84
70	47.4	820	90.6	0.72
Волокнистых отходов спичечной промышленности				
30	33.1	750	80.7	0.90
40	38.0	780	82.4	0.77
50	45.3	810	85.5	0.89
60	52.8	850	89.0	0.95
70	47.6	800	87.6	0.92

Из таблицы 1 видно, что при увеличении концентрации щёлочи от 30 г/л до 60 г/л выход целлюлозы из стеблей кенафа и волокнистых отходов спичечной промышленности возрастает, тогда как при концентрации щёлочи 70 г/л выход целлюлозы, наоборот, уменьшается. Для варки целлюлозы была выбрана оптимальная концентрация щёлочи — 60 г/л.

таблица 2

Влияние времени на получение целлюлозы из волокнистых отходов спичечной промышленности и стеблей кенафа, а также на их качественные показатели

Вид сырья для получения целлюлозы	Концентрация NaOH, г/л	Температура, °С	Время, минут	Выход целлюлозы, %
Волокнистых отходов спичечной промышленности	60	150–160	180	34,3
			210	36,7
			240	43,2
			270	52,8
			300	44,3
Стеблей кенафа	60	140–150	210	39,2
			240	47,4
			270	56,4
			300	45,3

Для получения целлюлозы из стеблей кенафа и волокнистых отходов спичечной промышленности в качестве оптимального времени был выбран 270 минут.

Полученные после варки образцы целлюлозы фильтровали через вакуумный фильтр и нейтрализовали 3%-ной уксусной кислотой. Волокна промывали трижды дистиллированной водой.

На следующем этапе полученную целлюлозу отбеливали в растворе 3–5%-ного перекиси водорода (H_2O_2) при температуре 70 °С в течение 1 часа.

Для целлюлозы, полученной из стеблей кенафа и волокнистых отходов спичечной промышленности, были определены степень набухания в воде, объемная масса и содержание целлюлозы. Полученные результаты приведены в

таблице 3.

таблица 3

Показатели качества полученной целлюлозы

Наименование сырья	NaOH г/л	Время, мин.	Температура, °С	Выход целлюлозы %	Показатели качества		
					Объемная масса, кг/м ³	СП	Водопоглощение %
Стеблей кенафа	60	150	140	35.7	185	830	54
		180		39.2	174	850	58
		210		47.4	165	870	62
		240		56.4	154	980	68
Волокнистые отходы спичечной промышленности	60	180	150	34.3	192	750	57
		210		36.7	185	780	61
		240		43.2	176	810	64
		270		52.8	162	850	66

Анализ данных таблицы 3 показывает, что с увеличением времени наблюдается повышение выхода целлюлозы. ИК спектроскопический анализ полученной целлюлозы из кенафа представлен на рисунке 2.

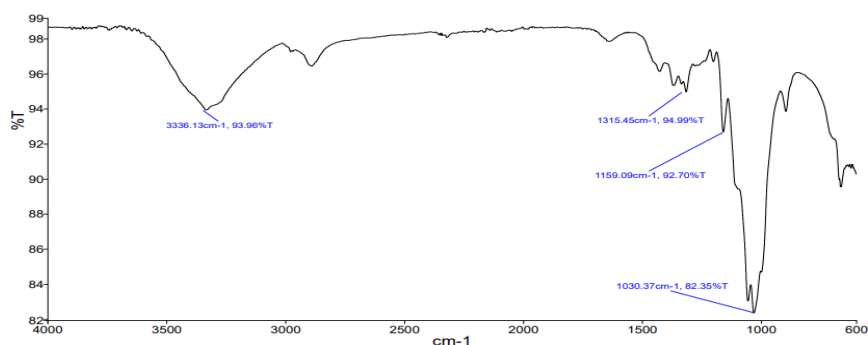


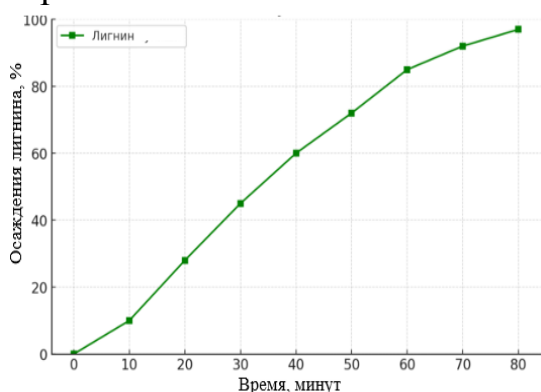
Рис. 2 ИК-спектр целлюлозы из кенафа

ИК-спектроскопический анализ целлюлозы из кенафа показывает наличие всех гидроксильных групп – OH, характеризующихся сильными водородными связями. Полоса поглощения при 3336,13 см⁻¹ соответствует асимметричным валентным колебаниям функциональной группы (CH₂) и отличается высокой интенсивностью. В областях поглощения 1445,66–1384,90 см⁻¹ и 1323,18–1265,80 см⁻¹ наблюдаются несколько максимумов, обусловленных асимметричными интенсивными колебаниями. Поглощение при 1156,82 см⁻¹ связано с валентными колебаниями и также характеризуется высокой интенсивностью.

Выделение лигнина из гидролизной жидкости. Сначала гидролизную жидкость пропускали через полипропиленовый фильтр с размером пор 50–200 мкм для предварительной механической очистки. Затем для разложения моносахаридов и органических кислот жидкость нагревали при температурах 80–90 °С в течение 2–4 часов, после чего измеряли значение pH.

Создание кислой среды является важным этапом в процессе осаждения лигнина. В ходе данного процесса необходимо понизить pH гидролизной жидкости с 5,5–6,5 до 1,5–2,5, что способствует эффективному осаждению лигнина. Поэтому после измерения pH гидролизной жидкости, постепенно

добавляли концентрированную серную кислоту (H₂SO₄) при постоянном перемешивании.



Процесс тщательно контролировался: начальное значение pH до добавления кислоты составляло 6. Через 10 минут pH понизился до 5,5–5,3, а спустя 15 минут кислотность увеличилась и pH достиг 4,7–4,8. В течение следующих 30 минут pH продолжал снижаться до 3,5–3,2, а на 40–50-й минуте — до 2–1,8. Это значение считается оптимальным для осаждения лигнина. При pH в диапазоне 2–1,7 лигнин, содержащийся

в составе гидролизной жидкости, полностью выпал в осадок.

Этот график (рис. 3) демонстрирует динамику осаждения лигнина. В первые 10–20 минут осаждается около 28% лигнина, в интервале 30–50 минут процесс осаждения ускоряется и достигает примерно 72%. В период с 60 по 80 минут осаждается почти 97% лигнина, то есть процесс завершается. После окончания процесса лигнин фильтровали, тщательно промывали водой и высушивали.

ИК-спектр лигнина, осаждённого из гидролизной жидкости в кислой среде, был зарегистрирован и проанализирован (рис. 3).

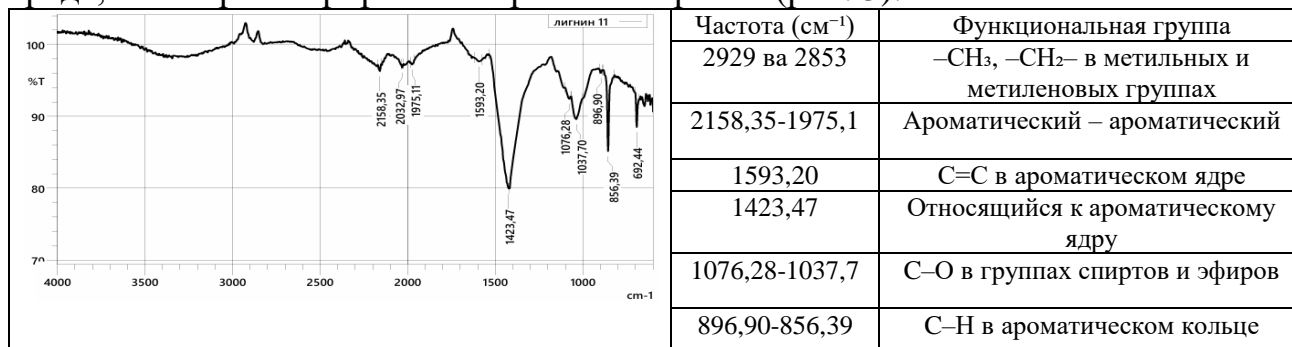


Рис. 3 ИК-спектр лигнина, осаждённого кислотным методом

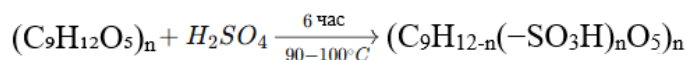
Были изучены факторы, влияющие на процесс сульфирования лигнина:

1. Лигнин вступает в реакцию с избытком серной кислоты при определённой температуре с образованием лигнинсульфокислоты.
2. При добавлении гидроксида кальция лигнинсульфокислота превращается в кальциевую соль, а избыток серной кислоты нейтрализуется гидроксидом кальция с образованием осадка, который затем фильтруется.
3. Добавлением карбоната натрия к фильтрату кальциевая соль переводится в натриевую, при этом избыток гидроксида кальция осаждается в виде карбоната кальция. Полученная смесь снова фильтруется.
4. Полученный натриевый лигнинсульфонат, очищенный от побочных продуктов реакции, обезвоживается с использованием вакуумного испарителя.

Условия синтеза лигнинсульфокислоты

Название вещества	Молярное соотношение лигнина и конц. H ₂ SO ₄	Температура (°C)	Время реакции (часы)	Выход реакции (%)
Лигнинсульфокислота	1;2	80	4	45
			6	52
			8	58
	1;2	90	4	61
			6	64
			8	69
	1;2	100	4	77
			6	86
			8	81
	1;2	110	4	71
			6	76
			8	80

Установлено, что оптимальными условиями синтеза лигнинсульфокислоты являются молярное соотношение лигнина и серной кислоты 1:2, температура 90 °С и продолжительность реакции 6 часов, при которых выход продукта составляет 86%.



ИК-спектр лигнинсульфокислоты, полученной в результате сульфирования лигнина, был зарегистрирован и проанализирован (рис. 4).

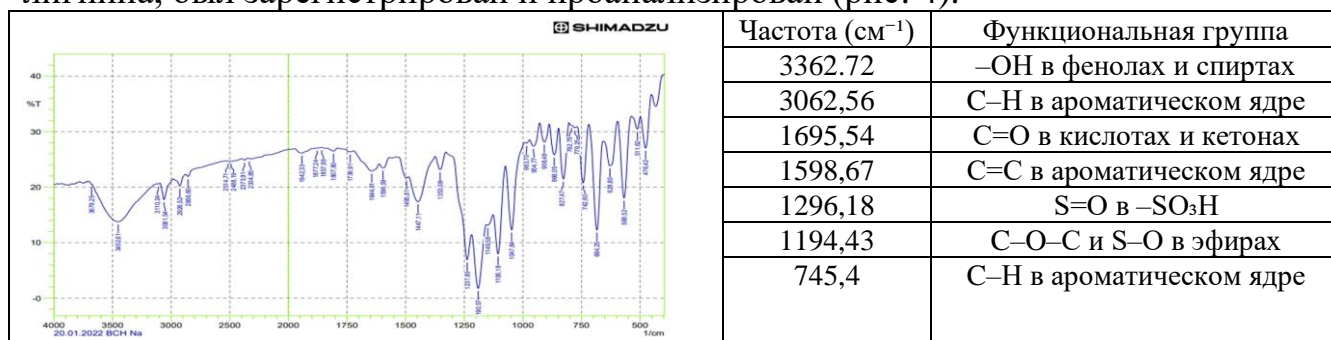


Рис. 4 ИК-спектр лигнинсульфокислоты

Сульфолигнины, полученные в результате процессов сульфирования лигнина, можно использовать в качестве полезных реагентов для бетонных смесей, поверхностно-активных веществ и для нужд сельского хозяйства.

В разделе, посвящённом исследованию синтеза полиметиленигнинсульфокислоты, были изучены технологические параметры процесса синтеза данного соединения на основе лигнина — побочного продукта целлюлозно-бумажной промышленности. Для синтеза полиметиленигнинсульфокислоты сульфолигнин, полученный сульфированием лигнина, подвергали реакции поликонденсации с формалином. Синтез включал следующие этапы:

Из гидролизной жидкости осаждали лигнин, который затем очищали;

Полученный лигнин сульфировали концентрированной серной кислотой при температуре 100–105 °С в течение 6 часов, в результате чего получали тёмно-коричневую сульфомассу;

Сульфомассу загружали в реактор, работающий под давлением, и проводили реакцию поликонденсации с 35%-ным раствором формалина при температуре 110–120 °С и давлении 25–30 атм;

По завершении поликонденсации образовавшийся твёрдый продукт механически измельчали, промывали и дополнительно термически обрабатывали при 90–95 °С в течение 12 часов для завершения процесса.

Была изучена зависимость свойств полиметиленигнинсульфоукислоты от температуры и давления в процессе поликонденсации. Данные приведены в таблице 5.

таблица 5

Параметры синтеза полиметиленигнинсульфоукислоты

Соотношение сульфоигнина и формальдегида	Температура (°С)	Время реакции (часы)	Давление (атм)	СОЕ (мг-экв/см ³)	Относительный объём (см ³ /гр)
1:1	80	2	10	0,64	6,84
	90	3	15	0,62	6,90
	100	4	20	0,64	6,95
	110	5	25	0,65	7,05
	120	6	30	0,61	7,1
1:1,2	80	2	10	0,70	6,85
	90	3	15	0,72	6,80
	100	4	20	0,71	6,95
	110	5	25	0,73	6,80
	120	6	30	0,75	6,90
1:1,4	80	2	10	0,81	6,65
	90	3	15	0,82	6,60
	100	4	20	0,81	6,55
	110	5	25	0,83	6,60
	120	6	30	0,86	6,70
1:1,6	80	2	10	0,89	6,25
	90	3	15	0,92	6,30
	100	4	20	0,91	6,25
	110	5	25	0,94	6,20
	120	6	30	0,97	6,10
1:1,8	80	2	10	0,97	5,85
	90	3	15	1,01	5,80
	100	4	20	1,09	5,85
	110	5	25	1,19	5,70
	120	6	30	1,24	5,65
1:2	80	2	10	1,27	5,35
	90	3	15	1,30	5,20
	100	4	20	1,38	5,15
	110	5	25	1,32	5,20
	120	6	30	1,28	5,30

Оптимальными условиями синтеза полиметиленигнинсульфоукислоты были определены следующие параметры: соотношение сульфоигнина и формальдегида 1:2, температура 100 °С, продолжительность реакции 4 часа и давление 20 атм. Было установлено, что повышение давления в процессе поликонденсации способствует увеличению молекулярной массы получаемой полиметиленигнинсульфоукислоты.

ИК-спектр полиметиленигнинсульфоукислоты, полученной на основе

лигнина, был зарегистрирован и проанализирован (рис. 5).

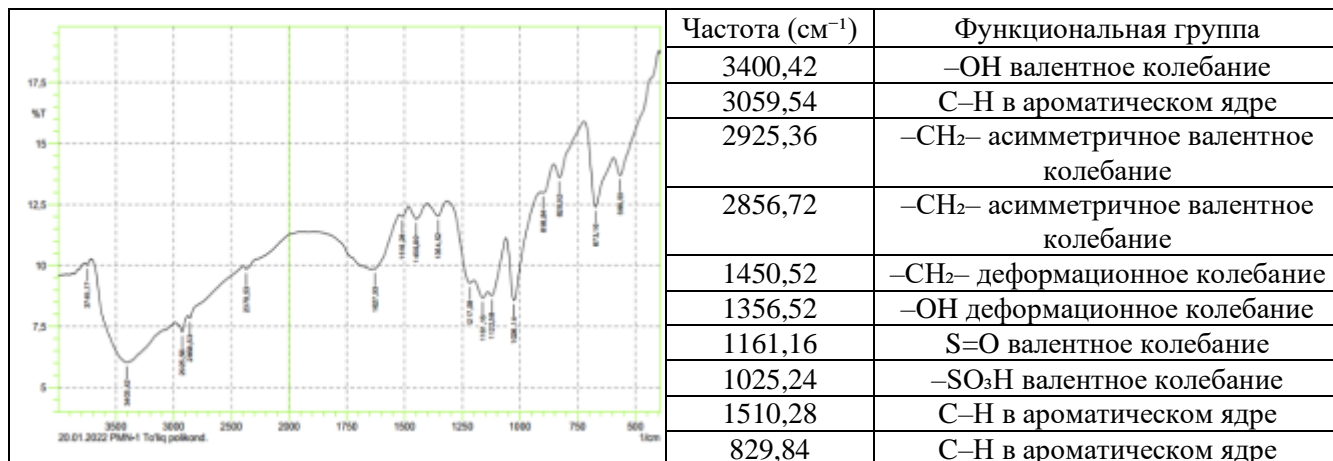


Рис. 5 ИК-спектр полиметиленигнинсульфокислоты

В четвёртой главе диссертации под названием «Изучение областей применения материалов на основе природных полимеров, полученных из отходов целлюлозно-бумажной промышленности» рассмотрены исследования по получению многофункциональных химических продуктов на основе вторичных продуктов целлюлозно-бумажной промышленности.

Получение упаковочной бумаги и изучение её свойств. В ходе проведённых исследований с целью изучения влияния полупродуктов целлюлозы, полученных из стеблей кенафа и волокнистых отходов спичечной промышленности, на физико-механические показатели бумаги, в лабораторных условиях были изготовлены образцы бумаги с различным составом с использованием полученных полупродуктов целлюлозы и макулатуры марки МС-6.

таблица 6

Влияние целлюлозы, полученной из стеблей кенафа и волокнистых отходов спичечной промышленности, на физико-механические свойства упаковочной бумаги

Композиция Ц*/М**, %	Масса 1м ² , гр	Толщина, мм	Абсолютное сопротивление раздавливанию, кПа	Разрушающая сила при сжатии кольца, Н	Влажность %
Целлюлоза из стеблей кенафа					
100/0	175	0,26	490	400	7,1
75/25	177	0,25	480	380	7,3
50/50	176	0,28	475	370	6,8
25/75	175	0,26	460	350	6,9
Целлюлоза из волокнистых отходов спичечной промышленности					
100/0	176	0,26	450	385	6,7
75/25	177	0,25	434	376	6,9
50/50	175	0,27	426	360	7
25/75	175	0,26	415	348	7,2

Ц* - целлюлозы, полученный из стеблей кенафа и волокнистых отходов спичечной промышленности

М** - макулатура МС-6.

Как известно, одним из основных требований, предъявляемых к оберточной бумаге, является её прочность. Учитывая данный фактор, были изучены показатели сопротивления изгибу и длины разрыва для двух видов исследуемых образцов. Для обоих направлений бумаги были получены среднеарифметические значения результатов испытаний. Результаты эксперимента приведены в таблице 7.

Из таблицы видно, что при исследовании показателей качества композиционных образцов оберточной бумаги, полученных из целлюлозы, изготовленной из костры кенафа и волокнистых отходов спичечной промышленности в сочетании с макулатурой марки МС-6 в различных соотношениях (75:25; 50:50; 25:75), были достигнуты высокие значения по таким параметрам, как длина разрыва, устойчивость к изгибу, зольность и водопоглощение.

таблица 7

Показатели качества композиционных образцов оберточной бумаги, полученных на основе целлюлозы и макулатуры типа МС-6

№	Макулатура %	Целлюлоза из стеблей кенафа %	Целлюлоза из волокнистых отходов спичечной промышленности %	Показатели качества			
				Длина разрыва мм	Сопротивление изгибу <i>H</i>	Зольность %	Водопоглощение, %
1	100	-	-	2800	10	4.46	3.45
2	75	25	-	3100	14	4.10	3.36
3	50	50	-	3400	20	3.88	2.36
4	25	75	-	3600	26	3.60	2.20
5	-	100	-	3800	32	3.30	3.81
6	75	-	25	2900	12	4.60	3.66
7	50	-	50	3200	17	4.23	3.46
8	25	-	75	3500	23	4.20	4.92
9	-	-	100	3600	27	4.12	4.10

На основании анализа полученных результатов можно сделать вывод, что использование целлюлозы, полученной из костры кенафа и волокнистых отходов спичечной промышленности, является целесообразным, так как показатели качества оберточной бумаги, изготовленной с её добавлением, значительно превосходят аналогичные показатели бумаги, полученной исключительно из макулатуры.

На основе лигнина, выделенного из гидролизного раствора, образующегося при выделении целлюлозы из стеблей кенафа и волокнистых отходов спичечной промышленности, был синтезирован полиметиленилгнинсульфоокислотный продукт, который внедрен в практику. Натриевая соль полиметиленилгнинсульфоната была использована в качестве суперпластификатора для бетонных смесей и показала положительные результаты.

Для изучения влияния суперпластификатора на бетонные смеси было приготовлено 5 составов бетонных смесей (таблица 8). Смесь 1 — эталон, в

составе смеси 2 добавлено 0,4% суперпластификатора, смесь 3 — 0,6%, смесь 4 — 0,8%, смесь 5 — 1% от массы цемента. В испытаниях изучали снижение расхода воды при сохранении осадки конуса 18 см и повышение прочности бетона.

При добавлении 0,4% суперпластификатора по отношению к расходу воды для бетонной смеси с осадкой конуса 18 см расход воды снизился на 15,6%, при добавлении 0,6% – на 23,8%, при 0,8% – на 34,2%, а при 1,0% – до 39%.

таблица 8

Состав бетонных смесей и осадка

№	Цемент (гр)	Песок (гр)	Щебень (гр)	Вода (гр)	Суперпластификатор по отношению к цементу (%)	Осадка конуса бетонной смеси (см)
1.	2660	8750	3990	1120	-	18
2.	2660	8750	3990	945	0,4	18
3.	2660	8750	3990	853	0,6	18
4.	2660	8750	3990	737	0,8	18
5.	2660	8750	3990	682	1,0	18

По результатам проведённых испытаний бетонные смеси были залиты в формы размером 10x10x10 см. Полученные образцы испытывались на прочность через 7 и 28 дней с использованием гидравлического прессы (№ МИГ.1000.06 РУ) в соответствии с ГОСТ 10180-2012 (см. таблицы 9 и 10).

таблица 9

Прочность бетонных образцов через 7 дней по ГОСТ 10180-2012

Образец	1 (Эталон)	2 (СП-0,4%)	3 (СП-0,6%)	4 (СП-0,8%)	5 (СП-1,0%)
Толщина a_0 , мм	40	40	40	40	40
Ширина b_0 , мм	62,5	62,5	62,5	62,5	62,5
Площадь сечения S , мм ²	1000	1000	1000	1000	1000
Диаметр d_0 , мм	8	8	8	8	8
Длина l_0 , мм	100	100	100	100	100
Максимальная нагрузка R_{max} , кН	166,839	200,516	232,448	246,605	224,328
Прочность на сжатие $R_{сж}$, МПа	16,684	19,158	23,549	31,207	23,896
Модуль упругости на сжатие E_c , МПа	205,493	142,256	166,375	268,872	351,462

таблица 10

Прочность бетонных образцов через 28 дней по ГОСТ 10180-2012

Образец	1 (Эталон)	2 (СП-0,4%)	3 (СП-0,6%)	4 (СП-0,8%)	5 (СП-1,0%)
Толщина a_0 , мм	40	40	40	40	40
Ширина b_0 , мм	62,5	62,5	62,5	62,5	62,5
Площадь сечения S , мм ²	1000	1000	1000	1000	1000
Диаметр d_0 , мм	8	8	8	8	8
Длина l_0 , мм	100	100	100	100	100
Максимальная нагрузка R_{max} , кН	204,466	244,716	318,528	367,105	294,322
Прочность на сжатие $R_{сж}$, МПа	20,447	22,788	33,149	36,207	26,896
Модуль упругости на сжатие E_c , МПа	328,483	352,236	386,645	368,372	491,474

После проведения сравнительных испытаний прочности бетонных образцов с добавлением суперпластификатора через 28 суток, установлено, что: при добавлении 0,4% суперпластификатора, прочность бетона увеличивается на 19,6% по сравнению с контрольным образцом; при 0,6% – на 55,8%; при 0,8% – на 79,54%; при 1,0% – на 43,95%.

Исследованы эксплуатационные свойства полиметиленигносульфокислоты, синтезированной на основе лигнина — побочного продукта целлюлозно-бумажной промышленности — в качестве катионита. Для подготовки полиметиленигносульфокислоты к использованию в виде катионита были проведены необходимые этапы обработки в соответствии с международным стандартом ГОСТ 10896–78. В качестве сравнительного образца использован серийный сильнокислотный сульфокатионит КУ-2-8. Сравнительные характеристики и результаты приведены в таблице 11.

таблица 11

Эксплуатационные характеристики синтезированного сульфокатионита (LA-1) и импортного сульфокатионита КУ-2-8.

№	Тип катионита	Удельная масса (г/дм ³)	Влажность, %	Удельный объем (Vs), см ³ /г	Общая статическая обменная емкость, мг-экв/г	Динамическая обменная емкость, моль/м ³
	Метод исследования	ГОСТ 10898.2–74	влажомер ХУ-100MW	ГОСТ 10898.4–84	ГОСТ 20255.1–89	ГОСТ 20255.2–89
1	LA-1	712	64-67	3,2	4,1	502
2	KU-2-8 (образец)	746	52-58	2,8	4,6-4,8	510-520

Из таблицы видно, что основные эксплуатационные характеристики синтезированного сульфокатионита LA-1 полностью соответствуют требованиям ГОСТ.

Анализ полученных результатов показал, что свойства предлагаемого нами катионита аналогичны свойствам импортного сульфокатионита КУ-2-8, в связи с чем рекомендуется его использование в промышленных предприятиях для очистки технической воды в качестве замены катионита КУ-2-8.

В разделе под названием «Технология получения полиметиленигнинсульфокислоты на основе лигнина» разработана технология синтеза полиметиленигнинсульфокислоты на основе лигнина — побочного продукта целлюлозной промышленности.

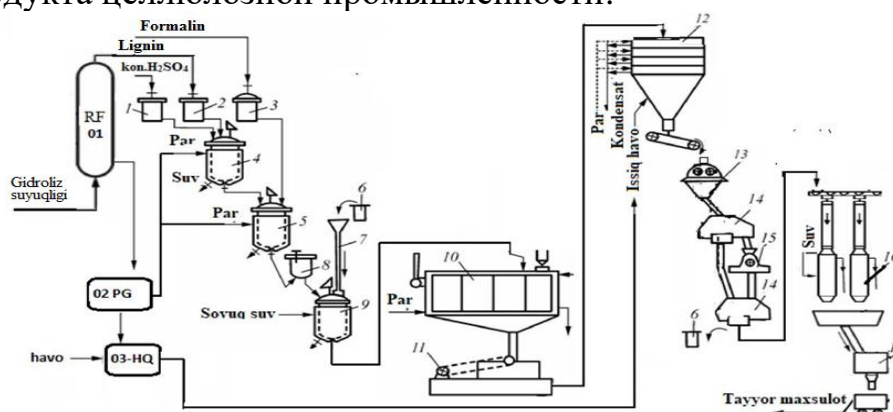


Рис. 6 Схема технологического процесса производства сульфокатионита на основе лигнина.

На первой линии из гидролизной жидкости — побочного продукта — выделяется лигнин методом отстаивания в ректификационной колонне (РК-01). Полученный лигнин направляется в ёмкость 2. Для получения лигносульфокислоты лигнин подвергается сульфированию в сульфураторе 4. Полученная сульфомасса поликонденсируется с формалином в реакторе 5, в результате чего синтезируется олигомер. Затем масса сушится в сушильной камере 10 и измельчается в измельчителе 11. Для завершения процесса поликонденсации продукт нагревается в установке 12. Далее проводится дополнительное измельчение в измельчителях 13 и 15, после чего с помощью сит 16 осуществляется фракционирование по размеру частиц. Полученный сульфокатионит с пористой структурой промывается от избытка серной кислоты в промывочной колонне 16 и центрифугируется в устройстве 17, в результате чего получается готовый продукт.

ВЫВОДЫ

1. Разработана технология получения целлюлозы из стеблей кенафа и отходов спичечной промышленности. Показано, что из этих отходов можно получить целлюлозу пригодной, для дальнейших химических переработок.
2. На основе целлюлозы, полученной из стеблей кенафа и волокнистых отходов спичечной промышленности, а также макулатуры типа МС-6 разработан состав композиционной бумаги, предназначенной для упаковки. Изучены прочностные свойства образцов бумаги, такие как, число двусторонних перегибов, длина разрыва, которые соответствовали ГОСТУ, предъявляем к оберточным бумагам.
3. Разработан эффективный метод выделения лигнина из гидролизной жидкости, образующейся при щелочном гидролизе указанных отходов в процессе получения целлюлозы, пригодной для химической переработки.
4. На основе выделенного лигнина синтезирована лигнинсульфокислота. Определены оптимальные условия получения олигомера на основе лигнинсульфокислоты и формальдегида — мольное соотношение 1:1,2 давление 30–40 атм., температура 110–120 °С. При использовании полученного олигомера в качестве суперпластификатора в бетонной смеси установлено улучшение прочностных характеристик бетона, изготовленного на основе цемента низкой марки.
5. Синтезирована полиметиленигнинсульфокислота, которая рекомендована в качестве катионита для очистки промышленных сточных вод. Сравнение её эксплуатационных характеристик с импортируемым сульфокатионитом марки КУ-2-8 показало, что катионит по своим физико-химическим свойствам не уступает зарубежному аналогу и рекомендован для использования на теплоэлектростанциях при очистке технической воды.
6. Предложена технологическая схема получения катионита на основе отходов целлюлозно-бумажной промышленности, а также разработан технологический регламент.

SCIENTIFIC COUNCIL ON AWARD OF SCIENTIFIC DEGREES
DSc.03/30.12.2019.T.04.01.AT
TASHKENT CHEMICAL-TECHNOLOGICAL INSTITUTE

TASHKENT CHEMICAL-TECHNOLOGICAL INSTITUTE

MARDONOV ASROR

**PRODUCTION OF MULTIFUNCTIONAL CHEMICAL
PRODUCTS BASED ON WASTE FROM
THE CELLULOSE AND PAPER INDUSTRY**

**02.00.05 - Chemistry and technology for the production of cellulose and pulp and paper
products**

**DISSERTATION ABSTRACT OF THE DOCTOR OF PHILOSOPHY (PhD) BY
TECHNOLOGICAL SCIENCES**

Tashkent - 2025

Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссияси В2025.2.PhD/Т5539 ракам билан рўйхатга олинган.

Диссертация Тошкент кимё-технология институтида бажарилган.
Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий кенгаш веб-саҳифасида (www.tkti.uz) ҳамда «Ziyounet» Ахборот-таълим порталида (www.ziyounet.uz) жойлаштирилган.

Илмий раҳбар:

Абдумавлянова Маъмура Касимовна
кимё фанлари номзоди, профессор

Расмий оппонентлар:

Ўйлошев Шерзод Абдуллаевич
кимё фанлари доктори, катта илмий ходим

Набиева Ирода Абдусаматовна
техника фанлари доктори, профессор

Етакчи ташкилот:


Тошкент кимё-технология илмий тадқиқот
институти МЧЖ


Диссертация химояси Тошкент кимё-технология институти ҳузуридаги DSc.03/30.12.2019.Т.04.01 ракамли Илмий Кенгашнинг 28 08 2025 йил соат 13:30 даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 100011, Тошкент ш., Шайхонтохур тумани, А.Навоний кўчаси, 32-уй. Тел.: (99871)244-79-20, факс: (99871) 244-79-17, e-mail:tkti_info@edu.uz.) Тошкент кимё-технология институти Маъмурий биноси, 2-кават, анжуманлар зали).


Диссертация билан Тошкент кимё-технология институти Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (424 ракам билан рўйхатга олинган). Манзил: (100011, Тошкент ш., Шайхонтохур тумани, А.Навоний кўч.32. Тел.: (99871) 244-79-20).

Диссертация автореферати 2025 йил 08 08 кун тарқатилди.
(2025 йил 08 08 даги №301 ракамли реестр баённомаси).




С.М.Туробжонов
Илмий даражалар берувчи
илмий кенгаш раиси,
т.ф.д., академик


Х.Н.Кодиров
Илмий даражалар берувчи
илмий кенгаш котиби,
т.ф.д., профессор


Т.Рахмонбердиев
Илмий даражалар берувчи илмий
кенгаш қошидаги илмий семинар
раиси к.ф.д., академик

INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

The aim of the present research is to extract natural polymers — cellulose and lignin — from the waste of the pulp and paper industry, as well as to synthesize multifunctional products based on them, such as sulfonated cation exchangers and superplasticizers. In addition, a technology for producing packaging paper based on cellulose has been developed, and the technological processes for manufacturing the mentioned products have been studied.

The objects of the research are hemp plant stems and fibrous waste from a match factory, secondary raw materials from the pulp and paper industry, lignin — a by-product of the hydrolysis of plant raw materials — as well as sulfonated cation exchangers and superplasticizers derived from it, industrial wastewater treatment processes, and additives that improve the quality of construction materials.

The scientific novelty of the research results is as follows: The scientific significance of the research lies in establishing the correlation between the physical, physicochemical, and structural properties of cellulose obtained from pulp and paper industry waste and various fibrous plants, and the quality indicators of products based on them. Polymethylenelignosulfonic acid was synthesized from lignin extracted from hydrolysis liquor. Factors influencing the course of the processes (temperature, pressure) were identified, and the structure of the products was confirmed by IR spectroscopy, SEM (scanning electron microscopy), and thermal analysis (TGA/DTA).

The practical significance of the research lies in the use of the synthesized oligomer of polymethylenelignosulfonic acid as a superplasticizer for concrete mixtures and as a cation exchanger for the desalination of technical water.

Implementation of the research results:

Based on the obtained scientific results on the synthesis of polymethylenelignosulfonic acid from lignin extracted from hydrolysis liquor (formed during the extraction of cellulose from annual and perennial plants), polymethylenelignosulfonic acid (cation exchanger) was synthesized by sulfonating lignin, a product of the hydrolysis process (reference No. 02-21/152 from the Mubarek TPP branch of “Thermal Power Plants” JSC dated March 27, 2024). As a result, a locally produced cation exchanger was obtained.

The synthesized polymethylenelignosulfonic acid was introduced into practice as a cation exchanger in the first stage of water treatment at the “Mubarek TPP” branch of “Thermal Power Plants” JSC (reference No. 02-21/152 dated March 27, 2024). This localization reduced the dependence on imported cation exchangers.

The implemented polymethylenelignosulfonic acid was put into operation at the first stage of water treatment at the “Mubarek TPP” branch of “Thermal Power Plants” JSC, leading to a reduction in technical water hardness from 1.6 to 0.4 mg-eq/L, Ca^{2+} ions from 20 mg/L to 0.8 mg/L, and Mg^{2+} ions from 9.6 mg/L to 0.18 mg/L, successfully substituting the imported sulfonated cation exchanger “KU-2-8”.

Structure and volume of the dissertation. The dissertation consists of an introduction, four chapters, a conclusion, a list of references, and appendices. The total volume of the dissertation is 111 pages.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS
I бўлим (I часть; I part)

1. Мардонов А.Х., Абдумавлянова М.К., Эгамбердиев Э.А. Маҳаллий канождан қоғозсимон композицион материаллар олиш. Композицион материаллар. №4, Тошкент 2021. стр. 78-81 (02.00.00, №4)
2. Мардонов А.Х., Абдумавлянова М.К. Study of modes of extraction of cellulose from hemp. Technical science and innovation. №1, Тошкент, 2023. стр. 20-27 (02.00.00, №4)
3. Мардонов А.Х., Абдумавлянова М.К., Джалилов А.Т. Синтез и применение стабилизаторов на основе природных полимеров, для замедления процесса фотодеструкции полиэтиленовых пленок. Scientific Journal Scholar. ISSN: 2181-4147 Volume 1, Issue 27. 2023. стр. 89-97.
URL: <https://t.me/openscholar> Multidisciplinary Scientific Journal
4. Мардонов А.Х., Абдумавлянова М.К. Целлюлоза саноати иккиламчи маҳсулотларидан самарали фойдаланиш. Scientific Journal Scholar. ISSN: 2181-4147 Volume 1, Issue 30. 2023. стр. 154-167.
URL: <https://t.me/openscholar> Multidisciplinary Scientific Journal
5. Мардонов А.Х., Хамдамова Д.Ш., Умарова В.К., Акмалова Г.Ю., Примқулов М.Т. Получения микрокристаллической целлюлозы из бахчевых культур. Химия и химическая технология. Тошкент, 1/2020, стр. 38-41. (02.00.00, №3)
6. Мардонов А.Х., Рахмонбердиев Ғ., Эгамбердиев Э.А. Study of the sorption rate of composition paper samples obtained on the bases of cellulose-bearing plants cellulose and basalt fiber. Austrian journal of Technical and Natural Sciences. Austria, 1-2/2018, стр.56-62. (02.00.00, №4)

II бўлим (II часть; II part)

7. Мардонов А.Х., Абдумавлянова М.К. Каноп толалари асосида пресс материал олиш. Республика илмий-техникавий анжумани “Табиий полимерлар асосидаги биологик актив моддалар кимёси ва технологиясининг долзарб муаммолари”. Тошкент-2022 й. стр. 181-183.
8. Мардонов А.Х., Абдумавлянова М.К. Қамиш поясидан целлюлоза олиш. Республика илмий-техникавий анжумани “Табиий полимерлар асосидаги биологик актив моддалар кимёси ва технологиясининг долзарб муаммолари”. Тошкент-2022 й. стр. 6-7.
9. Мардонов А.Х., Абдумавлянова М.К. Каноп поясини пиширишда ҳосил бўлган қора суюқлигидан лигнинни чўктириш. Республика илмий-техникавий анжумани “Кимё, нефт-газни қайта ишлаш ҳамда озиқ-овқат саноатларини ривожланишида инновацион технологияларни долзарб муаммолари”. Тошкент-2022 й. стр. 46-47.

10. Мардонов А.Х., Абдумавлянова М.К., Акмалова Г.Ю. Получение целлюлозы из стеблей кенафа. Сборник трудов Международной научно-практической конференции: «Образование и наука: вызовы IV промышленной революции», посвященной 80-летию академика А. Куатбекова. Қозоғистон, Чимкент 2022 г. стр. 101-103.
11. Мардонов А.Х., Абдумавлянова М.К. Лигнин асосида сулфокатионит олиш. Ҳалқаро илмий-техникавий конференция “Sellyuloza va sellyuloza hosilalarining rivojlanish istiqbollari”, Тошкент - 2023. стр. 190-192.
12. Mardonov A.H., Abdumavlyanova M.K., Sellyuloza olish jarayoni ikkilamchi mahsuloti asosida sulfolignin sintezi. «WOMEN IN STEM» Xalqaro forum. Toshkent 10-14 fevral 2023. стр. 400-401.
13. Мардонов А.Х., Абдумавлянова М.К., Мирсагатова М.А. Development of technology for obtaining cellulose from hemp. Материалы VI Международной научно-технической конференции учёных и специалистов ЦБП «Современная целлюлозно-бумажная промышленность. Актуальные задачи и перспективные решения». Санкт-Петербург 2024. стр. 75-77. UDK 66.45.00
14. Мардонов А.Х., Абдумавлянова М.К., Хамидуллаев С.С. Целлюлоза сақловчи гугурт фабрикаси чиқиндиларидан целлюлоза олиш. “Barqaror rivojlanish va yashil iqtisodiyot” Халқаро илмий ҳафталиги. Тошкент 2025. 743-744 бетлар.
15. Хамдамова Д. Ш., Умарова В., Жамолитдинов К., Мардонов А., Примкулов М. Полиз экини целлюлозасини ИК-Фурье спектроскопи усулида пахта целлюлозасига таққослаб ўрганиш. Кимёвий технология йўналишидаги талабаларга инновацион фикрлашни шакллантириш илмий-техника анжуманнинг материаллари. Тошкент 2018, 192-193 бет.
16. Хамдамова Д. Ш., Мардонов А.Х., Абдуллаева М.А., Примкулов М.Т. Кунгабоқар поясидан целлюлоза олиш. “Целлюлоза ва унинг ҳосилаларини кимёси ва технологиясини долзарб муаммолари” Республика илмий-техникавий конференциясини мақолалар тўплами. 2018 йил 15-17 май, Тошкент., 120-121 бет.

Автореферат «_____» журнали таҳририятида
таҳрирдан ўтказилиб, ўзбек, рус ва инглиз тилларидаги матнлар ўзаро
мувофиқлаштирилди.

Босмахона лицензияси:



9338

Бичими: 84x60 ¹/₁₆. «Times New Roman» гарнитураси.
Рақамли босма усулда босилди.
Шартли босма табағи: 2,75. Адади 100 дона. Буюртма № 31/25.

Гувоҳнома № 851684.
«Тирографф» МЧЖ босмахонасида чоп этилган.
Босмахона манзили: 100011, Тошкент ш., Беруний кўчаси, 83-уй.