

**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**

ПУЛАТОВА НИЛУФАР УБАЙДУЛЛАЕВНА

**АЛИФАТИК, ГЕТЕРОЦИКЛИК ФАОЛ-ФУНКЦИОНАЛ ГУРУҲЛИ
БИРИКМАЛАР СИНТЕЗИ ВА ХОССАЛАРИ**

02.00.14-Органик моддалар ва улар асосидаги материаллар технологияси

**КИМЁ ФАНЛАРИ ДОКТОРИ (DSc)
ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ**

Тошкент - 2025

Фан доктори (DSc) диссертацияси автореферати мундарижаси

Оглавление автореферата диссертации доктора наук (DSc)

Contents of dissertation abstract of doctor of science (DSc)

Пулатова Нилуфар Убайдуллаевна

Алифатик, гетероциклик фаол-функционал гуруҳли бирикмалар синтези ва хоссалари..... 3

Пулатова Нилуфар Убайдуллаевна

Синтез и свойства алифатических и гетероциклических соединений с активными функциональными группами..... 25

Pulatova Nilufar Ubaydullaevna

Synthesis and properties of compounds of the aliphatic and heterocyclic with active functional group 49

Эълон қилинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ
List of published works..... 53

**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**

ПУЛАТОВА НИЛУФАР УБАЙДУЛЛАЕВНА

**АЛИФАТИК, ГЕТЕРОЦИКЛИК ФАОЛ-ФУНКЦИОНАЛ ГУРУҲЛИ
БИРИКМАЛАР СИНТЕЗИ ВА ХОССАЛАРИ**

02.00.14-Органик моддалар ва улар асосидаги материаллар технологияси

**КИМЁ ФАНЛАРИ ДОКТОРИ (DSc)
ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ**

Тошкент - 2025

Фан доктори (DSc) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Олий таълим, фан ва инновациялар вазирлиги ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2024.3. DSc/K198 рақам билан рўйхатга олинган.

Диссертация Тошкент кимё-технология институтида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (узбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий кенгаш веб-саҳифасида (www.tkti.uz) ва «ZiyoNet» ахборот таълим тармоғида (www.ziyounet.uz) жойлаштирилган.

Илмий маслаҳатчи:

Максумова Ойтўра Ситдиқовна
кимё фанлари доктори, профессор

Расмий оппонентлар:

Абдушукуров Анвар Кабирович
кимё фанлари доктори, профессор

Набиева Ирода Абдусаматовна
техника фанлари доктори, профессор

Эшқурбонов Фурқат Бозорович
кимё фанлари доктори, профессор

Етакчи ташкилот:

Ислом Каримов номидаги Тошкент давлат техника университети

Диссертация ҳимояси Тошкент кимё-технология институти ҳузуридаги илмий даражалар берувчи DSc.03/30.12.2019.T.04.01 рақамли Илмий кенгашининг 2025 йил «___» _____ соат _____даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 100011, Тошкент шаҳар Шайхонтохур тумани, А.Навобий кўч., 32. Тел.:(99871)244-79-20, факс:(99871)244-79-17, e-mail:tkti_info@edu.uz. Тошкент кимё-технология институти Маъмурий биноси, 2-қават анжуманлар зали.

Диссертация билан Тошкент кимё-технология институтининг Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (_____ рақам билан рўйхатга олинган). Манзил: (100011, Тошкент шаҳар Шайхонтохур тумани, А.Навобий кўч., 32. Тел.: (99871)244-79-20).

Диссертация автореферати 2025 йил «_____» _____ куни тарқатилди.
(2025 йил «___» даги № _____ рақамли реестр баённомаси).

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

Қодиров Х.И.
Илмий даражалар берувчи
илмий кенгаш котиби,
т.ф.д., профессор.

Раҳмонбердиев Г.Р.
Илмий даражалар берувчи илмий
кенгаш ҳузуридаги илмий
семинар раиси, к.ф.д., профессор.

КИРИШ (фан докторлик (DSc) диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Бугунги кунда, жаҳонда, алифатик ва гетероциклик фаол функционал гуруҳли бирикмалар кимёсининг илмий ва амалий аҳамияти йилдан йилга ортиб, полифункционал бирикмалар синтез қилиш, кимёвий, физик-кимёвий ва биологик хоссаларини ўрганиш, янги қўллаш соҳаларини аниқлаш органик синтезнинг истиқболли ва жадал ривожланаётган йўналишларидан бири ҳисобланади. Шунга кўра халқ хўжалигининг турли соҳаларида ишлатиладиган азотли алифатик ва гетероциклик полифункционал бирикмалар синтез қилиш усулларини яратиш билан уларнинг ассортиментини кенгайтириш, чиқиндисиз экологик тоза технологияларини ишлаб чиқиш муҳим аҳамият касб этади.

Жаҳонда алифатик ва гетероциклик фаол функцияли бирикмалар олишда полимерланиш ва сополимерланиш реакцияларини бошқариш, мономерлар ва радикалларнинг фаоллигини уларнинг эритувчилар билан боғлиқ тарзда ўрганишга қаратилган тадқиқотлар олиб борилмоқда. Бу борада юқори самарали реакция фаол мономерлардан фойдаланиб белгиланган структура ва хоссага эга янги (со)полимерлар синтез қилиш жараёнларини муқобил шароитларини ишлаб чиқиш, реакциянинг кинетик параметрлари ва механизмини аниқлаш, уларнинг физик-кимёвий, токсикологик ва биологик хоссаларини ўрганиш асосида жараённинг илмий асосларини ишлаб чиқишга алоҳида эътибор қаратилмоқда.

Республикамизда органик синтез саноатини модернизация қилиш, фаол функционал мономерлар ва улар асосида термик барқарор, сувда эрувчан, кам захарли антибактериал (со)полимерлар олиш учун технологик тизимлар ишлаб чиқиш, янги полимер ва сополимер ҳосилаларини синтез қилишнинг муқобил усулларини ишлаб чиқиш илмий асосларини яратиш борасида муайян илмий-амалий натижаларга эришилмоқда. Янги Ўзбекистоннинг «2022-2026-йилларда «Иқтисодиётнинг ривожлантиришнинг стратегияси устувор йўналишлари»»да белгиланган, ҳамда «маҳаллий хом ашё ресурсларини чуқур қайта ишлаш асосида юқори қўшимча қийматли тайёр маҳсулот ишлаб чиқаришни янада жадаллаштириш, сифат жиҳатидан янги маҳсулот ва технологияни яратиш»¹ бўйича муҳим вазифалар белгилаб берилган. Бу борада, органик синтез саноатини ривожлантиришга йўналтирилган алифатик ва гетероциклик фаол функцияли бирикмалар синтез қилиш жараёнлари назарий ва амалий асосларини ишлаб чиқиш муҳим аҳамият касб этади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022 йил 28 январдаги ПФ-60 сонли «2022-2026 йилларда янги Ўзбекистонни ривожлантириш стратегияси тўғрисида»ги фармонида, 2019-йил 3-апрелдаги ПҚ-4256 сонли «Кимё саноатини янада ислоҳ қилиш ва инвестицион жозибадорлигини ошириш чоратадбирлари тўғрисида»ги ва 2022 йил 2 декабрдаги ПҚ-436 сонли «Ўзбекистон Республикасининг 2030 йилгача «яшил» иқтисодиётга ўтишга қаратилган

¹ Ўзбекистон Республикаси Президентининг Фармони, 28.01.2022 йилдаги ПФ-60-сон «2022-2026 йилларда янги Ўзбекистонни ривожлантириш стратегияси тўғрисида»

ислохатлар самарадорлигини ошириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги ПҚ-3479 сонли «Мамлакат иқтисодиёти тармоқларини барқарор таъминлаш чора-тадбирлари тўғрисида»ги қарорлари, шунингдек ушбу соҳада қабул қилинган бошқа меъриий ҳужжатлардаги белгиланган вазифаларни амалга оширишга ушбу диссертация тадқиқот натижалари муайян даражада хизмат қилади.

Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги. Бажарилган тадқиқот иши республика фан ва технологиялар ривожланишининг VII. «Кимё технологиялар ва нанотехнологиялар» устувор йўналишига мос келади.

Диссертация мавзуси бўйича хорижий илмий тадқиқотлар шарҳи². Таркибида гетероцикл сақлаган бирикмалар билан кислоталар эфирлари асосида турли муҳитларда алифатик ва гетероциклик фаол функцияли бирикмалар синтез қилиш, уларнинг структура ва хоссаларини аниқлаш, амалиётда қўллаш, ишлаб чиқариш технологияларини такомиллаштиришга йўналтирилган илмий ишлар жаҳоннинг етакчи илмий марказлари ва олий таълим муассасалари, жумладан, Dow Chemical and Rohm & Haas (АҚШ), Thermax Lid (Ҳиндистон), Ege University (Туркия), Jiangsu Suqing (Хитой), University of Maryland (АҚШ), Purolite international Ltd (Буюк Британия), University of Kitakyushu (Япония), University of Melbourne (Австралия), Silesian University of Technology (Польша), Валенсия политехника университети (Испания), Азарбайжон нефть ва кимё институти (Азарбайжон) илмий тадқиқотлар институти, Россия кимё-технология университети, Қозон миллий тадқиқотлар технологиялар университети (Россия), Д.И.Менделеев номидаги Россия кимё-технологиялар университети (Россия), Тошкент кимё-технология илмий тадқиқот иснитути, Ўзбекистон Республикаси фанлари академияси Полимерлар кимёси ва физикаси институти, Тошкент кимё-технология институтида (Ўзбекистон) олиб борилмоқда.

Таркибида гетероцикл сақлаган тўйинмаган бирикмаларнинг радикал (со)полимерланиши орқали полимерлар ишлаб чиқариш, структура шаклланишининг асосий принциплари ва қонуниятларини асослаш, акрил кислота ва акрилатлар асосида олинган сополимерларни қуюқлаштирувчилар, эмулсификаторлар, муҳитнинг физик-кимёвий хоссали стабилизаторлари сифатида қўллаш бўйича қатор, жумладан, қуйидаги илмий-амалий натижалар олинган: алифатик ва гетероциклик фаол функцияли бирикмалар синтез қилиш жараёнлари назарий ва амалий асослари ишлаб чиқилган (University of Maryland (АҚШ), Purolite international Ltd (Буюк Британия)); гетероцикл сақлаган бирикмалар билан кислоталар эфирлари асосида турли муҳитларда алифатик ва гетероциклик фаол функцияли бирикмалар олиш технологияси ишлаб чиқилган (Dow Chemical and Rohm & Haas (АҚШ), Thermax Lid (Ҳиндистон), Ege

² Диссертация мавзуси бўйича хорижий илмий-тадқиқотлар шарҳи: <http://dx.doi.org/10.1081/SS-200068451>; <http://ebys.ege.edu.tr/ogrenci/ebp/course>;

https://www.researchgate.net/profile/Beata_Podkoscielna; <https://www.kitakyu-u.ac.jp>;

<http://ifoch.bas-net.by> www.unist.ac.kr, www.tdtu.uz, www.tkti.uz, www.urmon.uz ва бошқа манбалар асосида ишлаб чиқилган.

University (Туркия)); алифатик ва гетероциклик фаол функцияли полимер плёнкалар, қопламалар, акрил толалари, бириктирувчи ва плёнка ҳосил қилувчи компонент олинган ва ҳоссалари аниқланган (Jiangsu Suqing (Хитой), Silesian University of Technology (Польша), Валенсия политехника университети (Испания)); N-винилсукцинимид ва улар асосида полимерлар, сополимерлар олишнинг янги усуллари ишлаб чиқилган, тиббий ва биологик композицион материалларни яратилган (Азарбайжон нефть ва кимё институти (Азарбайжон) илмий тадқиқотлар институти, Россия кимё-технология университети, Қозон миллий тадқиқотлар технологиялари университети (Россия)); икки асосли органик кислоталарнинг янги мономерлари- винилимидлар синтез қилинган, радикал полимерланиш ва сополимерланиш реакциялари аниқланган (Silesian University of Technology (Польша), Ўзбекистон Республикаси фанлари академияси Полимерлар кимёси институти Тошкент кимё-технология институтида (Ўзбекистон)).

Дунёда гетероцикл сақлаган тўйинмаган бирикмаларнинг радикал (со)полимерланиши орқали полимерлар ишлаб чиқариш, акрил кислота ва акрилатлар асосида олинган сополимерларни қўлланилиш соҳаларини аниқлаш бўйича бир қатор, жумладан қўйидаги устувор йўналишларда тадқиқотлар олиб борилмоқда: винил полимерларини олиш, ҳоссалари ва амалий фойдаланишнинг истиқболли йўналишларини аниқлаш, органик кислоталарнинг янги мономерларини синтез қилиш ва уларнинг радикал полимерланиш ва сополимерланиш реакциялари қўллаш, микро- ва наноструктурали полимерлар, полимер наноматрицалар олиш, улар асосида катион мономерлар синтези ва уларни антибактериал восита сифатида қўллаш, тиббий ва биологик композицион материаллар олиш технологияларини ишлаб чиқаришга жорий қилиш.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Алифатик, гетероциклик фаол-функционал гуруҳли бирикмалар фан, техника ва саноатнинг турли соҳаларида, жумладан, кимё, фармацевтика, тиббиёт, машинасозлик, тўқимачилик, енгил саноат ва бошқа соҳаларда муҳим аҳамиятга эга. Дунёнинг етакчи олий ўқув юртлиари, илмий тадқиқот институтлари янги фаол функционал гуруҳли бирикмалар синтез қилиш усуллари ва технологияларини яратиш устида тадқиқотлар олиб боришмоқда. Жумладан фаол-функционал гуруҳли мономер ва полимерлар синтези, структура ва ҳоссаларини ўрганиш ва амалиётга тадбиқ этиш Р. Элдерфилд, А.А. Гейл, З.М. Мулдаҳметов, Г.Д. Залищчевский, В.Е. Сомов, М.В. Бурмистр, Э.Г. Месропян, Г.А. Абдулина, А.М. Газалиев, Э. Ергожин, Э.И. Лустгартен, А.А. Василева, Г.А. Волкова, Г.А. Смоляков, К.Й. Лее, Д.Ж. Мооней, Э. Робертс, Н. Плобеск, К. Валлестедт, Паттерсон Лауриер Жан, Рафта Мирослав, Чао Роберт, Москуера Пестана Рамон, Гиани Андреа Линде, Антонио Лаверде Жуниор, К.Ю. Лебедев, А.Т. Сагитдинова, Н.З. Байбулатова, К.Д. Пралиев, Н.Б. Қурманалиев, К.Б. Эржанов, И.П. Белетская, Г.Д. Титский, Т.К. Исакова, Т.П. Кустова, Э.А. Петрушкина, В.Н. Шишкин, М.В. Успенская, Л.И. Власова, Г.С. Ахметова, Т.А. Сулаймоновлар томонидан ўрганилмоқда.

Республикада ушбу йўналиш, жумладан янги алифатик ва гетероциклик полифункционал полимер бирикмаларини олиш жараёнларининг кинетик қонуниятлари ва реакция механизмларини аниқлаш, олинган бирикмаларнинг хоссаларини ўрганиш, синтез қилиш технологиясини ишлаб чиқиш бўйича академиклар А.Т. Джалилов, С.Ш. Рашидова, С.М. Туробжонов, Г. Рахмонбердиев, профессорлар А.Г. Махсумов, А.К. Абдушукуров, А. Икромов, Х.И. Акбаров, О.С. Максумова, М.Г. Муҳамедиев, З.А. Таджиходжаев, А.С. Рафиқов ва бошқалар томонидан илмий изланиш ишлари олиб борилмоқда.

Тадқиқотнинг диссертация бажарилган олий таълим муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқотлари Тошкент кимё-технология институти илмий-тадқиқот режасининг А-12-75 «Терини даволаш учун биологик фаол моддалар яратиш» (2015-2017 й.й.) ва «Фаол функционал бирикмалар олиш уларнинг тузилиши ва хоссаларини илмий асосларини яратиш» (2017-2020 й.й.) мавзуларидаги амалий ва фундаментал лойиҳалар доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади алифатик, гетероциклик фаол-функционал гуруҳли бирикмалар синтез қилиш жараёнлари кинетик қонуниятларини асослаш, олинган моддаларнинг физик-кимёвий хоссалари ва қўллаш соҳаларини аниқлашдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

эпихлоргидрин билан аминокислоталарни, жумладан глицин ва аргининни ўзаро таъсир реакциялари натижасида 3-хлор-2-гидрокси-пропилглицинат ва 3-хлор-2-гидроксипропиларгинатнинг ҳосил бўлиш жараёнини ўрганиш;

эпихлоргидрин билан гетероциклик бирикмалар асосида аминспиртлар олиш ва у билан акрил ва метакрил кислоталарни этерификация реакциялари механизмини ва жараённинг муқобил шарт-шароитларини тадқиқ қилиш;

синтез қилинган 1-хлор-3-пиперидин-2-пропилакрилат ва 1-хлор-3-пиперидин-2-пропилметакрилатнинг радикал полимерланиш жараёнлари кинетик қонуниятларини ўрганиш;

1-хлор-3-пиперидин-2-пропилакрилатни инициаторсиз ўз-ўзидан полимерланиш жараёнининг муқобил шарт-шароитларини аниқлаш;

1-хлор-3-пиперидин-2-пропилакрилат билан акрил кислота, метакрил кислота, стирол ва N-морфолин-3-хлоризопропилакрилатнинг радикал сополимерланиш жараёнини тадқиқ қилиш;

олинган сополимерларнинг таркиби, фаоллик константалари, мономерларнинг реакция тартиблари ва сополимерланиш жараёнининг умумий фаолланиш энергиясини аниқлаш;

синтез қилинган мономер, (со)полимерларнинг структурасини физик-кимёвий ва молекуляр-динамик, квант-кимёвий усуллар ёрдамида тадқиқ қилиш, ҳамда қўллаш соҳаларини аниқлаш;

Тадқиқотнинг объектлари сифатида морфолин, пиперидин, эпихлоргидрин, акрил ва метакрил кислоталар, стирол, аргинин, глицин асосида синтез қилинган мономер, полимер ва сополимер бирикмалар, кислота катализаторлари, инициаторлар, эритувчилар олинган.

Тадқиқотнинг предмети алифатик ва гетероциклик бирикмалар асосида турли функционал гуруҳли бирикмаларни синтез қилиш, уларнинг радикал полимерланиш ва сополимерланиш қонуниятларини ўрганиш, синтез қилинган мономер, полимер ва сополимерларнинг структурасини, физик-кимёвий хоссаларини аниқлаш ташкил этган.

Тадқиқотнинг усуллари. Диссертацияда элемент анализ, ИҚ-, ПМР-, ЯМР-спектроскопия, хромато-масс спектрометрия, гел ўтказувчанлик хроматография, термоаналитик таҳлил, оптик микроскопия, квант кимёвий (РМ-3, МНДО-3) ярим эмпирик ва бошқа усуллар қўлланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

1-хлор-3-пиперидин-2-пропилакрилатнинг радикал полимерланиш жараёни кинетик қонуниятлари аниқланиб, мономер, инициатор бўйича реакция тартиби, жараённинг фаолланиш энергияси ва реакция механизми исботланган;

эпихлоргидрин билан пиперидин асосида олинган 1-хлор-3-пиперидин-2-пропанолнинг акрил ва метакрил кислоталар билан этерификация реакциялари механизми асосланган;

1-хлор-3-пиперидин-2-пропил-(мет)акрилатнинг радикал полимерланиш кинетик қонуниятлари исботланиб, мономер (1,0 ва 1,1) ва инициатор (0,5 ва 0,52) бўйича реакция тартиблари, жараённинг фаолланиш энергия (76,7 ва 79,8 кЖ/моль) қийматлари аниқланган;

1-хлор-3-пиперидин-2-пропилакрилатнинг инициаторсиз ўз-ўзидан полимерланиш жараёни аниқланиб, акрил кислота, метакрил кислота, N-морфолин-3-хлоризопропилакрилат ва стирол билан сополимерланиш реакцияларининг кинетик параметрлари, сополимерланиш константалари, сомономерларнинг кутблилик ва фаоллик факторлари асосланган.

синтез қилинган (со)полимерларнинг термобарқарорлик ва антибактериаллик хоссалари орқали структуравий шаклланиш механизмининг назарий ва амалий асослари исботланган;

юқори молекуляр массага эга, термик барқарор, фотосезгир ва антибактериал функционал фаол полимер ва сополимерлар олиш технологияси ишлаб чиқилган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

акрил, метакрил кислоталар билан аминоспиртларни этерификация реакциялари асосида молекуласида азот, хлор ва кислород сақлаган полифункционал мономерлар ишлаб чиқариш мақбул шароитлари аниқланган;

1-хлор-3-пиперидин-2-пропил(мет)акрилат олиш технологияси ишлаб чиқилган;

1-хлор-3-пиперидин-2-пропилакрилатнинг инициаторсиз ўз-ўзидан полимерланиш жараёнининг муқобил шарт-шароитларини аниқланган, сувда эрувчан, экологик тоза, юқори ҳароратга чидамли полимер маҳсулотлари олиш жараёнлари ишлаб чиқилган;

1-хлор-3-пиперидин-2-пропилакрилат ва акрил кислотанинг радикал сополимерланиши мақбул шароитлари аниқланиб, полимерланиш жараёни технологияси ишлаб чиқилган;

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги замонавий кимёвий ва физик-кимёвий усуллар (элемент анализ, ИҚ-, ПМР-, ЯМР-спектроскопия, хромато-масс спектрометрия, гел ўтказувчанлик хроматография, термоаналитик таҳлил, квант-кимёвий ярим эмпирик ва бошқа усуллар), экспериментал маълумотларга статистик ишлов беришда органик синтез жараёнлари кинетика ва термодинамикасининг замонавий назарияларидан фойдаланилганлиги, назарий ва тажриба тадқиқот натижаларининг ўзаро мутаносиблиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти. Тадқиқот натижасининг илмий аҳамияти хоссалари яхшиланган, жумладан нисбатан юқори молекуляр массага эга, юқори термик барқарор, фотосезгир ва антибактериал функционал фаол полимер ва сополимерлар синтез қилиш жараёнларининг кинетик қонуниятларини илмий асосланганлиги, реакция механизми, чизикли ва тармоқланган полимер маҳсулотлари олиш жараёнларининг муқобил шароитлари аниқланганлиги ва назарий асослари ишлаб чиқилганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти алифатик ва гетероциклик фаол функционал мономерлардан фойдаланиб сувда эрувчан, термик барқарор, антибактериаллик хоссасини намоён қилувчи ва УБ-нур таъсирида фотосезгирлик хусусиятига эга янги (со)полимер маҳсулотлари синтез қилиш усуллари мувофиқ саноатда ишлаб чиқишга хизмат қилади.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Алифатик, гетероциклик фаол-функционал гуруҳли бирикмалар синтези ва хоссалари бўйича олинган илмий натижалар асосида:

1-хлор-3-пиперидин-2-пропилакрилат ва 1-хлор-3-морфолин-2-пропилакрилат сополимери ишлаб чиқариш технологияси «ЭЛЕКТРОКИМЁЗАВОД» ҚК-АЖ нинг «2026-2028 йилларда амалиётга жорий этиш бўйича истиқболли ишланмалар рўйхати»га киритилган («ЭЛЕКТРОКИМЁЗАВОД» ҚК АЖнинг 2024 йил 19 июндаги 76-сон маълумотномаси). Натижада, УБ-нурлар таъсиридан ҳимоя қилувчи фотосезгир полимер материал ишлаб чиқариш имконини беради;

1-хлор-3-пиперидин-2-пропилакрилат ва акрил кислота сополимери ишлаб чиқариш технологияси «ЭЛЕКТРОКИМЁЗАВОД» ҚК-АЖ нинг «2026-2028 йилларда амалиётга жорий этиш бўйича истиқболли ишланмалар рўйхати»га киритилган («ЭЛЕКТРОКИМЁЗАВОД» ҚК АЖнинг 2024 йил 19 июндаги 76-сон маълумотномаси). ЛД₅₀ кўрсаткичлари 4536,9мг/кг, 9200,0 мг/кг тенг эканлиги ва уларни кам захарли моддаларни IV синфига оид, антибактериал фаол сополимер ишлаб чиқариш имконини беради;

1-хлор-3-пиперидин-2-пропилакрилат ва акрил кислота сополимери ишлаб чиқариш технологияси «ЭЛЕКТРОКИМЁЗАВОД» ҚК-АЖ нинг «2026-2028 йилларда амалиётга жорий этиш бўйича истиқболли ишланмалар рўйхати»га киритилган («ЭЛЕКТРОКИМЁЗАВОД» ҚК АЖ нинг 2024 йил 19 июндаги 76-сон маълумотномаси). Натижада антибактериал фаоллиги 0,03 % концентрацияда *St.Aureus*, *St.Epidermides* ва *Bas.Subtiles* штамларига нисбатан юқори самарадор сополимер ишлаб чиқариш имконини беради.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Мазкур тадқиқот натижалари маъруза кўринишида 2 та халқаро ва 11 та республика илмий, илмий-амалий анжуманларида муҳокамадан ўтказилган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилиниши. Диссертация мавзуси бўйича жами 27 та илмий ишлар чоп этилган, шулардан Ўзбекистон Республикаси Олий Аттестация комиссиясининг докторлик диссертациялари асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий нашрларда 12 та мақола, улардан 5 та республика ва 7 та хорижий журналларда ва 2 та хорижий тилда монография нашр этилган.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация кириш, бешта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан ташкил топган. Диссертация ҳажми 220 бетни ташкил этади.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Кириш қисмида тадқиқот мавзусининг долзарблиги ва зарурияти асосланган, тадқиқотнинг мақсади ва вазифалари, объекти ва предмети тавсифланган, Ўзбекистон Республикасида фан ва технологияларни ривожлантиришнинг устувор йўналишларига мослиги кўрсатилган, тадқиқотнинг илмий янгилиги, олинган натижаларнинг илмий ва амалий аҳамияти очиқ берилган, ўтказилган тадқиқотларнинг ишончилиги, апробация ва натижаларнинг нашр қилиниши, диссертациянинг ҳажми ва тузилиши бўйича маълумотлар баён этилган.

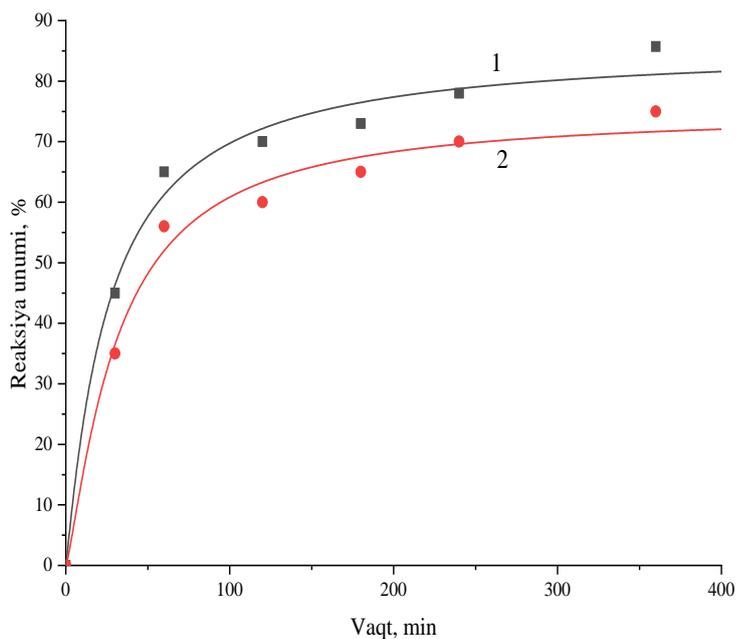
Диссертациянинг биринчи **«Алифатик ва гетероциклик бирикмалар асосида синтезлар, тадқиқотлар ва қўлланилиш соҳаларининг замонавий ҳолатини ўрганиш»** деб номланган биринчи бобида алифатик бирикмалар ҳосилаларини синтези, гетероциклик бирикмалар билан (мет)акрил кислоталарнинг мураккаб эфирлари синтези, гетероциклик бирикмаларнинг радикал полимерланиш ва сополимерланиш реакцияларининг назарий асослари, гетероциклик мономерлар асосида полимер ва сополимерларни олиш усуллари, хоссалари, ҳамда қўлланиш соҳалари бўйича нашр этилган илмий изланишлар ва уларнинг таҳлил натижаларининг шарҳи берилган. Алифатик, гетероциклик бирикмалар асосида олинган сополимерларнинг таркиби, структураси, синтез қилиш усуллари ва ўзига хос хусусиятлари таҳлил этилган.

Диссертациянинг иккинчи **«Изланиш объектларини физик-кимёвий хоссалари, олиниш ва тадқиқ қилиш усуллари»** деб номланган бобида тадқиқот объектларининг тавсифи, мономер, полимер ва сополимерларнинг олиниш усуллари, уларнинг физик-кимёвий, физик-механик ва биологик хоссаларини аниқлаш усуллари ва асбоблари келтирилган.

Диссертациянинг **«Алифатик ва гетероциклик бирикмалар ҳосилаларининг олиниш жараёнлари ва хоссаларини тадқиқ қилиш»** деб номланган учинчи бобида алифатик бирикмаларни, пиперидин фрагментли тўйинмаган мураккаб эфирларни олиниш жараёнлари, уларни инициаторсиз ўз-ўзидан ва радикал полимерланиш, ҳамда сополимерланиш реакцияларининг

кинетик қонуниятлари, синтез қилинган бирикмаларнинг структураси замонавий физик-кимёвий спектрал усуллар ёрдамида тадқиқ қилинган.

Алифатик бирикмаларнинг ҳосилаларини синтез қилиш усуллари. Ишнинг ушбу босқичида алифатик бирикмаларнинг турли ҳосилаларини синтез қилиш жараёнлари, жумладан эпихлоргидрин билан глицин ва аргинин каби аминокислоталарни ўзаро таъсир реакциялари органик эритувчилар муҳитида ўрганилган. Жараёнга турли омиллар: реакцияга киришаётган моддалар ва эритувчининг табиати, реакцияга киришаётган моддаларнинг нисбати, ҳарорат таъсири ўрганилди. Дастлаб реакцияда иштирок этувчи аминокислоталар табиатининг таъсири ўрганилди (1-расм).

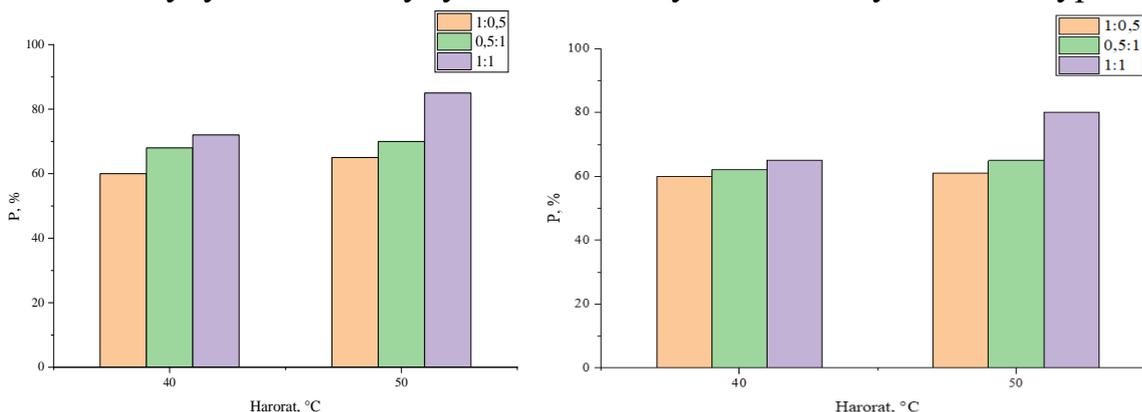


1-Расм. 1-эпихлоргидрин–глицин ва 2-эпихлоргидрин-аргининнинг 1:1 нисбатда диоксан муҳитида ўзаро реакциясини вақтга боғлиқлиги. T=50 °C

Ўрганилаётган реакция жараёнининг кейинги босқичида вақт ва ҳароратнинг ўзгаришини маҳсулот ҳосил бўлиши унумига таъсири ўрганилди (2-расм).

Олинган натижаларга кўра, эпихлоргидрин ва аминокислоталар асосида 50 °C да диоксан муҳитида борадиган реакция вақтининг ортиши билан эпихлоргидрин–глицин

системаси учун энг яхши унум билан маҳсулот ҳосил бўлганини кўриш мумкин.



2-Расм. 1-эпихлоргидринглицин ва 2-эпихлоргидринаргининнинг турли нисбатлардаги ўзаро реакциясини ҳароратга боғлиқлиги. T=40-50 °C, эритувчи диоксан

2-расмдан олинган натижаларга кўра, 40-50 °C ҳароратда реакцияга киришаётган моддаларнинг 1:1 моль нисбатида 3-хлор-2-гидроксипропил-глицинат ва 3-хлор-2-гидроксипропиларгинатнинг ҳосил бўлиш унуми 85 ва 82% га тенг эканлиги кўриниб турибди, ушбу ҳодисани реакцияга киришаётган

аргининнинг молекуляр тузилиши жиҳатидан реакция қобилятининг пастлиги билан изохлаш мумкин.

Кейинги босқичда гетероциклик бирикмалар асосида, жумладан 1-Хлор-3-пиперидин-2-пропанол билан акрил кислота ва метакрил кислоталарнинг этерификация реакцияси асосида тўйинмаган мураккаб эфирлар (1-Хлор-3-пиперидин-2-пропилакрилат ва 1-Хлор-3-пиперидин-2-метакрилат) синтез қилиш жараёнлари 70-90 °С ҳароратда ўрганилди.

Синтез қилинган 1-Хлор-3-пиперидин-2-пропилакрилат ва 1-Хлор-3-пиперидин-2-метакрилатларнинг инициатор иштирокида органик эритувчилар муҳитида 40-60°С ҳароратда полимерланиш реакциялари тадқиқ қилинди. Экспериментал тадқиқотлар натижасида юқорида номланган мономерларни полимерланиши натижасида таркиби ва структураси дастлабки мономерга ҳос бўлган, сувда эрувчан полимерлар ҳосил бўлиши аниқланди. Олинган полимерларнинг таркиби ва структураси элемент анализ, ИҚ-, ПМР-, ЯМР- ва хромато-масс спектрометрия ёрдамида тасдиқланди.

Тадқиқ қилинаётган полимерланиш жараёнининг кинетик қонуниятларини ўрганиш учун унга таъсир этувчи турли омиллар: эритувчининг табиати, инициатор ва мономер концентрацияси, ҳамда ҳарорат таъсирлари ўрганилди. Полимерланиш кинетикасига эритувчи табиатининг таъсирини ўрганиш тажрибалари натижасида 1-Хлор-3-пиперидин-2-пропил-акрилат ва 1-Хлор-3-пиперидин-2-метакрилатларнинг полимерланиш реакциялари тезлиги эритувчиларнинг (бензол, этанол, диметилформаид) диэлектр ўтказувчанлигининг ортиши билан тезлашишини кўрсатди. Эритувчининг диэлектр ўтказувчанлигини ортиши билан полимерланиш реакциясининг тезлашиши кўп омилларга боғлиқ бўлади, айти ҳолатда реакцияга киришаётган мономерларнинг электрон тузилишини муҳитдаги эритувчининг табиати ўзгарганлиги билан тушунтириш мумкин.

Кейинги тажрибаларда 1-Хлор-3-пиперидин-2-пропилакрилат, 1-Хлор-3-пиперидин-2-метакрилатларнинг полимерланиш реакциялари кинетикасига мономер (0,1-0,5 моль/л) ва инициатор ($1 \cdot 10^{-3}$ - $5 \cdot 10^{-3}$ моль/л) концентрациясининг таъсири ўрганилди. Мономерлар 1-Хлор-3-пиперидин-2-пропилакрилат, 1-Хлор-3-пиперидин-2-метакрилатлар концентрацияси бўйича реакция тартиби 1,01 ва 1,05, инициатор бўйича 0,53 ва 0,56 эканлиги аниқланди.

Реакциянинг тезлик константаларини ҳароратга боғлиқлигини аниқлаш бўйича олинган маълумотлар, реакция муҳитида мономер, инициатор концентрациясини кўпайиши ва ҳароратни (50-60 °С) кўтарилиши натижасида ўрганилаётган полимерланиш реакциясининг тезлиги ортишини кўрсатди. Бунда мономер концентрациясининг ортиши билан синтез қилинган полимерларнинг характеристик қовушқоқлигини кўпайиши, инициатор концентрациясини ортиши билан эса пасайиши кузатилди. Гомополимерланиш жараёнларининг фаолланиш энергияси Аррениус $\lg K = f(1/T)$ координаталари орқали топилди: ХППАК ва ХППМА учун 76,7 ва 79,8 Дж/моль.

Кинетик тадқиқотлар натижалари асосида реакцияга киришаётган акрилатларни инициатор иштирокидаги радикал полимерланиш

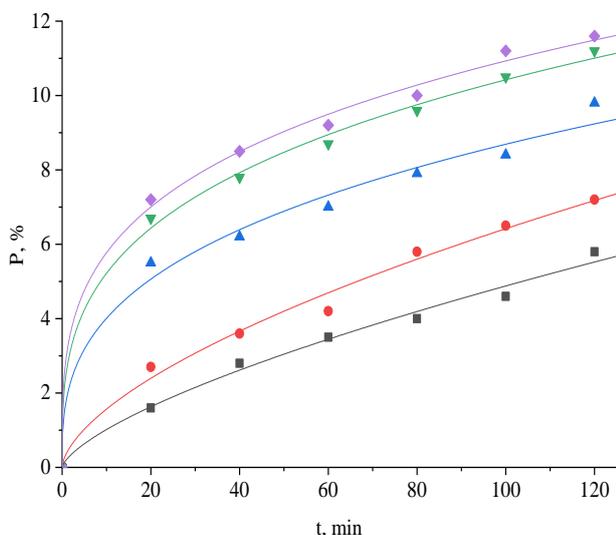
реакцияларининг умумий тезлигини тенглама орқали қуйидагича ифодалаш мумкин:

$$V=K[M]^{1.0} \cdot [I]^{0.53} - \text{ХППАК}$$

$$V=K[M]^{1.05} \cdot [I]^{0.56} - \text{ХППМАК}$$

Мономерлар концентрацияси бўйича топилган реакция тартиби назарийга мос келади, лекин инициатор концентрацияси 0,5 дан бир оз юқорироқ қийматга эга. Бу ҳолни мономер таркибидаги морфолин фрагментидаги азот атомини юқори манфийлик қиймати билан изохлаш мумкин.

Тадқиқ қилинган кинетик тадқиқотлар натижалари 1-Хлор-3-пиперидин-2-пропилакрилат ва 1-Хлор-3-пиперидин-2-метакрилатларнинг полимерланиш реакциялари радикал полимерланишнинг асосий қонуниятларига бўйсунганини кўрсатди. Экспериментал тадқиқотлар натижасида 1-Хлор-3-пиперидин-2-



пропилакрилатни (ХППАК) 0,7 моль/л ва ундан юқори концентрацияда инициаторсиз ўз-ўзидан сув ва органик эритувчилар муҳитида полимерланиш (30-50°C) жараёни кузатилди. Ушбу полимерланиш реакциясининг муқобил шароитини аниқлаш учун жараёнга турли омиллар таъсири ўрганилди. Дастлаб жараённинг мономер бўйича реакция тартибини аниқлаш учун полимерланиш реакциясига мономер концентрациясининг таъсири тадқиқ қилинди (3-расм, 1-жадвал).

3-Расм. Ўз-ўзидан полимерланиш реакция тезлигига мономер концентрациясини таъсири. [ХППАК], мол/л: 1-0,7; 2-1,0; 3-1,2; 4-1,4; 4-1,5. T= 50°C, эритувчи сув

4-расм ва 1-жадвал натижаларига кўра мономер концентрацияси ортиши билан реакция тезлигини ва полимер ҳосил бўлиш унумини пропорционал равишда кўпайиши ва полимерланиш реакциясининг мономер бўйича тартиби 1,3 тенг эканлиги аниқланди. Кейинги жараёнда 1-Хлор-3-пиперидин-2-пропилакрилатнинг (ХППАК) турли концентрацияларда полимерланиш реакция тезликлари ва қовушқоқлик кўрсаткичлари аниқланди (1-жадвал).

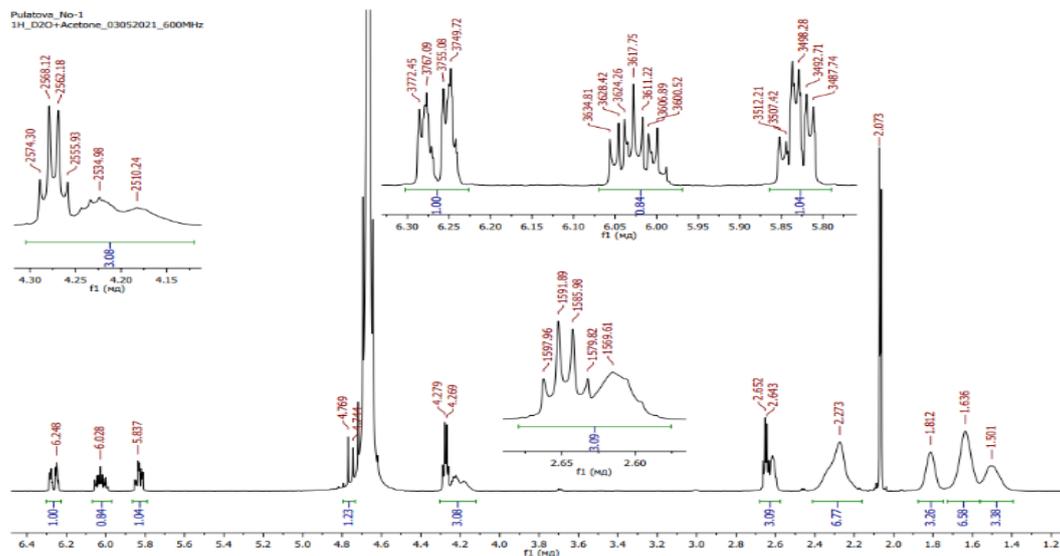
1-Жадвал

ХППАК нинг полимерланиш тезлигига мономер концентрациясининг таъсири. Эритувчи-сув; T= 50 °C.

[M], моль/л	$V \cdot 10^{-4}$, моль/л·с	Полимер унуми, %	$[\eta]$, дл/г
0,7	2,74	72	1,35
1,0	3.12	79	1,38
1,3	5,8	85	1,45
1,5	6,4	92	1,54

Жадвал натижаларига кўра, мономер концентрациясининг ортиши билан реакция тезлиги, полимернинг ҳосил бўлиш унуми ва характеристик

қовушқоқлиги ҳам мос равишда ортиб борар экан. Синтез қилиб олинган ПХППАК полимерининг структураси ^1H ЯМР-, ИК-спектроскопия усуллари ёрдамида аниқланди (4,5-расмлар).

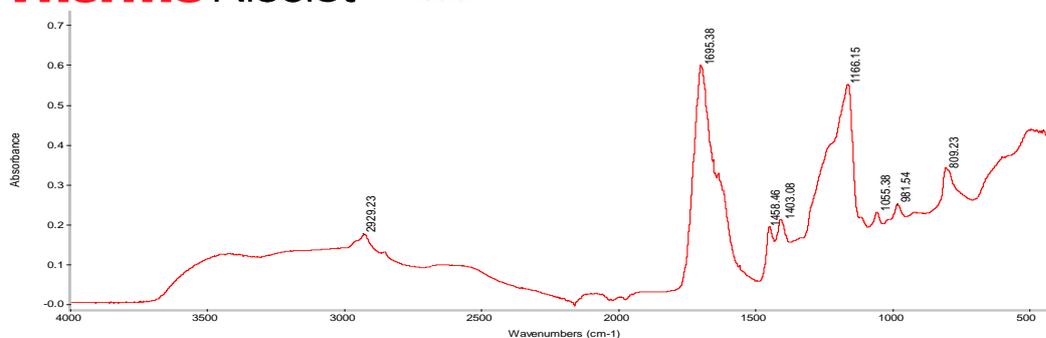


4-Расм. Поли-1-Хлор-3-пиперидин-2-пропилакрилатнинг ^1H ЯМР -спектри

^1H ЯМР-спектри таҳлилида, углерод атомларида дублет-дублет сигналлари 6.77 м.д. соҳада, С атомидаги (СН) протонларнинг синглет сигналлари 6.58 м.д. соҳада, 3,38 м.д. соҳадаги сигнал кислород - ОСН га метилен гуруҳлари протонлари учун характерлидир ва сополимернинг метилен гуруҳининг сигнали $-\text{CH}_2-$ 2,60 м.д. да кузатилган (4-расм).

Thermo Nicolet 1 - Initiator

Sat May 29 13:01:05 2021 (G)



5-Расм. Поли-1-Хлор-3-пиперидин-2-пропилакрилатнинг ИК -спектри

ПХППАКК нинг ИҚ-спектрида куйидаги ютилиш чизиклари намоён бўлди, cm^{-1} : $\nu(\text{C-N})$ 2929; $\nu(\text{CH}_2)$ ва (CH_3) 1695; $\nu(\text{C=O})$ 1458; $\nu(\text{C-O-C})$ асимм 1165 ва симм 1055 (5-расм).

1-Хлор-3-пиперидин-2-пропилакрилат билан акрил-, метакрил кислоталарни радикал сополимерланиш жараёнини тадқиқ қилиш. Ушбу тадқиқотларни бажаришда сомономерлар сифатида 1-Хлор-3-пиперидин-2-пропилакрилат билан акрил ва метакрил кислоталари танланди. Танланган мономерларнинг сополимерланиш жараёни органик эритувчилар муҳитида 60-80 °С ҳароратда инициатор ДАК иштирокида ўрганилди.

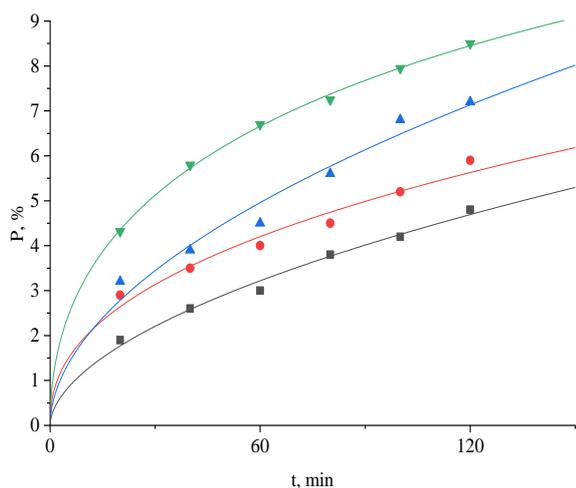
Сополимерланиш реакциясини ўрганишда ҳосил бўладиган сополимер таркибини мономер аралашмаси таркибига боғлиқлиги ва жараёни ўтказиш шароитлари муҳим аҳамиятга эга. Мономерлар таркибини ҳосил бўладиган сополимер таркибига боғлиқлигини аниқлаш учун мономерларнинг турли моль нисбатларида сополимерланиш реакцияси ўтказилди (2-жадвал).

2-Жадвал

Дастлабки мономер таркибини сополимер таркибига боғлиқлиги (ДМФА эритмасида; $[ДАК] = 5 \cdot 10^{-3}$ мол/л, 60°C , реакция вақти 2 соат). M_1 – ХПШАК.

Мономер таркиби, %моль		$V \cdot 10^{-4}$, моль/л·с	Азот миқ-дори, %	Унум, %	Сополимер таркиби, %мол		$\frac{[M_1]}{[M_2]}$	$\left(\frac{[M_1]}{[M_2]}\right)^2$	$\frac{[m_1]}{[m_2]}$	$\frac{[m_2]}{[m_1]}$
M_1	M_2				m_1	m_2				
ХПШАК-АК										
10	90	0,18	0,5	6,2	9,97	90,03	0,11	0,0121	0,11	9,03
30	70	0,21	1,4	7,8	30,35	69,65	0,43	0,1849	0,44	2,29
50	50	0,25	2,3	8,9	49,86	50,14	1,0	1,0	0,99	1,01
70	30	0,29	3,2	11,2	69,37	30,63	2,3	5,29	2,26	0,44
90	10	0,32	4,2	10,5	91,05	8,95	9,0	8,1	10,2	0,99
ХПШАК-МАК										
10	90	0,15	1,18	5,0	10,55	89,45	0,11	0,0121	0,12	8,48
30	70	0,19	3,35	6,8	29,96	70,04	0,43	0,1849	0,43	2,34
50	50	0,22	5,59	8,1	49,99	50,01	1,0	1,0	0,99	1,0
70	30	0,25	7,83	10,2	70,03	29,97	2,3	5,29	2,34	0,43
90	10	0,28	10,0	9,5	89,92	10,08	9,0	8,1	8,92	0,11

Жадвалдан дастлабки мономерлар аралашмасининг таркиби сополимерлар таркибига ва жараён тезлигига сезиларли таъсир кўрсатганлигини кўриш мумкин. Тадқиқ қилинаётган сополимерланиш реакциялари тезлигини ортишида



кузатилган қонуният асосида куйидаги қаторни ҳосил қилиш мумкин: ХПШАК-АК > ХПШМАК-АК.

Синтез қилинган сополимерларнинг таркиби ва структураси элемент анализ, ИҚ-спектал усули ва эрувчанлиги асосида аниқланди.

1-Хлор-3-пиперидин-2-пропилакрилат билан (мет)акрил кислотанинг сополимерланиш реакциясига мономерлар концентрациясининг таъсири ўрганилди (6-расм).

6-Расм. ХПШАК ва АК нинг сополимерланиш реакция тезлигининг мономер аралашмаси концентрациясига боғлиқлиги $[ХПШАК]=[АК]$, мол/л: 1-0,5; 2-1,0; 3-1,5; 4-2,0, $[ДАК]=5 \cdot 10^{-3}$ мол/л эритувчи ДМФА, $T=60^\circ\text{C}$

Дастлабки мономер таркибини сополимер таркибига боғлиқлиги бўйича олинган сополимерланиш диаграммаси азеотроп сополимерлар ҳосил бўлганлигини ва 1-Хлор-3-пиперидин-2-пропилакрилат ва акрил кислота учун

азетроп нуктаси 60:40 моль/% да, 1-Хлор-3-пиперидин-2-пропилакрилат ва метакрил кислота учун 54:46 моль/% бўлишини кўрсатди. Сополимерланиш тезлигининг мономер, инициаторнинг умумий концентрациясига боғлиқлигини кинетик қонуниятлари шуни кўрсатадики, ХППАК ва АК асосида олинган сополимернинг мономерлар бўйича реакция тартиби 1,03 инициатор бўйича эса 0,5 га тенг, ХППАК ва МАК асосида олинган сополимернинг мономерлар бўйича реакция тартиби 1,05 инициатор бўйича эса 0,7 га тенг, бу бимолекуляр занжирнинг узилишини кўрсатади.

ХППАК (r_1) ва АК, МАК (r_2)нинг сополимерланиш константалари қийматлари дастлабки аралашмада турли нисбатларга эга бўлган сополимерларнинг таркибини аниқлаш бўйича олинган экспериментал маълумотлар асосида Фейнеман-Росс дифференциал тенгламасини график ечиш орқали, фаоллик ва кутблилик факторлар қийматлари эса Алфрей ва Прайс тенгламалари ёрдамида аниқланди (3-жадвал).

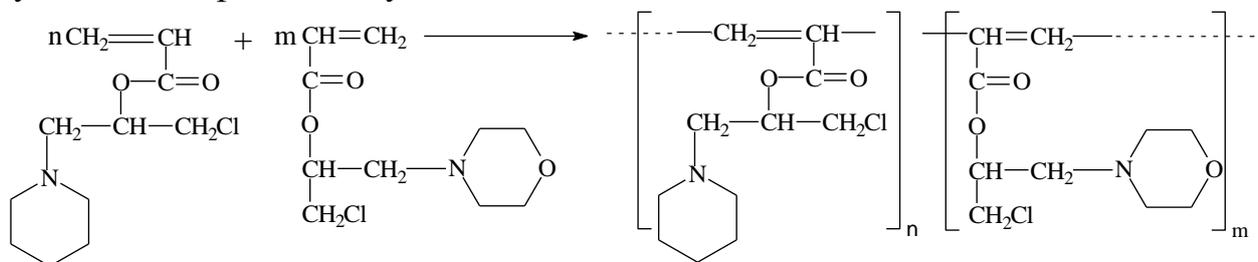
3-Жадвал

ХППАК (M_1) ва АК, МАК (M_2)нинг сополимерланиш константалари қиймати (АК учун $Q=1,15$, $e=0,77$; МАК учун $Q=0,98$, $e=0,62$), $[ДАК]=5 \cdot 10^{-3}$ мол/л эритувчи ДМФА, $T=60^\circ\text{C}$.

M_1	M_2	r_1	r_2	$r_1 \cdot r_2$	$1/r_1$	$1/r_2$	Q_2	e_2
ХППАК	АК	0,66	0,44	0,29	1,52	2,27	4,1	1,88
ХППАК	МАК	0,90	0,79	0,80	1,11	1,12	1,45	1,09

3-жадвал маълумотларидан топилган сополимерланиш константаларининг қийматлари r_1 ва r_2 бирдан кичиклигини, $r_1 > 1$ ва $r_2 < 1$ эканлигини кўриш мумкин, бу эса ҳосил бўлаётган радикал ўз радикалига қараганда иккинчи мономер радикали билан тезроқ бирикишини кўрсатади. ХППАК билан АК ва МАК мономерларининг кутблилик факторларини бир-биридан фарқ қилиши эса сополимерланиш реакциясида сомономерларни макромолекулада навбатма-навбат келишини ифодалайди.

Шунингдек, 1-Хлор-3-пиперидин-2-пропилакрилат билан N-морфолин-3-хлоризопропилакрилат ва стиролни сополимерланиш жараёнлари инициатор ДАК иштирокида органик эритувчилар муҳитида (диметилформаид) $60-80^\circ\text{C}$ ҳарорат оралиғида амалга оширилди. Сополимерланиш реакциясини схемасини куйидагича ифодалаш мумкин:



Дастлабки мономерлар нисбатини ҳосил бўладиган сополимерлар таркибига боғлиқлигини аниқлаш учун 1-Хлор-3-пиперидин-2-пропилакрилат билан N-морфолин-3-хлор-изопропилакрилат (МХИПАК) ва стиролни сополимерланиш реакциясини мономерларни турли хил нисбатларида

ўрганилди. Бунда сополимерланиш кинетик параметрларини ва константаларини аниқлаш учун реакция жараёнлари паст конверсияда олиб борилди, синтез қилинган сополимерларнинг хоссаларини аниқлаш учун эса юқори унумда олиш жараёнлари ўрганилди (4-жадвал).

4-жадвалдан ХППАК ва МХИПАК нинг сополимерланиш жараёнида дастлабки мономерларнинг 50:50 нисбатида реакция тезлиги ва олинган сополимерларнинг унуми, молекуляр массавий қийматлари бошқа нисбатларга қараганда юқори кўрсаткичларга эга эканлигини кўриш мумкин.

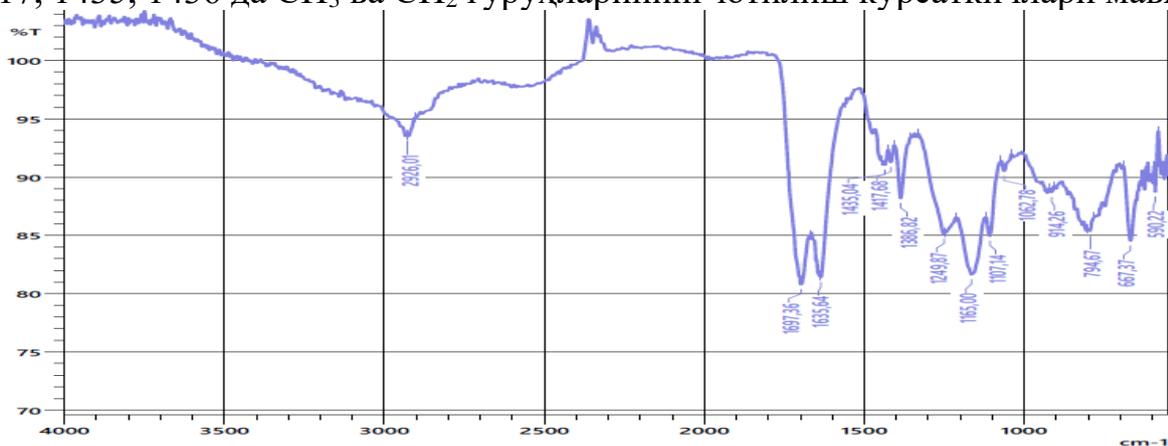
4-Жадвал

ХППАК (M_1) ва МХИПАК (M_2) нинг сополимерланиш жараёни шароити ва сополимерларнинг молекуляр массавий кўрсаткичлари, $[ДАК] = 5 \cdot 10^{-3}$ мол/л, 60°C .

Реакция вақти 4 соат.

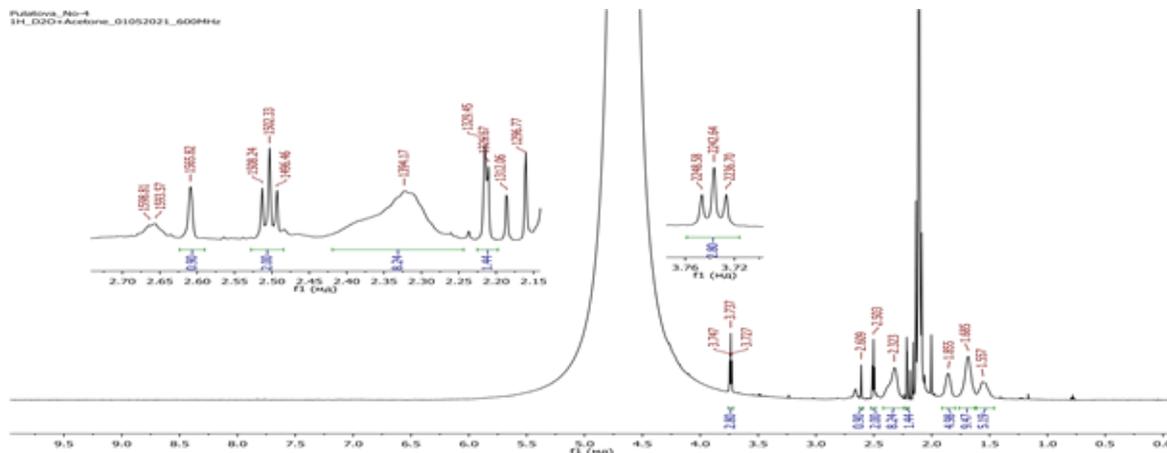
Моль нисбат		[ДАК], моль/л	$V \cdot 10^{-4}$, моль/л·с	Унум, %	$M_n \times 10^{-3}$
ХППАК	МХИПАК				
10	90	$2,5 \cdot 10^{-3}$	4,8	65	47,3
30	70	$2,5 \cdot 10^{-3}$	5,8	76	51,0
50	50	$2,5 \cdot 10^{-3}$	7,8	86	56,2
70	30	$2,5 \cdot 10^{-3}$	6,8	80	50,2
90	10	$2,5 \cdot 10^{-3}$	6,5	78	48,7
ХППАК	МХИПАК				
10	90	$5 \cdot 10^{-3}$	7,5	78	48,1
30	70	$5 \cdot 10^{-3}$	8,4	92,6	52,4
50	50	$5 \cdot 10^{-3}$	11,2	95,6	58,8
70	30	$5 \cdot 10^{-3}$	9,8	91,8	55,9
90	10	$5 \cdot 10^{-3}$	8,7	90	49,2

7-расмдан синтез қилинган сополимерларнинг ИҚ-спектрлари 1697 см^{-1} соҳаларда қўш боғланишга хос бўлган ютилиш зоналари йўқлигини кўрсатади, бу мономерларнинг винил гуруҳлари орқали ўтадиган реакцияни тасдиқлайди. $\text{C}=\text{O}$ гуруҳларнинг чўзилиш тебранишлари 1067 см^{-1} ва 1655 см^{-1} ҳудудларида; $1165, 1249\text{ см}^{-1}$ ҳудудларида $\text{C}-\text{O}-\text{C}$ гуруҳларнинг характерли чизиқлари ва $1387, 1417, 1435, 1436$ да CH_3 ва CH_2 гуруҳларининг ютилиш кўрсаткичлари мавжуд.



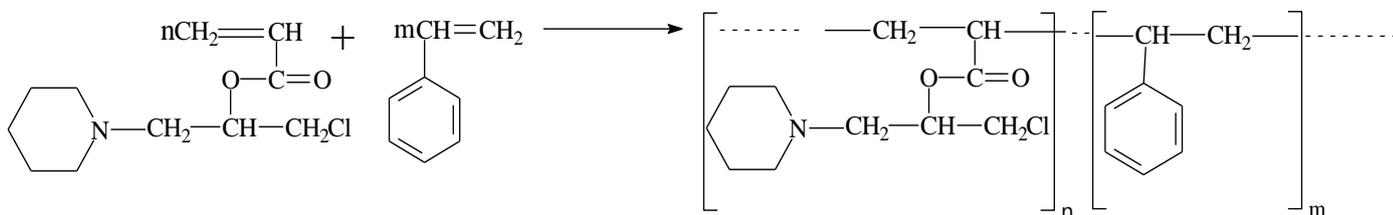
7-Расм. ХППАК билан МХИПАК сополимерининг ИҚ-спектри

ХПШАК билан МХИПАК сополимерининг ^1H ЯМР спектрида 1,685-1,855 м.д. сохаларда сигналлар мавжуд бу метилен гуруҳларининг протонларига мос келади, 3,74 м.д. да битта бириктирилган протон ($\text{Cl}-\text{CH}_2-$) бўлган углерод атомларининг сигналларига, 2,236 м.д. сохада ($\text{O}-\text{CH}_3$) гуруҳларининг протонларига тўғри келади (8-расм).



8-Расм. ХПШАК билан МХИПАК сополимерининг ^1H ЯМР-спектри

Стирол ва 1-Хлор-3-пиперидин-2-пропилакрилат нисбати 40:60 ҳарорат 60 °C 2 соат этиб белгиланди. Стирол билан 1-Хлор-3-пиперидин-2-пропилакрилатнинг сополимерланиш жараёнига таъсир этувчи омиллар аниқланди. Сополимерланиш реакциясини схемасини куйидагича ифодалаш мумкин:



5-Жадвал

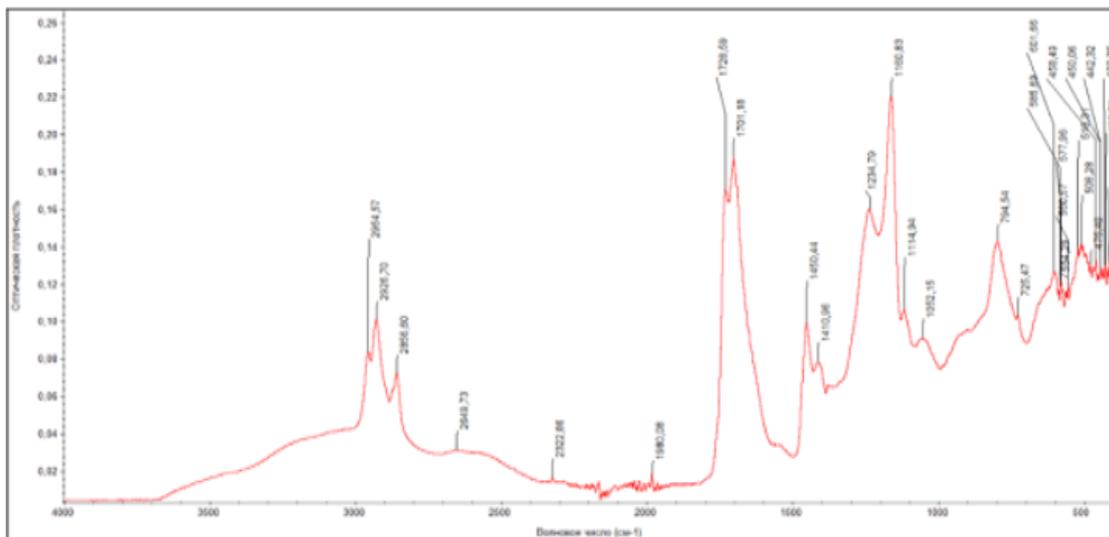
ХПШАК (M_1) ва Стирол (M_2) нинг сополимерланиш жараёни шароити ва сополимерларнинг молекуляр массавий кўрсаткичлари. $[\text{ДАК}] = 5 \cdot 10^{-3}$ мол/л, реакция вақти 2 соат, 60 °C.

Моль нисбат		[ДАК], моль/л	$V \cdot 10^{-4}$, моль/л·с	Унум, %	$M_n \times 10^{-3}$
ХПШАК	Стирол				
10	90	$2,5 \cdot 10^{-3}$	3,5	68	38,2
30	70	$2,5 \cdot 10^{-3}$	4,2	70	39,5
50	50	$2,5 \cdot 10^{-3}$	5,8	72	40,1
70	30	$2,5 \cdot 10^{-3}$	7,2	76	41,0
90	10	$2,5 \cdot 10^{-3}$	8,2	80	43,0
ХПШАК	Стирол				

5-жадвал давоми					
10	90	$5 \cdot 10^{-3}$	5,5	76	38,1
30	70	$5 \cdot 10^{-3}$	6,1	78	39,5
50	50	$5 \cdot 10^{-3}$	7,2	80	40,6
70	30	$5 \cdot 10^{-3}$	8,6	86	42,8
90	10	$5 \cdot 10^{-3}$	10,6	90	46,9

5-жадвалдан ХПШАК ва стиролнинг сополимерланиш жараёнида дастлабки мономерларнинг 90:10 нисбатида реакция тезлиги ва олинган сополимерларнинг унуми, молекуляр массавий қийматлари бошқа нисбатларга қараганда юқори кўрсаткичларга эга эканлигини кўриш мумкин.

Синтез қилинган сополимерларнинг структураси ИҚ-спектроскопия усули орқали ўрганилди.



9-Расм. Стирол билан 1-Хлор-3-пиперидин-2-пропилакрилат асосида олинган сополимерларнинг ИҚ-спектри

9-расмдаги сополимер намуналарининг ИҚ-спектрида 1-Хлор-3-пиперидин-2-пропилакрилатга хос бўлган, $1701-1778 \text{ см}^{-1}$ ютилиш соҳаларида карбонил гуруҳи ($\text{C}=\text{O}$) ва 2954 см^{-1} соҳаларда $\text{C}-\text{H}$ гуруҳларига хос тебранишларни кўришимиз мумкин. Сополимерларининг ИҚ-спектрларида қўш боғга $\text{C}=\text{C}$ хос бўлган ютилиш соҳаларини мавжуд эмаслигидан кўриниб турибдики, сополимерланиш реакцияси бошланғич мономерларнинг винил гуруҳларидаги қўшбоғнинг очилиши ҳисобига содир бўлишини кўрсатади. Сополимерланиш реакциясида мономерларнинг реакцион қобилиятини аниқлаш учун Фейнеман-Росс дифференциал тенгламасини график ечиш орқали сополимерланиш константалари ҳисоблаб топилди (6-жадвал).

6-Жадвал

ХПШАК (M_1) ва МХИПАК (M_2) нинг сополимерланиш константасининг қиймати.

M_1	M_2	r_1	r_2	$r_1 \cdot r_2$	$1/r_1$	$1/r_2$	Q_2	e_2
ХПШАК	МХИПАК	1	0,8	0,8	1,0	1,25	1,65	1,24
ХПШАК	Стирол	1	0,5	0,5	1	2,0	2,18	1,6

Тадқиқ қилинган системалар учун сополимерланиш константаларининг қийматларидан $r_1 > 1$ ва $r_2 < 1$ тенг экан. Олинган маълумотлар асосида, ХПШАК-МХИПАК ва ХПШАК-стирол системаларида $r_1 > 1$ қиймати бирдан катта

эканлигини кўриш мукин. Бу эса радикал сополимерланиш реакциясида ХППАК МХИПАК ва стиролга нисбатан фаолроқ мономер эканлигини билдиради, яъни у ўз мономер ва иккинчи сомономер фаол маркази билан осон реакцияга киришишини билдиради.

Диссертациянинг “Синтез қилинган бирикмаларнинг физик-кимёвий ва биологик фаоллик хоссаларини ўрганиш” деб номланган тўртинчи бобида синтез қилинган юқори молекулали бирикмаларнинг молекуляр массаси гел ўтказувчанлик хроматография усули ёрдамида ўрганилди (7-Жадвал).

7-Жадвал

Синтез қилинган сополимерларнинг молекуляр массавий характеристикалари, [ДАК] = 5×10^{-3} мол/л, ДМФА эритувчиси.

№	Сополимер таркиби, мол.		$M_n \times 10^{-3}$	$M_w \times 10^{-3}$	M_w / M_n
	улуши				
ХППАК - АК					
1	0,35	0,65	47,0	56,9	1,21
2	0,50	0,50	48,7	52,9	1,08
3	0,65	0,35	48,1	50,7	1,05
ХППАК-МХИПАК					
1	0,35	0,65	41,0	52,4	1,27
2	0,50	0,50	46,0	58,8	1,29
3	0,65	0,35	40,1	55,9	1,39
ХППАК-Стирол					
1	0,35	0,65	46,9	37,0	1,26
2	0,50	0,50	42,8	38,7	1,11
3	0,65	0,35	40,6	38,1	1,07

7-Жадвалдан, синтез қилинган сополимер намуналари орасида ХППАК билан МХИПАК асосида олинган сополимерларнинг молекуляр массаси энг юқори $58,8 \times 10^{-3}$ қийматга эга эканлигини кўриш мумкин.

ХППАК билан МХИПАК асосида олинган сополимернинг микробларга қарши фаоллиги агар-агар усули ёрдамида қаттиқ озуқа муҳитида диффузия қилиш орқали аниқланди (8-жадвал).

8-Жадвал

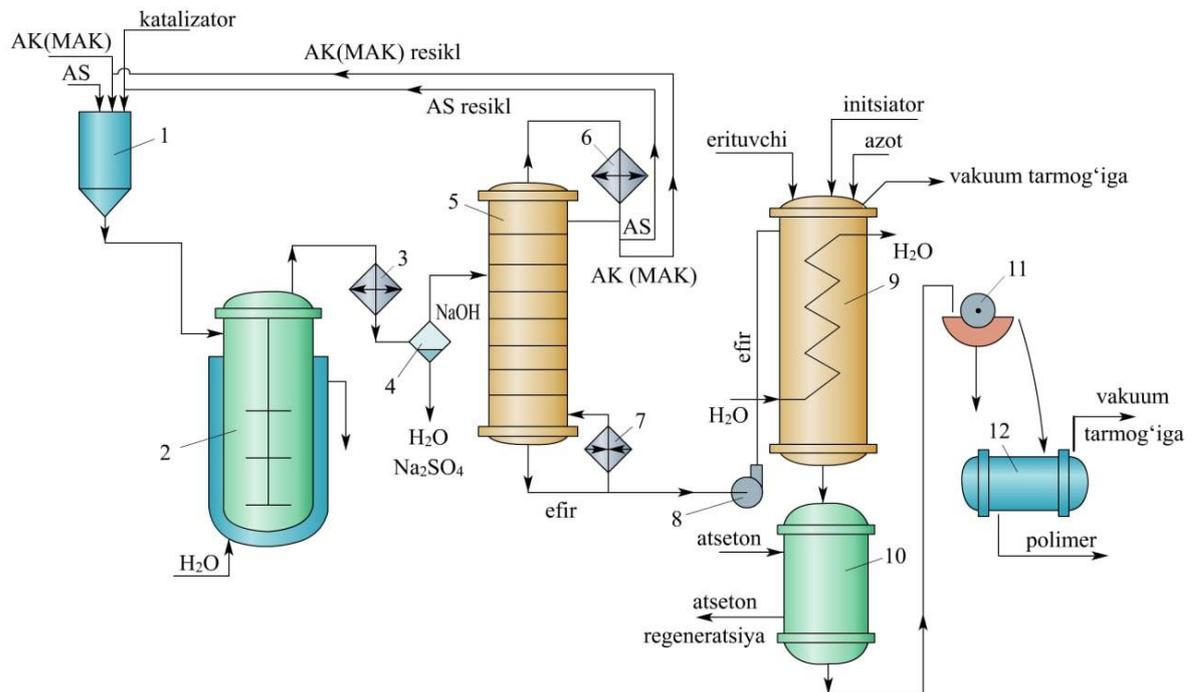
ХППАК билан МХИПАК ва ХППАК билан АК асосидаги сополимернинг микробиологик фаоллик кўрсаткичлари.

Модда номи	Микроорганизмлар ўсишини тўхтатиш зонасининг диаметри, мм		
	<i>St. aureus</i>	<i>St. epidermidis</i>	<i>Bac. subtilis</i>
ХППАК билан МХИПАК асосидаги сополимернинг 0,02% эритмаси	18,2±1,3	18,8 ± 1,0	18,3 ± 1,1
ХППАК билан МХИПАК асосидаги сополимернинг 0,03% эритмаси	23,0 ± 0,2	38,8 ± 0,4	27,0 ± 0,8
	<i>St. epidermidis</i>	<i>Bac. subtilis</i>	<i>E. coli</i>
ХППАК билан АК асосидаги сополимернинг 1% эритмаси	17,2 ± 0,8	10,0 ± 0,7	16,2 ± 0,8

8-жадвал давоми			
ХППАК билан АК асосидаги сополимернинг 2% эритмаси	25,2 ± 0,8	15,4 ± 1,4	20,4±0,5
ХППАК билан АК асосидаги сополимернинг 3% эритмаси	29,6 ± 1,1	18,4 ± 0,5	23,6 ± 1,6

Олинган маълумотларга кўра, ХППАК билан АК асосидаги сополимерларнинг 3% эритмаси иштирокида *St.epidermidis* микроорганизмларнинг ўсишини тўхтатиш зонасининг диаметри 29,6 мм ва ХППАК билан МХИПАК сополимерининг 0,03% эритмаларида ушбу штамм учун микроорганизмларнинг ўсишини тўхтатиш зонасининг диаметри 38,4 мм тенг.

Юқоридаги амалга оширилган тадқиқотлар натижасида 1-Хлор-3-пиперидин-2-пропанол билан (мет)акрил кислота асосида мономер ва уни полимерланиш жараёнини умумий технологияси таклиф қилинди (10-Расм).



1-дозатор; 2-аралаштиргичли эфиризатор; 3,6-совутгичлар; 4-сепаратор; 5-ҳайдаш колоннаси; 7-қайнатгич; 8-насос; 9-полимеризатор; 10-полимерни чўктириш колоннаси; 11-барабанли филтр; 12-вакуумли қуритгич.

10-Расм. 1-Хлор-3-пиперидин-2-пропил(мет)акрилат олиш ва уни полимер-ланиш жараёни технологияси

Диссертациянинг "Синтез қилинган бирикмаларни қўлланилиш соҳаларини аниқлаш" деб номланган бешинчи бобида ишда фойдаланилган бошланғич моддалар, синтез қилиб олинган мономерларнинг квант-кимёвий ҳисоблаш ишлари олиб борилди. Молекулаларнинг барча квант-кимёвий ҳисоблашлар Гауссиан 09W, Гаусс Виiew 6.0.16 программаси орқали ярим эмперик усулида тўлиқ геометрис параметрларини оптималлаштириш билан ўрганилди. 1-Хлор-3-пиперидин-2-пропилакрилат (ХППАК) билан 1-Хлор-3-морфолин-2-пропилакрилат (МХИПАК) ва 1-Хлор-3-пиперидин-2-пропилакрилат билан стиролни радикал сополимерланиш жараёнлари диметилформаид эритмасида 60 °C ҳароратда инициатор ДАК иштирокида азот атмосферасида олиб борилган

Синтез қилинган сополимерлар макромолекуласи ён занжиридаги турли реакцион функционал гуруҳлар С=О, С-Cl УБ-нурлар таъсирида чокланиш имконини яратади. Шу сабабли, синтез қилинган сополимерни фотокимёвий тадқиқотларини олиб бориш учун, уларнинг шаффоф рангли плёнкалари олинган. Плёнка ҳосил қилиш хоссасини ўрганиш натижалари 1-Хлор-3-пиперидин-2-пропилакрилат билан стирол асосида олинган сополимер макромолекуласи таркибида стирол звеносини кўпайиши билан плёнкаларнинг эгилувчанлиги ёмонлашганлигини кўрсатди. 1-Хлор-3-пиперидин-2-пропилакрилат билан 1-Хлор-3-морфолин-2-пропилакрилат асосидаги сополимерларда бундай ҳолат кузатилмади. Шу сабабли 1-Хлор-3-пиперидин-2-пропилакрилат билан 1-Хлор-3-морфолин-2-пропилакрилат (1) ва 1-Хлор-3-пиперидин-2-пропилакрилат билан стирол (2) асосида олинган бинар сополимерларнинг УБ-нур таъсирига фотосезгирлиги ўрганилди (9-жадвал).

9-Жадвал

1-Хлор-3-пиперидин-2-пропилакрилат билан 1-Хлор-3-морфолин-2-пропилакрилат (1) ва 1-Хлор-3-пиперидин-2-пропилакрилат билан стирол (2) асосида олинган бинар сополимерлар УБ-нур таъсирига фотосезгирлиги.

Сополимерлар Номи	Концентрация, масс. %	Плёнка қалинлиги, мкм	Фотосезгирлик, см ² /Дж
ХППАК: МХИПАК	4	0,10	56,9
	6	0,10	57,2
	8	0,10	58,1
	10	0,10	59,3
	12	0,20	55,5
ХППАК: Стирол	4	0,1	52,3
	6	0,1	53,5
	8	0,1	54,7
	10	0,1	55,4
	12	0,2	52,1

Келтирилган жадвал маълумотларидан тадқиқ қилинаётган сополимерлар юқори фотосезгирлик кўрсаткичларини намоён қилганлигини кўриш мумкин. Бунда 10% концентрацияли сополимер юқори фотосезгирлик хусусиятини намоён қилди.

ХУЛОСА

1. 3-хлор-2-гидроксипропилглицинат ва 3-хлор-2-гидроксипропил-аргинатнинг ҳосил бўлиш реакциялари қонуниятлари ва хоссалари ўрганилди. Реакция тезлиги, жараёни олиб бориш шароитлари, ҳамда реакцияда иштирок этувчи реагентларнинг стехиометрик нисбатларига боғлиқ эканлиги аниқланди.

2. Илк бор 3-хлор-1-пиперидин-2-изопропанол асосида акрил ва метакрил кислоталари билан тўйинмаган мураккаб эфирлар синтез қилинди, уларнинг синтези учун оптимал шароитлар аниқланди ва реакция механизми таклиф этилди.

3. 1-Хлор-3-пиперидин-2-пропилакрилат ва 1-Хлор-3-пиперидин-2-пропилметакрилатнинг органик эритувчилар муҳити радикал полимерланиш

реакцияларининг кинетик қонуниятлари ўрганилди. Мономер ва инициатор бўйича реакция тартиби, ҳамда жараённинг умумий фаолланиш энергияси аниқланди, мазкур реакциянинг механизми таклиф этилди.

4. 1-Хлор-3-пиперидин-2-пропилакрилатнинг ўз-ўзидан полимерланиши амалга оширилди ва жараённинг оптимал шароитлари аниқланди. ИҚ-, ПМР-спектроскопия ва элемент таҳлил усуллари ёрдамида синтез қилинган полимерларнинг тузилиши ўрганилди.

5. Илк бор 1-Хлор-3-пиперидин-2-пропилакрилатнинг акрил ва метакрил кислоталар, N-морфолин-3-хлор-2-изопропилакрилат, ҳамда стирол билан радикал сополимерланиш қонуниятлари ўрганилди. Инициатор ва сомономерлар бўйича реакция тартиби, кўрсатилган реакциянинг умумий фаолланиш энергияси аниқланди. Сомономерларнинг сополимерланиш константалари, фаоллик ва кутблилик қийматлари ҳисобланди.

6. Гель сингдирувчи хроматография усули ёрдамида синтез қилинган сополимерларнинг молекуляр-массавий қийматларинини тадқиқ қилиш асосида, уларнинг нисбатан тор молекуляр-массавий тақсимотга ва юқори молекуляр массага эга эканлиги аниқланди.

7. 1-Хлор-3-пиперидин-2-пропилакрилат билан 1-Хлор-3-морфолин-2-пропилакрилат ва 1-Хлор-3-пиперидин-2-пропилакрилат билан стирол асосида олинган плёнкаларнинг УБ-нур таъсирида фотосезгирлик қийматлари ХППАК: МХИПАК учун 59,3, ХППАК:Стирол учун 55,4 см²/Дж эканлиги аниқланди.

8. Pass Online компьютер дастури ёрдамида танлаб олинган (со)полимер бирикмалар диск-диффузия усули орқали патоген микроорганизмлар *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* ва *Candida albicans* га нисбатан фаоллиги тадқиқ қилинди. Синовдан ўтказилган препаратлар орасида 1-Хлор-3-пиперидин-2-пропилакрилат билан 1-Хлор-3-морфолин-2-пропилакрилат асосидаги сополимерлар антимиқроблик хоссасини намоён этиши кузатилди. Микроорганизмларнинг кўпайишини тўхтатиш зонаси мос равишда 23,0; 38,8 ва 27,0 ни ташкил этди.

9. Фаол функционал гуруҳли гетероциклик бирикмаларни олишнинг умумлашган икки босқичли технологияси ишлаб чиқилди. Бу технология тўйинмаган мураккаб эфир мономерларини-1-Хлор-3-пиперидин-2-пропил(мет)акрилатларни синтез қилиш блоки ҳамда улар асосида полимерлар олиш блокидан иборат.

**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

ПУЛАТОВА НИЛУФАР УБАЙДУЛЛАЕВНА

**СИНТЕЗ И СВОЙСТВА АЛИФАТИЧЕСКИХ И
ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ С АКТИВНЫМИ
ФУНКЦИОНАЛЬНЫМИ ГРУППАМИ**

02.00.14. - Технология органических веществ и материалов на их основе

**АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ ДОКТОРА НАУК (DSc)
ПО ХИМИЧЕСКИМ НАУКАМ**

Ташкент - 2025

Тема диссертации доктора наук (DSc) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Министерстве высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан за номером B2024.3. DSc/K198.

Диссертация выполнена в Ташкентском химико-технологическом институте.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице Научного совета по адресу www.tktiti.uz и информационно-образовательном портале «ZiyoNET» по адресу www.ziyo.net.

Научный консультант:

Максумова Ойтура Ситдиқовна
доктор химических наук, профессор

Официальные оппоненты:

Абдушуқуров Анвар Кабирович
доктор химических наук, профессор

Набиева Ирода Абдусаматовна
доктор технических наук, профессор

Эшқурбонов Фуркат Бозорович
доктор химических наук, профессор

Ведущая организация:

Ташкентский Государственный технический университет имени И.А.Каримова

Защита диссертации состоится «__» _____ 2025г. в «__» часов на заседании Ученого совета DSc.03/30.12.2019.T.04.01. при Ташкентском химико-технологическом институте по адресу: 100011, г. Ташкент, Шайхонтохурский р-н, ул. А.Навои, 32. Тел.: (99871) 244-79-20), факс: (99871) 2447917, 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 № _____). Адрес: 100011, г.Ташкент, Шайхонтохурский р-н, ул. А.Навои, 32. Тел.: (99871) 244-79-20).

Автореферат диссертации разослан «__» _____ 2025 года. (протокол реестра рассылки № _____ от «__» _____ 2025 года).

Туробжонов С.М.

Председатель научного совета по
присуждению учёных степеней,
д.т.н., проф. академик

Кадиров Х.И.

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

Рахмонбердиев Г.Р.

Председатель научного семинара при
научном совете по присуждению учёных
степеней, д.х.н., профессор

ВВЕДЕНИЕ (аннотация докторской (DSc) диссертации)

Актуальность и востребованность темы диссертации. В настоящее время теоретическое и практическое значение химии алифатических и гетероциклически соединений с активными функциональными группами возрастает с каждым годом. Синтез алифатических и гетероциклических полифункциональных соединений, изучение их химических, физико-химических и биологических свойств, определение новых областей применения является одним из перспективных и динамично развивающихся направлений органического синтеза. В связи с этим важное значение приобретает расширение ассортимента азотсодержащих алифатических и гетероциклических полифункциональных соединений, используемых в различных отраслях народного хозяйства, разработка безотходных экологически чистых технологий.

В мире проводятся исследования, направленные на управление реакциями полимеризации и сополимеризации при получении алифатических и гетероциклических соединений с активными функциональными группами. Изучается активность мономеров и радикалов в зависимости от растворителей. Особое внимание уделяется разработке научных основ процесса, включая разработку оптимальных условий для синтеза новых (со)полимеров с заданной структурой и свойствами с использованием высокоэффективных реакционноспособных мономеров, определение кинетических параметров и механизма реакции, а также изучение их физико-химических, токсикологических и биологических свойств.

В республике достигнуты определенные научно-практические результаты в модернизации промышленности органического синтеза, разработке технологических систем для получения активных функциональных мономеров и на их основе термически устойчивых, водорастворимых, малотоксичных антибактериальных (со)полимеров, а также в создании научных основ оптимальных методов синтеза новых полимерных и сополимерных производных. В Новом Узбекистане "Стратегии развития экономики на 2022-2026 годы" определены приоритетные направления и важные задачи по дальнейшему ускорению производства готовой продукции с высокой добавленной стоимостью на основе глубокой переработки местных сырьевых ресурсов, а также по созданию качественно новых продуктов и технологий³. В связи с этим важное значение приобретает разработка теоретических и практических основ процессов синтеза алифатических и гетероциклически соединений с активными функциональными группами, направленных, в частности, на развитие промышленности органического синтеза.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных в Указе Президента Республики Узбекистан от 28 января 2022 года № УП-60 "О Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы" и Постановлении Президента Республики Узбекистан от 2 декабря 2022 года № ПП-436 "О мерах по повышению

³ Указ Президента Республики Узбекистан, от 28.01.2022 г. № УП-60

эффективности реформ и инвестиционных реформ, направленных на переход Республики Узбекистан на "зеленую" экономику до 2030 года," Постановлении Президента Республики Узбекистан от 2 апреля 2019 года № ПП-4256

Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики. Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетными направлениями развития науки и технологий республики VII. "Химические технологии и нанотехнологии".

Обзор зарубежных научных исследований по теме диссертации⁴. Научные работы, направленные на синтез алифатических и гетероциклических соединений с активными функциональными группами в различных средах на основе эфиров кислот с соединениями, содержащими гетероциклы, определение их структуры и свойств, применение на практике и совершенствование технологий производства, проводятся в ведущих научных центрах и высших учебных заведениях мира, в том числе: Dow Chemical и Rohm & Haas (США), Thermax Ltd (Индия), Университет Эге (Турция), Jiangsu Suqing (Китай), Университет Мэриленда (США), Purolite International Ltd (Великобритания), Университет Китаюсю (Япония), Мельбурнский университет (Австралия), Силезский технологический университет (Польша), Политехнический университет Валенсии (Испания), Азербайджанский научно-исследовательский институт нефти и химии (Азербайджан), Российский химико-технологический университет, Казанский национальный исследовательский технологический университет (Россия), Российский химико-технологический университет имени Д.И.Менделеева (Россия) и Ташкентский научно-исследовательский химико-технологический институт, Институт химии и физики полимеров Академии Наук Республики Узбекистан, Ташкентский химико-технологический институт (Узбекистан).

Получены следующие научно-практические результаты в области производства полимеров радикальной (со)полимеризацией ненасыщенных соединений, содержащих гетероциклы, обоснования основных принципов и закономерностей формирования структуры, а также по применению сополимеров на основе акриловой кислоты и акрилатов в качестве загустителей, эмульгаторов и стабилизаторов физико-химических свойств среды: разработаны теоретические и практические основы процессов синтеза алифатических и гетероциклических функционально активных соединений (Университет Мэриленда (США), Purolite international Ltd (Великобритания)); разработана технология получения алифатических и гетероциклических функционально активных соединений в различных средах на основе эфиров кислот с соединениями, содержащими гетероцикл (Dow Chemical и Rohm & Haas (США)), Thermax Lid (Индия), Эгейский университет (Турция)); получены

⁴ Диссертация мавзуси бўйича хорижий илмий-тадқиқотлар шарҳи: <http://dx.doi.org/10.1081/SS-200068451>; <http://ebys.ege.edu.tr/ogrenci/ebp/course>;

https://www.researchgate.net/profile/Beata_Podkoscielna; <https://www.kitakyu-u.ac.jp>;

<http://ifoch.bas-net.by> www.unist.ac.kr, www.tdtu.uz, www.tkti.uz, www.urmon.uz ва бошқа манбалар асосида ишлаб чиқилган.

алифатические и гетероциклические функциональные полимерные пленки, покрытия, акриловые волокна, связующие и пленкообразующие компоненты и определены их свойства (Цзянсу Суцин (Китай), Силезский технологический университет (Польша), Валенсийский политехнический университет (Испания)); разработаны новые методы получения N-винилсукцинимид и полимеров, сополимеров на его основе, созданы композиционные материалы медицинского и биологического назначения (Азербайджанский институт нефти и химии (Азербайджан), Российский химико-технологический университет, Казанский национальный исследовательский технологический университет (Россия)); синтезированы новые мономеры двухосновных органических кислот – винилимиды, определены их реакции радикальной полимеризации и сополимеризации (Силезский технологический университет (Польша), Институт химии и физики полимеров АН РУз, Ташкентский химико-технологический институт (Узбекистан)).

В мире проводятся исследования по производству полимеров радикальной (со) полимеризацией ненасыщенных соединений, содержащих гетероцикл, определению областей применения сополимеров, полученных на основе акриловой кислоты и акрилатов, в том числе по следующим приоритетным направлениям: определение перспективных направлений получения, свойств и практического применения виниловых полимеров, синтез новых мономеров органических кислот и применение их в реакциях радикальной полимеризации и сополимеризации, получение микро- и наноструктурированных полимеров, полимерных наноматриц, синтез на их основе катионных мономеров и применение их в качестве антибактериальных средств, внедрение в производство технологий получения медицинских и биологических композиционных материалов.

Степень изученности проблемы. Соединения с алифатическими, гетероциклической активно-функциональными группами имеют важное значение в различных областях науки, техники и промышленности, в том числе в химической, фармацевтической, медицинской, машиностроительной, текстильной и легкой промышленности и других отраслях.

Алифатические и гетероциклические соединения с активными функциональными группами имеют важное значение в различных областях науки, техники и промышленности, в частности, в химии, фармацевтике, медицине, машиностроении, текстильной и легкой промышленности и других областях. Ведущие мировые университеты и научно-исследовательские институты проводят исследования по разработке новых методов и технологий синтеза соединений с активными функциональными группами. В частности синтез, изучение структуры и свойств, а также внедрение в практику мономеров и полимеров с активно-функциональными группами изучаются Р.Элдерфилдом, А.А.Гейлом, З.М.Мулдахметовым, В.Е.Сомовым, Г.Д. Залищевским, М.В.Бурмистром, Э.Г.Месропяном, Г.А. Абдулиной, А.М.Газалиевым, Э.Ергожиным, Э.И.Лустгартеном, А.А. Васильевой, Г.А. Волковой, Г.А. Смоляковым, К.Й. Лее, Д.Ж. Моони, Э. Робертсом, Н.

Плобеском, К. Валлестедтом, Паттерсоном Лаури Жеаном, Раптой Мирославом, Чао Робертом, Москуерой Пестаной Рамоном, Гиани Андреа Линде, Антонио Лаверде Жуниором, К.Ю. Лебедевым, А.Т. Сагитдиновой, Н.З. Байбулатовой, К.Д. Пралиевым, Н.Б. Курманалиевым, К.Б. Эржановым, И.П. Белетской, Г.Д. Титским, Т.К. Искаковой, Т.П. Кустовой, Э.А. Петрушкиной, В.Н. Шишкиным, М.В. Успенской, Л.И. Власовой, Г.С. Ахметовой, Т.А. Сулаймоновыми.

В республике в этом направлении, в частности, в области определения кинетических закономерностей и механизмов реакций процессов получения новых алифатических и гетероциклических полифункциональных полимерных соединений, изучения свойств полученных соединений, разработки технологии синтеза, академиками А.Т.Джалиловым, С.Ш. Рашидовой, С.М.Турабджановым, Г.Рахмонбердиевым, профессорами А.Г. Махсумовым, А.К. Абдушукуровым, А. Икрамовым, Х.И. Акбаровым, О.С. Максумовой, М.Г. Мухамедиевым, З.А. Таджиходжаевым, А.С. Рафиковым и другими проводятся научные исследования.

Связь исследования с планами научно-исследовательской работы высшего учебного заведения, в котором выполнена диссертация.

Диссертационные исследования выполнены в рамках научно-исследовательского плана Ташкентского химико-технологического института А-12-75 «Создание биологически активных веществ для обработки кожи» (2015-2017) и фундаментальных проектов на тему «Получение активных функциональных соединений, создание научных основ их строения и свойств» (2017-2020).

Целью исследования является обоснование кинетических закономерностей процессов синтеза алифатических и гетероциклических соединений, содержащих активные функциональные группы, определение физико-химических свойств полученных веществ и областей их применения.

Задачи исследования:

изучение факторов, влияющих на процесс образования 3-хлор-2-гидроксипропилглицината и 3-хлор-2-гидроксипропиларгината в результате реакций взаимодействия эпихлоргидрина с аминокислотами, в том числе глицином и аргинином;

исследование механизма реакций этерификации акриловой и метакриловой кислот с аминокислотой, полученной на основе эпихлоргидрина и пиперидина, и изучение оптимальных условий процесса;

изучение кинетических закономерностей радикальной полимеризации 1-Хлор-3-пиперидин-2-пропилакрилата и 1-Хлор-3-пиперидин-2-пропилметакрилата;

определение условий самопроизвольной полимеризации 1-Хлор-3-пиперидин-2-пропилакрилата без инициатора;

исследование процессов радикальной сополимеризации 1-Хлор-3-пиперидин-2-пропилакрилата с акриловой и метакриловой кислотами со стиролом и N-морфолин-3-хлор-изопропилакрилатом;

определение состава полученных сополимеров, констант активности, порядков реакции мономеров и общей энергии активации процесса сополимеризации;

исследование структуры синтезированных мономеров и (со)полимеров физико-химическими, квантово-химическими и молекулярно-динамическими методами, а также определение областей применения.

В качестве объектов исследования использовались: морфолин, пиперидин, эпихлоргидрин, акриловая и метакриловая кислоты, мономер и полимер, синтезированные на основе стирола, аргинина, глицина, сополимерные соединения, кислотные катализаторы, инициаторы, растворители.

Предметом исследования являются синтез соединений с различными функциональными группами на основе алифатических и гетероциклических соединений, изучение закономерностей их радикальной полимеризации и сополимеризации, а также определение структуры и физико-химических свойств синтезированных мономеров, полимеров и сополимеров.

Методы исследования. В диссертации были использованы элементный анализ, ИК-, ПМР-, ЯМР-спектроскопия, хромато-масс-спектрометрия, гель-проникающая хроматография, термоаналитический анализ, оптическая микроскопия, квантово-химические (PM-3, МНДО-3) полуэмпирические и другие методы.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

установлены кинетические закономерности радикальной полимеризации 1-Хлор-3-пиперидина-2-пропилакрилата, рассчитан порядок реакции по мономеру, инициатору, энергия активации процесса и доказан механизм реакции;

обоснован механизм реакций этерификации 1-Хлор-3-пиперидин-2-пропанола, полученного на основе эпихлоргидрина и пиперидина, акриловой и метакриловой кислотами;

доказаны кинетические закономерности радикальной полимеризации 1-Хлор-3-пиперидин-2-пропил(мет)акрилата, определены порядки реакции по мономеру (1,0 и 1,1) и инициатору (0,5 и 0,52), а также значения энергии активации процесса (76,7 и 79,8 кДж/моль);

выявлен процесс самопроизвольной полимеризации 1-хлор-3-пиперидин-2-пропилакрилата без инициатора. Определены кинетические параметры реакций сополимеризации с акриловой и метакриловой кислотами, N-Морфолин-3-хлоризопропилакрилатом и стиролом, константы сополимеризации, факторы полярности и активности сомономеров;

доказаны теоретические и практические основы механизма структурообразования синтезированных (со)полимеров посредством исследования их термостабилизирующих и антибактериальных свойств;

разработана технология получения высокомолекулярных, термически стабильных, фоточувствительных и антибактериальных функционально активных полимеров и сополимеров.

Практическими результатами исследования заключаются в следующем:

определены оптимальные условия производства полифункциональных мономеров содержащих атомы азота, хлора и кислорода в молекулах на основе реакций этерификации аминоспиртов с акриловой и метакриловой кислотами;

разработана технология получения 1-Хлор-3-пиперидин-2-пропил(мет) акрилата;

определены оптимальные условия самопроизвольной полимеризации 1-Хлор-3-пиперидин-2-пропилакрилата, протекающей в отсутствие инициатора, разработаны процессы получения водорастворимых, экологически чистых, высокотемпературных полимерных продуктов.

Определены оптимальные условия радикальной сополимеризации 1-Хлор-3-пиперидин-2-пропилакрилата и акриловой кислоты, и разработана технология процесса полимеризации.

Достоверность результатов исследований объясняется использованием современных химических и физико-химических методов (элементный анализ, ИК-, ПМР-, ЯМР-спектроскопия, хромато-масс-спектрометрия, гель-проникающая хроматография, термоаналитический анализ, квантово-химические полуэмпирические и другие методы), современных теорий кинетики и термодинамики процессов органического синтеза при статистической обработке экспериментальных данных, а также взаимосогласованностью результатов теоретических и экспериментальных исследований.

Научно-практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость результатов исследования объясняется научной обоснованностью кинетических закономерностей процессов синтеза полимеров и сополимеров с улучшенными свойствами, в частности, относительно высокой молекулярной массой, высокой термической стабильностью, фоточувствительностью и антибактериальной функциональной активностью, определением механизма реакции, оптимальных условий процессов получения линейных и разветвленных полимерных продуктов и разработкой теоретических основ.

Практическая значимость результатов исследования заключается в том, что они служат основой для разработки в промышленности методов синтеза новых (со)полимерных продуктов, растворимых в воде, термически стабильных, проявляющих антибактериальные свойства и обладающих фоточувствительностью к УФ-излучению, с использованием алифатических и гетероциклических активных функциональных мономеров.

Внедрение результатов исследования. На основе научных результатов, полученных в области синтеза и свойств алифатических и гетероциклических соединений с активными функциональными группами:

технология производства сополимера на основе 1-хлор-3-пиперидин-2-пропилакрилата и 1-хлор-3-морфолин-2-пропилакрилата включена в «Перечень

перспективных разработок по внедрению в практику в 2026-2028 годах» АО Электрохимзавода (справка №76 АО «Электрохимзавод» от 19 июня 2024 года). В результате удалось создать фоточувствительный полимерный материал, защищающий от УФ-излучения;

производство сополимера на основе 1-хлор-3-пиперидин-2-пропил-акрилата и акриловой кислоты включено в «Перечень перспективных разработок для внедрения в 2026-2028 годах» АО Электрохимзавода (справка АО «Электрохимзавод» №76 от 19 июня 2024 года). В результате появилась возможность получения малотоксичных препаратов IV класса;

синтезированные сополимерные соединения на основе 1-хлор-3-пиперидин-2-пропилакрилата, проявляющие выраженную микробиологическую активность против бактерий рода *St.Aureus*, *St.Epidermides* и *Bas.Subtiles* включены в «Перечень перспективных разработок для внедрения в 2026-2028 годах» АО Электрохимзавода (справка АО «Электрохимзавод» №76 от 19 июня 2024 года). В результате появилась возможность производства водорастворимых антибактериальных препаратов на основе 1-хлор-3-пиперидин-2-пропилакрилата.

Апробация результатов исследования. Результаты данного исследования были обсуждены в виде докладов на 2 международных и 11 республиканских научно-практических конференциях.

Опубликованность результатов исследования. По теме диссертации опубликовано всего 27 научных работ, из них 12 статей в научных изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов докторских диссертаций, в том числе 5 статей в республиканских и 7 в зарубежных журналах, а также опубликовано 2 монографии на иностранном языке.

Структура и объем диссертации.

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации составляет 220 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обосновывается актуальность и востребованность темы исследования, описываются цель и задачи исследования, объект и предмет, указывается соответствие приоритетным направлениям развития науки и технологий в Республике Узбекистан, раскрывается научная новизна исследования, научная и практическая значимость полученных результатов, излагаются сведения о достоверности проведенных исследований, апробации и публикации результатов, объеме и структуре диссертации.

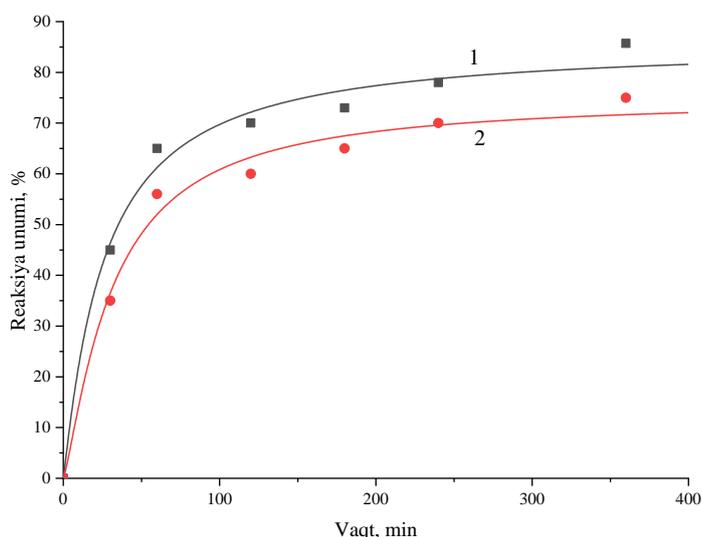
В первой главе диссертации под названием «Изучение современного состояния синтезов, исследований и областей применения алифатических и гетероциклических соединений», рассматриваются синтез алифатических соединений и сложных эфиров (мет)акриловых кислот с гетероциклическими соединениями, теоретические основы радикальной полимеризации и сополимеризации гетероциклических соединений, методы получения полимеров

и сополимеров на основе гетероциклических мономеров, их свойства, а также опубликованные научные исследования и результаты их анализа в области применения. Анализированы состав, структура и особенности методов получения сополимеров, полученных на основе алифатических и гетероциклических соединений.

Во второй главе диссертации под названием «**Физико-химические свойства, методы получения и исследования объектов исследования**» представлены выбранные для исследования объекты, способы получения мономеров, полимеров и сополимеров, методы и приборы для определения их физико-химических, физико-механических свойств.

В третьей главе диссертации, названной «**Исследование процессов получения и свойств алифатических и гетероциклических соединений**», рассматриваются процессы получения алифатических соединений, ненасыщенных сложных эфиров с фрагментом пиперидина, их без инициаторов самопроизвольной и радикальной полимеризации, а также кинетические закономерности процессов сополимеризации, структура синтезированных соединений исследована современными физико-химическими спектральными методами.

Методы синтеза производных алифатических соединений. На этом этапе работы изучены процессы синтеза различных производных алифатических соединений, включая реакции взаимодействия аминокислот, таких как эпихлоргидрин с глицином и аргинином, в среде органических растворителей. Исследовано влияние различных факторов, таких как природа реагентов и растворителя, соотношение реагентов, температура. Сначала изучено влияние природы аминокислот на реакцию (рис.1).



Согласно полученным результатам, при реакции эпихлоргидрина и аминокислот в диоксановом растворителе при 50°C с увеличением времени реакции, для системы эпихлоргидрин-глицин был получен наилучший выход продукта. Также была изучена эффективность образования продукта при различных температурах и в течение разного времени (рис. 2).

Рисунок 1. Зависимость реакции взаимодействия 1-эпихлоргидрин-глицин и 2-эпихлоргидрин-аргинин в среде диоксан в соотношении 1:1 от времени. T=50 °C

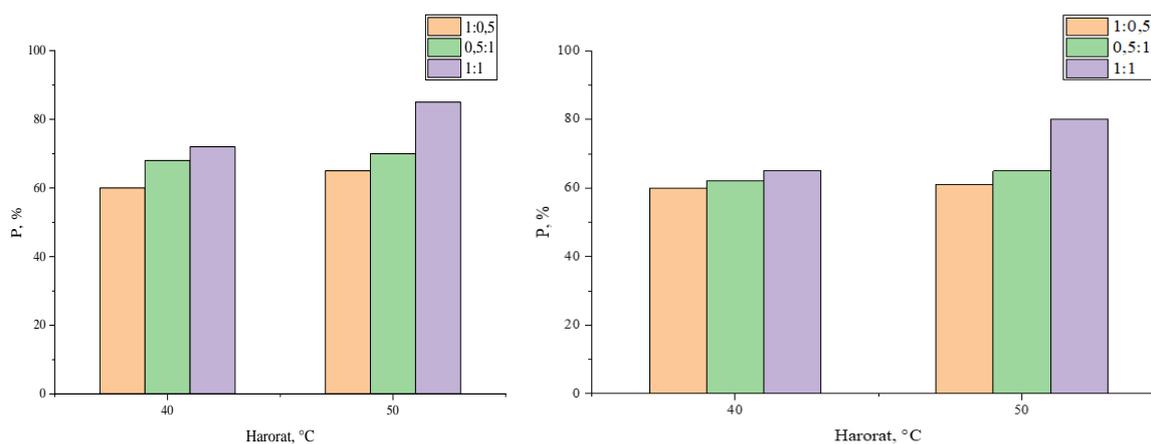


Рисунок 2. Зависимость реакции 1-эпихлоргидрина с глицином и 2-эпихлоргидрина с аргинином в различных соотношениях от температуры. T=50 °С, растворитель диоксан

Из рисунка 2 видно, что при температуре 40-50 °С продукт образования 3-хлор-2-гидроксипропилглицината и 3-хлор-2-гидроксипропилглицината при мольном соотношении 1:1 реагирующих веществ имеет высокий показатель.

На основе реакций этерификации 1-Хлор-3-пиперидин-2-пропанола с акриловой и метакриловой кислотами были изучены процессы синтеза ненасыщенных сложных эфиров (1-Хлор-3-пиперидин-2-пропилакрилата и 1-Хлор-3-пиперидин-2-метакрилата) при температуре 70-90 °С.

Исследованы реакции полимеризации синтезированных 1-Хлор-3-пиперидин-2-пропилакрилата (ХППАК) и 1-Хлор-3-пиперидин-2-метакрилатов (ХППМАК) в присутствии инициатора в среде органических растворителей при температуре 40-60 °С. Экспериментальными исследованиями установлено, что в результате полимеризации вышеназванных мономеров образуются водорастворимые полимеры, состав и структура которых характерны для исходного мономера. Состав и структура полученных полимеров были подтверждены элементным анализом, ИК-, ПМР-, ЯМР - и хромато-масс-спектрометрией.

Для изучения кинетических закономерностей полимеризации изучались влияющие на него различные факторы: природа растворителя, концентрация инициатора и мономера, а также температура. Результаты экспериментов по изучению влияния природы растворителя на кинетику полимеризации показали, что скорость полимеризационных реакций 1-Хлор-3-пиперидин-2-пропилакрилата и 1-Хлор-3-пиперидин-2-метакрилата увеличивается с ростом диэлектрической проницаемости растворителей (бензол, этанол, диметилформамид). Ускорение реакции полимеризации с увеличением диэлектрической проницаемости растворителя зависит от множества факторов, и в данном случае это можно объяснить изменением электронной структуры мономеров, вступающих в реакцию, в зависимости от природы растворителя.

В последующих экспериментах было изучено влияние концентрации мономера (0,1-0,5 моль/л) и инициатора ($1 \cdot 10^{-3}$ - $5 \cdot 10^{-3}$ моль/л) на кинетику полимеризации 1-Хлор-3-пиперидин-2-пропилакрилата и 1-Хлор-3-пиперидин-

2-метакрилата. Установлено, что порядок реакции по концентрации мономеров составляет 1,01 и 1,05 соответственно, а по инициатору - 0,53 и 0,56.

Данные, полученные для определения зависимости констант скорости реакции от температуры, показали, что увеличение концентрации мономера и инициатора, а также повышение температуры (50-60 °С) приводит к увеличению скорости полимеризации. При этом наблюдается, что характеристическая вязкость синтезированных полимеров увеличивается с ростом концентрации мономера, а с увеличением концентрации инициатора - уменьшается. Энергия активации процессов гомополимеризации была найдена по координатам Аррениуса $\lg K=f(1/T)$: для ХППАК и ХППМАК она составила 76,7 и 79,8 Дж/моль соответственно.

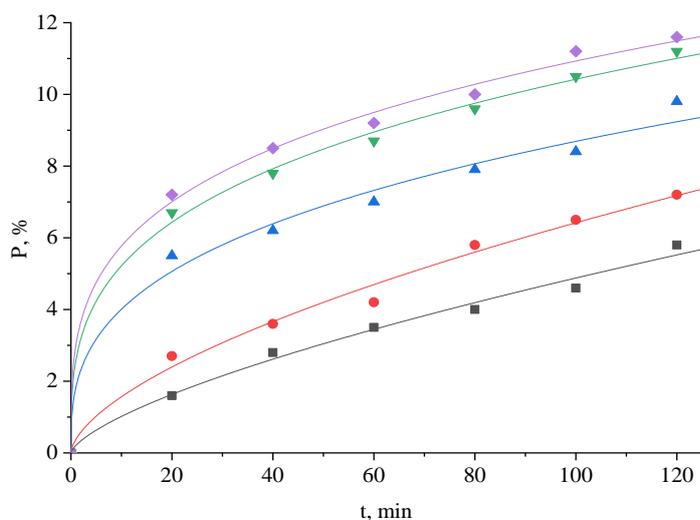
На основании результатов кинетических исследований общую скорость реакций радикальной полимеризации акрилатов, вступающих в реакцию с участием инициатора, можно выразить следующим образом через уравнения:

$$V=K[M]^{1,0} \cdot [I]^{0,53} - \text{ХППАК}$$

$$V=K[M]^{1,05} \cdot [I]^{0,56} - \text{ХППМАК}$$

Порядок реакции, найденный по концентрации мономеров, соответствует теоретическому, но концентрация инициатора немного выше 0,5. Этот случай можно объяснить высокой отрицательностью атома азота в морфолиновом фрагменте мономера.

Результаты проведенных кинетических исследований показали, что полимеризационные реакции 1-Хлор-3-пиперидин-2-пропилакрилата и 1-Хлор-3-пиперидин-2-метакрилата подчиняются основным закономерностям радикальной полимеризации. В результате экспериментальных исследований было установлено, что ХППАК при концентрации 0,7 моль/л и выше полимеризуется самопроизвольно в водной и органической средах без инициатора (при 30-50°С). Для определения оптимальных условий этой полимеризационной реакции было изучено влияние различных факторов.



Для определения порядка реакции по мономеру в процессе полимеризации было исследовано влияние концентрации мономера (рис.3, таб.1).

По результатам рис.3 и таб.1 видно, что скорость реакции и выход полимера увеличиваются пропорционально с увеличением концентрации мономера, а порядок реакции полимеризации по мономеру равен 1,3.

Рисунок 3. Влияние концентрации мономера на скорость реакции спонтанной полимеризации. [ХППАК], моль/л: 1-0,7; 2-1,0; 3; 3-1,3; 4-1,5. Т=50°С, растворитель – вода.

Были определены скорости реакции полимеризации и показатели характеристической вязкости 1-Хлор-3-пиперидин-2-пропил-акрилата в различных концентрациях (табл.1).

Таблица 1

Влияние концентрации мономера на скорость полимеризации (V) ХППАК
Растворитель-вода; T= 50 °C

[M], моль/л	V·10 ⁻⁴ , моль/л·с	Выход полимера, %	[η], дл/г
0,7	2,74	72	1,35
1,0	3.12	79	1,38
1,3	5,8	85	1,45
1,5	6,4	92	1,54

Согласно результатам, с увеличением концентрации мономера скорость реакции, выход полимера и его характеристическая вязкость соответственно увеличиваются. Структура синтезированного полимера ХППАК была определена методами ¹H ЯМР-, ИК-спектроскопии (рис. 4,5).

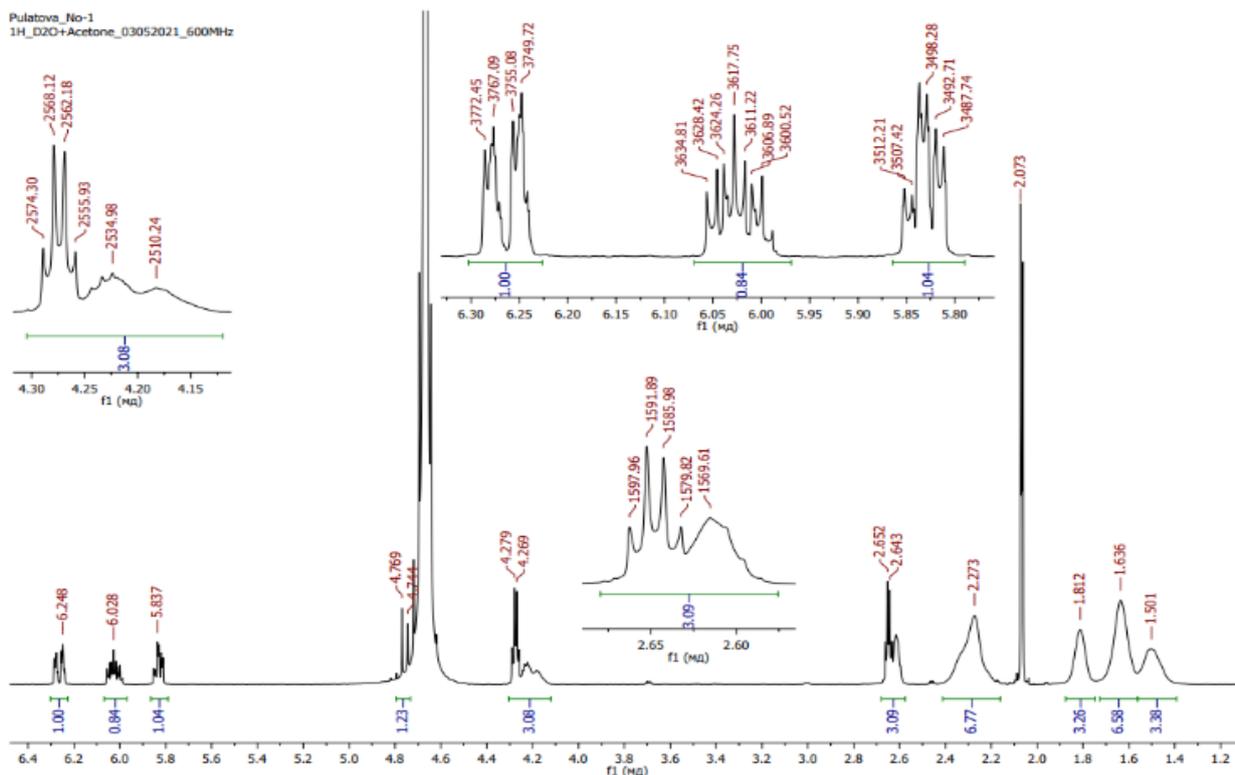


Рисунок 4. ¹H ЯМР -спектр поли-1-Хлор-3-пиперидин-2-пропилакрилата.

В ЯМР-спектре ¹H дублет-дублетные сигналы углеродных атомов наблюдаются в области 6.77 м.д., сигналы протонов в атоме углерода (CH) - в области 6.58 м.д., а сигналы протонов метиленовых групп кислорода - ОСН в области 3.38 м.д. Сигнал метиленовой группы сополимера -CH₂- наблюдается при 2.60 м.д. (4-рисунок).

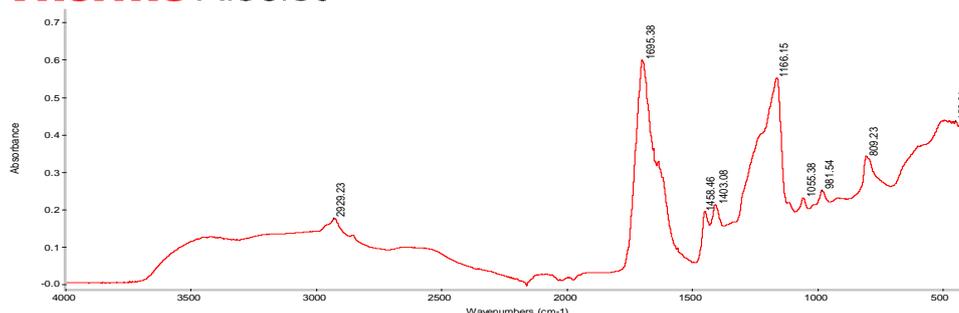


Рисунок 5. ИК-спектр поли-1-Хлор-3-пиперидин-2-пропилакрилата.

В ИК-спектре ПХППАК были обнаружены следующие линии поглощения, см⁻¹: $\nu(\text{C-N})$ 2929; $\nu(\text{CH}_2)$ ва (CH_3) 1695; $\nu(\text{C=O})$ 1458; $\nu(\text{C-O-C})$ асимм 1165 ва симм 1055 (рис.5).

Исследование процесса радикальной сополимеризации акриловой и метакриловой кислот с 1-Хлор-3-пиперидин-2-пропилакрилатом. В этих исследованиях акриловая и метакриловая кислоты были выбраны в качестве сомономеров с 1-Хлор-3-пиперидин-2-пропилакрилатом. Процесс сополимеризации выбранных мономеров был изучен в среде органических растворителей при температуре 60-80°C с участием инициатора ДАК.

При изучении реакции сополимеризации важно учитывать, что состав образующегося сополимера зависит от соотношения мономеров и условий проведения процесса. Для определения зависимости состава сополимера от состава мономеров была проведена реакция сополимеризации при различных молярных соотношениях мономеров (табл. 2).

Таблица 2

Зависимость состава сополимера от состава исходных мономеров (в растворе ДМФА; [ДАК] = $5 \cdot 10^{-3}$ моль/л, 60 °С, время реакции 2 часа). М₁-ХППАК М₂- АК, МАК

Состав мономеров, % моль		V · 10 ⁻⁴ , моль/л · с	Содержание азота, %	Выход, %	Состав сополимера, % мол		$\frac{[M1]}{[M2]}$	$\left(\frac{[M1]}{[M2]}\right)^2$	$\frac{[m1]}{[m2]}$	$\frac{[m2]}{[m1]}$
M ₁	M ₂				m ₁	m ₂				
ХППАК-АК										
10	90	0,18	0,5	6,2	9,97	90,03	0,11	0,0121	0,11	9,03
30	70	0,21	1,4	7,8	30,35	69,65	0,43	0,1849	0,44	2,29
50	50	0,25	2,3	8,9	49,86	50,14	1,0	1,0	0,99	1,01
70	30	0,29	3,2	11,2	69,37	30,63	2,3	5,29	2,26	0,44
90	10	0,32	4,2	10,5	91,05	8,95	9,0	8,1	10,2	0,99
ХППАК-МАК										
10	90	0,15	1,18	5,0	10,55	89,45	0,11	0,0121	0,12	8,48
30	70	0,19	3,35	6,8	29,96	70,04	0,43	0,1849	0,43	2,34
50	50	0,22	5,59	8,1	49,99	50,01	1,0	1,0	0,99	1,0
70	30	0,25	7,83	10,2	70,03	29,97	2,3	5,29	2,34	0,43
90	10	0,28	10,0	9,5	89,92	10,08	9,0	8,1	8,92	0,11

Из таблицы видно, что состав начальной смеси мономеров значительно влияет на состав сополимеров и скорость процесса. На основе наблюдаемой закономерности увеличение скорости реакций сополимеризации можно расположить в следующий ряд: ХППАК-АК > ХППМАК-АК.

Диаграмма сополимеризации, полученная на основе зависимости состава сополимера, от исходного мономерного состава показывает образование азеотропных сополимеров и азеотропная точка для 1-Хлор-3-пиперидин-2-пропилакрилата и акриловой кислоты составляет 60:40 моль/%, а для 1-Хлор-3-пиперидин-2-пропилакрилата и метакриловой кислоты-54:46 моль/%. Состав и структура синтезированных сополимеров определялись на основе элементного анализа, ИК-спектрального метода и растворимости.

Изучено влияние концентрации мономеров на реакцию сополимеризации акриловой кислоты с 1-Хлор-3-пиперидин-2-пропилакрилатом (рис.6).

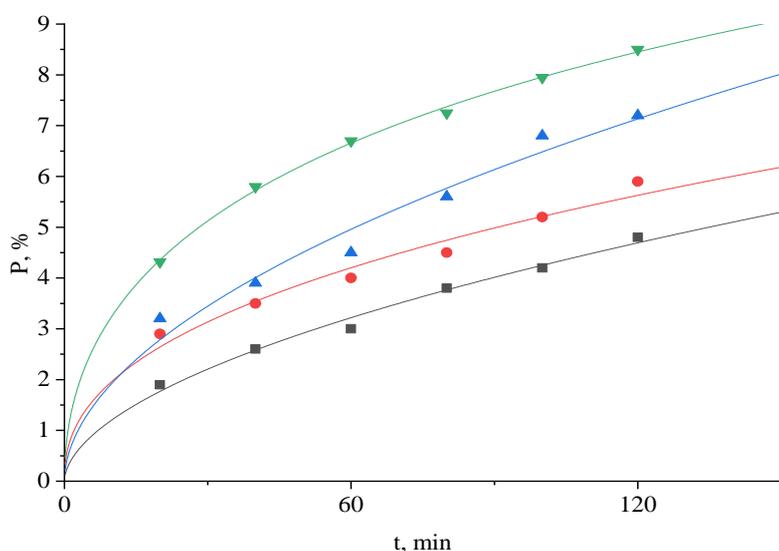


Рисунок 6. Зависимость скорости реакции сополимеризации ХППАК и АК от концентрации мономерной смеси [ХППАК]=[АК], моль/л: 1-0,5; 2-1,0; 3-1,5; 4-2,0, [ДАК]= $5 \cdot 10^{-3}$ моль/л растворитель ДМФА, T= 60°C.

Полученные кинетические данные показывают, что скорость сополимеризации зависит от общей концентрации мономера и инициатора: порядок

реакции по мономерам для сополимера, полученного на основе ХППАК и АК, равен 1,03, а по инициатору — 0,5; для сополимера, полученного на основе ХППАК и МАК, порядок реакции по мономерам равен 1,05, а по инициатору — 0,7, что указывает на бимолекулярный обрыв.

Значения констант сополимеризации ХППАК (R_1) и АК, МАК (R_2) определяли графическим решением дифференциального уравнения Фейнмана-Росса на основе полученных экспериментальных данных по определению состава сополимеров с различными соотношениями в исходной смеси, а значения факторов активности и полярности с помощью уравнений Альфрея и Прайса (табл.3).

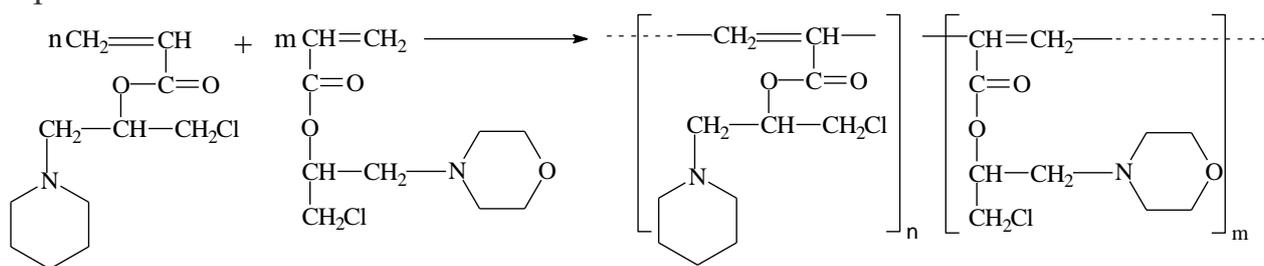
Таблица 3

Значение констант сополимеризации ХППАК (M_1) и АК, МАК (M_2) ($Q=1,15$, $e=0,77$ для АК; $Q=0,98$, $e=0,62$ для МАК), $[ДАК]=5 \cdot 10^{-3}$ моль/л растворитель ДМФА, T= 60°C

M_1	M_2	r_1	r_2	$r_1 \cdot r_2$	$1/r_1$	$1/r_2$	Q_2	e_2
ХППАК	АК	0,66	0,44	0,29	1,52	2,27	4,1	1,88
ХППАК	МАК	0,90	0,79	0,80	1,11	1,12	1,45	1,09

Из данных табл. 3 видно, что значения констант сополимеризации r_1 и r_2 меньше единицы, а $r_1 > 1$ и $r_2 < 1$ указывают на то, что образующийся радикал связывается со вторым мономерным радикалом быстрее, чем с его собственным радикалом. В то время как хррак различает мономеры АК, МАК и факторы полярности, он представляет собой чередование сомономеров в макромолекуле в реакции сополимеризации.

Также сополимеризацию 1-Хлор-3-пиперидин-2-пропилакрилата с N-морфолин-3-хлор-изопропилакрилата и стиролом проводили в присутствии инициатора ДАК в среде органического растворителя (диметилформаид) при температур 60 °С. Схему реакции сополимеризации можно выразить следующим образом:



Чтобы определить зависимость состава образующихся сополимеров от соотношения исходных мономеров изучали реакцию сополимеризации 1-Хлор-3-пиперидин-2-пропилакрилата с N-морфолин-3-хлор-изопропилакрилата и стирола в различных соотношениях мономеров. При этом для определения констант сополимеризации были изучены процессы получения сополимеров при низкой и высокой степенях превращения (табл. 4).

Из табл. 4 видно, что при сополимеризации ХППАК и МХИПАК, когда исходные мономеры находятся в соотношении 50:50, скорость реакции, выход полученных сополимеров и значения молекулярной массы достигают более высоких показателей по сравнению с другими соотношениями.

Таблица 4

Условия сополимеризации ХППАК (M_1) и МХИПАК и показатели молекулярной массы (M_2) сополимеров. Время реакции 4 часа, $[\text{ДАК}] = 5 \cdot 10^{-3}$ моль/л, 60 °С

Молярное соотношение		[ДАК], моль/л	$V \cdot 10^{-4}$, моль/л·с	Выход, %	$M_n \times 10^{-3}$
ХППАК	МХИПАК				
10	90	$2,5 \cdot 10^{-3}$	4,7	65	47,3
30	70		5,8	76	51,0
50	50		7,9	86	56,2
70	30		6,8	80	50,2
90	10		6,5	78	48,7
ХППАК	МХИПАК	$5 \cdot 10^{-3}$			
10	90		7,5	78	48,1
30	70		8,4	92,6	52,4
50	50		11,2	95,6	58,8
70	30		9,8	91,8	55,9
90	10	8,7	90	49,2	

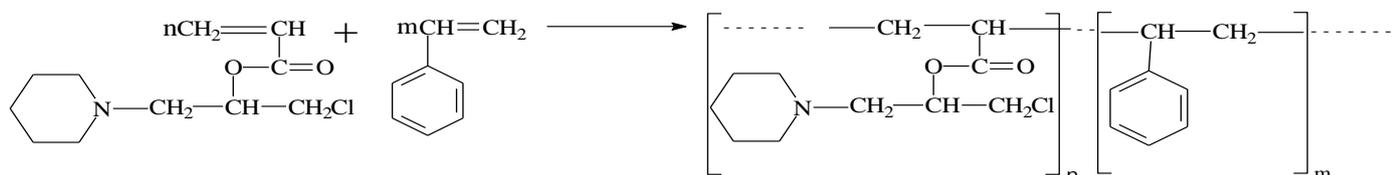
Таблица 5

Условия сополимеризации ХППАК (M_1) и стирола (M_2) и молекулярно-массовые показатели сополимеров. Время реакции 2 часа. $[DAK] = 5 \cdot 10^{-3}$ моль/л, 60 °С

Мольное соотношение		[ДАК], моль/л	$V \cdot 10^{-4}$, моль/л·с	Выход, %	$M_n \times 10^{-3}$
ХППАК	Стирол				
10	90	$2,5 \cdot 10^{-3}$	3,5	68	38,2
30	70		4,2	70	39,5
50	50		5,8	72	40,1
70	30		7,2	76	41,0
90	10		8,2	80	43,0
ХППАК	Стирол	$5 \cdot 10^{-3}$			
10	90		5,5	76	38,1
30	70		6,1	78	39,5
50	50		7,2	80	40,6
70	30		8,6	86	42,8
90	10	10,6	90	46,9	

Из таблицы 5 видно, что при сополимеризации ХППАК и стирола, когда исходные мономеры находятся в соотношении 90:10, скорость реакции, выход полученных сополимеров и значения молекулярной массы достигают более высоких показателей по сравнению с другими соотношениями.

Схему реакции сополимеризации можно выразить следующим образом:



Структура синтезированных сополимеров была изучена с ИК-спектрокопическим методом.

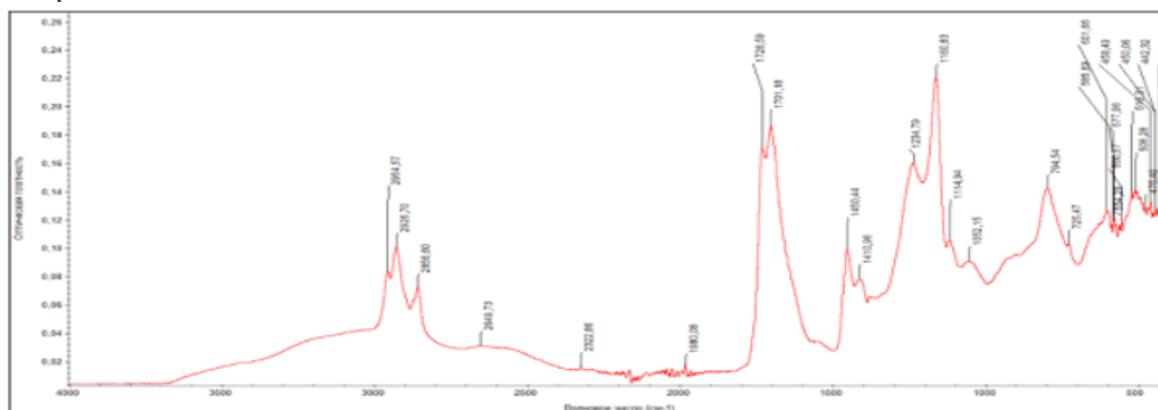


Рисунок 9. ИК-спектр сополимера на основе 1-Хлор-3-пиперидин-2-пропилакрилата со стиролом.

В ИК-спектре образцов сополимера можно наблюдать поглощения, характерные для 1-Хлор-3-пиперидин-2-пропилакрилата, в областях 1701-1778 см⁻¹, соответствующих карбонильной группе (C=O), и в области 2954 см⁻¹, соответствующих группам C-H. В ИК-спектрах сополимеров отсутствуют области поглощения, характерные для двойной связи C=C, что свидетельствует о том, что реакция сополимеризации происходит за счет открытия двойной связи в виниловых группах исходных мономеров (рис.9). Для определения реакционной способности мономеров на основе 1-Хлор-3-пиперидин-2-пропилакрилата (ХППАК) с 1-Хлор-3-морфолин-2-пропилакрилатом (МХИПАК) и 1-Хлор-3-пиперидин-2-пропилакрилата со стиролом в реакции сополимеризации были рассчитаны константы сополимеризации графическим решением дифференциального уравнения Фейнмана-Росс (табл. 6).

Таблица 6
Значения констант сополимеризации ХППАК (M₁) и МХИПАК (M₂)

M ₁	M ₂	r ₁	r ₂	r ₁ * r ₂	1/ r ₁	1/ r ₂	Q ₂	e ₂
ХППАК	МХИПАК	1.0	0,8	0.8	1.0	1.25	1,65	1,24
ХППАК	Стирол	1.0	0,5	0.5	1.0	2,0	2,18	1,6

Как видно, для исследованных систем значения констант сополимеризации r₁ > 1 и r₂ < 1. На основе полученных данных можно увидеть, что значение r₁ > 1 для систем ХППАК-МХИПАК и ХППАК-стирол больше единицы. Это указывает на то, что в реакции радикальной сополимеризации ХППАК является более активным мономером по сравнению с МХИПАК и стиролом, то есть он легче вступает в реакцию как со своим мономером, так и с активным центром второго сомономера.

С повышением температуры полимеризации наблюдается снижение значений приведенных вязкостей полимеров.

Молекулярная масса синтезированных сополимеров была изучена методом гель проникающей хроматографии (табл. 7).

Таблица 7
Молекулярно-массовые характеристики синтезированных сополимеров, [ДАК] = 5x10⁻³ мол/л, растворитель ДМФА

№	Состав сополимера, мол. доли		M _n x10 ⁻³	M _w x10 ⁻³	M _w / M _n
	ХППАК	АК			
1	0,35	0,65	47,0	56,9	1,21
2	0,50	0,50	48,7	52,9	1,08
3	0,65	0,35	48,1	50,7	1,05
	ХППАК	МХИПАК	M _n x10 ⁻³	M _w x10 ⁻³	M _w / M _n
1	0,35	0,65	41,0	52,4	1,27
2	0,50	0,50	46,0	58,8	1,29
3	0,65	0,35	40,1	55,9	1,39

Продолжение таблица 7					
	ХППАК	Стирол	$M_n \times 10^{-3}$	$M_w \times 10^{-3}$	M_w / M_n
1	0,35	0,65	46,9	37,0	1,26
2	0,50	0,50	42,8	38,7	1,11
3	0,65	0,35	40,6	38,1	1,07

Из табл. 7 видно, что среди синтезированных сополимеров, сополимеры полученные на основе ХППАК и МХИПАК имеют наибольшее значение молекулярной массы - $58,8 \times 10^{-3}$.

Тестирование антимикробной активности сополимера, полученного на основе ХППАК с МХИПАК, выявлено методом агар-агар путем диффузии в твердой питательной среде (табл. 8).

Таблица 8

Показатели микробиологической активности сополимеров на основе ХППАК с МХИПАК и ХППАК с АК

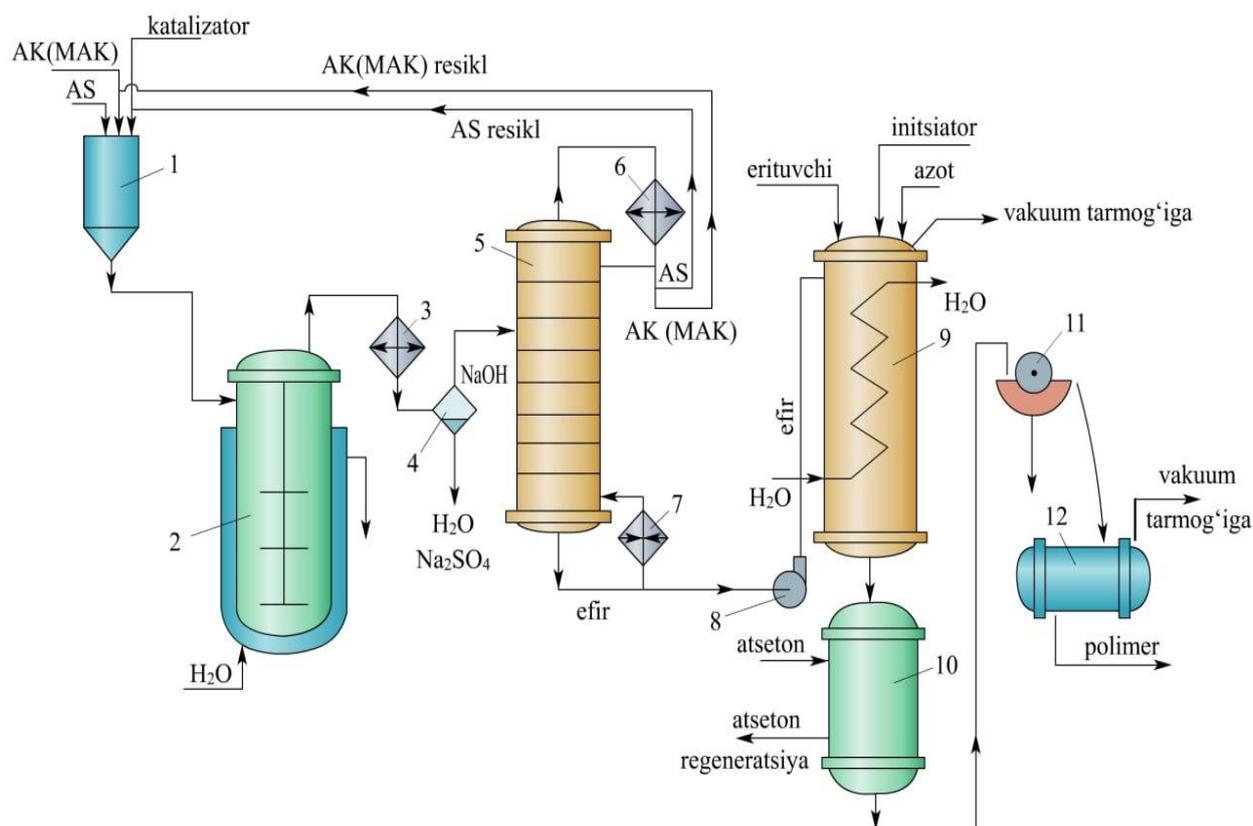
Препараты	Диаметр зоны подавления роста микроорганизмов, мм		
	St. aureus	St.epidermidis	Bac. subtilis
Сополимер ХРРАК и МХИПАК 0,02%	18,2±1,3	18,8 ± 1,0	18,3 ± 1,1
Сополимер ХРРАК и МХИПАК 0,03%	23,0 ± 0,2	38,8 ± 0,4	27,0 ± 0,8
	St. epidermidis	Bac. subtilis	E. coli
Сополимер ХРРАК и АК 1%	17,2 ± 0,8	10,0 ± 0,7	16,2 ± 0,8
Сополимер ХРРАК и АК 2%	25,2 ± 0,8	15,4 ± 1,4	20,4±0,5
Сополимер ХРРАК и АК 3%	29,6 ± 1,1	18,4 ± 0,5	23,6 ± 1,6

По полученным данным, при участии 3% раствора сополимеров на основе АК с ХППАК диаметр зоны задержки роста микроорганизмов 29,6 мм, а в 0,03% растворах сополимера МХИПАК с ХППАК для данного штамма диаметр зоны задержки роста микроорганизмов 38,4 мм.

В результате проведенных выше исследований была предложена объединенная технология получения мономера 1-Хлор-3-пиперидин-2-пропанола и (мет)акриловой кислоты, а также процесса его полимеризации (Рис.10). Технология получения мономера - 1-Хлор-3-пиперидин-2-пропил(мет)-акрилата и его полимеризация состоит из следующих этапов: 1) подготовка и загрузка в эфиризатор исходных реагентов (1-Хлор-3-пиперидин-2-пропанол и (мет)акриловая кислота, катализатор); 2) синтез 1-Хлор-3-пиперидин-2-пропил(мет)акрилата; 3) ректификация реакционной смеси; 4) реакция полимеризации 1-Хлор-3-пиперидин-2-пропил(мет)акрилата; 5) осаждение полимера; 6) очистка и сушка полимера.

В пятой главе диссертации, названной "Определение областей применения синтезированных соединений", проведены квантово-химические расчеты

исходных веществ, синтезированных соединений и мономеров, необходимых для получения полимеров и сополимеров. Все квантово-химические расчеты молекул были выполнены с использованием программы Gaussian 09W и Gaussian View 6.0.16 с оптимизацией полных геометрических параметров полупараметрическим методом.



1-дозатор; 2-эфиризатор с перемешивающим устройством; 3,6-холодильники; 4-сепаратор; 5-колонна для перегонки; 7-кипятильник; 8-насос; 9-полимеризатор; 10-колонна для осаждения полимера; 11-баранный фильтр; 12-вакуум сушильный аппарат.

Рисунок 10. Технология получения 1-хлор-3-пиперидин-2-пропил(мет)-акрилата и полимеризации.

Процессы радикальной сополимеризации 1-Хлор-3-пиперидин-2-пропилакрилата с 1-Хлор-3-морфолин-2-пропилакрилатом и 1-Хлор-3-пиперидин-2-пропилакрилата со стиролом проводились в растворе диметилформамида при температуре 60 °С в присутствии инициатора ДАК в атмосфере азота.

Синтезированные сополимеры имеют макромолекулы, которые благодаря различным реакционным функциональным группам С=О и С-Сl в боковых цепях могут сшиваться под воздействием УФ-излучения. Поэтому для проведения фотохимических исследований синтезированного сополимера были получены прозрачные пленки из его ацетонового раствора при комнатной температуре.

Результаты исследования свойств пленки показали, что с увеличением содержания стирольного звена в макромолекуле сополимера, полученного на основе 1-Хлор-3-пиперидин-2-пропилакрилата и стирола, ухудшает его гибкость. В сополимерах на основе 1-Хлор-3-пиперидин-2-пропилакрилата и 1-Хлор-3-морфолин-2-пропилакрилата такой эффект не наблюдался. Безусловно это связано с наличием свойства образования пленки в обоих компонентах данного сополимера. Исследовались фотосенсибилизирующие свойства бинарных сополимеров, полученных на основе 1-Хлор-3-пиперидин-2-пропилакрилата и 1-Хлор-3-морфолин-2-пропилакрилата (1), а также 1-Хлор-3-пиперидин-2-пропилакрилата и стирола (2), под воздействием УФ-излучения (табл. 9).

Таблица 9

Фоточувствительность к УФ-облучению бинарных сополимеров на основе 1-Хлор-3-пиперидин-2-пропилакрилата с 1-Хлор-3-морфолин-2-пропилакрилатом (1) и 1-Хлор-3-пиперидин-2-пропилакрилата с стиролом(2).

Сополимер	Концентрация масс.%	Толщина пленки, мкм	Фоточувствительность, см ² /Дж
ХППАК:МХИПАК	4	0,1	56,9
	6	0,1	57,2
	8	0,1	58,1
	10	0,1	59,3
	12	0,2	55,5
ХППАК:Стирол	4	0,1	52,3
	6	0,1	53,5
	8	0,1	54,7
	10	0,1	55,4
	12	0,2	52,1

Из табличных данных видно, что исследуемые сополимеры проявляют высокие показатели фоточувствительности. При этом лучшие показатели фоточувствительности показали сополимеры с 10% концентрацией.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Изучены закономерности реакций образования и свойства 3-хлор-2-гидроксипропилглицината и 3-хлор-2-гидроксипропиларгината. Показана, что скорость реакции зависит от условий проведения процесса и стехиометрических соотношений реагентов, участвующих в реакции.

2. Впервые синтезированы ненасыщенные сложные эфиры на основе акриловой и метакриловой кислот с 3-хлор-1-пиперидин-2-изопропанолом, определены оптимальные условия их синтеза и предложен механизм реакции.

3. Изучены кинетические закономерности реакций радикальной полимеризации 1-Хлор-3-пиперидин-2-пропилакрилата и 1-Хлор-3-пиперидин-2-пропилметакрилата в среде органических растворителей и определены порядки реакции по мономеру, инициатору и суммарная энергия активация процесса, предложен механизм указанных реакций.

4. Осуществлена самопроизвольная полимеризация 1-Хлор-3-пиперидин-2-пропилакрилата, выявлены оптимальные условия процесса. Методами ИК-, ПМР-спектроскопии и элементным анализом подтверждена структура синтезированных полимеров.

5. Впервые изучены закономерности радикальной сополимеризации 1-Хлор-3-пиперидин-2-пропилакрилата с акриловой и метакриловой кислотами, N-морфолин-3-хлор-2-изопропилакрилатом и стиролом. Определены порядок реакции по инициатору, сомономерам, общая энергия активации указанной реакции. Вычислены константы сополимеризации, а также значения факторов активности и полярности мономеров.

6. Исследованы вязкостные и молекулярно-массовые характеристики синтезированных сополимеров на основе акриловой (метакриловой) кислот с 1-Хлор-3-пиперидин-2-пропилакрилатом, N-морфолин-3-хлор-2-изопропилакрилатом и стиролом. Гель проникающей хроматографическим методом установлено, что синтезированные сополимеры обладают относительно узким молекулярно-массовым распределением и относительно высокой молекулярной массой.

7. Изучены фотосенсибилизирующие свойства пленок на основе 1-Хлор-3-пиперидин-2-пропилакрилата с 1-Хлор-3-морфолин-2-пропилакрилатом и 1-Хлор-3-пиперидин-2-пропилакрилата с стиролом. Установлено, что исследуемые сополимеры проявляют высокие показатели фоточувствительности и их значения составляют 59,3 и 55,4 см²/Дж соответственно.

8. Синтезированные (со)полимерные соединения отобранные с помощью компьютерной программы Pass Online исследованы на предмет активности в отношении патогенных микроорганизмов *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* и *Candida albicans* с применением диско-диффузионного метода. Установлено, что среди изученных препаратов сополимеры на основе 1-Хлор-3-пиперидин-2-пропилакрилата с 1-Хлор-3-морфолин-2-пропилакрилатом показали достаточно высокую эффективность в отношении тестируемых штаммов. Зона подавления роста составляет 23,0; 38,8; 27,0 соответственно.

9. Разработана совместная технология получения гетероциклических соединений с активно-функциональными группами, которая состоит из блока синтеза ненасыщенных сложных эфирных мономеров 1-Хлор-3-пиперидин-2-пропил(мет)акрилатов и блока получения полимеров на их основе.

**SINGLE SCIENTIFIC COUNCIL BASED ON THE SCIENTIFIC COUNCIL
FOR AWARDING THE DEGREES DSc.03/30.12.2019. T. 04.01. AT THE
TASHKENT CHEMICAL-TECHNOLOGICAL INSTITUTE**

TASHKENT CHEMICAL-TECHNOLOGICAL INSTITUTE

PULATOVA NILUFAR UBAIDULLAEVNA

**SYNTHESIS AND PROPERTIES OF COMPOUNDS OF THE ALIPHATIC
AND HETEROCYCLIC WITH ACTIVE FUNCTIONAL GROUP**

02.00.14 - Technology of organic compounds and materials based on their base

**DISSERTATION ABSTRACT OF THE DOCTOR
OF SCIENCES (DSc) ON CHEMICAL SCIENCES**

Tashkent – 2025

Doctor of Science (DSc) dissertation topic Registered by Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under number of B2024.3. DSc/K198.

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 consultant:

Maksumova Oytura Sitdikovna

doctor of chemical sciences, professor

Official opponents:

Abdushukurov Anvar Kabirovich

Doctor of Chemical Sciences, professor

Nabieva Iroda Abdusamatovna

Doctor of Technical Sciences, professor

Eshkurbonov Furkat Bozorovich

Doctor of Chemical Sciences, professor

Leading organization:

**Tashkent State Technical University named
after I.A. Karimov**

The defence of the dissertation will take place on «__» _____ 2025, at «__» _____ 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 №__ (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 “__” _____ 2025
Protocol at the register №__ dated “__” _____ 2025

Turobjonov S.M.

Chairman of scientific Council for the
Awarding of the scientific Degrees,
Doctor of Technical Sciences, academician

Qodirov X.I.

Scientific Secretary of the Scientific Council for
Awarding the scientific Degrees,
Doctor of Technical Sciences, Professor

Rakhmonberdiyev G.R.

Chairman of the Scientific Seminar at the
Scientific Council for Awarding of the scientific Degrees,
Doctor of Chemical Sciences, Professor

INTRODUCTION (abstract of (DSc) dissertation)

The aim of the research is the synthesize aliphatic, heterocyclic active-functional group compounds by researching the kinetic laws, determining the physicochemical properties of the obtained substances, and examining their fields of application.

The object of the research work includes morpholine, piperidine, epichlorohydrin, acrylic and methacrylic acids, monomer, polymer, and copolymer compounds synthesized on the basis of styrene, arginine, glycine, acid catalysts, initiators, and solvents .

The scientific novelty of the research is as follows:

the kinetic laws of the radical polymerization process of 1-chloro-3-piperidine-2-propylacrylate were determined, the order of the reaction according to the monomer, the initiator, the activation energy of the process and the reaction mechanism were proved;

the mechanism of esterification reactions of 1-chloro-3-piperidine-2-propanol, obtained based on epichlorohydrin and piperidine, with acrylic and methacrylic acids has been substantiated;

the kinetic regularities of radical polymerization of 1-chloro-3-piperidin-2-propyl methacrylate have been proven, and the reaction orders with respect to the monomer (1.0 and 1.1) and the initiator (0.5 and 0.52), as well as the activation energy values of the process (76.7 and 79.8 kJ/mol), have been determined.

the spontaneous polymerization process of 1-chloro-3-piperidin-2-propyl acrylate without initiator has been identified, and the kinetic parameters, copolymerization constants, as well as the polarity and reactivity ratios of comonomers in copolymerization reactions with acrylic acid, methacrylic acid, N-morpholin-3-chloroisopropyl acrylate, and styrene have been substantiated.

the theoretical and practical foundations of the structural formation mechanism of the synthesized (co)polymers have been substantiated through the analysis of their thermal stability and antibacterial properties.

a technology has been developed for obtaining high molecular weight, thermally stable, photosensitive, and antibacterial functionally active polymers and copolymers.

Implementation of research results. Based on the scientific findings obtained on the synthesis and properties of compounds with aliphatic, heterocyclic active-functional groups:

The technology for the production of the copolymer of 1-chloro-3-piperidin-2-propyl acrylate and 1-chloro-3-morpholin-2-propyl acrylate has been included in the “List of Promising Developments for Implementation in 2026–2028” of “ELEKTROKIMYOZAVOD” JV-JSC (according to Reference No. 76 dated June 19, 2024, from “ELEKTROKIMYOZAVOD” JV-JSC). As a result, the possibility of producing a photosensitive polymer material capable of protecting against UV radiation has been enabled.

The technology for the production of the copolymer of 1-chloro-3-piperidin-2-propyl acrylate and acrylic acid has been included in the “List of Promising Developments for Implementation in 2026–2028” of “ELEKTROKIMYOZAVOD” JSC (according to Reference No. 76 dated June 19, 2024, from

“ELEKTROKIMYOZAVOD” JV-JSC). The LD₅₀ values of 4536.9 mg/kg and 9200.0 mg/kg classify the substances as belonging to hazard class IV (low-toxicity substances), enabling the production of an antibacterial active copolymer;

The technology for the production of the copolymer of 1-chloro-3-piperidin-2-propyl acrylate and acrylic acid has been included in the “List of Promising Developments for Implementation in 2026–2028” of “ELEKTROKIMYOZAVOD” JV-JSC (according to Reference No. 76 dated June 19, 2024, from “ELEKTROKIMYOZAVOD” JV-JSC). As a result, it has become possible to produce a copolymer with high antibacterial activity, effective against *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, and *Bacillus subtilis* strains at a concentration of 0.03%.

The structure and volume of the dissertation. The dissertation consists of an introduction, five chapters, a conclusion, a list of references, and appendices. The total volume of the dissertation is 220 pages.

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

1. Pulatova. N.U., Maksumova O.S., Izabela Barszczewska-Rybarek. Synthesis and polymerization processes of 1-Chlorine-3-piperidine-2-propylmethacrylate monomer //Technical science and innovation. 2021, №3(09), P.44-54 (02.00.00. №11).
2. Пулатова Н.У., Максумова О.С. Синтез и свойства производных пиперидина //Universum: Химия и биология: электрон. научн. журн. DOI - 10.32743/UniChem.2021.84.6.11853 № 6(84), 2021, с.5-8 (02.00.00.№2).
3. Pulatova. N.U., Maksumova O.S. Quantum chemical calculation of piperidine-based synthesized compounds using the pm-3 semiempirical method //Academicia An International Multidisciplinary Research Journal <https://saarj.com> (Double Blind Refereed & Peer Reviewed Journal) DOI: 10.5958/2249-7137.2021.01815.2. Impact Factor: SJIF 2021=7.492. 2021, Vol.11, Issue 8, P.300-306 (OAK ResearchBib 14-baza).
4. Pulatova. N.U., Maksumova O.S. Synthesis of high molecular weight compounds based on monomer 1-chlorine-3-piperidine-2-propylmethacrylate //Узбекский научно-технический и производственный журнал Композиционные материалы, 2021, № 2, с.243-246 (02.00.00.№4).
5. Pulatova N.U., Maksumova O.C. Piperidine compounds synthesis and properties //Монография – ISBN 978-620-2-48753-5, Moldova “Globe Edit”, 2022, 69 P.
6. Pulatova N.U., Maksumova O.S. Synthesis of copolymers based on heterocyclic compounds containing different functional groups //O‘zbekiston Kompozitsion materiallar Ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali, 2022, № 2, б.47-50. (02.00.00.№4).
7. Пулатова Н.У., Максумова О.С. Определение антибактериальной активности сополимера на основе 1-Хлор-3-пиперидин-2-пропилакрилата с акриловой кислотой //O‘zbekiston milliy universiteti xabarlari, 2022, № [3/2/1] ISSN 2181-7324, б. 404-406 (02.00.00.№12).
8. Pulatova. N.U., Maksumova O.S. Synthesis of copolymers based on 1-chloro-3-piperidine-2- propylacrylate with acrylic acid and their properties //Thematics Journal of Chemistry ISSN 2250-382X Vol. 6 №1 (2022) SJIF 2022: 4.582 p.58-64. (OAK ResearchBib 14-baza)
9. Пулатова Н.У., Максумова О.С.. Исследование процесса сополимеризации 1-Хлор-3-пиперидин-2- пропилакрилата и п-морфолин-3-хлоризопрпилакрилата //Scientific Bulletin of NamDU-Научный вестник НамГУ- NamDU ilmiy axborotnomasi–2023-yil_2-son. 36-42 betlar. (02.00.00.№18)
10. Pulatova N.U., Maksumova O.S. Properties and Antibacterial Properties of a Copolymer Based on 1-Chloro-3-Piperidine-2-Propylacrylate and Acrylic Acid// American Journal of Polymer Science 2023, 12(1): 1-6 DOI: 10.5923/j.ajps.20231201.01.<http://article.sapub.org/10.5923.j.ajps.20231201.02.html> (Amerika mamlakatlari nashrlari 02.00.00.№4)

11. Pulatova N.U., Qarshiyeva R.A., Mirvalijonov A.V., //Synthesis of pyridine based compounds containing different functional groups// British View ISSN 2041-3963 Volume 8 Issue 4 2023 Universal impact factor 8.528 SJIF 2022: 4.629 (OAK ResearchBib 14-baza)

12. Pulatova N.U., Mirvalijonov A.V., Qarshiyeva R.A., Turayeva D.F. //Polymerization of styrene with maleic anhydride in various solutions// Journal of Advanced Scientific Research ISSN 0976-9595 Volume 3 Issue 1 2023 Universal impact factor 8.4. P.15-24.(OAK ResearchBib 14-baza)

13. Pulatova. N.U., Maksumova O.S., Монография – ISBN 978-620-4-72608-3, Moldova "LAP LAMBERT Akademik Publishing" 2021. 57 P.

14. Pulatova. N.U., Maksumova O.S., Spontaneous Polymerization of a Monomer Based on 1-Chloro-3-Piperidine-2-Propanol with Methacrylic Acid// AIP Conference Proceedings 2789, 040073 (2023) P.731-736.
<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57221665985>

II бўлим (II часть; part II)

15. Пулатова Н.У., Максумова О.С. Synthesis of polymers and hydrogels based on piperidene derivatives //Euroasia 8th international Congress on applied sciences. Тошкент, 2021, с.426-427.

16. Пулатова Н.У., Максумова О.С. Гетероциклик аминобирикмалар асосида олинган мономерларнинг полимерланиш жараёнлари //Кимё-технология фанларининг долзарб муаммолари. Тошкент -2021, с.468-470.

17. Пулатова Н.У., Максумова О.С. Study of some indicators of compounds synthesized on the basis of acrylic and methacrylic acids. //Multidiscipline Proceedings of Digital Fashion Conference Seoul Korea, Rrepublic of 2021, p.26-30.

18. Пулатова Н.У., Максумова О.С. 1-Хлорметил-2-пиперидин-1-этил-акрилатни ўз-ўзидан полимерланиш қонуниятлари //Инновационные подходы к развитию образовательно производственного кластера в нефтегазовой отрасли. Ташкент, 30 апрель 2022, с. 29-31.

19. Pulatova. N.U., Maksumova O.S., Polymerization of 1-chlorine-3-piperidine-2-methylmethacrylate with the participation of the initiator //Инновационные подходы к развитию Образовательно производственного кластера в нефтегазовой отрасли. Ташкент, 2022, с.31-33.

20. Пулатова Н.У., Максумова О.С. Синтез в высокомолекулярных соединений на основе новых мономеров //Integration into the world and connection of sciences. International scientific and practical online conference. Baku, Azerbaijan Republic, 2022, p.48-51.

21. Пулатова Н.У., Максумова О.С. Синтез сополимеров на основе акриловой кислоты и гетероциклических соединений //Химия для устойчивого развития в рамках 2022 год-Международный год фундаментальных наук в интересах устойчивого развития и 2022 год-Международный год стекла, 2022, с.195-198.

22. Пулатова Н.У., Максумова О.С. Faol-funksional guruhli monomerlar asosida sopolimerlar sintezi //Kimyo-texnologiyalari sohasidagi fan va ta'limni

rivojlantirish tendensiyalari. Respublika ilmiy-amaliy konferensiya. Tashkent 2022, b.12-18.

23. Пулатова Н.У., Максумова О.С. Синтез сополимеров на основе мономеров, содержащих пиперидиновый и морфолиновый фрагменты //Women in stem. Research Proceedings of International Forum. Tashkent, February 10-14, 2023. Tashkent Institute of Chemical Technology.P.453-455.

24. Пулатова Н.У., Максумова О.С. 1-хлор-3-пиперидин-2-пропилакрилат va stirol asosida sopolimer sintezi //Tabiiy polimerlar asosida biologik aktiv moddalar kimyosi va texnologiyasining dolzarb muammolari Respublika miqyosidagi ilmiy-texnikaviy anjumandagi talabalar, magistrilar, doktorantlar, mustaqil izlanuvchilar, tegishli sohalar olim va mutaxassislarining maqolalari to'plami 28-29 sentyabr. Toshkent, 2022, b.145-146.

25. Пулатова Н.У., Максумова О.С. 1-Хлор-3-пиперидин-2-пропилакрилат bilan 1-хлор-3-морфолин-2-пропилакрилат va 1-хлор-3-пиперидин-2-пропилакрилат bilan stirol asosida olingan binar sopolimerlarning UF-nur ta'sirida fotosezgirliги xususiyatlarini o'rganish //Узбекско-Таджикский Симпозиум с Международным участием «Современное состояние и перспективы развития науки о полимерах: синтез, структура, свойства и применение», 24-25 октября 2025 года, Узбекистан, с.117-118.

26. Пулатова Н.У., Максумова О.С. Определение антибактериальной активности сополимера содержащего ионы Ag на основе 1-Хлор-3-пиперидин-2-пропилакрилата и N-морфолин-3-хлоризопропилакрилата //Актуальные проблемы и инновационные технологии в области естественных наук. Международная научно-практическая конференция. Ташкент, 4-5 апреля, 2024. с.231-233.

27. Pulatova. N.U., Maksumova O.S., Factors influencing the polymerization of 1-chloro-3-piperidine-2-propanol with methacrylic acid. "WOMEN IN STEM" International festival, Tashkent, February 13-15, 2024. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10643244>, p.173-174.

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

Bichimi 84x601/16. «Times New Roman» garniturası. Raqamli
bosma usuli. Times garniturası.
Shartli bosma tabog‘i: 3. Adadi 100. Buyurtma №_25
Guvohnoma №_100624_
“OUTDOOR MEDIA” Xususiy korxonasi
Chilonzor tumani, Chilonzor ko‘chasi 81 uy

