

**ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ  
ХУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ  
DSc.03/30.12.2019.Т.04.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

---

**ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ**

**УДК 666.11.17.24:620.197.6.**

**ХОЛИКОВА СЕВАРА ДЖАСУРОВНА**

**АЙРИМ ЖИПСЛАШГАН КЎП ЯДРОЛИ МОНО- ҲАМДА БЕШ АЪЗОЛИ  
БИАЗОЦИКЛИК ҲОСИЛАЛАР СИНТЕЗИ, ХУСУСИЯТЛАРИ ВА  
ТЕХНОЛОГИЯСИ**

**02.00.14- Органик моддалар ва улар асосидаги материаллар технологияси**

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

**Тошкент - 2025**

**Техника фанлари доктори (DSc) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясида B2024.4.DSc /T843 рақам билан рўйхатга олинган.**

Диссертация Тошкент кимё-технология институтида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий кенгаш веб-саҳифасида (tkti.uz) ва «ZiyoNet» ахборот таълим порталига (www.ziyo.net.uz) жойлаштирилган.

**Илмий маслаҳатчи:**

**Кадиров Хасан Иргашевич**  
техника фанлари доктори, профессор

**Расмий оппонентлар:**

**Адилов Равшан Иркинович**  
техника фанлари доктори, профессор

**Мухиддинов Баходир Фахриддинович**  
кимё фанлари доктори, профессор

**Тошев Акмал Юсупович**  
техника фанлари доктори, профессор

**Етакчи ташкилот:**

**Тошкент Давлат техника университети**  
**қошидаги «Фан ва тараққиёт» ДУК**

Диссертация ҳимояси Тошкент кимё-технология институти ҳузуридаги DSc.03/30.12.2019.T.04.01 рақамли Илмий кенгашининг 2025 йил «\_\_\_» \_\_\_\_\_ соат \_\_\_\_\_ даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 100011, Тошкент шаҳар Шайхонтоҳур тумани, А.Навоий кўч. 32. Тел.: (99871) 244-79-20, факс: (99871)244-79-17, e-mail: tkti\_info@edu.uz.)

Диссертация билан Тошкент кимё-технология институти Ахборот ресурс марказида танишиш мумкин (\_\_\_\_ рақами билан рўйхатга олинган). (Манзил: 100011, Тошкент шаҳар Шайхонтоҳур тумани, А.Навоий кўч. 32. Тел.: (99871)244-79-20).

Диссертация автореферати 2025 йил «\_\_\_» \_\_\_\_\_ куни тарқатилган.  
(2025 йил «\_\_\_» \_\_\_\_\_ даги № \_\_\_\_\_ рақамли реестр баённомаси).

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

**Т.Ж. Қодиров**  
Илмий даражалар берувчи илмий  
кенгаш котиби, т.ф.д., профессор

**Г. Рахмонбердиев**  
Илмий даражалар берувчи илмий  
кенгаш қошидаги илмий семинар  
раиси, к.ф.д., профессор

## **КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)**

**Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати.** Бугунги кунда гетероҳалқали бирикмалар табиий ва биологик фаол бирикмалар - ўсимлик алкалоидлари ва қатор антибиотиклар таркибида сақланиб, тиббиёт, фармацевтика, нефть-газ ва кимё саноати ҳамда органик синтезда юқори реакцион қобилиятли функционал фаол бирикмалар, каучукларни вулканланишини тезлаштирувчилар, коррозия ва минерал тузлар тўпланиши ингибиторлар ишлаб чиқаришда самарали компонентлар сифатида қўлланилмоқда. Шу билан бирга гетероҳалқалар синтези учун арзон, мавжуд хомашёлар манбалари аниқлаш, полифункционал селектив катализаторлар таркибини яратиш, камбосқичли жараёнларини дастлабки реагентлар таъсири кетма-кетлигини ва нисбатларини бошқариш билан такомиллаштириш, ишлаб чиқаришнинг юқори унумли технологияларини тавсия этиш муҳим аҳамиятга эга ҳисобланади.

Жаҳонда жипслашган кўп ҳалқали ҳамда икки гетероатомли гетероциклларнинг янги ҳосилаларини яратиш бўйича қатор илмий изланишлар олиб борилмоқда. Бу борада молекуласида азот гетероатомлари туташ жойлашган, молекуласи кислород, галоген элементлари билан бойитилган биазоциклик ва хинолин фрагментли конденсирланган ҳосилалар олиш, уларнинг физик-кимёвий хоссалари ва таркибий хусусиятларини тадқиқ қилиш, нефть-газ ва кимё саноатида коррозия ва минерал тузлар тўпланиши ингибиторлари сифатида қўллаш учун ингибирланган кислоталарнинг органик асослари олиш технологияларини ишлаб чиқиш ва синовдан ўтказишга алоҳида эътибор берилмоқда.

Республикамизда кимё ва нефть-газ саноати корхоналарини модернизация қилиш, хомашёларнинг янги захираларини яратиш, улар асосида импорт ўрнини босувчи маҳсулотлар ишлаб чиқариш технологияларини ривожлантириш, хусусан рақобатбардош коррозия ингибиторлари синтез қилиш ҳамда металл конструкцияларни химоялаш жараёнларида қўллаш бўйича муайян илмий ва амалий натижаларга эришилмоқда. Янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегиясида «миллий иқтисодиёт барқарорлигини таъминлаш ва ялпи ички маҳсулотда саноат улушини оширишга қаратилган саноат сиёсатини давом эттириб, саноат маҳсулотларини ишлаб чиқариш ҳажмини 1,4 бараварга ошириш»<sup>1</sup> бўйича муҳим вазифалар белгилаб берилган. Ушбу мақсадларда маҳаллий кимё ва озиқ-овқат саноати иккиламчи маҳсулотларидан гетероҳалқалар олиш учун хом ашёлар излаб топиш, жипслашган кўп ҳалқали ҳамда полигетероатомли янги ҳосилалар синтез қилиш, олинган моддаларнинг хусусиятларини аниқлаш, улар асосида каучукларни вулканланишини тезлаштирувчилар, коррозия ва минерал туз тўпланиши ингибиторлари ишлаб чиқаришнинг саноат технологияларини яратиш ҳамда амалиётга жорий этиш муҳим аҳамият касб этади.

---

<sup>1</sup>Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022 йил 28 январдаги ПФ-60- сон «2022-2026 йилларга мўлжалланган Янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегияси тўғрисида».

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022 йил 28 январдаги ПФ-60 «2022-2026 йилларга мўлжалланган янги Ўзбекистон тараққиёт стратегияси тўғрисида», 2021 йил 3-февралдаги ПФ-6159-сон «Қишлоқ хўжалигида билим ва инновациялар тизими ҳамда замонавий хизматлар кўрсатишни янада ривожлантириш тўғрисида»ги, 2022-йил 7-июлидаги ПҚ-309-сон «Нефть ва газ соҳасида таълим-ишлаб чиқариш кластерини ташкил этиш чора-тадбирлари тўғрисида»ги, 2017 йил 23 августдаги ПҚ-3236-сон «2017-2021 йилларда кимё саноатини ривожлантириш дастури» тўғрисида»ги, 2018 йил 12 январдаги ПҚ-24-сон «Илмий-инновацион ишланма ва технологияларни ишлаб чиқаришга тадбиқ этишнинг самарали механизмларини яратиш чора-тадбирлари тўғрисида»ги ва 2021 йил 13-февралдаги ПҚ-4992-сон «Кимё саноати корхоналарини янада ислоҳ қилиш ва молиявий соғломлаштириш, юқори қўшилган қийматли кимёвий маҳсулотлар ишлаб чиқаришни ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги фармонлари ва қарорлари ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишда ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

**Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланиши устувор йўналишларига мослиги.** Мазкур тадқиқот республикада фан ва технологияларни ривожлантиришнинг VII. «Кимёвий технологиялар ва нанотехнологиялар» устувор йўналишига мувофиқ бажарилган.

**Диссертация мавзуси бўйича хорижий илмий тадқиқотлар шархи<sup>2</sup>.** Гетероҳалқалар ва уларнинг полифункционал ҳосилалари синтези дунёнинг кўпгина олимлари томонидан яхши ўрганилган бўлиб, улар асосида юқори самарали ингибиторлар ва биологик фаол бирикмалар олишнинг саноат технологияларини ишлаб чиқиш ва қўлланилиш соҳаларини кенгайтиришга йўналтирилган илмий ишлар жаҳоннинг етакчи илмий марказлари ва олий таълим муассасалари, жумладан, Department of Chemistry University of Crete (Греция), Institut für Chemie und Dynamik der Geosphäre, BASF b Hoechs/Knapsack (Germany), Technische Universiteit Eindhoven (Нидерландия), Laboratory of Wood Biology and Xylarium, (Belgium), Blesa investigador comisión nacional de energía atómica (Argentina), Helamin Technology Holding SA (Швейцария), Helamin France SaRL (Франция), Goodrich, Monsanto и UCC (USA), Россия кимё технология университети; Қозон давлат технологик унирвеситети; Кабардин-болқор давлат университети (Россия), Хмельницкий миллий университети (Украина), Ўзбекистон миллий университетит, Умумий ва ноорганик кимё институти, Тошкент кимё-технология илмий тадқиқот институти, Тошкент Давлат техника университети, Тошкент кимё-технология институтларида (Ўзбекистон) олиб борилмоқда.

---

<sup>2</sup>Диссертация мавзуси бўйича хорижий илмий-тадқиқотлар шархи: [www.czu.cz](http://www.czu.cz), [www.iitb.ac.in](http://www.iitb.ac.in), [www.unipage.net](http://www.unipage.net), [www.cnr.it](http://www.cnr.it), [www.put.poznan.pl](http://www.put.poznan.pl), [www.polandstudy.com](http://www.polandstudy.com), [www.cextremelab.edu.rs](http://www.cextremelab.edu.rs), [www.upm.es](http://www.upm.es), [www.umd.edu.pk](http://www.umd.edu.pk), [www.hotcourses.ru](http://www.hotcourses.ru), [www.gatech.edu](http://www.gatech.edu), [www.unist.ac.kr](http://www.unist.ac.kr), [www.tdtu.uz](http://www.tdtu.uz), [www.tkti.uz](http://www.tkti.uz), [www.urmon.uz](http://www.urmon.uz) ва бошқа манбалар асосида ишлаб чиқилган.

Аминлар, амидлар ва аминспиртларнинг альдегидлар билан конденсатланиш маҳсулотлари, жипслашган кўп халқали ҳамда полигетероатомли янги ҳосилалар асосида коррозия ва минерал тузлар тўпланишига қарши ингибиторлар ишлаш чиқариш бўйича жаҳонда олиб борилган тадқиқотлар натижасида қатор, жумладан, қўйидаги илмий натижалар олинган: жиплашган кўп халқали азотгетероатомли гетероциклик бирикмалар олиш технологияси ишлаб чиқилган (Federal University of Campina Grande, Бразилия), Korea Institute Science and Technology, (Жанубий Корея); моно- ва диазотгетероатомли гетероциклик бирикмалар синтез қилинган (Department of Chemistry University of Crete (Греция)); коррозия ва минерал тузлар тўпланишига қарши таркиблар танланган; Laboratory of Wood Biology and Xylarium (Belgium), Blesa investigador comisión nacional de energía atómica (Argentina); аминспиртлар асосида коррозия ва минерал тузлар тўпланишига қарши ингибиторлар ишлаб чиқаришга тадбиқ этилган Helamin Technology Holding SA (Швейцария); коррозия ва минерал тузлар тўпланишига қарши ингибиторлар олиш технологиялари яратилган (BASF b Hoechs/Кnapsack (Германия), Goodrich, Monsanto ва УСС (США), ОАО «НК «Роснефть» (Россия); диаминлар ва ёғ кислоталарининг реакциялари орқали имидозолин ҳосилалари синтез қилинган ва коррозия ингибиторлари сифатида қўлланилган (Ўзбекистон Миллий университети, Тошкент кимё-технология институти, «Навоиазот» АЖ (Ўзбекистон)).

Дунёда коррозия ва минерал тузлар тўпланишига қарши ингибиторлар олиш бўйича бир қатор, жумладан қўйидаги устувор йўналишларда тадқиқотлар олиб борилмоқда: аммиак, аминлар ва амидларнинг альдегидлар билан конденсатланиш реакциялари орқали кўп халқали ва кўпгетероатомли гетероциклик бирикмалар олиш; ёғ кислоталари таркибидан индивидуал карбон кислотани ажратиш, ди- ва полиаминлар асосида имидозолин ҳосилалари синтези, кимёвий хусусиятлари ўрганилган, олинган гетероҳалқалар асосида биологик фаол моддалар олишнинг қулай шароитларини топиш ва уларни ишлаб чиқариш технологиялари яратилиб, самарали препаратлар ишлаб чиқарилган; коррозия ва минерал тузлар тўпланишига қарши ингибиторлар олиш технологияларини ишлаб чиқаришга жорий этилган.

**Муаммонинг ўрганилганлик даражаси.** Гетероҳалқалар ва уларнинг полифункционал ҳосилалари синтези дунёнинг кўпгина олимлари томонидан яхши ўрганилган бўлиб, улар асосида юқори самарали ингибиторлар ва биологик фаол бирикмалар олишнинг саноат технологияларини ишлаб чиқиш ва қўлланилиш соҳаларини кенгайтиришга йўналтирилган илмий-амалий тадқиқотлар айни вақтда Н. Liu, J. Jackson, J.R.S. Martinez, M. Grimmett, D. R. Allen, M. Alonso, D. Bajpai, В. Байер, Zhu J., Hung Sh. Pon J., Джоуль Дж., Смит Г., Ahbenvalia V.K., Singh Raj P., Singh Rishi R., Chincholkar M.M., Kakadr B.S., Tamads V.S., Khodachi Muhammed Mehdi, Khosropaur Ahmad Resa, Bailliez Vincent, Kaim Laurent El, Michaut Valerie, Намиот А.Ю., Губкина Г.Ф., Черных А.П., Вацуро К.В., Мищенко Г.Л., Пивазян А.А., И.Ф. Журко, А.И. Сливкин,

Ю.В. Попов, А.И. Юсевич, Г.Р. Хайдарова, Р.Н. Загидуллин, А.И. Чебаксаров, Л.В.Чебаксарова каби олимлар томонидан амалга ошириб келинмоқда.

Ўзбекистонда мазкур тадқиқот йўналиши бўйича алкилимидозолин ҳосилаларини олиш ва ишлаб чиқариш технологияларини яратишда Х.Н. Арипов, А.Т. Жалилов, М. Миркомиллов, С.Ш. Рашидова, Т. Сирлибаев, Н.Д. Абдуллаев, Р.К. Каримов, А.В. Гордеева, А.Б. Кучкаров, А.Г. Махсумов, Ф.А. Магруппов, Г. Рахмонбердиев, Д.Ю. Юсупов, А.С. Рафиқов, А. Икрамов, С.М. Турабджанов, З.А. Тожихўжаев, Х. Бекназаров, Х.И. Кадиров ва бошқа олимлар томонидан қатор тадқиқот ишлари амалга оширилган.

Улар томонидан ёғ кислоталари таркибидан индивидуал карбон кислотани ажратиш, ди- ва полиаминлар асосида имидозолин ҳосилалари синтези, кимёвий ўзгаришлари ўрганилган, олинган гетероҳалқалар асосида биологик фаол моддалар олишнинг қулай шароитларини аниқлаш ва уларни ишлаб чиқариш технологиялари яратилиб, самарали препаратлар ишлаб чиқарилган.

Шу билан бирга, олимлар томонидан гетероциклик бирикмалар ишлаб чиқариш жараёнлари назарий асослари яратилган, таркибида дастлабки хом ашёлар, жумладан ёғ кислоталарининг димерлари минимал миқдорларда бўлган алкилимидозолин олишнинг муқобил усулини ишлаб чиқиш, жараёнга таъсир этувчи асосий омилларни аниқлаш, олинган маҳсулотларнинг тузилишини ва металлларни коррозиядан ингибирлаш самарадорлигини аниқлаш, юқори ингибирлаш фаоллигига эга бирикмаларни олиш технологияларини ишлаб чиқиш каби тадқиқотлар амалга оширилмаган.

**Тадқиқотнинг диссертация бажарилган илмий-тадқиқот муассасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги.** Диссертация тадқиқоти Тошкент кимё-технология институти илмий тадқиқот ишлари режасининг ПЗ-20170930351 «Сув таъминоти учун коррозия, минерал тузларга қарши ва биоцидлик хусусиятли комплекс ингибиторлар синтези ва технологияси» (2017-2019 йй.) мавзуларидаги амалий лойиҳаси доирасида бажарилган.

**Тадқиқотнинг мақсади** конденсацияланган кўп ядроли моно ва беш аъзоли биазоциклик бирикмалар тайёрлаш, улар асосида коррозия ингибиторларини ишлаб чиқариш технологиясини ишлаб чиқишдан иборат.

#### **Тадқиқотнинг вазифалари:**

ароматик аминларнинг карбонилли бирикмалар билан гетероциклланиш реакцияларини ўрганиш ва механизмини тадқиқ қилиш;

тузилиши ва хоссалари аввалдан белгиланган конденсирланган гетероҳалқали хинолин ҳосилалари синтез қилишнинг мақбул шароитларини аниқлаш;

хинолин қатор бирикмалари синтези учун барқарор ва самарали катализаторлар таркибини тадқиқ қилиш;

таркиби ёғ кислоталари аралашмасидан иборат саноатнинг иккиламчи маҳсулоти (соапсток) дан C<sub>16</sub>-C<sub>18</sub> таркибли карбон кислоталарни ажратиб олиш ва тозалаш усулларини тадқиқ қилиш;

ёғ кислоталарнинг фракциялари ва алкилдиаминларнинг реакциялари асосида алкилимидозолинларнинг янги ҳосилаларини синтез қилиш ва уларнинг юқори унум билан чиқишига ҳарорат, дастлабки реагентлар нисбатлари, реакция давомийлигига боғлиқлигини аниқлаш;

2-гексадецил-2-имидозолин, 2-октадецил-2-имидозолин, 2-октадеценил-2-имидозолин асосли таркибнинг тозалиги ва тузилишини замонавий физик-кимёвий тадқиқ усулларида исботлаш;

уч кислота фракциясининг этилендиамин билан гетероҳалқалаш реакциясининг мақбул шароитларини ўрганиш;

конденсирланган ва биазогетероциклик бирикмалар - хинолин ва алкилимидозолинлар ҳосилалари асосидаги композицияларининг коррозияга қарши хусусиятларини аниқлаш;

конденсирланган ва кўп гетероатомли гетероциклик бирикмаларнинг янги ҳосилалари - хинолин ва алкилимидозолинлар ҳосилаларини олиш технологияларини ишлаб чиқиш.

**Тадқиқотнинг объекти** сифатида хинолин ва хинолин ҳосилалари, анилин, карбонилли бирикмалар, полифункционал катализаторлар, таркибда ёғ кислоталари мавжуд ёғ-мой саноатининг иккиламчи хом ашёлари ва этилендиамин асосида синтез қилинган 2-гексадецил-2-имидозолин, 2-октадецил-2-имидозолин ва 2-октадеценил-2-имидозолин олинган.

**Тадқиқотнинг предмети**ни хинолин ва функционал хинолинлар ҳосил бўлиш қонуниятлари, синтез қилинган жипслашган гетероҳалқали ҳосилаларнинг тузилиши ва физик-кимёвий хоссаларини аниқлаш, уч ёғ кислотаси фракциясидан алкилимидозолин ҳосилаларини олиш, уларнинг айрим кимёвий ўзгаришлари, коррозиядан ингибирлаш фаолликларини тадқиқ қилиш, олишнинг технологик жараёнларини тадқиқ этиш ташкил этади.

**Тадқиқотнинг усуллари.** Тадқиқот жараёнида кимёвий (фракцион ажратиш, криоскопик, гетероҳалқалаш), физик (ИК-, <sup>1</sup>Н ЯМР-, рентген тузилиш таҳлили), хроматографик (газ-суюқлик хроматографияси), математик (оптималлаштириш ва статистик таҳлил) ҳамда технологик усуллардан фойдаланилган.

**Тадқиқотнинг илмий янгилиги** қуйидагилардан иборат:

илк бор карбонилли бирикмалар ва ароматик аминларни гетероцикллаш учун d-металл оксидлари ва фторидлари асосида юқорисамарали ва барқарор катализаторлар таркиби ишлаб чиқилиб, хинолин ҳосилалари синтезида селективлиги исботланган;

анилин ва кротон альдегидини каталитик гетероцикллаш реакцияси мақбул шароитлари аниқланиб, 4-метилхинолин Скраупп қоидасига зид ҳосил бўлиши механизмда асосланган;

олинган хинолин ҳосилалари асосли таркиби, металллар коррозиясининг ингибиторлари сифатида синаб кўрилиб, ҳимоялаш даражаси 90 % дан кам эмаслиги исботланган;

уч кислота фракцияси ва этилендиаминнинг гетероҳалқаланишидан хоссалари аввалдан белгиланган биазогетероатомли алкилимидозолинлар синтез қилиниб, карбон кислоталар ва этилендиаминнинг 2-алкил-2-имидозолингача гетероҳалқаланиши нейтраллаш, ациллаш ва циклланиш механизмида амалга ошиши асосланган;

реагентларнинг термик таъсири ва уларни реакцион муҳитга киритиш тартибини назорат қилиш орқали гетероҳалқалаш жараёнида диамидларнинг ҳосил бўлишини минимал миқдорларгача камайтириш тизими исботланган;

уч кислота фракцияси ва этилендиаминни гетероҳалқалашдан олинган коррозия ингибиторлари нефть қазиб чиқариш ва қайта ишлаш қурилмаларини 8-12 мг/л гача дозаларда 90 % дан кам бўлмаган самара билан ҳимоялаши исботланган;

ингибиторнинг кам дозаларда юқори самарали эканлиги азот атомларининг гетероҳалқада туташ системада жойлашгани ва адсорбция қоидаларига мос эритувчиларда қийин эрийдиган барқарор плёнка ҳосил қилувчи алкил гуруҳларининг занжир узунлиги билан асосланган;

конденсирланган гетероциклик бирикмалар - хинолин ҳосилалари, уч кислота фракцияси ва этилендиамин асосида таркибида минимал миқдорда кислота диамидлари сақлаган алкилимидозолинлар олиш технологиялари ишлаб чиқилган.

**Тадқиқотнинг амалий натижалари** қуйидагилардан иборат:

анилин ва кротон альдегидини гетероцикллаш реакцияси орқали алкилхинолинлар ҳосил бўлиш мақбул шароитлари аниқланган;

жипслашган кўп халқали гетероциклик бирикмалар – хинолин, 2- ва 4-метилхинолинлар олиш технологияси ишлаб чиқилган;

анилин ва кротон фракцияси асосида металлларни коррозиядан ҳимоя қилувчи ингибитор олиш технологияси ишлаб чиқилган;

изопропил спирти ва қарағай қипиқларидан фойдаланиб, соапсток таркибидан  $C_{16}$ - $C_{18}$  фракциясини ажратишнинг мақбул шароитлари аниқланган;

минимал миқдорда кислота димерлари ва диамидлар сақловчи алкилимидозолин ҳосилалари олишнинг мақбул шароитлари аниқланган;

таркибида ёғ кислоталари сақлаган ёғ-мой саноатининг иккиламчи маҳсулоти соапстокдан уч кислота фракциясини ажратиш, улардан алкилимидозолин асосли металлларни коррозиядан ҳимояловчи ингибитор олишнинг иқтисодий жиҳатдан самарали саноат ишлаб чиқариш технологияси яратилган.

**Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги.** Таҳлилда замонавий физик-кимёвий усуллар - ИҚ-спектроскопия, газ-суюқлик хроматографияси, термоаналитик, 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 натижаларининг илмий аҳамияти - d-металл оксидлари ва фторидлари асосида олинган юқори самарали ва барқарор катализаторлар таркиби иштирокида

ароматик аминлар ва тўйинмаган альдегидлардан жипслашган кўп халқали гетероцикллар синтез қилишнинг мақбул шароитини аниқлаш, C<sub>16</sub>-C<sub>18</sub> таркибли ёғ кислоталари фракциясидан алкилимидозолинлар илк бор олинганлиги, реакциялар боришига ташқи омилларнинг таъсири аниқланганлиги, реакция қобиляти ва реакция меҳанизмларининг тадқиқ этилганлиги, янги олинган ҳосилалар орасида «тузилиш-ингибирлаш фаоллиги» муносабатларининг аниқланганлиги, шунингдек, олинган натижалар бирикмаларнинг ишлаб чиқариш технологияларини яратиш ва такомиллаштиришда фойдаланиш мумкинлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти, конденсирланган гетероциклик бирикмалар - хинолин ҳосилалари асосида импорт ўрнини боса оладиган, рақобатбардош коррозия ингибиторларнинг янги самарали таркиблари синтез қилинган, бирикмалар орасида металл коррозиясидан ҳимояловчи хоссаларга эга бўлган моддалар борлиги аниқланган, ёғ кислоталари фракциясини ажратиш ва алкилимидозолинлар олишнинг бир босқичли тизими ҳамда юқори самарали коррозия ингибитори ишлаб чиқаришга хизмат қилади.

**Тадқиқот натижаларини жорий қилиниши.** Жипслашган кўп халқали ва икки азот гетероатомли гетероциклик ҳосилалар олиш, физик-кимёвий хоссаларини аниқлаш, улар асосида коррозия ингибиторлари ишлаб чиқариш технологияларини яратиш бўйича олинган илмий натижалар асосида:

хинолин, алкилхинолинлар асосида коррозия ингибиторларини олиш технологияси Шуртангаз кимё мажмуасида қўлланилган (Шуртангаз кимё мажмуасининг 2023 йил 24 январдаги 589-сон маълумотномаси). Натижада, корхона қурилмаларини коррозиядан ҳимоялаш ва узоқ муддатлар самарали эксплуатация қилиш имконини беради;

анилиннинг кротон фракцияси билан каталитик гетероцикланиш маҳсулотлари асосида олинган коррозия ингибиторларини олиш технологияси Шуртангаз кимё мажмуасининг «2023-2025 йилларда амалиётга жорий этиш бўйича истиқболли ишланмалар рўйхати»га киритилган (Шуртангаз кимё мажмуасининг 2023 йил 24 январдаги 589-сон маълумотномаси). Натижада, импорт қилинувчи хорижий СНПХ препаратни, маҳаллий «ІК-XXS» сериядаги коррозия ингибиторлари билан алмаштириш имконини беради.

уч кислота фракцияси ва этилендиамин асосида коррозия ингибитори ишлаб чиқариш технологияси Шуртангаз кимё мажмуасининг «2023-2025 йилларда амалиётга жорий этиш бўйича истиқболли ишланмалар рўйхати»га киритилган (Шуртангаз кимё мажмуасининг 2023 йил 24 январдаги 589-сон маълумотномаси). Натижада, таркибида минимал миқдорларда диамидлар сақловчи юқори самарали коррозия ингибиторлари ишлаб чиқариш имконини беради.

**Тадқиқот натижаларининг апробацияси.** Мазкур тадқиқот натижалари 10 та халқаро ва 8 та республика илмий-амалий анжуманларида муҳокамадан ўтказилган.

**Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги.** Диссертация мавзуси бўйича 30 та илмий иш чоп этилган. Шулардан Ўзбекистон республикасининг Олий аттестация комиссиясининг докторлик диссертациялари асосий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий нашрларда 12 та мақола, жумладан, 6 таси республика ва 6 таси хорижий журналларда нашр этилган, 18 та тезис халқаро ва республикадаги анжуман тўпламларида чоп қилинган.

**Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми.** Диссертация таркиби кириш, бешта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертация ҳажми 180 бетни ташкил этади.

## ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Диссертация ишининг **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, илмий янгилиги, олинган натижаларнинг илмий ва амалий аҳамияти очиб берилган, ўтказилган тадқиқотларнинг ишончлилиги, апробация ва натижаларнинг нашр қилиниши, диссертациянинг ҳажми ва тузилиши бўйича маълумотлар баён этилган.

Диссертациянинг «**Конденсирланган ва дигетероатомли гетероциклик бирикмалар синтезининг ҳозирги ҳолати, хоссалари ва қўлланилиши**» деб номланган **биринчи бобида** мавзу бўйича олиб борилган илмий тадқиқот натижалари, хорижий ва маҳаллий адабиётлар таҳлили батафсил ёритилган.

Маълумки, хинолин ва хинолин ҳосилалари асосида полифункционал хусусиятларга эга фаол моддалар ишлаб чиқариш органик синтезнинг истиқболли йўналишларидан бири бўлиб, ҳосил бўлган органик маҳсулотлардан металлларни коррозиядан ҳимоя қилиш воситаси сифатида фойдаланиш тавсия этилган. Шунингдек, адабиёт маълумотларининг таҳлили шуни кўрсатадики, гетероциклик бирикмаларнинг ихчам кўп ҳалқали азотли гетероатомларини ишлаб чиқариш катализатор сифатида сульфат кислотадан фойдаланган ҳолда кўп босқичли технологик тизим ёрдамида амалга оширилади. Бундан ташқари, синтезларда нитробензолдан фойдаланиш жараёнининг хавфсизлигини таъминлашда бир қатор муаммоларни келтириб чиқаради. Адабиётларни таҳлил қилиш билан тадқиқотнинг мақсад ва вазифалари белгилаб олинган.

Диссертациянинг «**Хинолин асосларини синтези ва тадқиқи**» деб номланган **иккинчи бобида** жипслашган гетероциклардан хинолин ва унинг функционал ҳосилаларини ишлаб чиқариш соҳасида АҚШ, Япония, Германия, Россия каби дунёнинг етакчи мамлакатларида кўплаб тадқиқотлар олиб борилгани тўғрисида ахборот берилган.

Самарали ҳамда селектив катализаторларнинг йўқлиги, хомашё манбаларининг чекланганлиги ва кам босқичли технологик тизимларнинг йўқлиги азот гетероатомли жипслашган гетероцикларни тайёрлаш ва кенг миқёсда ишлаб чиқариш йўлидаги асосий тўсиқлар ҳисобланади.

Шунингдек, Республикамиз кимё корхоналарида амидлар - карбамид ва тиокарбамид, карбонил бирикмалари, формальдегид, ацетальдегид ва кротон альдегид ҳамда катализаторлар таркибининг асосини ташкил этувчи турли металллар, металл оксидлари ва гидроксидлари кўп масштабларда ишлаб чиқарилмоқда.

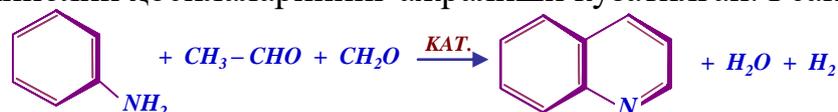
Ушбу бобда кадмий ва рух бирикмалари аминларнинг альдегидларга нуклеофил бирикиш катализаторлари эканлиги кўрсатилган; рух, хром ва темир бирикмалари дегидратация, дегидрирлаш ва дегидроциклизация катализаторлари ҳисобланиб, хинолин ва хинолин ҳосилаларини синтез қилишда, % масс: CdF<sub>2</sub> – 5,0 - 10,0; ZnO – 5,0 - 10,0; Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 3,0 - 10,0; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 3,0 - 5,0; қолгани - бентонит таркибли аралаш полифункционал катализатордан фойдаланилган (1-жадвал).

1-жадвал

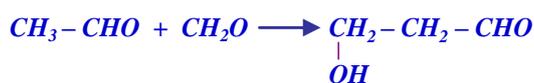
Катализаторларнинг асосий физик, механик ва эксплуатацион таснифлари

№	Катализатор таркиби, % масс	Сочма оғирлиги, г/см <sup>3</sup>	Солиштирма юзаси, м <sup>2</sup> /ч	Механик мустаҳкамлиги, МПа	Регенерациягача ўртача ишлаш вақти, соат
1.	CdF <sub>2</sub> – 5,0 ZnO – 3,0 Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> – 5,0 Бентонит - 87,0	0,880	115,0	5,5	56,0
2.	CdF <sub>2</sub> – 8,0 ZnO – 5,0 Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> – 3,0 Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> – 3,0 Бентонит - 81,0	0,910	136	6,0	80,0
3.	CdF <sub>2</sub> – 6,0 ZnO – 8,0 Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> – 5,0 Бентонит - 81,0	0,860	175	6,2	64,0
4.	CdF <sub>2</sub> – 5,0 ZnO – 10,0 Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> – 5,0 Бентонит - 80,0	0,870	162	7,0	85,0
5.	CdF <sub>2</sub> – 5,0 ZnO – 10,0 Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> – 3,0 Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> – 3,0 Бентонит – 79,0	0,925	170	7,2	48,0

*Хинолин ва метилхинолинлар синтези.* Анилин, формальдегид ва ацетальдегид асосида буғ фазада хинолин ва метилхинолинлар синтези, дастлабки реагентларнинг эквимолекуляр миқдорларда амалга оширилиб, катализатор юзасидан 380-440 °С ҳароратлар чегарасида ўтказилганда юқори унум билан хинолин ҳосилаларининг ажралиши кузатилади. Реакция схемаси:



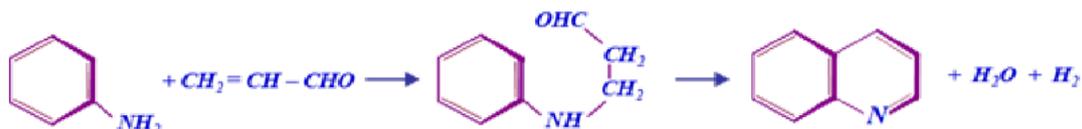
Реакция қуйидаги босқичларда амалга ошади, дастлабки босқич - альдол конденсатланиш жараёни:



Кротон конденсация орқали акролеин ҳосил бўлиши:



Анилин билан таъсирланиб, Скраупп қоидасига кўра хинолин ҳосил бўлади:



Реакцион муҳитга анилин, формальдегид ва ацетальдегиднинг бир вақтда киритилиши, паст ҳароратда 21 °С буғланувчи ацетальдегиднинг йўқолишига олиб келади. Шунинг учун 3-оксипропаналь аввал синтез қилиниб, сўнг анилин билан гетероцикланиш реакциясига киритилиши билан хинолиннинг унуми назарийга нисбатан 64 % гача оширилади. Ушбу усулда олинган катализатнинг органик қисми шартли равишда «ІК-ХХС-1» деб номланди.

*8-оксихинолин синтези.* Саноатда 8-оксихинолин *o*-аминофенолни глицерин билан концентрланган сульфат кислота иштирокида циклоконденсатлаб, сўнгра ни нитробензолда дегидрирлаб олинади.

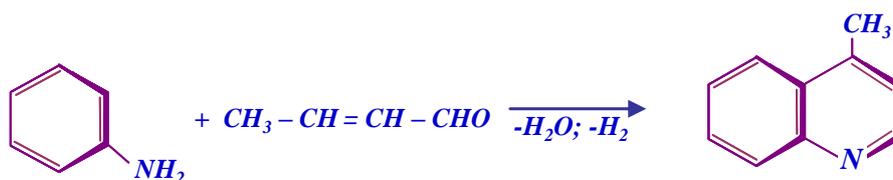
Биз таклиф этилаётган 8-оксихинолин синтезининг кам босқичли усули *o*-аминофенолни формальдегид ва ацетальдегид билан буғ фазада полифункционал катализаторлар иштирокида таъсирга асосланган. Катализатор сифатида №2 таркибдан фойдаланилган (жадвал 1).

Мақбул шароитлар: ҳарорат 400 °С, ҳажмий тезлиги 0,5 соат<sup>-1</sup>, *o*-аминофенол: формальдегид: ацетальдегид нисбатлари 1:1:1,2. 8-оксихинолин унуми 62 %. *o*-Аминофенол, формальдегид ва ацетальдегид асосида олинган катализатнинг ажратилган органик қисми «ІК-ХХС-2» деб номланди.

*Кротон альдегиди (кротон фракцияси)нинг баъзи ароматик аминлар билан гетероцикланиш реакциялари.* Республикамиздаги кимё корхоналарининг талаб ва имкониятларини ҳисобга олган ҳолда мавжуд арзон хомашёдан хинолин ҳосилаларини олиш бўйича мақсадли тадқиқотлар олиб борилди. «Навоиазот» АЖда кенг миқёсда ацетилен, формалдегид, ацетальдегид, аммиак каби хомашё ишлаб чиқарилаётгани гетероцикл бирикмалар кимёси соҳасида илмий изланишлар олиб бориш имконини бермоқда. Органик синтез саноати учун муҳим хом ашёлардан бири бўлган кротон альдегид кротон фракцияси таркибида бўлиб, «Навоиазот» АЖда ацетиленни гидротацияси орқали ацеталдегид ишлаб чиқаришда қўшимча маҳсулот ҳисобланади.

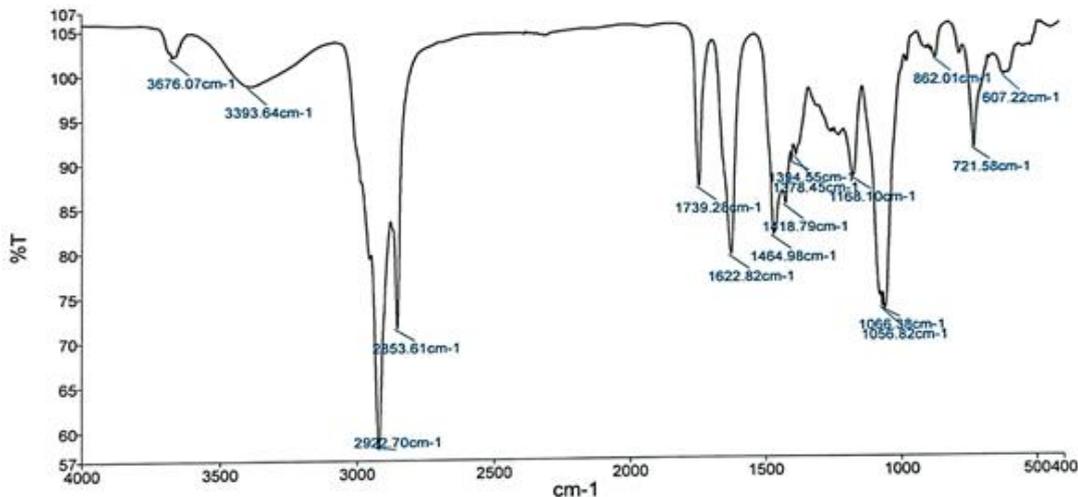
Анилиннинг кротон альдегид билан гетероцикланиши натижасида, асосан, 2- ва 4-метилхинолин ҳосилалари ҳосил бўлади. 2-метилхинолин Скраупп қоидасига мос (гетероцикланиш С = С боғ ҳисобига амалга ошади), 4-метил-

хинолин эса Скрупп қойдасига тескари (гетероциклланиш  $C = O$  боғ ҳисобига амалга ошади) ҳосил бўлади:



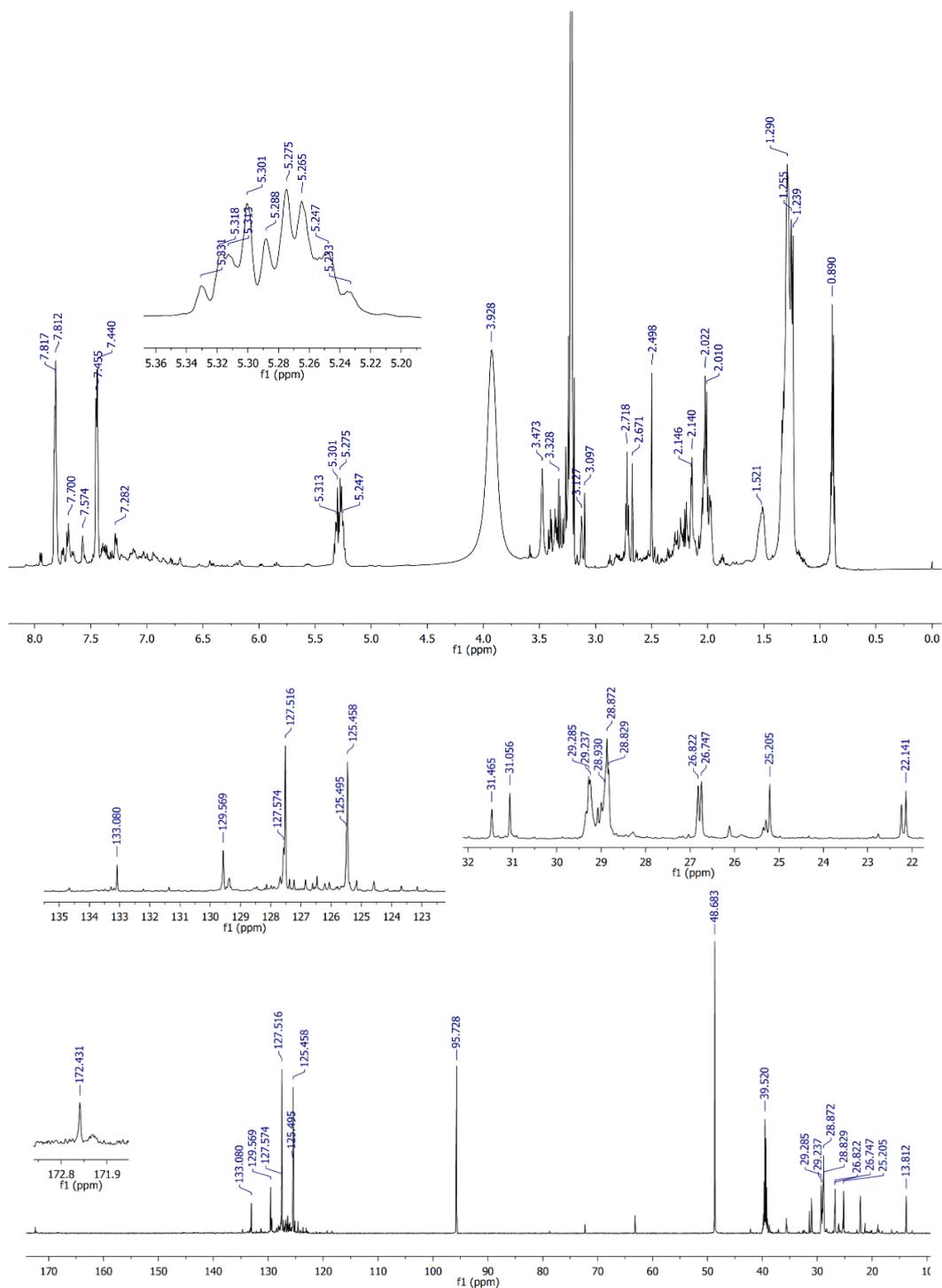
Тажрибалар билан аниқланган шароитда, яъни ҳарорат 380-400 °С, реакторга хом ашёнинг умумий ҳажмли оқими 0,2 соат<sup>-1</sup>, анилин: кротон фракциясининг нисбати 2:1 моль бўлганда, 2- ва 4-метилхинолин ҳосил бўлиш унуми мос равишда 35,0 ва 42,0% ни ташкил қилади. Катализатор ЦКХБ-4: ZnF<sub>2</sub> - 5,0; CdF<sub>2</sub> - 5,0; Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 3,0; бентонит - 87,0 (катализат таркибидаги органик қисмни шартли номи «ИК-XXS»).

Анилиннинг кротон альдегиди билан гетероциклланиш реакциялари маҳсулотларининг ИҚ-спектрида қуйидаги ютилиш соҳалари кузатилди (1-расм): 1622,82 см<sup>-1</sup> соҳада карбонил боғининг  $C=O$  гуруҳига тегишли кучли тебранишлар, 1739,28 см<sup>-1</sup> да ароматик халқага тегишли  $C=C$  гуруҳининг валент тебранишларининг дастлабки хомашёлар таркибига тегишли қолдиқлар мавжудлигини кўрсатиши билан бирга, 1066,0 ва 1051,45 см<sup>-1</sup> ютилиш соҳаларида  $C-N$  гуруҳининг валент тебранишлари, 2353.61 см<sup>-1</sup> соҳасида ароматик халқадаги метил ( $-CH_3$ ) гуруҳининг систематик ва ассиметрик тебранишларига хос чизиқлар кузатилди.



1-расм. Анилиннинг кротон альдегиди билан гетероциклланиш маҳсулотининг ИҚ-спектри

2-расмдан анилин ва кротон альдегиднинг гетероциклланиш реакцияси маҳсулотлари таркибининг <sup>1</sup>H ПМР-спектри ацеталдегид билан гетероциклланиш маҳсулотлари таркибидан унчалик фарқ қилмаслиги ва ютилиш ҳудудлари деярли бир хил эканлиги аён бўлади.



2-расм. Анилин ва ацеталдегиднинг гетероцикланиш реакцияси орқали ҳосил қилинган метилхинолинлар ПМР ( $^1\text{H}$ )-спектри

Катализатор қатлами баландлигининг 2- ва 4-метилхинолин чиқишига, шунингдек, бошланғич реактивларнинг конверсиясига таъсири ҳам ўрганилди. Шу мақсадда реакторда ҳар 100 мм баландлиқда намуналар олиш учун кранлар ўрнатилди. Аниқландики, реакторга хом ашё доимий ҳажмий узатиш тезлигида берилганда, катализатор қатлами баландлигининг ортиши билан кротон фракцияси ва анилиннинг конверсия тезлиги ҳам ортади (2-жадвал).

Хинолин ҳосилалари ҳосил бўлиш унумига ва кротон фракцияси конверсиясига катализатор қатлами баландлигининг боғлиқлиги

(харорат – 400 °С,  $V_{кр.фр.} = 0,2 \text{ соат}^{-1}$ ; анилин: кротон фракция = 2: 1)

Катализатор қатламининг баландлиги, мм	Катализат тақриби, %			Кротон фракцияси конверсияси, %
	2-метил-хинолин	4-метил-хинолин	карбазол	
100	15,0	18,0	-	48,0
200	22,0	25,0	следы	62,0
300	28,0	30,0	5,0	78,0
400	35,0	42,0	12,0	89,0
500	30,0	22,0	19,0	95,0
600	27,0	20,0	21,0	99,0

Жадвалдаги маълумотларидан кўринадики, катализатор қатлами баландлигининг ошиши билан 2-метилхинолин ҳосил бўлиш унуми ўртача 6 - 7 % га ошиб, 400 мм да максимал қиймати 35,0 % бўлса, 4-метилхинолинни ҳосил бўлиши 300 ва 400 мм орасида ўсиш кузатилиб (12 % дан 42,0 % гача) реакция унуми максимал қийматга етади.

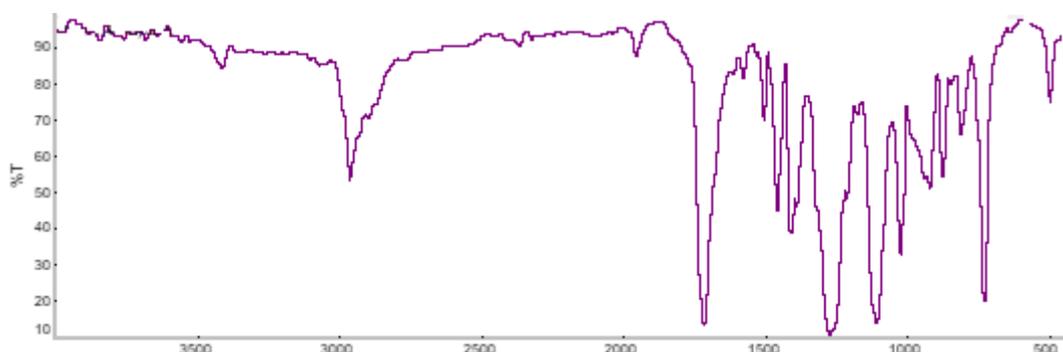
Диссертациянинг «Алкилимидозолин ҳосилаларини олиниши ва хоссалари» деб номланган **учинчи бобда** соапстокнинг таркиби ва уларни ажратиш усуллари ўрганилган, алкилимидозолинларнинг синтези ва хоссалари ёритилган.

2-алкил-2-имидазолинларни синтез қилиш учун  $\geq 98$  % этилендиамин ва учта ёғ кислотаси аралашмасидан фойдаланилган. Ёғ кислоталари аралашмасининг сифат кўрсаткичлари ГОСТ 6484-96 га мувофиқ аниқланган. Олинган ёғ кислоталарининг аралашмаси асосан олеин (30,3 %), пальмитин (22,7 %) ва линолеин (42,3 %) кислоталарни ўз ичига олиб, уч кислота фракцияси «УКФ» деб номланган. Синтезлар 3 хил тизимда олиб борилди: 1. Анъанавий усул; 2. Реагентларнинг нисбатини ўзгартириш усули; 3. Дастлабки реагентларни узатиш тартиби усули.

Синтезнинг мақбул шароитларини аниқлаш, натижаларни таққослаш учун алкилимидозолинлар олишнинг анъанавий усули асос сифатида қабул қилинди: хона ҳароратида диамин билан карбон кислота бир марта аралаштиришни ва кейинчалик босқичма-босқич 250-270 °С гача қиздиришни ўз ичига олади. Бунда карбон кислотанинг амидланиш реакциялари ва амиднинг кейинги циклланиши содир бўлади.

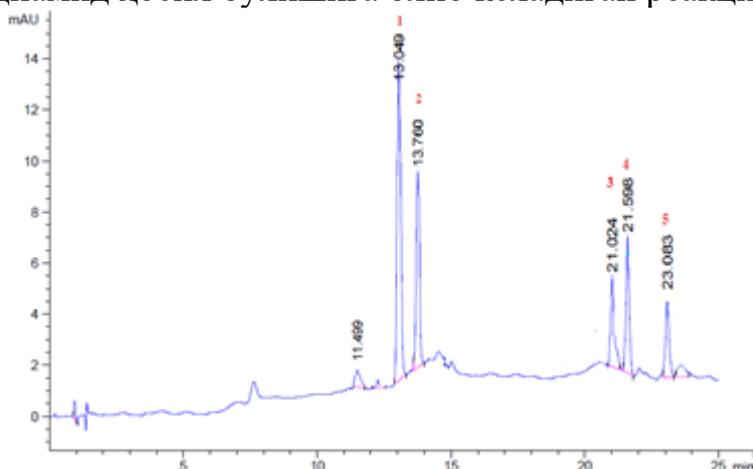
Реакция натижасида олинган маҳсулотнинг ИҚ-спектрида (3-расм) имидазолин гетероҳалқасига хос  $C=N$  валент тебраниши чизиқлари ( $1608 \text{ см}^{-1}$ ),  $C=O$  амид гуруҳи интенсив чизиқлари ( $1668 \text{ см}^{-1}$ ) ва  $N-H$  деформацион тебранишларга хос ютилишлар ( $1556 \text{ см}^{-1}$ ) кузатилди. Улар маҳсулотда диамидларнинг сезиларли даражада мавжудлиги билан боғлиқ эди. Бу, шунингдек, узун алифатик занжирларда  $C-N$  деформациясининг тебранишлари билан боғлиқ бўлган  $721 \text{ см}^{-1}$  диапазолидаги юқори интенсивлик билан ҳам тасдиқланди, уларнинг диамид тузилишидаги улуши этилендиаминнинг моноацил ҳосиласига қараганда 2 баравар юқори. Хроматограммада (4 расм) 2-

гексадецил-2-имидазолин (1-чўққи) ва 2-октадецил-2-имидазолин (2-чўққи) аниқланиб, чўққилар майдонларининг нисбати 2,74: 1 ни ташкил этади, бу эса УҚФдан олинган алкилимидазолиннинг ~2,9 марта моляр ортиқча миқдорига тўғри келди (3-расм).



3-расм. 1-усулда олинган маҳсулотининг ИҚ-спектри

Ёғ кислоталарининг моноамид ҳосилаларидаги углеводород радикали қанчалик узун бўлса, циклланишда шунчалик кам фаол бўлади, шу билан бирга диамид ҳосил бўлишига олиб келадиган реакцияларга эса фаол киришади.



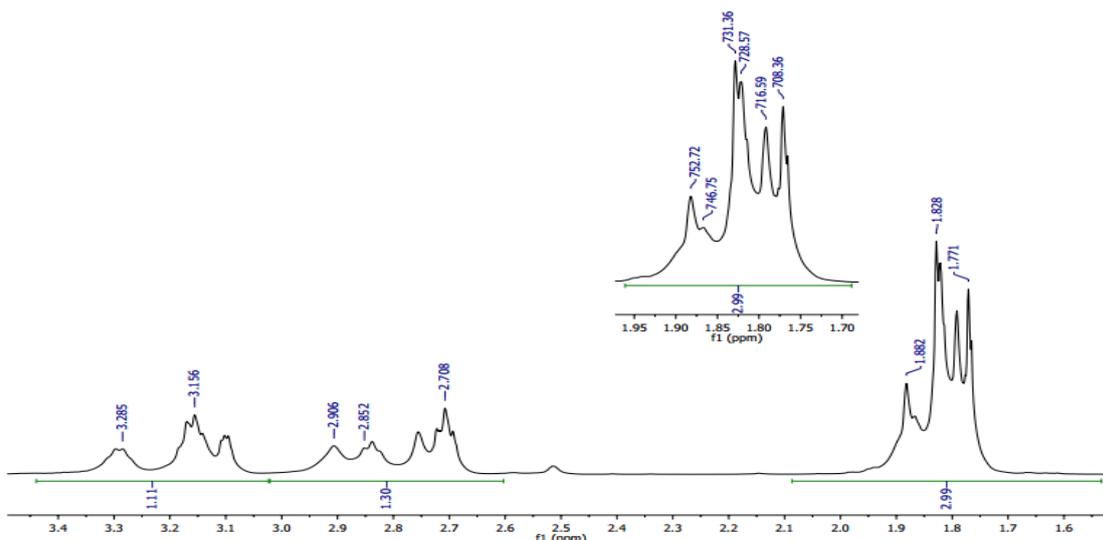
4-расм. 1-усулда олинган маҳсулотнинг хроматограммаси 1-, 2- ва 3 - алкилимидазолинлар; 3-, 4- ва 5-диамидалар - этиленди-аминнинг УҚФ молекулалари билан ацилланиш маҳсулотлари

1, 2 ва 3 чўққилар майдонлари хроматограмманинг умумий майдонига нисбатан ҳисобланганда 1-тажриба маҳсулотидаги алкилимидазолинларнинг умумий таркиби 86,96 % ни ташкил этди. Хроматограммалардаги 3, 4 ва 5 чўққилар диамидаларга тегишли бўлиб, палмитин (чўққи 3), олеин (чўққи 4) ва линолеин (чўққи 5) кислота молекуласининг ацилланиши маҳсулотлари ҳисобланади.

Шунингдек,  $^1\text{H}$  ПМР-спектроскопиясидан фойдаланиб, УҚФдан олинган алкилимидазолин ҳосилаларининг тузилиши ўрганилди (5-расм).

Олинган алкилимидазолинларнинг тузилиши, шунингдек,  $^1\text{H}$  ПМР-спектроскопия усулида ҳам таҳлил қилинди: карбонил гуруҳига бириккан N-H - гуруҳидаги протон силжиш 1,45-1,92 м.у. синглет сигналлар ҳолатида кузатилди. Имидазолин гетероҳалқасидаги протонлар дублет сигналлари 7,09 - 7,22 м.у. майдонида, имидазолин метиленига мос протонлар сигнали 4,42 - 4,47 м.у. майдонида аниқланди. Шу билан бирга, алифатик занжирдаги метиленлар протон сигналлари 2,2-2,4 м.у. майдонда жойлашган бўлиб,  $^1\text{H}$  ПМР-спектрада реакцияга киришмаган карбон кислоталар, кислота диамидалари ва

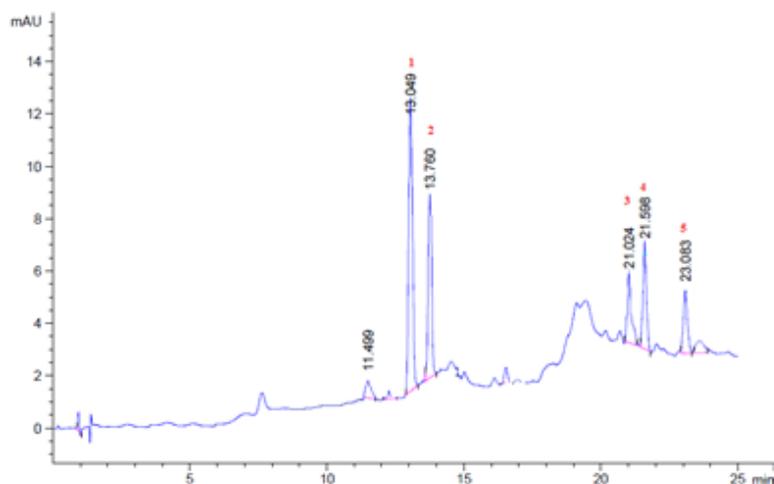
диамидаминларга мос кўплаб аниқланмаган сигналлар борлигини кўриш мумкин.



5-расм. УҚФ ва этилендиамин реакциясидан олинган намунанинг  $^1\text{H}$  ПМР-спектри

Диамидлар унумини камайтириш учун реакция аралашмасидаги этилендиаминнинг ортикча миқдорини беш баробар оширилди (2-усул).

Олинган маҳсулотнинг ИҚ-спектрида имидозолин чўққиси билан солиштирилганда амид чўққилари интенсивлигининг пасайиши қайд этилган, аммо йўқолмаган. Хроматограмма бўйича гексадецил- ва октадецилимидозолин нисбати (6-расм) 1,36:1 ни ташкил этди, яъни 1-синтезга нисбатан 2 марта камайди. Шу билан бирга, алкилимидазолинлар ва диамидларнинг чўққи жойлари нисбати деярли 3 баробарга, 2,9: 1 га ошди. 2-усул маҳсулотидаги алкилимидазолинларнинг миқдори хроматографик жиҳатдан 90,68% ни ташкил этди.

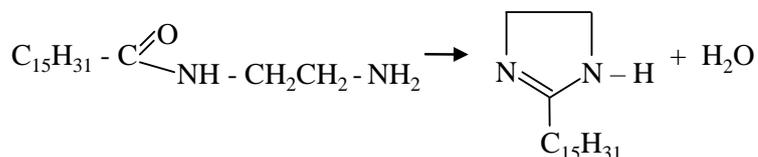
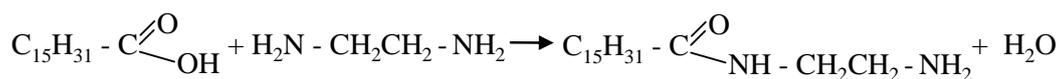


6-расм. 2-усулда олинган маҳсулотининг хроматограммаси: 1- ва 2 – алкилимидозолинлар; 3-, 4- ва 5- диамидлар - этилендиаминнинг палмитин кислота молекулалари (чўққи 3), палмитик ва олеин кислоталар (чўққи 4) ва УҚФ молекулалари (чўққи 5) билан ацилланиш маҳсулотлари.

Лекин тажрибалар шуни кўрсатадики, этилендиаминнинг беш баробар кўп миқдори ҳам диамидларнинг ҳосил бўлишини олдини олмайди. Буни эса гетероцикллаш реакциясининг барча оралиқ ҳолат диамидлар ҳосил бўлиши билан амалга ошиши билан изоҳлаш мумкин.

Алкилимидазолинлар синтези жараёнида диамидлар ҳосил бўлишини камайтириш учун тримолекуляр кислота-амин-кислота комплексларининг ҳосил

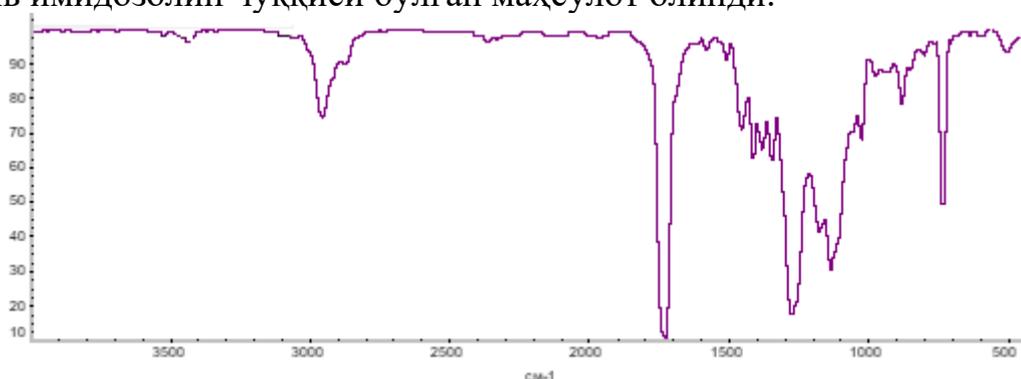
бўлишини олдини олишга, 3-усул реагентларни реакцион муҳитга киритиш тартиби ва ҳароратини ўзгартириш орқали эришилди.



Кислота қўшилгандан сўнг, икки баравар кўп миқдорда олинган амин реакцияга кўра диамидларнинг шаклланишига тўсқинлик қилади.

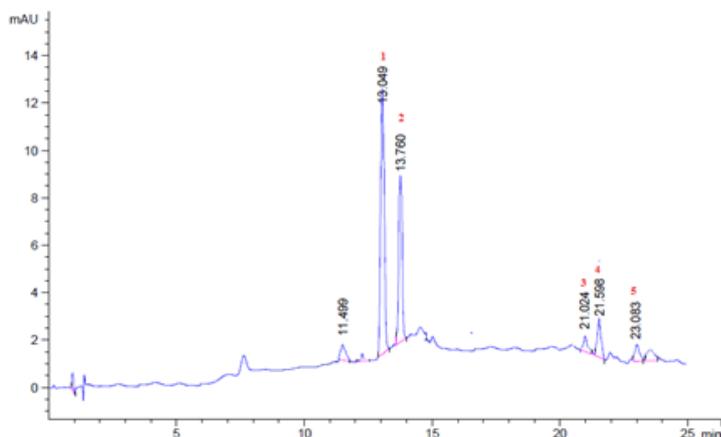
Барча УКФ киритилгандан сўнг, реакция аралашмаси 1-усулдаги каби барча босқичлардан ўтиб, 270 °С гача қиздирилади.

Натижада, ИҚ-спектрида (7-расм) амалда амид чизиқлари бўлмаган, аммо интенсив имидозолин чўққиси бўлган маҳсулот олинди.



7-расм. 3-усулда олинган маҳсулотининг ИҚ-спектри

Хроматограммадаги алкилимидозолинлар чўққиларининг майдони (8-расм) диамидлар чўққилари майдонидан 25 баравар кўп ва хроматограмманинг умумий майдонининг 99,52 % ни ташкил этди. Бунда 2-гексадецил-2-имидазолиннинг 2-гексадецил-1-(2-палметиламиноэтил)-2-имидазолинга нисбати 1,25:1 га тенг эди.



8-расм. 3-усулда олинган маҳсулотининг хроматограммаси 1- ва 2 - алкилимидозолинлар; 3-, 4- ва 5-диамидлар - этилендиаминнинг палмитин кислота молекулалари (чўққи 3), палмитин ва олеин кислоталар (чўққи 4) ва УКФ молекулалари (чўққи 5) билан ацилланиш маҳсулотлари.

Шундай қилиб, 3-тажриба маҳсулоти диамидларнинг минимал аралашмаси билан алкилимидазолинлар эди.

Диссертациясининг «Синтез қилинган гетероциклларни металлларни коррозиядан химоялаш хусусиятлари» деб номланган тўртинчи бобида олинган маҳсулотлар металлларни коррозиядан химоя қилувчи ингибиторлар сифатида синовдан ўтказиш натижалари баён қилинган, «ІК-XXS», «ІК-XXS-1» ва «ІК-XXS-4» препаратларнинг стандартларга мувофиқ химояланиш даражаси кўрсатилган.

Хинолин асосидаги «ІК-XXS», «ІК-XXS-1» ва «ІК-XXS-4» ингибиторларнинг коррозияга қарши химоя даражалари турли агрессив кислотали, ишқорий-туз, кислота-туз эритмалари, водород сульфиди ва сувли (3 %  $H_3PO_4$  + 3%  $H_2SO_4$ ; 3 %  $NaCl$  + 3 %  $H_2SO_4$ ; 3 - 5 % ли  $H_2S$ , 3 %  $NaOH$  + 3 %  $NaCl$ ) муҳитда аниқланган.

Намуна сифатида Ст.3 ва Ст.20 маркали металл пластиналар танланган. Олинган натижалар 3- ва 4-жадвалларда келтирилган.

3-жадвал

«ІК-XXS» серияли коррозия ингибиторларининг Ст.3 ва Ст.20 маркали металлларнинг химоя даражаси концентрациясига боғлиқлиги:  
1%  $NaCl$  + 1%  $H_2SO_4$ , модел эритма pH=5,3, ҳарорат 50°C

Ингибитор	Ингибитор концентрацияси, %	Тажриба давомийлиги					
		360 соат			720 соат		
		К, г/(м <sup>2</sup> ·суток)	γ	Z, %	К, г/м <sup>2</sup> ·сутка)	Г	Z, %
-		398,86	-	-	354,04	-	-
«ІК-XXS»	0,1	74,93	6,92	82,21	58,96	7,88	83,41
«ІК-XXS-1»		81,41	18,11	80,82	77,31	20,09	81,82
«ІК-XXS-4»		78,66	20,13	81,06	75,58	24,32	83,25
-		398,81	-	-	355,01	-	-
«ІК-XXS»	1,0	72,43	8,84	85,32	70,45	9,63	86,41
«ІК-XXS-1»		75,38	20,15	82,93	73,18	21,48	83,09
«ІК-XXS-4»		73,04	23,48	85,47	28,41	26,44	87,03

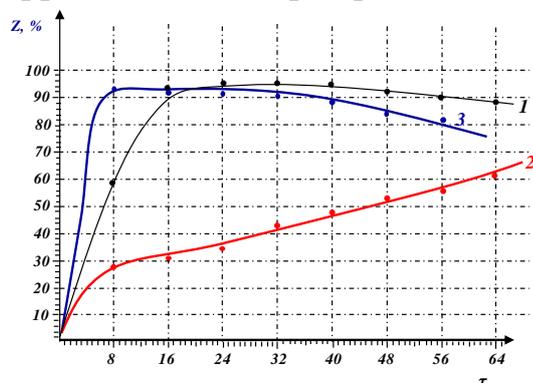
4-жадвал

"ІК-XXS" серияли хинолин асосидаги коррозия ингибиторларининг Ст.3 ва Ст.20 маркали металлларнинг химоя даражасининг ҳароратга боғлиқлиги (1%  $NaCl$  + 1%  $H_2SO_4$ , модел эритма pH=5,3)

Ингибитор	Ҳарорат, °C	Тажриба давомийлиги					
		360 соат			720 соат		
		К, г/м <sup>2</sup> ·сут	Г	Z %	К, г/м <sup>2</sup> ·сут	Г	Z %
-	40	191,3	-	-	148,4	-	-
«ІК-XXS»		29,63	8,09	86,61	9,71	10,71	87,33
«ІК-XXS-1»		35,44	7,87	85,53	8,11	9,98	86,65
«ІК-XXS-4»		11,33	21,04	95,46	4,94	38,50	97,18
-	50	221,2	-	-	169,3	-	-
«ІК-XXS»		25,98	9,03	86,81	16,81	10,56	87,34
«ІК-XXS-1»		23,86	10,02	84,82	19,56	16,99	85,45
«ІК-XXS-4»		6,24	30,28	96,37	6,48	29,61	96,94

Ст.3 пўлат учун коррозия ингибитори сифатида 2-гексадецил-2-имидозолин, 2-октадецил-2-имидозолин ва 2-октадеценил-2-имидозолин

аралашмасини синовдан ўтказиш ГОСТ 9.502–82 бўйича статик шароитда гравиметрик усулда амалга оширилди. Коррозив восита сифатида ГОСТ 9.506-87 бўйича намунавий сув-туз эритмаси ишлатилган (г/дм<sup>3</sup>): CaCl<sub>2</sub> · 6H<sub>2</sub>O – 34,00; MgCl<sub>2</sub> · 6H<sub>2</sub>O – 17,00; NaCl – 163,00; CaSO<sub>4</sub> · 6H<sub>2</sub>O – 0,14. Синовдан ўтказилаётган коррозия ингибитори эритмага 0,3 мол/м<sup>3</sup> миқдорида киритилди.



9-расм. Пўлат намуналарининг ингибитор-сиз (1), коррозия ингибитори мавжуд бўлган (2) шароитларда масса йўқотиши ва коррозиядан ҳимоялаш даражасининг вақтга (3) боғлиқлик графиги

9-расмдан кўринадики, 2-гексадецил-2-имидозолин, 2-октадецил-2-имидозолин ва 2-октадецил-2-имидозолинлар аралашмасининг ҳимоялаш қобилияти коррозия жараёнининг дастлабки 16 соатигача юқори қийматга (91 %) етади, сўнгра аста камаяди, эҳтимол сирт фаол моддалар молекулаларининг босқичма-босқич гидролизи ва ҳимояланган юзадан десорбция туфайли амалга ошган.

Солиштириш учун таркибида азот ва фосфорсақловчи саноат эталон ингибитори СНПХ-6301 ва ишлаб чиқилган ИК-2<sup>XS</sup> ҳар хил ҳарорат ва концентрацияларда ўрганилди (5-жадвал). Пўлатнинг коррозияга чидамлилиги пластиналар шаклидаги намуналарда ўрганилди. Тадқиқотлар турли ҳароратларда 5 % Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + 5 % H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> таркибдаги фон эритмаларида ўтказилди. Эритмалар «х.ч.» реактив маркали дистиллятда тайёрланган. Электродлар Ст.3 дан тайёрланган.

5-жадвал

80 °С ҳароратда 5 % Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + 5 % H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (pH=5.27) фон эритмасида углеродли пўлатни ҳимоя қилиш самарадорлигига СНПХ-6301 ва ИК-2<sup>XS</sup>

ингибиторларининг коррозияга таъсири

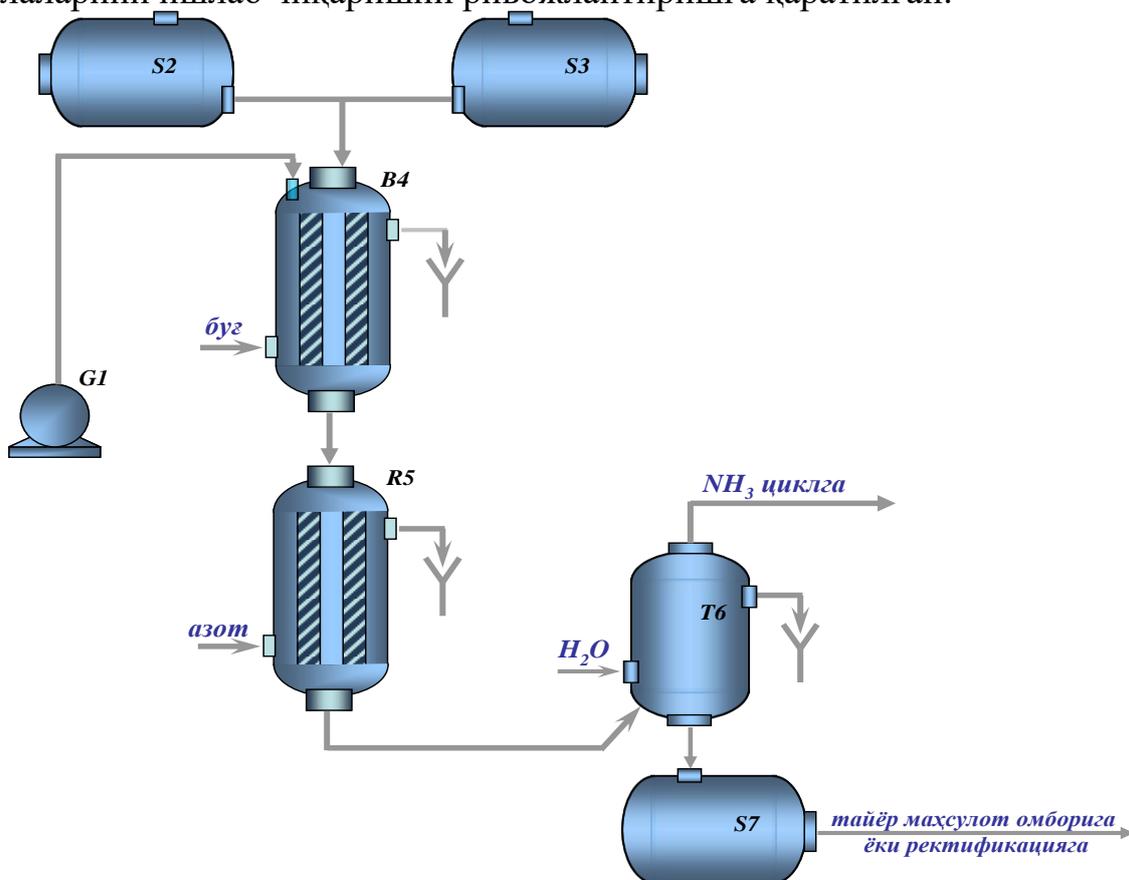
Ингибитор	Ингибитор концентрацияси, C <sub>инг</sub> , мг/л	Коррозия тезлиги, г/(м <sup>2</sup> ·сут)	Тормозланиш коэффициенти	Ҳимоя даражаси, %
-		118,84		
СНПХ-6301	10	9,40	12,64	92,09
ИК-2 <sup>XS</sup>	10	9,06	13,12	92,38

Шундай қилиб, ионлаш потенциали пастроқ бўлган, фаол жойдаги азот атомида катта манфий заряд ва протонланган шаклдаги водород атомида кўпроқ мусбат зарядга эга бўлган электрон берувчи молекулалар кучли мувофиқлаштиришнинг шаклланиши туфайли яхшироқ ингибиторлар бўлиши ёки металл юзаси билан водород боғлари ҳосил бўлиши кузатилади. Синов муддатининг ошиши билан иккала восита мавжудлигида юқори ҳимоя таъсири кузатилади, бу алкилимидозолинларнинг пўлатда ҳимоя плёнка ҳосил қилишига

боғлиқ. Жадвал маълумотларини таҳлил қилиш бизга ингибирловчи моддадаги алкил радикалининг занжир узунлиги ва унинг молекуляр оғирлиги унинг ингибиторлик самарадорлигига сезиларли таъсир кўрсатади деган хулосага келишга имкон беради.

Диссертациянинг «**Конденсирланган кўп ядроли ва диазогетероатомли гетероциклик бирикмаларни олиш технологиялари**» номли бешинчи бобида хинолин ҳосилалари ва алкилимидозолинлар асосида коррозия ингибиторларини олишнинг технологик тизимлари келтирилган.

*Хинолин ва 2- ва 4-метилхинолинларни олиш технологияси (10-расм).* Бу технология истиқболда бир неча минг тонна иккиламчи саноат маҳсулоти бўлган кротон фракциясини қайта ишлаш ва унинг асосида хинолин ва кинолин ҳосилаларини ишлаб чиқаришни ривожлантиришга қаратилган.



10-расм. Коррозия ингибитори (ёки кинолин ва кинолин ҳосилалари) ишлаб чиқаришнинг технологик схемаси: G1 - аммиак учун газгольдер; S2, S3 - кротон фракцияси ва анилин учун сиғимлар; B4 - буғлатгич; R5 - реактор; T6 - совутгич; E7 - катализат учун бункер.

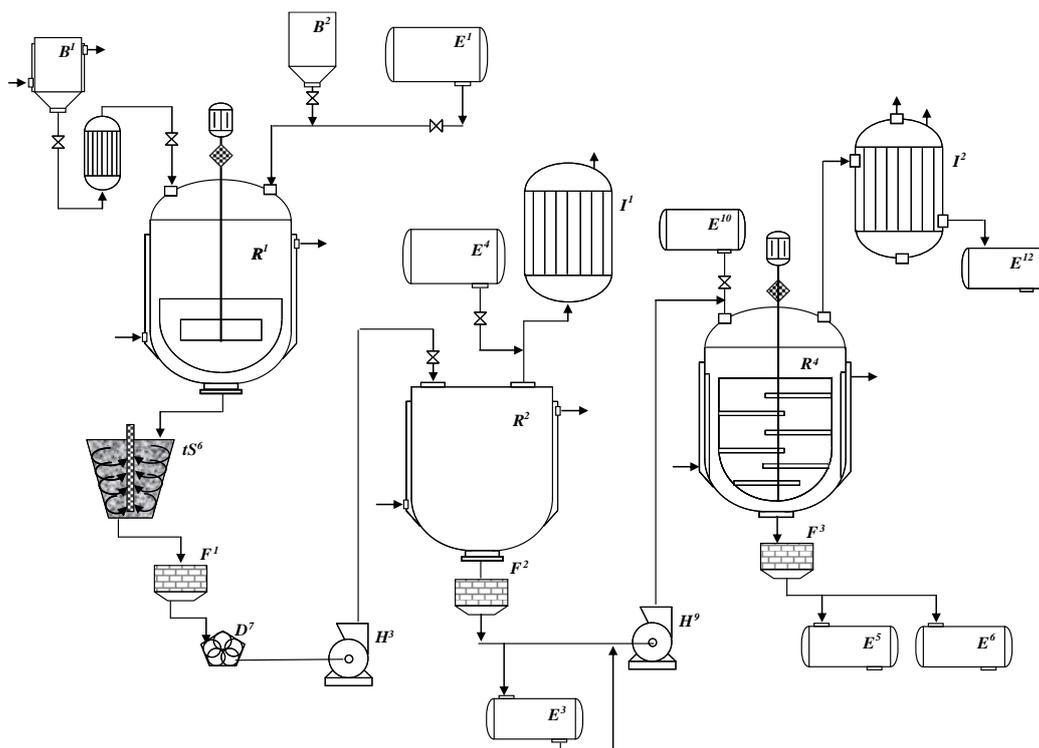
Реакторнинг ҳажми бўйича ҳисобланган миқдорлардаги катализатор реакторга аввалдан юкланиб, технологик тизимни ҳаво кислородидан тозлаш учун G 1 поз. газгольдердан аммиак ҳайдалади.

Тизим тозалангандан сўнг S2 ва S3 сиғимлардан ҳисобланган миқдорлардан анилин ва кротон фракцияси B4-буғлатгичга юборилади. Бунда арлашманинг харорати аста секинлик билан 100 - 120 °Сгача кўтарилади. Сўнгра анилин ва кротон фракцияси аралашмаси аралаштиргич-буғлатгичдан P5-реакторнинг

юқори қисмига узатилади. Юқоридан пастга ҳаракатланувчи буғ-газ аралашмаси катализатор қатлами билан таъсирда бўлиб, R 5-реакторнинг пастки қисмидан чиқарилиб, С6-совутгичда совитилади. Катализаторни йиғиб олиш учун тизимда E7-сиғимлар жойлаштирилади.

Агар индивидул хинолин ва хинолин ҳосилалар учун эҳтиёж бўлиб, тоза ҳолатда олиш мақсад этилса, моддалар ректификация усули билан ажратилади. Бунинг учун тизимга ректификацион коллона ўрнатилади. Ректификацион колонна кубининг хажми - 1,9 м<sup>3</sup>, колонна баландлиги - 6000 мм, диаметри - 200 мм, Рашиг халқалари танланган насадкалар ўлчамлари 20 × 20 мм.

*Алкилимидозолинлар аралашмаси асосида инхибитор ишлаб чиқаришнинг технологик жараёни (11-расм).*



11-расм. «IK-2<sup>XS</sup>» коррозия ингибиторини ишлаб чиқиш технологик схемаси: поз. R<sup>2</sup> - ташқи иситиш-совутиш мосламаси, якорли аралаштиргич билан жиҳозланган реактор; поз. H<sup>3</sup> совутгич; поз. B<sup>1</sup> соапсток учун бункер; поз. B<sup>2</sup> қарағай дарахти қипиғи учун бункер; поз. E<sup>1</sup> изопротил спиртидаги қарағай дарахти қипиғи экстракти учун сиғим; поз. tS<sup>6</sup> - сууқ ва қаттиқ фазани ажратиш учун центрифуга; поз. D<sup>7</sup> декантат; поз. E<sup>4</sup> хлороформ учун сиғим; поз. R<sup>2</sup> ювиш реактори; поз. F<sup>1</sup> фильтр; поз. E<sup>3</sup> - E<sup>5</sup> УКФ учун сиғим; поз. R<sup>4</sup> ациллаш реактори; поз. E<sup>10</sup> - этилендиамин учун сиғим; поз. E<sup>12</sup> реакцион сув учун сиғим; поз. H<sup>9</sup> совутгич; поз. F<sup>1</sup> ва F<sup>2</sup> фильтрлар (фильтрловчи мато «Бельтинг»); поз. E<sup>3</sup> ва E<sup>4</sup> тайёр маҳсулот учун сиғимлар.

Алкилимидозолинлар (2-гексадецил-2-имидозолин, 2-октадецил-2-имидозолин ва 2-октадеценил-2-имидозолин аралашмаси) ва ёки улар асосида коррозия ингибитори ишлаб чиқаришнинг технологик жараёни иккита асосий йўналишдан иборат ва қуйидаги кетма-кетликда амалга оширилади:

1-босқич УКФ ни ажратиш ва тозалаш: ташқи иситиш-совутиш мосламаси, якорли аралаштиргич билан жиҳозланган  $R^1$  реакторга, совутгич  $H^3$  орқали ажратиш режалаштирилган дастлабки хом ашё соапсток  $B^1$  бункердан юкланади ва қаттиқ фаза кристалланиш ҳароратигача (0 - 5) совутилади. Бу ҳароратлар чегарасида 4 – 6 соат давомида сақланиб, кристалланишидан сўнг  $B^2$  бункер орқали ҳисобланган миқдорларда қарағай дарахти қипиғи,  $E^1$  сиғимдан эса аввалдан тайёрлаб олинган қарағай қипиқларининг изопропил спиртидаги экстракти кўшиб 1 соат давомида аралаштирилади. Сўнгра ҳосил бўлган масса  $tS^6$  центрифугада суюқ ва қаттиқ фазаларга ажратилади. Суюқ фаза декантациялаш учун  $D^7$  қурилмага ўтказилади. Декантат  $R^2$  реакторга ўтказилиб, ҳисобланган миқдорда кўшилган хлороформ билан аралаштирилади. Хлороформ  $E^4$  сиғимдан олиниб, қаттиқ фазани ажратиш учун талаб этилади. Сўнгра хлороформ буғлатиб ажратиш учун  $R^2$  реактор иситиш мосламасига иситувчи сув узатилади. 1-босқич тайёр маҳсулот УКФ  $F^2$  фильтр орқали ўтказилиб, тўғридан-тўғри иккинчи босқич гетероҳалқаланиш жараёнига юборилади ёки сақлаш учун  $E^3$  -  $E^5$  сиғимга жойланади ёки технологик тизимнинг 2 бочқичида кўллаш учун узатилади.

Технологик жараённинг 2-босқичи алкилимидозолинларни олиш бўлиб, бунда поз.  $R^4$  реакторга  $E^{10}$  сиғимдан этилендиамин юкланади ва ҳарорат  $130\text{ }^\circ\text{C}$  гача кўтарилиши таъминланади. Аралаштириш тезлигини ошириб, биринчи босқич маҳсулоти - УКФ қисмлаб кўшилади, бунда реактордаги ҳарорат мунтазам бошқарилиши билан бирга ажралувчи реакцион сув миқдори ҳам назорат қилиб борилади. Реакторга УКФ охириги қисми солингандан кейин ҳароратни  $180\text{ }^\circ\text{C}$  гача кўтарилади ва 1 соат давомида қиздирилади. Алкилимидазолинларнинг ишлаб чиқаришнинг термик қайта ишланиши реакцион массани  $270\text{ }^\circ\text{C}$  гача қиздириб олиб борилади, бу жараён 30 - 60 мин давомида олиб борилади. Сўнгра эса 200 мм.сим.уст. вакуумда айна ҳароратларда, 1 соат давомида сув излари тўлиқ йўқолиб кетгунча гетероҳалқаланиш жараёни тўлиқ амалга оширилади. Тайёр маҳсулот совутилади ва ўз оқими билан филтрлаш  $F_1$  ёки  $F_2$  жараёнига ўтказилади. Товар маҳсулотининг сифатига, жумладан эрувчанлигига таъсир этувчи майда механик аралашмалар, органик ва ноорганик заррачаларнинг таркибга кўшилишининг олдини олиш учун филтрлаш «Бельтинг» матоли  $F^3$  филтрларда олиб борилади. Филтрат  $E^5$  ва  $E^6$  сиғимларга йиғилиб, сўнгра қадоқлаш ва маркировкага юборилади.

Айни вақтда ФНПЗ томонидан конструкцион қурилмаларни коррозиядан ҳимоялашда фойдаланиб келинаётган гетроцикллар асосидаги СНПХ-6301 ингибиторининг ҳар тоннаси 1460 АҚШ доллари эвазига сотиб олинмоқда. Алкилимидозолин асосида ишлаб чиқарилиши режалаштирилган ингибиторнинг нархи  $9400000:12630 = 744,26$ , бундан иқтисодий самарадорлик:

$$\text{И.С.} = 1460 - 744,26 = 715,74 \text{ АҚШ доллари}$$

Коррозия ингибиторидан фойдаланишдан кўриладиган иқтисодий самарадорлик, препарат миқдори ўртача 100 т/йил деб оладиган бўлсак,

$$\text{И.С.} = 100 \cdot 715,74 = 71574 \text{ АҚШ долларини ташкил этади.}$$

Шундай қилиб, алкилимидозолин асосли коррозия ингибиторидан фойдаланиб, конструкцион қурилмаларини ҳимоялаш фойдаланилган «ИК-2<sup>XS</sup>» коррозия ингибиторини ишлаб чиқишдан кўриладиган иқтисодий самарадорлик йилига 100 тоннадан ўртача 71574 \$ ёки 912,0 млн сўмни ташкил этади.

## ХУЛОСА

1. Аминлар ва амидларнинг моно- ва бифункционал бирикмалар билан гетероциклланиш реакциялари асосида тузилиш ва хоссалари олдиндан аниқланган конденсацияланган полиядроли азотли гетероцикллар синтез қилинди.

2. Анилин, формалдегид ва ацеталдегид асосида буғ фазасида хинолин ва метилхинолинларни синтез қилишнинг ўзига хос усули таклиф қилинган: анилин ва ацеталдегидни 320-460 °С ҳарорат оралиғида катализатор юзасига тенг молекуляр миқдорда ўтказилиб юқори рентабелликга эга бўлган хинолин ҳосилалари ҳосил бўлиши аниқланди.

3. Ароматик аминларнинг кротоналдегид билан гетероциклланиши учун кадмий-цинк-хром-бентонит таркибидаги катализатор танланган ва унинг текстуравий хусусиятларини ўрганишда юқори мустаҳкамлик (6,5 МПа гача), барқарорлик ва ўзига хос сирт майдонга ( $S_{\text{сол.}}$  180 м<sup>2</sup> гача) /г) эга эканлиги кўрсатилди.

4. Анилиннинг кротон фракцияси билан гетероциклланиши натижасида 73% унумли 2- ва 4-метилхинолинлар аралашмаси ҳосил бўлиши аниқланган. 4-метилхинолинни ҳосил бўлиши эса Скрупп қоидасига зид равишда содир бўлиши исботланди.

5. Алкилимидозолинларнинг тузилиши ва хоссаларини ўрганиш асосида, катализаторсиз ва эритувчиларсиз синтез усули ишлаб чиқилди: УКФ ва этилендиаминдан 2-алкил-2-имидазолинларни синтез қилиш жараёнида нейтраллаш, ацилланиш ва гетероциклланиш тизимида уларни 1:20 нисбатда олганда ҳам диамидлар ҳосил бўлиши аниқланди. Диамидларнинг минимал миқдори билан алкил имидазолинларни синтез қилишда тизимга етказиб бериладиган реагентларни кетма-кетлигини тартибга солиш орқали оралик маҳсулотлар ҳосил бўлмаган ҳолда алкилимидазолинларни олиш усули тавсия этилди.

6. ШГКМ ва ФНҚЗ шароитида металл коррозия ингибиторларининг тажриба партияси ишлаб чиқилди ва синовдан ўтказилди. Йилига 100 тонна маҳсулот ишлаб чиқариш учун «ИК-2<sup>XS</sup>» серияли ингибиторларнинг иқтисодий самарадорлиги ҳисоблаб чиқилиб, 912 миллион сўмни ташкил этиши аниқланди.

7. «ИК-XXS» ва «ИК-2<sup>XS</sup>» серияли ингибиторларни ишлаб чиқаришнинг бир ва кўп босқичли технологиялари тавсия этилди.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.03/30.12.2019.Т.04.01  
ПО ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЁНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ  
ТАШКЕНТСКОМ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ИНСТИТУТЕ**

---

**ТАШКЕНТСКИЙ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ**

**УДК 666.11.17.24:620.197.6.**

**ХОЛИКОВА СЕВАРА ДЖАСУРОВНА**

**СИНТЕЗ, СВОЙСТВА И ТЕХНОЛОГИЯ НЕКОТОРЫХ  
КОНДЕНСИРОВАННЫХ МНОГОЯДРЕННЫХ МОНО- И  
ПЯТИЧЛЕННЫХ БИАЗОЦИКЛИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ**

02.00.14-Технология органических веществ и материалов на их основе

**АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ  
ДОКТОРА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК (DSc)**

**Тошкент - 2025**

**Тема диссертация доктора наук (DSc) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии Республики Узбекистан за номером B2024.4.DSc/T843**

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.tkti.uz](http://www.tkti.uz) и информационно-образовательном портале «Ziyonet» по адресу [www.ziyonet.uz](http://www.ziyonet.uz).

**Научный консультат:**

**Кадилов Хасан Иргашевич**  
доктор технических наук, профессор

**Официальные оппоненты:**

**Адилов Равшан Иркинович**  
доктор технических наук, профессор

**Мухиддинов Баходир Фахриддинович**  
доктор химических наук, профессор

**Тошев Акмал Юсупович**  
доктор технических наук, профессор

**Ведущая организация:**

**ГУК «Фан ва тараққиёт» при  
Ташкентском государственном  
техническом университете**

Защита диссертации состоится « \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2025 г. 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](mailto: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 институт (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 г.).

**Турабджанов С.М.**

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

**Кадилов Т.Ж.**

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

**Рахмонбердиев Г.**

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

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

**Актуальность и востребованность темы диссертации.** На сегодняшний день гетероциклические соединения сохраняются в составе природных и биологически активных соединений - растительных алкалоидов и ряда антибиотиков, используются в медицине, фармацевтике, нефтегазовой и химической промышленности, а также в качестве эффективных компонентов в производстве высокореакционных функционально-активных соединений в органическом синтезе, ускорителей вулканизации каучуков, ингибиторов коррозии и отложения минеральных солей. В то же время важно определить доступные источники дешевого сырья для синтеза гетероциклов, создать составы полифункциональных селективных катализаторов, усовершенствовать малостадийные процессы с регулированием последовательности и соотношения исходных реагентов, рекомендовать высокопроизводительные технологии производства.

В мире проводится ряд научных исследований по созданию новых производных конденсированных многоциклических и двухгетероатомных гетероциклов. В связи с этим особое внимание уделяется получению конденсированных производных с биазоциклическими и хинолиновыми фрагментами, обогащенными кислородом и галогенными элементами, в молекуле которых расположены гетероатомы азота, исследованию их физико-химических свойств и структурных особенностей, разработке и испытанию технологий получения органических основ ингибированных кислот для использования в качестве ингибиторов коррозии и отложения минеральных солей в нефтегазовой и химической промышленности.

В Республике достигнуты определенные научные и практические результаты по модернизации предприятий химической и нефтегазовой промышленности, созданию новых запасов сырья, развитию технологий производства импортозамещающей продукции на их основе, в частности, синтезу конкурентоспособных ингибиторов коррозии и их применению в процессах защиты металлических конструкций. В Стратегии развития нового Узбекистана определены важные задачи по «увеличению объёма производства промышленной продукции в 1,4 раза путём продолжения промышленной политики, направленной на обеспечение стабильности национальной экономики и увеличению доли промышленности в валовом внутреннем продукте»<sup>1</sup>. В связи с этим особое значение имеет поиск сырья для получения гетероциклов из вторичных продуктов местной химической и пищевой промышленности, синтез новых конденсированных многоциклических и полигетероатомных производных, определение свойств полученных веществ, создание и внедрение в практику промышленных технологий производства ускорителей вулканизации каучуков, ингибиторов коррозии и отложения минеральных солей на их основе.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит осуществлению задач, предусмотренных в Указе Президента Республики

---

<sup>1</sup> Указ Президента Республики Узбекистан от 28 января 2022 года ПФ-60 «О новой стратегии развития Узбекистана на 2022-2026 годы»

Узбекистан от 28 января 2022 года № УП-60 «О Стратегии развития Нового Узбекистана», от 3 февраля 2021 года № УП -6159 «О дальнейшем развитии системы знаний и инноваций в сельском хозяйстве и предоставлении современных услуг», от 7 июля 2022 года № УП -309 «О мерах создания образовательно-производственного кластера в нефтегазовой отрасли». отрасли», № УП -3236 от 23 августа 2017 года «О программе развития химической промышленности на 2017-2021 годы», Постановление Президента Республики Узбекистан №ПП-24 от 12 января 2018 года «О мерах по созданию эффективных механизмов внедрения научных и инновационных разработок и технологий в производство», №ПП -4992 от 13 февраля 2021 года «О мерах дальнейшего реформирования и финансовой консолидации предприятий химической промышленности», развитие производства химической продукции с высокой добавленной стоимостью а также других нормативно-правовых документов, принятыми в данной сфере.

**Соответствие исследования с приоритетными направлениями развития науки и технологий республики.** Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологии республики Узбекистан VII. «Химическая технология и нанотехнология».

**Обзор зарубежных научных исследований по теме диссертации<sup>2</sup>.** Синтез гетероциклов и их полифункциональных производных, направленные на разработку промышленных технологий получения высокоэффективных ингибиторов и биологически активных соединений и расширение областей их применения на основе чего ведутся научные работы и хорошо изучен многими учеными мира в ведущих мировых научных центрах и высших учебных заведениях, таких как, Department of Chemistry University of Crete (Греция), Institut für Chemie und Dynamik der Geosphäre, BASF b Hoechs/Knapsack (Германия), Technische Universiteit Eindhoven (Нидерландия), Laboratory of Wood Biology and Xylarium, (Бельгия), Blesa investigador comisión nacional de energía atómica (Аргентина), Helamin Technology Holding SA (Швейцария), Helamin France SaRL (Франция), Goodrich, Monsanto и UCC (США), Российский химико-технологический университет; Казанский государственный технологический университет; Кабардино-Булгарский государственный университет (Россия), Хмельницкий национальный университет (Украина), Национальный университет Узбекистана, Институт общей и неорганической химии АН РУз, Ташкентский научно-исследовательский химико-технологический институт, Ташкентский государственный технический университет, Ташкентский химико-технологический институт (Узбекистан).

В результате мировых исследований по разработке ингибиторов коррозии и накопления минеральных солей на основе продуктов конденсации аминов, амидов и аминоспиртов с альдегидами, новых производных с уплотненными

---

<sup>2</sup>Обзор зарубежных исследований по теме диссертации разработан на основе: [www.czu.cz](http://www.czu.cz), [www.iitb.ac.in](http://www.iitb.ac.in), [www.unipage.net](http://www.unipage.net), [www.cnr.it](http://www.cnr.it), [www.put.poznan.pl](http://www.put.poznan.pl), [www.polandstudy.com](http://www.polandstudy.com), [www.cextremelab.edu.rs](http://www.cextremelab.edu.rs), [www.upm.es](http://www.upm.es), [www.umat.edu.pk](http://www.umat.edu.pk), [www.hotcourses.ru](http://www.hotcourses.ru), [www.gatech.edu](http://www.gatech.edu), [www.unist.ac.kr](http://www.unist.ac.kr), [www.tdtu.uz](http://www.tdtu.uz), [www.fkti.uz](http://www.fkti.uz), [www.urmon.uz](http://www.urmon.uz) и других источников.

многоатомными и полигетероатомами получен ряд научных результатов, в том числе: разработана технология получения гетероциклических соединений с гетероатомами азота (Federal University of Campina Grande (Бразилия), Korea Institute Science and Technology, (Южная Корея)); синтезированы моно- и диазотгетероатомные гетероциклические соединения (Department of Chemistry University of Crete (Греция)); выбраны составы противокоррозионных и отложения минеральных солей (Laboratory of Wood Biology and Xylarium (Belgium), Blesa investigador comisión nacional de energía atómica (Argentina)); внедрены для производства ингибиторы коррозии и отложения минеральных солей на основе аминспиртов (Helamin Technology Holding SA (Швейцария)); внедрены в производство технологии получения ингибиторов коррозии и отложения минеральных солей (BASF b Hoechs/Кnapsack (Германия), Goodrich, Monsanto и UCC (США), ОАО «НК «Роснефть» (Россия)); синтезированы производные имидозолина реакцией диаминов и жирных кислот и внедрены в качестве ингибиторов коррозии (Национальный университет Узбекистана, Ташкентский химико-технологический институт, АО «Навоиазот» (Узбекистан)).

В мире проводится ряд исследований с целью получения гетероциклических соединений и ингибиторов коррозии и отложения минеральных солей на их основе, в том числе: получение полициклических и полигетероатомных гетероциклических соединений реакциями конденсации аммиака, аминов и амидов с альдегидами; выделение индивидуальной карбоновой кислоты из состава жирных кислот, синтез производных имидозолина на основе ди- и полиаминов, на основе полученных гетероциклов созданы технологии поиска благоприятных условий для получения биологически активных веществ и их производства, а также изготовлены эффективные препараты; внедрены технологии производства ингибиторов коррозии и отложения минеральных солей.

**Степень изученности проблемы.** Научно-исследовательские работы по синтезу гетероциклов и их полифункциональных производных, направленные на разработку промышленных технологий получения высокоэффективных ингибиторов и биологически активных соединений и расширение областей их применения хорошо изучены многими учеными мира, такими как Н. Liu, J. Jackson, J.R.S. Martinez, M. Grimmett, D. R. Allen, M. Alonso, D. Bajpai, В. Байер, Zhu J., Hung Sh. Pon J., Джоуль Дж., Смит Г., Ahbenvalia V.K., Singh Raj P., Singh Rishi R., Chincholkar M.M., Kakadr B.S., Tamads V.S., Khodachi Muhammed Mehdi, Khosropaur Ahmad Resa, Bailliez Vincent, Kaim Laurent El, Michaut Vaterie, Намиот А.Ю., Губкина Г.Ф., Черных А.П., Вацуро К.В., Мищенко Г.Л., Пивазян А.А., И.Ф. Журко, А.И. Сливкин, Ю. В. Попов, А.И. Юсевич, Г.Р. Хайдарова, Р.Н. Загидуллин, А.И. Чебаксаров, Л.В.Чебаксарова.

В Узбекистане в этом направлении исследований созданы технологии получения и производства алкилимидозолина рядом ведущих ученых, такими как Х.Н. Арипов, А.Т. Жалилов, М. Миркомиллов, С.Ш. Рашидова, Т. Сирлибаев, Н.Д. Абдуллаев, Р.К. Каримов, А.В. Гордеева, А.Б. Кучкаров, А.Г. Махсумов, Ф.А. Магрупов, Г. Рахмонбердиев, Д.Ю. Юсупов, А.С. Рафиков, А. Икрамов, С.М. Турабджанов, З.А. Тожихужаев, Х. Бекназаров, Х.И. Кадиров и др.

Ими изучены выделение индивидуальных карбоновых кислот из состава жирных кислот, синтез производных имидазолина на основе ди- и полиаминов и исследованы их химические превращения, созданы технологии получения биологически активных веществ и их производства на основе полученных гетероциклов, разработаны эффективные лекарственные препараты.

Также учеными созданы теоретические основы процессов производства гетероциклических соединений, не проводились исследования по разработке альтернативного метода получения алкилимидазолина с минимальным содержанием димеров жирных кислот в исходном сырье, определению основных факторов, влияющих на процесс, определению структуры полученных продуктов и эффективности ингибирования коррозии металлов, разработке технологий получения соединений с высокой ингибирующей активностью.

**Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация.** Диссертация выполнена в соответствии с планом научно-исследовательских работ в рамках фундаментальных и практических проектов Ташкентского химико-технологического института ПЗ-20170930351 «Синтез и технология комплексных ингибиторов коррозии, отложения минеральных солей и биоцидных свойств для водоснабжения» (2017-2019 гг.).

**Целью исследования** является получение конденсированных многоядерных моно- и пятичленных биазоциклических соединений, разработка технологии производства ингибиторов коррозии на их основе.

**Задачи исследования:**

изучение реакций гетероциклизации ароматических аминов с карбонильными соединениями и исследование их механизма;

определение оптимальных условий синтеза конденсированных гетероциклических хинолиновых соединений с заданной структурой и свойствами;

исследование состава стабильных и эффективных катализаторов синтеза хинолиновых соединений;

исследование методов экстракции и очистки карбоновых кислот состава  $C_{16}$ - $C_{18}$  из вторичного промышленного продукта (соапсток), состоящего из смеси жирных кислот;

синтез новых производных алкилимидазолинов на основе реакций фракции жирных кислот и алкилдиаминов и определение их зависимости от температуры, соотношения исходных реагентов, продолжительности реакции;

доказательство чистоты и строения базового состава 2-гексадецил-2-имидазолина, 2-октадецил-2-имидазолина, 2-октадеценил-2-имидазолина с использованием современных физико-химических методов исследования;

изучение оптимальных условий реакции гетероциклизации фракций трех кислот с этилендиамином;

определение коррозионно-ингибирующих свойств композиций конденсированных и биазогетероциклических соединений - производных хинолина и алкилимидазолинов;

разработка технологий получения новых производных конденсированных и многогетероатомных гетероциклических соединений - производных хинолина и алкилимидозолинов.

**Объект исследования.** Хинолин и производные хинолина, анилин, карбонильные соединения, полифункциональные соединения, вторичное сырье масло-жировой промышленности, содержащее жирные кислоты и 2-гексадецил-2-имидозолин, 2-октадецил-2-имидозолин и 2-октадеценил-2-имидозолины, полученные на основе этилендиамина.

**Предметом исследования** являются закономерности образования функциональных хинолинов, определение структуры и физико-химических свойств синтезированных конденсированных гетероциклических производных, получение производных алкилимидозолина из фракции трёх кислот, исследование некоторых их химических превращений, коррозионно-ингибирующей активности, исследование технологических процессов получения.

**Методы исследования.** В процессе исследования использовались химические (фракционирование, криоскопия, гетероциклизация), физические (ИК-, <sup>1</sup>H ЯМР-, рентгеноструктурный анализ), хроматографические (газо-жидкостная хроматография), математические (оптимизационный и статистический анализ) и технологические методы.

**Научная новизна исследования** заключается в следующем:

впервые разработан состав высокоэффективных и стабильных катализаторов на основе оксидов и фторидов d-металлов для гетероциклизации карбонильных соединений и ароматических аминов и доказана селективность в синтезе производных хинолина;

определены оптимальные условия реакции каталитической гетероциклизации анилина и кротонового альдегида и обоснован механизм образования 4-метилхинолина против правила Скрауппа;

испытана композиция на основе полученных производных хинолина в качестве ингибиторов коррозии металлов и установлено, что степень защиты составляет не менее 90 %;

синтезированы биазогетероатомные алкилимидозолины с заранее заданным строением гетероциклизацией фракций трех кислот и этилендиамина, обосновано, что гетероциклизация карбоновых кислот и этилендиамина до 2-алкил-2-имидазолина происходит по механизму нейтрализации, ацилирования и циклизации;

доказана система снижения до минимальных количеств образования производных диамида в процессе гетероциклизации за счет контроля термического воздействия реагентов и последовательность их введения в реакционную среду;

доказано, что ингибиторы коррозии, полученные из фракций трех кислот и гетероциклизации этилендиамина, защищают от коррозии объекты добычи и переработки нефти в дозах до 8-12 мг/л с эффективностью не менее 90 %;

обоснована высокая эффективность ингибитора в малых дозах в зависимости от расположения атомов азота в соседней системе в гетерокольце и длине цепи алкильных групп, образующих устойчивую пленку, трудно растворяющуюся в растворителях по правилу адсорбции;

разработаны технологии получения алкилимидозолинов с минимальным количеством диамидов кислот на основе конденсированных гетероциклических соединений - производных хинолина, трехкислотной фракции и этилендиамина.

**Практические результаты** исследования заключаются в следующем:

определены оптимальные условия образования алкилхинолинов посредством реакции гетероциклизации анилина и кротонового альдегида;

разработана технология получения хинолина, 2- и 4-метилхинолинов из конденсированных полициклических гетероциклических соединений;

разработана технология получения ингибитора коррозии на основе фракций анилина и кротона;

определены оптимальные условия выделения фракции C<sub>16</sub>-C<sub>18</sub> из соапстока жирных кислот с использованием сосновой стружки в изопропиловом спирте;

определены оптимальные условия получения производных алкилимидозолина с минимальным количеством димеров кислот и диамидов;

создана экономически эффективная промышленная технология выделения фракций трех кислот из соапстока, вторичного продукта масложировой промышленности, содержащего жирные кислоты, и получения из них ингибитора коррозии металлов на основе алкилимидозолина.

**Достоверность результатов исследования.** При анализе использованы современные физико-химические методы ИК-спектроскопии, газожидкостной хроматографии, термоаналитического анализа, современные теории кинетики и термодинамики процессов органического синтеза, статистическая обработка экспериментальных данных, объясняемые взаимностью результатов теоретических и экспериментальных исследований.

**Научная и практическая значимость результатов исследования.** Научная значимость результатов исследований заключается в определении оптимальных условий синтеза конденсированных полициклических гетероциклов из ароматических аминов и ненасыщенных альдегидов в присутствии высокоэффективных и стабильных катализаторов на основе оксидов и фторидов d-металлов, в получении впервые алкилимидозолинов из фракции жирных кислот C<sub>16</sub>-C<sub>18</sub>, в определении влияния внешних факторов на ход реакций, изучение реакционной способности и механизма реакции, установление связи «структура-ингибирующая активность» вновь полученных производных, использование полученных результатов при создании и совершенствовании технологий получения этих соединений.

Практическая значимость результатов исследований заключается в синтезе соединений новых эффективных составов конкурентоспособных, импорто-заменяющих ингибиторов коррозии на основе конденсированных гетероциклических соединений - производных хинолина, среди которых выявлены вещества, обладающие защитными свойствами против коррозии металлов, в

одностадийной системе разделения фракции жирных кислот и получении алкилимидозолинов, которые позволяют получать высокоэффективные ингибиторы коррозии.

**Внедрение результатов исследования.** На основе полученных научных результатов по получению конденсированных многоядерных и биазогетероатомных гетероциклических производных, определение их физико-химических свойств и создание технологий производства ингибиторов коррозии на их основе определено:

внедрена технология получения ингибиторов коррозии на основе хинолина, алкилхинолинов в Шуртангазском химическом комплексе (справка Шуртанского газохимического комплекса от 24 января 2023 года №589). В результате это позволяет защитить оборудование предприятия от коррозии и эффективно эксплуатировать его в течение длительного времени;

включена в «Перечень перспективных разработок для реализации в 2023-2025 годах» Шуртанского газохимического комплекса технология получения ингибиторов коррозии на основе продуктов каталитической гетероциклизации анилина с кротоновой фракцией (справка Шуртанского газохимического комплекса от 24 января 2023 года №589). В результате появилась возможность замены импортного зарубежного препарата СНПХ на отечественные ингибиторы коррозии серии «ИК-XXS».

включена в «Перечень перспективных разработок для реализации в 2023-2025 годах» Шуртанского газохимического комплекса технология производства ингибитора коррозии на основе фракций трех кислот и этилендиамина (справка Шуртанского газохимического комплекса от 24 января 2023 года №589). В результате появилась возможность получения высокоэффективных ингибиторов коррозии, содержащих минимальное количество диамидов/

**Апробация результатов исследования.** Результаты исследований были апробированы в виде докладов на 10 международных и 8 республиканских научно-технических конференциях.

**Опубликованность результатов исследования.** По теме диссертации опубликовано 30 научных работ, в научных изданиях, рекомендованных ВАК Узбекистана для публикации основных научных результатов докторских диссертаций, опубликовано 12 статей, из них 6 в республиканских и 6 в зарубежных журналах, 18 тезисов опубликованы в сборниках международных и республиканских конференций.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы и приложений. Объем диссертации составляет 180 страниц.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ**

**Во введении** обосновывается актуальность и необходимость исследования, описываются цели и задачи, объекты и предметы исследования, показывается совместимость с приоритетными направлениями развития науки и техники Республики Узбекистан, изложена научная новизна и практические результаты исследования, выявлена научная и практическая значимость

полученных результатов, представлены результаты исследования, внедрения, опубликованные работы и информация о структуре диссертации.

В первой главе диссертации «**Современное состояние синтеза, свойств и применения конденсированных и дигетероатомных гетероциклических соединений**», подробно описаны результаты научных исследований по теме, анализ зарубежной и отечественной литературы.

Известно, что получение активных веществ с полифункциональными свойствами на основе хинолина и производных хинолина является одним из перспективных направлений органического синтеза, и полученные органические продукты рекомендуется использовать в качестве средства защиты металлов от коррозии. Также анализ литературных данных показывает, что получение компактных многокольцевых гетероатомов азота гетероциклических соединений осуществляется с использованием многостадийной технологической системы с использованием в качестве катализатора серной кислоты, которая считается агрессивной при несколько более высоких температурах. Кроме того, использование нитробензола в синтезах показывает, что возникает ряд проблем с обеспечением безопасности процесса. В результате критического анализа опубликованных работ были определены цели и задачи исследования.

Во второй главе диссертации «**Синтез и исследование хинолиновых оснований**», приводятся множество исследований в области получения хинолина и его функциональных производных из конденсированных гетероциклов в ведущих странах мира, таких как США, Япония, Германия и Россия.

Отсутствие эффективных, а также селективных катализаторов, ограниченность источников сырья и отсутствие низкоуровневых технологий являются основными препятствиями для получения и крупномасштабного производства конденсированных гетероциклов с гетероатомами азота.

Также на химических предприятиях нашей Республики широкомасштабно производятся амиды - карбамид и тиомочевина, карбонильные соединения, формальдегид, уксусный альдегид, кротоновый альдегид и масляный альдегид, а также различные металлы, оксиды и гидроксиды металлов, составляющие основу состава катализаторов.

В данной главе отмечено, что соединения кадмия и цинка являются катализаторами нуклеофильного соединения аминов к альдегидам; соединения цинка, хрома и железа являются катализаторами дегидратации, дегидрирования и дегидроциклизации. Учитывая это, для синтеза хинолина и его производных был использован смешанный полифункциональный катализатор состава % масс:  $CdF_2$  – 5,0 - 10,0;  $ZnO$  – 5,0 - 10,0;  $Cr_2O_3$  – 3,0 - 10,0;  $Fe_2O_3$  – 3,0 - 5,0; остальное - бентонит (табл.1).

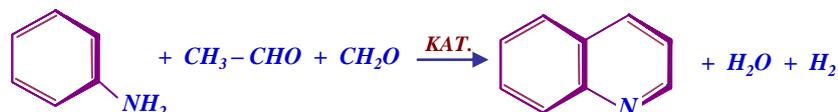
Таблица 1

Основные физические и эксплуатационные характеристики разработанных катализаторов

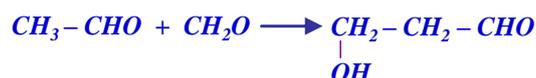
№	Состав катализатора, % масс	Насыпная масса, г/см <sup>3</sup>	Удельная поверхность, м <sup>2</sup> /г	Механическая прочность, МПа	Средний пробег до регенерации, час
1.	$CdF_2$ – 5,0	0,880	115,0	5,5	56,0

	ZnO – 3,0 Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> – 5,0 Бентонит - 87,0				
2.	CdF <sub>2</sub> – 8,0 ZnO – 5,0 Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> – 3,0 Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> – 3,0 Бентонит - 81,0	0,910	136	6,0	80,0
3.	CdF <sub>2</sub> – 6,0; ZnO – 8,0; Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> – 5,0; Бентонит - 81,0	0,860	175	6,2	64,0
4.	CdF <sub>2</sub> – 5,0; ZnO – 10,0; Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> – 5,0; Бентонит - 80,0	0,870	162	7,0	85,0
5.	CdF <sub>2</sub> – 5,0; ZnO – 10,0; Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> – 3,0; Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> – 3,0; Бентонит – 79,0	0,925	170	7,2	48,0

*Синтез хинолинов и метилхинолинов.* Осуществлен синтез хинолина и метилхинолинов на основе анилина, формальдегида и ацетальдегида в паровой фазе, эквимолекулярных количествах исходных реагентов, наблюдалось разделение производных хинолина с высокой эффективностью при пропускании над поверхностью катализатора при температурах 380-440°С. Схема реакции:



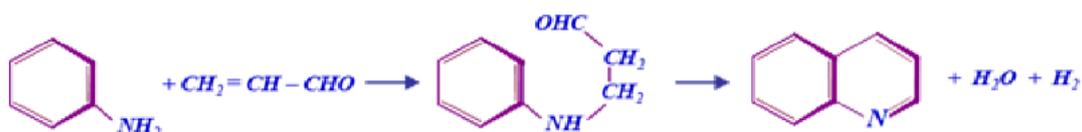
Реакция протекает в несколько стадий, первой стадией является процесс альдольной конденсации:



Кротоновой конденсацией образуется акролеин:



Акролеин взаимодействуя с анилином образует хинолин по правилу Скрауппа:



При одновременной подаче в реакционную среду анилина, формальдегида и ацетальдегида, приводят к потере ацетальдегида за счет испарения при низких температурах. Поэтому сначала был синтезирован 3-оксипропаналь, а затем подвергнут реакции гетероциклизации с анилином. Выход хинолина составил 64 %. Катализат получил условное название «ИК-ХХС-1».

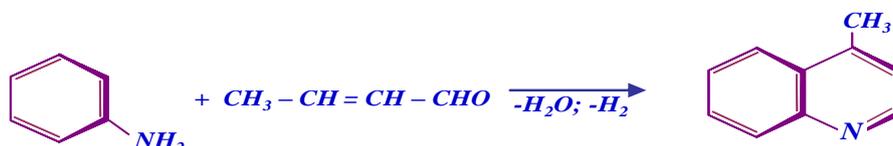
*Синтез 8-оксихинолина.* В промышленности 8-оксихинолин получают циклоконенсацией *o*-аминофенола с глицерином в присутствии серной кислоты, дальнейшим дегидрированием в нитробензоле получают дигидрооксихинолин.

Предлагаемый нами малостадийный метод синтеза 8-оксихинолина основан на реакции взаимодействия *o*-аминофенола с формальдегидом и ацетальдегидом в паровой фазе (табл.1, катализатор №2).

Оптимальные условия: температура 400 °С, общая объемная скорость 0,5 час<sup>-1</sup>, соотношения *o*-аминофенол: формальдегид: ацетальдегид равно 1:1:1,2. Выход 8-оксихинолина 62 %. Катализат полученный на основе *o*-аминфенола, формальдегида и ацетальдегида условно был назван «ИК-XXS-2».

*Реакции гетероциклизации кротонового альдегида (кротоновой фракции) с некоторыми ароматическими аминами.* Учитывая потребности и возможности химических предприятий нашей республики, были проведены целевые исследования по получению производных хинолина из доступного дешевого сырья. Масштабное производство на АО «Навоиазот» такого сырья, как ацетилен, формальдегид, ацетальдегид и аммиак, позволяет проводить научные исследования в области гетероциклической химии. Кротоновый альдегид - одно из важных сырьевых материалов для промышленности органического синтеза - присутствует в кротоновой фракции, которая является побочным продуктом производства ацетальдегида в процессе гидрирования ацетилена.

В результате гетероциклизации анилина с кротоновым альдегидом в основном образуются 2- и 4-метил производные хинолина. 2-метилхинолин образуется по правилу Скрауппа (гетероциклизация происходит за счет C=C связи), а 4-метилхинолин образуется вне правила Скраппа (гетероциклизация происходит за счет C=O связи):



В условиях, определенных экспериментами, температура составляет 380-400°С, общая объемная подача сырья в реактор - 0,2 ч<sup>-1</sup>, соотношение анилин: кротоновая фракция - 2:1 моль, выход 2- и 4-метилхинолина составляет 35,0 и 42,0 % соответственно. Катализатор ЦКХБ-4: ZnF<sub>2</sub> - 5,0; CdF<sub>2</sub> - 5,0; Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 3,0; бентонит - 87,0 (органическая часть катализата условно названа «ИК-XXS»).

В ИК-спектре продуктов реакции гетероциклизации анилина с кротоновым альдегидом наблюдались следующие области поглощения (рис.1): в области 1622,15 см<sup>-1</sup> сильные колебания, относящиеся к группе C=O карбонильной связи, и в области 1739,17 см<sup>-1</sup> связь группы C=C, относящейся к ароматической группе, а также валентные колебания указывающие на наличие остатков, связанных с составом исходного сырья, наблюдались валентные колебания группы C-N. в облостях поглощения 1066,00 и 1051,45 см<sup>-1</sup>, а в области 2353,61 см<sup>-1</sup> характерные для симметричных и асимметричных колебаний метильной (-CH<sub>3</sub>) группы ароматического кольца.

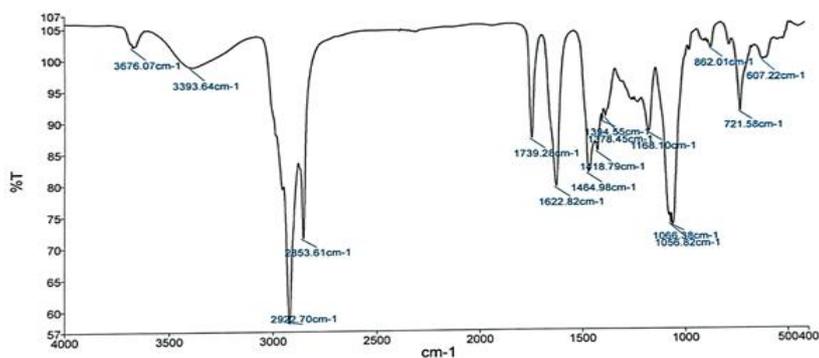


Рисунок 1. ИК-спектр продукта реакции гетероциклизации анилина с кротоновым альдегидом

Из рисунка 2 видно, что ПМР ( $^1\text{H}$ )-спектр состава продуктов реакции гетероциклизации кротонового альдегида и анилина почти не отличается от состава продуктов гетероциклизации с ацетальдегидом, и видно, что области поглощения колебаний практически идентичны.

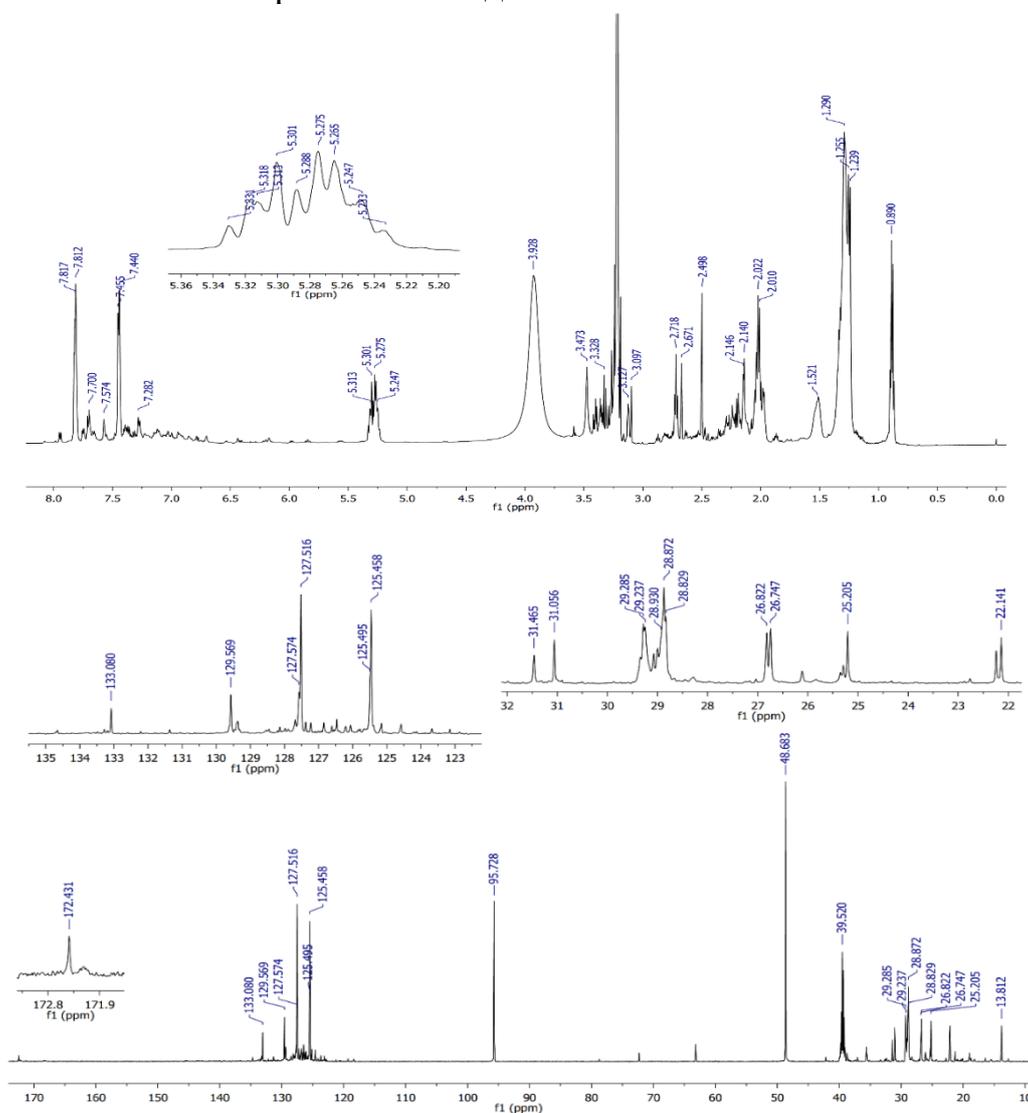


Рисунок 2. ПМР ( $^1\text{H}$ )-спектрометрический анализ метилхинолинов, образующихся при реакции гетероциклизации анилина и ацетальдегида

Также изучалось влияние слоя катализатора на выход 2- и 4-метилхинолина, а также на конверсию исходных реагентов. Для этого в реакторе были

установлены краны для отбора образцов через каждые 100 мм в высоту. Было обнаружено, что при подаче сырья в реактор при значении с постоянной общей скоростью загрузки скорость конверсии кротоновой фракции и анилина также увеличивается по мере увеличения остатка слоя катализатора (табл.2).

Таблица 2

Влияние высоты слоя катализатора на выход производных хинолина и конверсии кротоновой фракции  
(температура - 400 °С,  $V_{кр.фр.} = 0,2 \text{ час}^{-1}$ ; анилин: кротоновая фракция = 2:1)

Высота слоя катализатора, мм	Состав катализатора, %			Конверсия кротоновой фракции, %
	2-метил-хинолин	4-метил-хинолин	карбазол	
100	15,0	18,0	-	48
200	22,0	25,0	следы	62,0
300	28,0	30,0	5,0	78,0
400	35,0	42,0	12,0	89,0
500	30,0	22,0	19,0	95,0
600	27,0	20,0	21,0	99,0

Из данных таблицы видно, что с увеличением высоты слоя катализатора выход 2-метилхинолина постепенно увеличивался в среднем на 6-7%, максимального значения 35,0% достигает при 400 мм, в то время как максимальный выход 4-метилхинолина достигает максимума 42,0% при резком росте (12%) от 300 до 400 мм.

В третьей главе диссертации «Получение и изучение свойств производных алкилимидозолинов», изучены состав соапстока и способы их разделения, описаны синтез и свойства алкилимидозолинов.

Для синтеза 2-алкил-2-имидозолинов использовали этилендиамин ( $\geq 98\%$ ) и смесь трех жирных кислот. Показатели качества смеси жирных кислот определяли в соответствии с ГОСТ 6484-96. Так как в составе полученной смеси жирных кислот в основном содержатся олеин (30,3 %), пальмитин (22,7 %) и линолевые (42,3 %) кислоты, была названа «фракцией трех кислот» - «ФТК». Синтезы проводились в 3 различных системах: 1. Традиционный метод; 2. Метод изменения соотношения реагентов; 3. Метод регулирования подачи исходных реагентов.

Для определения оптимальных условий синтеза и сравнения результатов за основу был взят традиционный метод получения алкилимидозолинов: он предполагает однократное смешивание диамина и карбоновой кислоты при комнатной температуре, а затем ступенчатое нагревание до 250-270° С. При этом происходят реакции амидирования карбоновой кислоты и последующая циклизация амида.

В ИК-спектре продукта реакции (рис. 3) помимо полосы валентных колебаний C=N при 1608 см<sup>-1</sup> были обнаружены интенсивные полосы поглощения амидной группы: 1668 см<sup>-1</sup> (валентные колебания C=O) и 1556 см<sup>-1</sup> (деформационные колебания N-H). Они были обусловлены значительным присутствием диамидов в продукте. Об этом также свидетельствовала высокая интенсивность в диапазоне 721 см<sup>-1</sup>, связанная с колебаниями деформации C-N

группы в длинных алифатических цепях, доля которых в структуре диамида в 2 раза больше, чем в моноацильном производном этилендиамина. На хроматограмме (рис. 4) были идентифицированы пики 2-гексадецил-2-имидазолина (пик 1) и 2-октадецил-2-имидазолина (пик 2). При этом соотношение площадей этих пиков составило 2,74:1, которое соответствовало ~2,9-кратному мольному избытку алкилимидазолина, полученного из смеси трех кислот (рис.3).

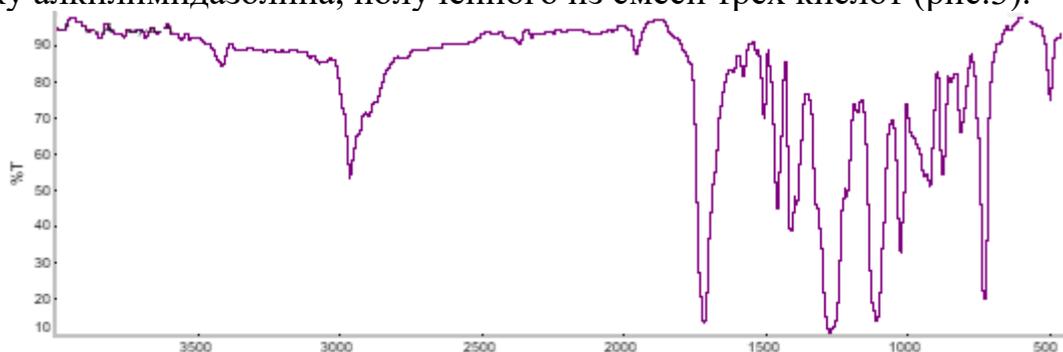


Рисунок 3. ИК-спектр продукта 1-метода

Очевидно, что чем длиннее углеводородный радикал в моноамидных производных жирных кислот, тем менее он подвержен циклизации и в большей степени вступает в реакции, приводящие к образованию диамида.

Общий состав алкилимидазолинов в экспериментальном продукте 1, рассчитанный как отношение площадей пиков 1, 2 и 3 к общей площади хроматограммы, составил 86,96%. Пики 3, 4 и 5 на хроматограммах мы связали с диамидами - продуктом ацилирования двух молекул пальмитиновой кислоты (пик 3) и этилендиамина, молекулы олеиновой (пик 4) и молекулы линолевой (пик 5) кислот.

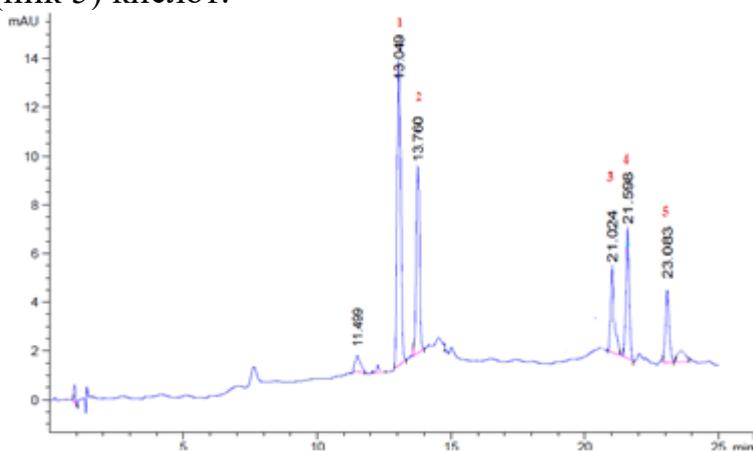
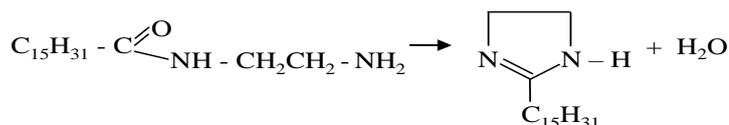
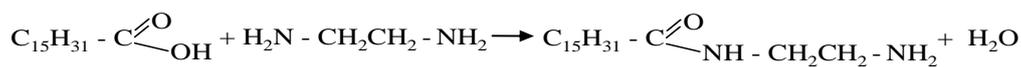


Рисунок 4. Хроматограмма продукта 1-метода  
1-, 2 - алкилимидазолины;  
3-, 4- и 5-диамиды - продукты ацилирования этилендиамина с ФТК

Также методом  $^1\text{H}$  ПМР-спектроскопии изучено строение производных алкилимидазолина, полученных на основе ФТК (рис.5).

Строение полученных алкилимидазолинов также анализировали методом  $^1\text{H}$  ПМР-спектроскопии: сдвиг протона группы N-H - присоединенного к карбонильной группе 1,45-1,92 м.д. наблюдаются в виде синглетных сигналов. Дублетные сигналы протонов имидазолинового кольца составляют 7,09-7,22 м.д. Сигналы протонов, соответствующие имидазолин-метилену, составляют 4,42-4,47 м.д. расположен в поле. Сигналы протонов метиленовой группы, принадлежащих карбоксильной группе, находятся в ветвях 2,2-2,4, а химический сдвиг протонов метиленовой группы, принадлежащих карбоновой кислоте,





После добавления кислоты полученный в удвоенном количестве амин предотвращает образование диамидов по реакции.

После введения всего УКФ реакционную смесь нагревают до 270°C, выполняя все этапы, как в методе 1.

В результате был получен продукт практически без амидных линий, но с интенсивным пиком имидозолина в ИК-спектре (рис. 7).

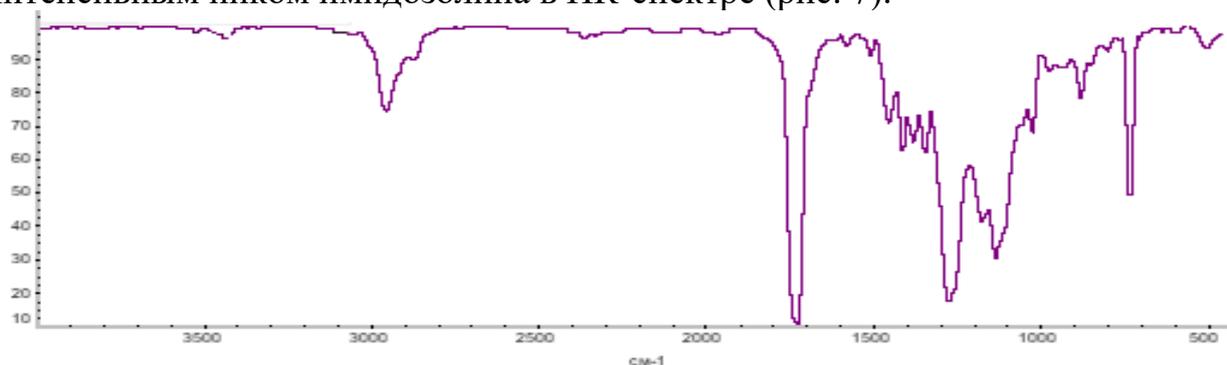


Рисунок 7. ИК-спектр продукта метода 3

После введения всего ФТК реакционную смесь нагревали до 270 °С, проходя все те же стадии, что и в 1-методе. В результате был получен продукт, в ИК-спектре которого (рис.7) практически отсутствовали амидные полосы при наличии интенсивного имидозолинового пика.

Площадь пиков алкилимидозолинов на хроматограмме (рис.8) в 25 раз превышала площадь пиков диамидов и составляла 99,52 % от суммарной площади хроматограммы. При этом отношение 2-гексадецил-2-имидазолина к 2-гексадецил-1-(2- пальметил аминоэтил)-2-имидазолину было равным 1,25:1.

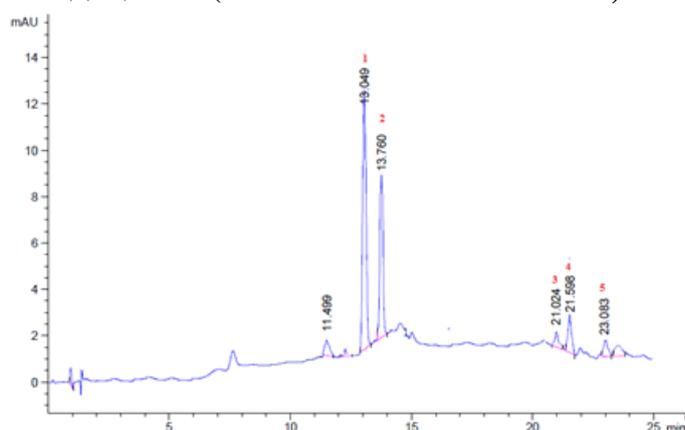


Рисунок 8. Хроматограмма продукта 3-методу  
1- и 2 - алкилимидозолины; 3-, 4- и 5-диамиды - продукты ацилирования этилендиамина молекулами пальмитиновой кислоты (пик 3), пальмитиновой и олеиновой кислот (пик 4) и молекулами ФТК (пик 5).

Таким образом, продукт 3-метода представлял собой концентрат алкилимидазолинов с минимальной примесью диамидов.

В четвертой главе диссертации «**Особенности защиты металлов от коррозии синтезированных гетероциклов с конденсированными кольцами**» описываются методы испытания полученных продуктов в качестве ингибиторов,

показаны степени защиты «IK-XXS», «IK-XXS-1» и «IK-XXS-4» препаратов согласно стандартам.

Степень защиты от коррозии ингибиторов «IK-XXS», «IK-XXS-1» и «IK-XXS-4» были проверены в различных агрессивных кислотных, щелочно-солевых, кислото-солевых растворах, сероводороде и водных средах (3 % H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> + 3% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>; 3 % NaCl + 3 % H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>; 3 - 5 % ли H<sub>2</sub>S, 3 % NaOH + 3 % NaCl). В качестве образцов выбраны металлические пластины марок Ст.3 и Ст.20. Полученные результаты приведены в 3- и 4-таблицах

Таблица 3

Зависимость ингибиторов коррозии на основе хинолина серии «IK-XXS» от концентрации на степень защиты металлов марок Ст.3 и Ст.20: 1% NaCl +1% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, модельный раствор pH=5,3, температура 50°C

Ингибитор	Конц. %	Время продолжительности опыта					
		360 часов			720 часов		
		К, г/(м <sup>2</sup> ·суток)	γ	Z, %	К, г/м <sup>2</sup> ·сутка)	Г	Z, %
-		398,86	-	-	354,04	-	-
«IK-XXS»	0,1	74,93	6,92	82,21	58,96	7,88	83,41
«IK-XXS-1»		81,41	18,11	80,82	77,31	20,09	81,82
«IK-XXS-4»		78,66	20,13	81,06	75,58	24,32	83,25
-		398,81	-	-	355,01	-	-
«IK-XXS»	1,0	72,43	8,84	85,32	70,45	9,63	86,41
«IK-XXS-1»		75,38	20,15	82,93	73,18	21,48	83,09
«IK-XXS-4»		73,04	23,48	85,47	28,41	26,44	87,03

Таблица 4

Зависимость ингибиторов коррозии на основе хинолина серии «IK-XXS» от температуры на степень защиты металлов марок Ст.3 и Ст.20: 1% NaCl +1% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, модельный раствор pH=5,3

Ингибитор	Температура, °C	Время продолжительности опыта					
		360 часов			720 часов		
		К, г/м <sup>2</sup> ·сут	Г	Z, %	К, г/м <sup>2</sup> ·сут	Г	Z, %
-	40	191,3	-	-	148,4	-	-
«IK-XXS»		29,63	8,09	86,61	9,71	10,71	87,33
«IK-XXS-1»		35,44	7,87	85,53	8,11	9,98	86,65
«IK-XXS-4»		11,33	21,04	95,46	4,94	38,50	97,18
-	50	221,2	-	-	169,3	-	-
«IK-XXS»		25,98	9,03	86,81	16,81	10,56	87,34
«IK-XXS-1»		23,86	10,02	84,82	19,56	16,99	85,45
«IK-XXS-4»		6,24	30,28	96,37	6,48	29,61	96,94

Испытание смеси 2-гексадецил-2-имидозолин, 2-октадецил-2-имидозолин и 2-октадецил-2-имидозолинов в качестве ингибитора коррозии стали Ст.3 проводили гравиметрическим методом в статических условиях по ГОСТ 9.502–82. В качестве коррозионной среды использовали модельный водно-солевой раствор по ГОСТ 9.506-87 следующего состава (г/дм<sup>3</sup>): CaCl<sub>2</sub> · 6H<sub>2</sub>O – 34,00; MgCl<sub>2</sub> · 6H<sub>2</sub>O – 17,00; NaCl – 163,00; CaSO<sub>4</sub> · 6H<sub>2</sub>O – 0,14. Испытуемый ингибитор коррозии вводили в раствор в количестве 0,3 моль/м<sup>3</sup>.

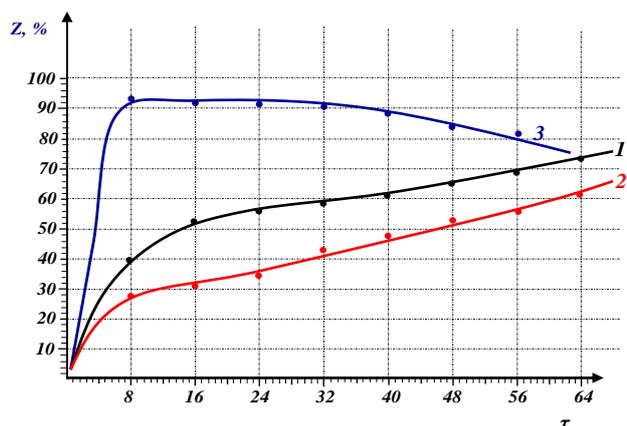


Рисунок 9. Кривые потери массы образцов стали без ингибитора (1) и в присутствии ингибитора коррозии (2), а также зависимость защитной способности ингибитора от времени (3)

Из рисунка 9 видно, что защитная способность испытуемых смеси 2-гексадецил-2-имидозолин, 2-октадецил-2-имидозолин и 2-октадецил-2-имидозолинов в первые 16 ч коррозионного процесса достигала наибольшего значения (91%) и в дальнейшем плавно снижалась, возможно, по причине постепенного гидролиза молекул ПАВ и десорбции с защищаемой поверхности.

Для сравнения также были изучены азот- и фосфорсодержащие ингибиторы СНПХ-6301 и ИК-2<sup>XS</sup> применяемые в настоящее время в промышленности изучали при различных температурах и концентрациях (табл. 5). Коррозионную защиту стали изучали на образцах в форме пластин. Исследования проводили в фоновых растворах состава 5 % Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + 5 % H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> при различных температурах. Растворы готовили из реактивов марки «х.ч.» на дистилляте. Электроды изготовлены из Ст.3.

Таблица 5

Влияние продолжительности коррозионных испытаний на эффективность защиты углеродистой стали ингибиторов СНПХ-6301 и ИК-2<sup>XS</sup> в фоновом растворе 5 % Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + 5 % H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (pH=5.27) при температуре 80 °С

Ингибитор	Концентрация ингибитора, C <sub>инг</sub> мг/л	Скорость коррозии, Z, г/(м <sup>2</sup> сут)	Коэффициент торможения	Степень защиты, Y %
Без ингибитора		118,84		
СНПХ-6301	10	9,40	12,64	92,09
ИК-2XS	10	9,06	13,12	92,38

Таким образом, можно ожидать, что электронодонорные молекулы с меньшим потенциалом ионизации, большим отрицательным зарядом на атоме азота активного центра и более положительным зарядом на атоме водорода в протонированной форме должны быть лучшими ингибиторами благодаря образованию сильных координационных или водородных связей с металлической поверхностью. С увеличением продолжительности испытаний наблюдается более высокий защитный эффект в присутствии обеих препаратов, что, по-видимому, связано с тем, что алкилимидозолины образует на стали защитную пленку. Анализ табличных данных позволяет сделать вывод о том, что длина цепи алкильного радикала в ингибирующем веществе и его молекулярная масса оказывают заметное влияние на его ингибирующую эффективность.

В пятой главе диссертации «Технологии производства конденсированных многоядерных и диазот гетероатомных гетероциклических соединений» представлены технологические схемы получения ингибиторов коррозии на основе производных хинолина и алкилимидозолинов.

Технология производства хинолина и 2- и 4-метилхинолинов (рис.10). Данная технология направлена на перспективное развитие переработки кротоновой фракции - вторичного продукта промышленности в несколько тысяч тонн - и производства хинолина и производных хинолина на его основе.

После очистки системы рассчитанное количество анилина и кротоновая фракция из емкостей S2 и S3, направляется в T4-испаритель. При этом температура смеси постепенно повышается до 100 – 120 °С. Затем смесь анилина и кротоновой фракции из смесителя-испарителя переносят в верхнюю часть реактора P5. Двигающаяся сверху вниз парогазовая смесь взаимодействует со слоем катализатора, выводится из нижней части реактора P5 и охлаждается в холодильнике С6. В систему для сбора катализатора ставятся ёмкости E7.

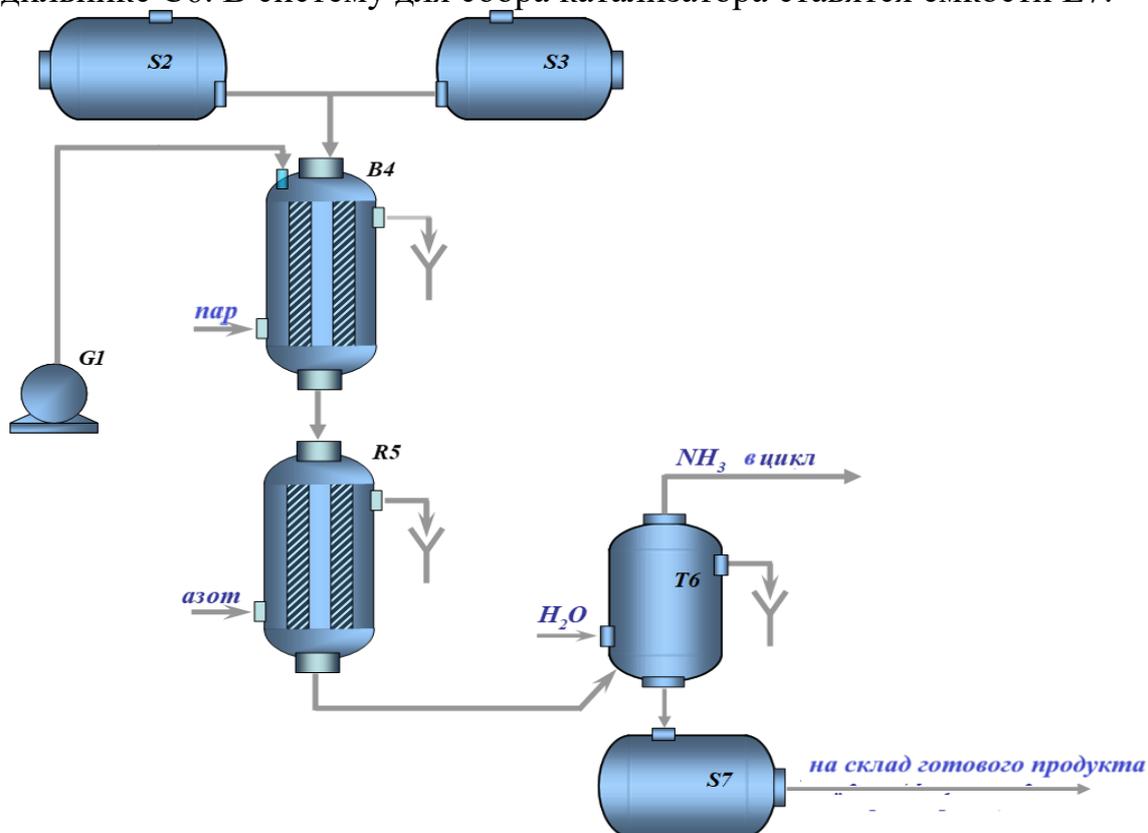


Рисунок 10. Технологическая схема производства ингибитора коррозии (или хинолина и производных хинолина): G1 - газгольдер для аммиака; S2, S3 – ёмкости для кротоновой фракции и анилина; B4 - испаритель; R5 - реактор; T6 - холодильник; E7 - бункер для катализата

В реактор предварительно загружается катализатор в количествах, рассчитанных по размерам реактора, для очистки технологической системы от кислорода воздуха, аммиак выбрасывается из газгольдера поз. Г1.

*Технологический процесс производства ингибитора на основе смеси алкилимидозолинов (рис.11).* Технологический процесс производства алкилимидозолинов (смеси 2-гексадецил-2-имидозолин, 2-октадецил-2-имидозолин и 2-октадеценил-2-имидозолин) и или ингибитора коррозии на их основе состоит из двух основных линии и осуществляют в следующей последовательности: 1-стадия разделение и очистка ФТК: в реактор, снабженный с рубашкой для обогрева - охлаждения и якорной мешалкой для перемешивания поз. R<sup>1</sup> через холодильник поз. H<sup>3</sup> загружают охлажденный охлаждают до температуры кристаллизации твердой фазы (0 - 5 °С) сырьё для очистки и разделения - соапсток из бункера поз. B<sup>1</sup>, и выдерживают при этой температуре 4-6 часов. При этом заданную температуру выдерживают подовая в рубашку реактора охлажденную воду. После окончания процесса кристаллизации в реактор из бункера поз. B<sub>2</sub> подают рассчитанное количество опилок кедра, из емкости E<sup>1</sup> предварительно приготовленную экстракт продуктов из опилок сосны в изопропиловом спирте и перемешивают с полутвердой массой смеси жирных кислот в течении 1 часа. После полученную массу направляют центрифугу поз. tS<sup>6</sup> для разделения твердой и жидкой фазы. После жидкую фазу декантируют в аппарате поз. D<sup>7</sup>. Декантат сливают в реактор поз. R<sup>2</sup>, и туда же добавляют рассчитанное количество хлороформа из емкости поз. E<sup>4</sup>, для извлечения твердой фазы. Далее для выпаривания хлороформа в рубашку реактора поз. R<sup>2</sup> подают горячую воду. Готовый продукт - фракция трех кислот ФТК, проходя фильтр поз. F<sup>1</sup> собирается в емкостях поз. E<sup>3</sup> - E<sup>5</sup> или направляется для использования на 2-стадии технологической линии.

2-стадией технологического процесса является процессом получение алкилимидозолинов, для осуществления которого в реактор поз. R<sup>4</sup> загружают рассчитанное количество этилендиамина из емкости поз. E<sup>10</sup>, и нагревают до температуры 130 °С. После усиливая интенсивность перемешивания добавляют порциями ФТК - продукт первой стадии в течении 1 часа, при этом периодически измеряя количество выделяемой воды в сборнике конденсата поз. E<sup>12</sup>, который конденсируется пропусканием через холодильник поз. H<sup>9</sup>. С добавлением последней порции ФТК температуру реактора поднимают до 180°С и выдерживают при этой температуре не менее 1 часа. Термическую обработку производства алкилимидозолинов продолжают с нагреванием реакционной массы до 270 °С, данный процесс осуществляется в течении 30 - 60 мин, после чего не снижая температуру вакуумировали при 200 мм рт.ст. еще 1 ч для завершения циклизации и удаления следов воды. Готовый продукт охлаждается и самотеком направляется на фильтрацию. Фильтрацию осуществляют на фильтрах F<sub>1</sub> или F<sub>2</sub> (фильтрующая ткань «Бельтинг») в целях исключения попадания мелких частиц органических и неорганических примесей, а также не растворимых побочных продуктов. Фильтрат сливают в емкости готового продукта поз. E<sub>3</sub> и E<sub>4</sub>, далее производят упаковку и маркировку.

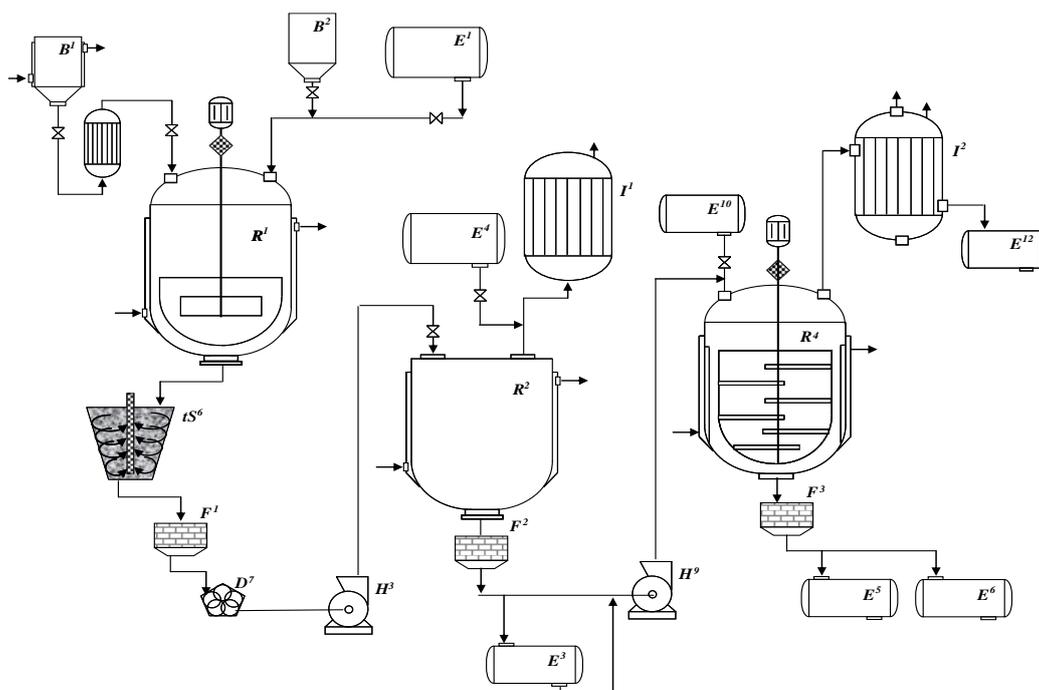


Рисунок 11. Технологическая схема получения ингибитора коррозии «ИК-2<sup>XS</sup>»:  
 поз. R<sup>2</sup> - реактор снабженный с рубашкой для обогрева - охлаждения и якорной мешалкой для перемешивания; поз. H<sup>3</sup> холодильник; поз. B<sup>1</sup> бункер для соапстока; поз. B<sup>2</sup> бункер для опилок кедра; поз. E<sup>1</sup> емкость для экстракта продуктов из опилок сосны в изопропиловом спирте; поз. tS<sup>6</sup> - центрифуга для разделения твердой и жидкой фазы; поз. D<sup>7</sup> декантат; поз. E<sup>4</sup> емкость для хлороформа; поз. R<sup>2</sup> реактор для промывки; поз. F<sup>1</sup> фильтр; поз. E<sup>3</sup> - E<sup>5</sup> емкости для ФТК; поз. R<sup>4</sup> реактор ацилирования; поз. E<sup>10</sup>- емкость для этилендиамина; поз. E<sup>12</sup> емкость для реакционной воды; поз. H<sup>9</sup> холодильник; поз. F<sup>1</sup> и F<sup>2</sup> фильтры (фильтрующая ткань «Бельтинг»); поз. E<sup>3</sup> и E<sup>4</sup> емкости для готового продукта.

На данный момент за 1460 долларов США закупается 1 тонна СНПХ-6103 препарата на основе гетероциклов, который ФНПЗ использует для защиты конструктивных устройств от коррозии. Стоимость мощного реагента, который планируется производить на основе алкилимидозолина 9400000:12630 = 744,26. Экономическая эффективность равна

$$\text{Э.Э.} = 1460 - 744,26 = 715,74 \text{ долларов США}$$

Экономическую эффективность применения ингибитора коррозии, приняв количество препарата, расходуемого на промывку за один сезон, в среднем за 100 т/год, получим следующие показатели

$$\text{Э.Э.} = 100 \cdot 715,74 = 71574 \text{ долларов США}$$

Таким образом, экономическая эффективность защиты конструктивных устройств с применением ингибитора коррозии на основе алкилимидозолина составляет в среднем \$71574 или 912,0 млн сум только в условиях ФНПЗ. Результаты расчетов показывают, что ингибитор коррозии на основе алкилимидозолина может конкурировать с используемыми в настоящее время реагентами СНПХ-6103.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. На основе реакций гетероциклизации аминов и амидов с моно- и бифункциональными соединениями синтезированы конденсированные много-ядерные азотсодержащие гетероциклы с заранее заданной структурой.

2. Предложен оригинальный способ синтеза хинолина и метилхинолинов в паровой фазе на основе анилина, формальдегида и ацетальдегида показало, что при пропускании эквимолекулярных количеств анилина и ацетальдегида над поверхностью катализатора в температурном диапазоне 320-460°C установлено образование производных хинолина с высоким выходом.

3. Выбран катализатор кадмий-цинк-хром-бентонитового состава для гетероциклизации ароматических аминов с кротоновым альдегидом и при изучении его текстурных свойств выявлены высокая прочность (до 6,5 МПа), стабильность и удельная поверхность (Суд. до 180 м<sup>2</sup>/г) катализатора.

4. В результате гетероциклизации анилина с кротоновой фракцией смесь 2- и 4-метилхинолинов образуется с выходом 73 %, при этом доказано, что образование 4-метилхинолина происходит против правила Скрауппа.

5. Проведены целевые исследования по изучению структуры и свойств алкилимидозолинов, рекомендован метод синтеза без катализатора и растворителей: установлено, что при синтезе 2-алкил-2-имидазолинов из ФТК и этилендиамина образуются диамиды даже в соотношении реагентов 1:20 в системе нейтрализации, ацилирования и гетероциклизации. Для получения алкилимидозолинов с минимальным количеством диамидов предложен способ получения алкилимидазолинов путём регулирования последовательности подачи реагентов в реакционную среду.

6. Разработана опытно-промышленная партия ингибиторов коррозии металлов и испытаны в условиях ШГХК и ФНПЗ. Рассчитана экономическая эффективность ингибиторов серии «ИК-XXS» и «ИК-2<sup>XS</sup>» при производстве продукта 100 тонн в год, которая составила 400 и 912 млн сум соответственно.

7. Рекомендованы одно- и многоступенчатые технологии производства ингибиторов серии «ИК-XXS» и «ИК-2<sup>XS</sup>».

**ONE-OFF SCIENTIFIC COUNCIL ON THE BASIS OF SCIENTIFIC  
COUNCIL DSc.03/30.12.2019.T.04.01 ON THE AWARDING OF SCIENTIFIC  
DEGREES AT TASHKENT INSTITUTE OF CHEMICAL-TECHNOLOGY**  
**TASHKENT INSTITUTE OF CHEMICAL TECHNOLOGY**

**UDK 666.11.17.24:620.197.6.**

**KHOLIKOVA SEVARA**

**SYNTHESIS, PROPERTIES AND TECHNOLOGY OF SOME FUSED  
POLYNUCLEAR MONO- AND FIVE-MEMBERED BIAZOCYCLIC  
COMPOUNDS**

02.00.14-Technology of organic substances and materials based on them

**DISSERTATION ABSTRACT OF DOCTOR OF SCIENCES (DSc)**

**Tashkent-2025**

**The title of the doctoral dissertation (DSc) has been registered by the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan with registration numbers of B2024.4.DSc /T843**

The dissertation has been carried out at Tashkent institute of chemical technology.

The abstract of the dissertation in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) is available on the website at [www.tkti.uz](http://www.tkti.uz) and on the website of «ZiyoNet» information-educational portal [www.ziynet.uz](http://www.ziynet.uz).

**Research consultant:**

**Kadirov Khasan**

doctor of technical sciences, professor

**Official opponents**

**Adilov Ravshan**

doctor of technical sciences, professor

**Mukhiddinov Bakhodir**

doctor of chemical sciences, professor

**Toshev Akmal**

doctor of technical sciences, professor

**Leading organization:**

**Department of Science and Development at  
Tashkent State Technical University**

The defense of the dissertation will take place on «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2025 at \_\_\_\_\_ at a meeting of once-only Scientific council on the basis of Scientific council DSc.03/30.12.2019.T.04.01 at the Tashkent chemical-technological institute (Address: 100011, Uzbekistan, Shaykhantakhur district of Tashkent city, A. Navoi str., 32. Ph.: (99871) 244-79-21; fax: (99871) 244-7917; e-mail: [tkti\\_info@mail.ru](mailto:tkti_info@mail.ru)).

The dissertation can be reviewed at the Informational Resource Centre of Tashkent chemical-technological institute (registration number №\_\_\_\_\_) (Address: 100011, Uzbekistan, Shaykhantakhur district of Tashkent city, A. Navoi str., 32. Ph.: (99871) 244-79-21).

The abstract of the dissertation has been distributed on «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2025 year  
Protocol at the register № \_\_\_\_\_ dated «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2025 year

**S.M. Turobjonov**

The Chairman of Scientific  
Council for awarding of scientific degrees,  
Doctor of Technical Sciences, professor

**T.J. Kodirov**

The scientific secretary of Scientific  
Council for awarding of scientific degrees,  
Doctor of Technical Sciences, Professor

**G. Rakhmonberdiyev**

Chairman of scientific seminar at the  
Scientific Council for awarding of scientific  
degrees, Doctor of Chemical Sciences, Professor

## INTRODUCTION (abstract of DSc dissertation)

**The purpose of the research** is to obtain condensed multi-nuclear mono- and five-membered biazocyclic compounds, developing a technology for producing corrosion inhibitors based on them.

**The object of research.** Quinoline and quinoline derivatives, aniline, carbonyl compounds, polyfunctional compounds, secondary raw materials of the oil and fat industry containing fatty acids and 2-hexadecyl-2-imidazole, 2-octadecyl-2-imidazole and 2-octadecenyl-2-imidazoles obtained from based on ethylenediamine.

**The subject of research.** Patterns of formation of quinoline and functional quinolines, determination of the structure and physicochemical properties of synthesized condensed heterocyclic derivatives, preparation of alkylimidazole derivatives from fractions of three fatty acids, study of some of their chemical changes and corrosion inhibitory activity, study of technological processes for their production.

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

for the first time, a composition of highly effective and stable catalysts based on d-metal oxides and fluorides for the heterocyclization of carbonyl compounds and aromatic amines has been developed, and their selectivity in the synthesis of quinoline derivatives has been proven;

the optimal conditions for the catalytic heterocyclization of aniline and crotonaldehyde were determined, and the mechanism of formation of 4-methylquinoline contrary to Scaup's rule was substantiated;

a composition based on the obtained quinoline derivatives was tested as metal corrosion inhibitors and it was found that the level of protection was at least 90%;

biazoheteroatomic alkyl imidazoles with a predetermined structure were synthesized by heterocyclization of fractions of three acids and ethylenediamine, it was substantiated that the heterocyclization of carboxylic acids and ethylenediamine to 2-alkyl-2-imidazole occurs by the mechanism of neutralization, acylation and cyclization;

a system has been substantiated for reducing the formation of diamide derivatives to minimal quantities during heterocyclization by controlling the thermal effects of the reagents and the order of their introduction into the reaction medium;

it has been proven that corrosion inhibitors obtained from fractions of three acids and heterocyclization of ethylenediamine protect oil production and refining facilities in doses of up to 8-12 mg/l with an efficiency of at least 90%;

the high efficiency of the inhibitor in small doses is substantiated by the location of nitrogen atoms in the neighboring system in the heteroring and the chain length of alkyl groups that form a stable film that is difficult to dissolve in solvents according to the adsorption rule;

technologies have been developed for the production of alkylimidazoles with a minimum amount of acid diamides based on condensed heterocyclic compounds - derivatives of quinoline, triacid fraction and ethylenediamine.

**Implementation of research results.** Based on the scientific results obtained on the production of condensed polynuclear and biazoheteroatomic heterocyclic

derivatives, the determination of their physicochemical properties and the creation of technologies for the production of corrosion inhibitors based on them, the following has been determined:

the technology for obtaining corrosion inhibitors based on quinoline, alkylquinolines was introduced at the Shurtangaz Chemical Complex (certificate of the Shurtangaz Gas Chemical Complex dated January 24, 2023 №. 589). As a result, it allows for the protection of the enterprise's equipment from corrosion and its effective operation for a long time;

the technology for producing corrosion inhibitors based on the products of catalytic heterocyclization of aniline with the croton fraction is included in the “List of promising developments for implementation in 2023-2025” of the Shurtan Gas Chemical Complex (certificate of the Shurtan Gas Chemical Complex dated January 24, 2023 № 589). As a result, it became possible to replace the imported foreign drug SNPKh with domestic corrosion inhibitors of the “IK-XXS” series.

technology for the production of a corrosion inhibitor based on fractions of three acids and ethylenediamine is included in the “List of promising developments for implementation in 2023-2025” of the Shurtan Gas Chemical Complex (certificate of the Shurtan Gas Chemical Complex dated January 24, 2023 № 589). As a result, it became possible to obtain highly effective corrosion inhibitors containing a minimal amount of diamides.

**The structure and volume of dissertation.** The dissertation consists of introduction, five chapters, conclusions, list of references and appendices. The volume of dissertation is 180 pages.

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

1. Холикова С.Д., Рузиев Ш.Ф. Реакции гетероциклизации аминов и амидов с моно- и бифункциональными соединениями. *Universum: технические науки: электрон. научн. журн.* Москва 2022. 3(96). С. 56-66. URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/13238>. (02.00.00; №1)
2. Davron Abdikodirovich Khandamov, Tonni Agustiono Kurniawan, Akbarbek Shukhratovich Bekmirzayev, Fatima Batool, Dilnoza Khandamova, Shavkat Nurullayev, Sevara Kholikova, Zebo Babakhanova, Md Munir Hayet Khan. Enhanced adsorption of Fe (II) from synthetic wastewater using modified bentonite: Isotherms, kinetics, thermodynamics, and adsorption mechanisms. Received 20 July 2024; Received in revised form 2 December 2024; Accepted 9 December 2024 *Microporous and Mesoporous Materials* 384 (2025) 113451 Available online 11 December 2024 1387-1811/© 2024 Elsevier Inc. All rights are reserved, including those for text and data mining, AI training, and similar technologies (Scopus Q1).
3. Холикова С.Дж., Уринов У.К. Хакимова Г.Р. Газиходжаева Н.М. Тошмуратов А.С. Синтез и исследование свойств новых ингибиторов отложения минеральных солей. «Композиционные материалы» *Узбекский научно-технический и производственный журнал.* Ташкент, №1, 2019 г. С. 66-67. (02.00.00 №4)
4. Бакиров Жума Ашурович, Бекназаров Хасан Сойибназарович Холикова С.Дж. Синтез антикоррозионных гибридных покрытий на основе вермикулита // *Universum: технические науки: электрон. научн. журн.* Москва 2022. 5(98). <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/13621> (02.00.00; №1)
5. Икрамов А., Холикова С.Дж., Кадиров Х.Э., Мусулмонов Н.Х. Гетерогенно-каталитический синтез пиридиновых оснований из ацетилена, диметилкетона и аммиака. *Химия и химическая технология. ТХТИ,* - Ташкент, №1, 2017 г. С. 23-26. (02.00.00 №3)
6. Бакиров Ж.А., Бекназаров Х.С., Холикова С.Дж. Исследование новых антикоррозионных гибридных покрытий на основе вермикулита. *Наманган Давлат университети илмий ахборотномаси.* ISSN: 2181-0427. 2022. №6. С. 106-110 (05.00.00. №33)
7. Холикова С.Дж., Бабатуллаева Н.Н., Бабатуллаев Б.Б. Состав катализаторов для синтеза индола из анилина и этиленгликоля. *Universum: Технические науки,* Москва №11(80) Ноябрь 2020 Часть 4 с.58-65. (02.00.00; №1)
8. Холикова С.Дж., Якубов Б.Б. Получение композиционных материалов конденсацией карбамида и тиокарбамида с альдегидами. «Композиционные материалы» *Узбекский научно-технический и производственный журнал.* Ташкент, №4, 2017 г. С. 53-56. (02.00.00 №4)

9. Холикова С.Дж., Утениязова, У.К. Уринов. Синтез хинолиновых оснований гетероциклизацией анилина с ацетальдегидом. Композиционные материалы». 2019 год. №2. Ташкент. С.131-136. (02.00.00 №4)

10. Turdikulov T.N., Mirzakulov Kh.Ch., Kadirov O.Sh., Xolikova S.J. Piroliz distilyatini fraktsion ajratish va sirt faol moddalar olishning maqbul usuli. Наманган Давлат университети илмий ахборотномаси. ISSN: 2181-0427. 2024. №1. С. 95-100. www.journal.namdu.uz ISSN: 2181-0427. (05.00.00. №33)

11. С.А. Дониёров, А.Ш. Бекмирзаев, Д.К. Хандамова, С.Дж. Холикова, Д.А. Хандамов. Изучение изотерм и кинетики адсорбции фосфат-ионов в воде активированными бентонитами. Universum: Химия-биология, Москва №12(126) декабрь 2024 Часть 1. с.27-35. (02.00.00; №1)

12. Икрамов Абдувахаб, Холикова Севара Джасуровна, Хомиджонов Адхам Алхамжонович, Хакимова Гузал Рахматовна. Гетерогенно каталитический синтез 2,4,6-триметилпиримидина. Universum: Химия-биология, Москва №11(125) ноябрь 2024. Часть 2 с.39-46. (02.00.00; №1)

## II бўлим (II часть; II part)

13. Икрамов А., Холикова С.Дж., Хакимова Г. Разработка новых ингибиторов и исследование их свойств. Proceedings of the international conference «Innovative Approaches to Localization». 2023 11-12 октябрь. Карши. 306-308 б.

14. Kholikova S., Tilavov Kh. Synthesis of quinoline bases by heterocyclization of aniline with acetaldehyde/ Proceedings of the international conference «Innovative Approaches to Localization». 2023 11-12 октябрь. Карши ш. 315-317 б.

15. Бакиров Ж.А. Халикова С.Дж. Бекназаров Х.С. Синтез покрытий на основе вермикулита и их антикоррозионные свойства. Академик А.Ғ.Ғаниев ва Академик Н.А. Парпиев хотирасига бағишланган “Комплекс бирикмалар кимёси ва аналитик кимё фанларининг долзарб уаммолари” Республика илмий-амалий конференцияси материаллари тўплами 2 қисм. 19-21 май. Термиз давлат университети, 2023 й. 263-265 бет.

16. Бакиров Ж.А. Халикова С.Дж. Бекназаров Х.С. Полимерные гибридные покрытия на основе вермикулита. «Иновацион техника ва технологияларнинг қишлоқ хўжалиги - озиқ-овқат тармоғидаги муаммо ва истиқболлари» мавзусидаги III Халқаро илмий-техник анжумани Илмий ишлар тўплами 2-қисм 20-21 апрель Тошкент-2023. 123-124 бет.

17. Bakirov Zh.A., Khalikova S.J., Beknazarov Kh.S. Organic hybrid polymer coatings based on vermiculite. Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti “Kimyo va kimyoviy texnologiya sohasidagi innovatsion ishlanmalarni amalda joriy etish muammolari, yechimlari va istiqbollari” mavzusidagi respublika miqyosidagi ilmiy-amaliy anjumani 2023-yil 26-27-aprel. 355-358 бет.

18. Камилов Т.К., Холикова С.Дж. Разработка ингибиторов для солянокислотной обработки скважин “Кимё-технология фанларининг долзарб

муаммолари” Халқаро олимлар иштирокидаги Республика илмий-амалий анжумани 2021 йил 10-11 март. с.83-85.

19. Б.Р. Дилмурадов, С.Дж. Холикова. Синтез и исследование свойств новых ингибиторов отложения минеральных солей. Инновационные решения актуальных проблем в области высокомолекулярных металлоорганических соединений. Международная научно-практическая конференция Республика Узбекистан. г. Ташкент 28-мая 2021 г. С.78

20. Хамроев С.Ш., Холикова С.Дж. Ингибиторы солянокислотной коррозии скважин на основе отходов местной промышленности. Сборник трудов международной научно-практической конференции на тему «Интернационализация и инновация в области высшего образования», посвященная 20-летию Университета дружбы народов имени академика А. Куатбекова и 75-летию заслуженного работника образования Республики Казахстан, к.х.н., профессора К.П. Куатбековой 24-25 октябрь 2019 год Shymkent 2019. С.207.

21. Хошимов Ш.М., Толибджанов К.Р., Холикова С.Дж. Катализаторы для синтеза хинолиновых оснований Труды XXIV - научно-технической конференции молодых учёных, магистрантов и студентов бакалавриата. “Умидли кимёгарлар - 2015”, 20-24 апреля, 2015 г. 1-том. С. 221 - 222.

22. Икромов А., Холикова С.Дж., Гахиходжаева Н.М. Синтез азотсодержащих гетероциклических соединений ряда пиррола. Материалы международной научно-технической конференции «Горно-металлургический комплекс: проблемы и решения». г.Навои. 8 апреля. 2015 г. С. 184-186.

23. G.T. Daniyarov, S. Dj. Kholikova, & Kh.I. Kadyrov. (2024). REAGENT FOR CHEMICAL CLEANING OF MINERAL DEPOSITS COLLECTED IN STEAM BOILERS. *Next Scientists Conferences*, 1(01), 49–53. Retrieved from <https://nextscientists.com/index.php/science-conf/article/view/438>.

24. Х. Тилолов, С. Холикова, С. Туробжонов. Пути синтеза хинолиновых оснований на основе анилина и альдегидов. Toshkent kimyo-texnologiya instituti Tabiiy polimerlar asosida biologik aktiv moddalar kimyosi va texnologiyasining dolzarb muammolari. 2023 y. 191-192 бет.

25. Bakirov Zh. A., Khalikova S.J., Beknazarov Kh.S. Obtaining of composite anti-corrosion coatings based on vermiculite minerals. *Eurasian journal of academic research*, 2(13), 181-186. (2022). <https://doi.org/10.5281/zenodo.7428491>

26. Н.Т. Тилолов, S.J. Kholikova, Kh.I. Kadyrov. Effective catalysts of the synthesis of quinoline and quinoline derivatives. *Eur. Chem. Bull.* 2023, 12 (Regular Issue 6), 76-86.

27. A. Ikromov, S. Khalikova, L. Ismailova, N. Davronova. Synthesis of some n-oxides of pyridylacetylene amines based on 2-methyl-5-ethynylpyridine. *British View* ISSN 2041-3963 Volume 8 Issue 4 2023 Universal impact factor 8.528 SJIF 2022: 4.629. 42-50 p.

28. Khalikova S., Ruziev Sh., Guzal Kh. Reactions of heterocyclization of amines and amides with mono- and bifunctional compounds. *Znanstvena misel journal* №66/2022. P.43-49.

29. Икрамов А., Холикова С.Дж., Хакимова Г. Разработка новых ингибиторов и исследование их свойств. Proceedings of the international conference «Innovative Approaches to Localization». 2023 11-12 октябрь. Карши ш. 306-308.

30. Bakirov Zh. A., Khalikova S. Dz., Beknazarov Kh.S. Research of determining the efficiency of anticorrosion coating based on vermiculite by electrochemical method. Copyright © 2023 All rights reserved International Journal for Gospodarka i Innowacje This work licensed under a Creative Commons Attribution 4.0. ISSN: 2545-0573. 2023. 23-28.