

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

ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ

УСМОНОВА ЮЛДУЗ ШЕРАЛИЕВНА

**АЙРИМ БЕШ АЪЗОЛИ БИАЗОЦИКЛИК ҲОСИЛАЛАР
СИНТЕЗИ ВА ХУСУСИЯТЛАРИ**

02.00.14 - Органик моддалар ва улар асосидаги материаллар технологияси

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

Тошкент - 2024

Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси автореферати мундарижаси
Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD)
Content of the dissertation abstract of doctor of Philosophy (PhD)

Усмонова Юлдуз Шералиевна

Айрим беш аъзоли биазоциклик ҳосилалар
синтези ва хусусиятлари3

Усмонова Юлдуз Шералиевна

Синтез и свойства некоторых производных
пятичленных биазоциклических соединений21

Usmonova Yulduz Sheralievna

Synthesis and properties of some five-membered
biazocyclic derivatives41

Эълон қилинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ

List of published works44

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

ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ

УСМОНОВА ЮЛДУЗ ШЕРАЛИЕВНА

**АЙРИМ БЕШ АЪЗОЛИ БИАЗОЦИКЛИК ҲОСИЛАЛАР
СИНТЕЗИ ВА ХУСУСИЯТЛАРИ**

02.00.14 - Органик моддалар ва улар асосидаги материаллар технологияси

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

Тошкент - 2024

Фалсафа доктори (PhD) диссертация мавзуси Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссияси В2023.1.PhD/К605 рақам билан рўйхатга олинган

Диссертация иши Тошкент кимё-технология институтида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (Ўзбек, рус, инглиз (резюме) Илмий кенгаш веб-саҳифасида (www.tkti.uz) ва «Ziyoueb» ахборот таълими порталида (www.ziyoueb.uz) жойлаштирилган.

Илмий раҳбар:

Кадиров Хасан Иргашевич
техника фанлари доктори, профессор

Расмий оппонентлар:

Икрамов Абдуваҳоб
техника фанлари доктори, профессор

Эшметов Иззат Дусимбетович
техника фанлари доктори, профессор

Етакчи ташкилот:

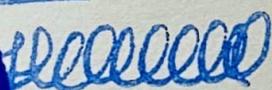
Фарғона политехника институти

Диссертация химояси Тошкент кимё-технология институти хузуридаги DSc.03/30.12.2019.T.04.01 рақамли Илмий кенгашининг 2024 йил «13» 04 соат 14:00 даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 100011, Тошкент шаҳри, Навоий кўчаси, 32-уй. Тел.: (99871) 244-79-20, факс: (99871) 244-79-17; e-mail: tkti_info@edu.uz).

Диссертация билан Тошкент кимё-технология институтининг Ахборот ресурс марказида танишиш мумкин (716-рақами билан рўйхатга олинган). (Манзил: 100011, Тошкент шаҳри, Навоий кўчаси, 32-уй.) Тел.: (99871)244-79-20; факс (99871) 244-79-17.

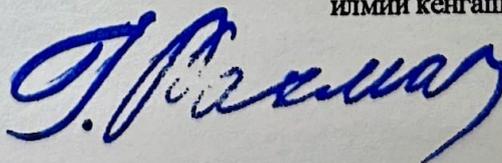
Диссертация автореферати 2024 йил «13» 03 куни тарқатилди.
(2024 йил «13» 03 даги № 416 рақамли реестр баённомаси).




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

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

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



КИРИШ (фалсафа фанлари доктори (PhD) диссертация аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Бугунги кунда гетероҳалқали бирикмалардан алкилимидозолинлар 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, коррозия ва минерал тузлар тўпланиши ингибиторлар ишлаб чиқаришда фаол марказлар сифатида қўлланилмоқда. Шу билан бирга ёғ кислоталарини ажратишнинг арзон усулларини яратиш, алкилимидозолинлар синтез қилишнинг самарали, камбосқичли жараёнларини дастлабки реагентлар таъсирининг кетма-кетлигини назорат қилиш билан такомиллаштириш, гетероҳалқалар олишнинг юқори самарали технологияларини ишлаб чиқиш муҳим аҳамиятга эга ҳисобланади.

Жаҳонда икки гетероатомли гетероҳалқали бирикмаларнинг янги ҳосилаларини яратиш бўйича қатор илмий изланишлар олиб борилмоқда. Бу борада молекуласида азот гетероатомлари туташ жойлашган, молекуласи кислород, галоген элементлари билан бойитилган биазоциклик 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 соҳаси ва кимёвий ишлаб чиқариш тармоқлари замон талабларига мос равишда тубдан ислоҳ қилиниб, маҳсулот турлари ва кимё корхоналарининг маҳсулот ишлаб чиқариш ҳажми бир неча баробар ортди. 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»¹ бўйича муҳим вазифалар белгилаб берилган. Ушбу мақсадларда маҳаллий кимё ва озиқ-овқат саноати иккиламчи маҳсулотларидан гетероҳалқалар олиш учун хом ашёлар излаб топиш, алкилимидозолиннинг янги ҳосилаларини синтез қилиш, олинган моддаларнинг хусусиятларини аниқлаш, улар асосида коррозия ингибиторлари ишлаб чиқаришнинг саноат технологияларини яратиш ҳамда амалиётга жорий этиш муҳим аҳамият касб этади.

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, ва 2021 йил 13-февралдаги ПҚ-4992-сон «Кимё саноати корхоналарини янада ислоҳ қилиш ва молиявий соғломлаштириш, юқори

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

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

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. Bajrai, 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, Т. Сирлибаев, Ф.А. Магруппов, Н.Д. Абдуллаев, Г. Рахмонбердиев, Д. Юсупов, А. Махсумов, Р.К. Каримов, О. Махсумова, А.В. Гордеева, 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 топиш ва уларни ишлаб чиқариш технологиялари яратилиб, самарали препаратлар ишлаб чиқарилган.

Шу билан бирга, олимлар томонидан 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 олий таълим ва илмий-тадқиқот муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари 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 ёғ кислоталарини фракцион ажратиш, тозалаш ва улар асосида алкилимидозолинларнинг янги ҳосилалари синтези ва кимёвий ўзгаришларини амалга ошириш, уларнинг физик-кимёвий хоссалари, шунингдек коррозиядан ингибирлаш фаоллигини аниқлашдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

таркиби ёғ кислоталари аралашмасидан иборат саноатнинг иккиламчи маҳсулоти (соапсток) дан C₁₆-C₁₈ таркиб карбон кислоталарни ажратиб олиш ва тозалаш усулларини тадқиқ қилиш;

ёғ кислоталари фракцияси ва алкилдиаминларнинг реакциялари асосида алкилимидозолинларнинг янги ҳосилаларини синтез қилиш ва уларнинг юқори унум билан чиқиши, 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;

алкилимидозолинларнинг янги ҳосилаларини олиш технологияларини ишлаб чиқиш;

уч кислота фракцияси асосида олинган алкилимидозолинларнинг металлари коррозиядан ингибирлаш фаоллигини ўрганиш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида таркибида ёғ кислоталари мавжуд ёғ-мой саноатининг иккиламчи хом ашёлари ва этилендиамин асосида олинган 2-гексадецил-2-имидозолин, 2-октадецил-2-имидозолин ва 2-октадеценил-2-имидозолин олинган.

Тадқиқотнинг предмети уч ёғ кислотаси фракциясидан алкилимидозолин ҳосилаларини олиш, уларнинг айрим кимёвий ўзгаришлари ва коррозиядан ингибирлаш фаолликларини тадқиқ қилиш, уларни олишнинг технологик жараёнларини тадқиқ этиш ҳисобланади.

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

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

уч кислота фракцияси ва этилендиаминнинг гетероҳалқаланишидан хоссалари аввалдан белгиланган биазогетероатомли алкилимидозолинлар синтез қилинган;

карбон кислоталар ва этилендиаминнинг 2-алкил-2-имидозолингача гетероҳалқаланиши нейтраллаш, ациллаш ва циклланиш механизмида амалга ошириш асосланиб, реакциянинг иккиламчи маҳсулоти сифатида этилендиамин диамид ҳосилалари ҳосил бўлиши билан реакция унуми камайиши исботланган;

реагентларнинг термик таъсири ва уларни реакцион муҳитга киритиш тартибини назорат қилиш билан гетероҳалқаланиш жараёнида диамид ҳосилаларнинг ҳосил бўлишини минимал миқдорларгача камайтириш тизими асосланган;

уч кислота фракцияси ва этилендиаминнинг гетероҳалқаланишидан олинган коррозия ингибиторлари нефт 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;

уч кислота фракцияси ва этилендиамин асосида тарихида минимал миқдор кислота диамидлари сақлаган алкилимидозолинлар олиш технологиялари ишлаб чиқилган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

изопропил спиртидаги қарағай қипиқларидан фойдаланиб соапсток таркибидан C_{16} - C_{18} фракциясини ажратишнинг мақбул шароитлари аниқланган;

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

таркибида ёғ кислоталари сақлаган ёғ-мой саноатининг иккиламчи маҳсулоти соапстокдан уч кислота фракцияси ажратиб олиниб, улардан алкилимидозолин асосли металлларни коррозиядан ҳимояловчи ингибитор олишнинг иқтисодий жиҳатдан самарадор саноат ишлаб чиқариш технологияси яратилган;

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги таҳлилда замонавий физик-кимёвий усуллар ИҚ-спектроскопия, газ-суюқлик хроматографияси, термоаналитик таҳлиллардан, экспериментал маълумотларга статистик ишлов беришда органик синтез жараёнлари кинетика ва термодинамикасининг замонавий назарияларидан фойдаланилганлиги, назарий ва тажриба тадқиқот натижаларининг ўзаро муносиблиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти. Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти C_{16} - C_{18} таркибли ёғ кислоталари фракциясидан алкилимидозолинлар илк бор олинганлиги, реакциялар боришига ташқи омилларнинг таъсири аниқланганлиги, реакцион қобилият ва реакция механизмларининг 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, синтез қилинган бирикмалар орасида металллар коррозиясидан ҳимояловчи хоссаларга эга бўлган моддалар борлиги аниқланганлиги, ёғ кислоталари фракциясини ажратиш ва алкилимидозолинлар олишнинг бир босқичли тизими ҳамда юқори самарали коррозия ингибитори ишлаб чиқаришга хизмат қилади.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Ёғ кислоталарини фракцион ажратиш, тозалаш ва улар асосида алкилимидозолинларнинг янги

ҳосилалари синтези ва кимёвий ўзгаришларини амалга ошириш, уларнинг физик-кимёвий хоссалари, шунингдек коррозиядан ингибирлаш фаоллигини аниқлаш бўйича олинган илмий натижалар асосида:

уч кислота фракцияси ва этилендиамин асосида коррозия ингибитори ишлаб чиқариш технологияси Фарғона нефтни қайта ишлаш заводининг «2024-2026 йилларда амалиётга жорий этиш бўйича истиқболли ишланмалар рўйхати»га киритилган («ФНҚИЗ» МЧЖнинг 2023 йил 18 августдаги 02-03-01/128-сон маълумотнома). Натижада, таркибида минимал миқдорларда диамидлар сақловчи юқори самарали коррозия ингибиторлари ишлаб чиқариш имконини беради;

уч кислота фракцияси ва этилендиамин асосида термик таъсир билан коррозия ингибитори ишлаб чиқариш технологияси Фарғона нефтни қайта ишлаш заводининг «2024-2026 йилларда амалиётга жорий этиш бўйича истиқболли ишланмалар рўйхати»га киритилган («ФНҚИЗ» МЧЖнинг 2023 йил 18 августдаги 02-03-01/128-сон маълумотнома). Натижада, нефть қазиб чиқариш ва қайта ишлаш қурилмаларини химоялашда фойдаланилиб келинаётган эталон ингибиторларни алкилимидозолин асосли маҳаллий коррозия ингибиторлари билан алмаштириш имконини беради.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Мазкур тадқиқот натижалари 6 та халқаро ва 4 та республика миқёсидаги илмий-амалий анжуманларда, конференция ва симпозиумларда муҳокама қилинган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги. Диссертация мавзуси бўйича жами 17 та илмий иш чоп этилган, шулардан Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг докторлик диссертациялари (PhD) асосий илмий натижаларини чоп этишга тавсия этилган маҳаллий илмий нашрларда 5 та, хорижий журналларда 2 та мақола нашр этилган.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация таркиби кириш, тўртта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертациянинг ҳажми 100 бетни ташкил этади.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

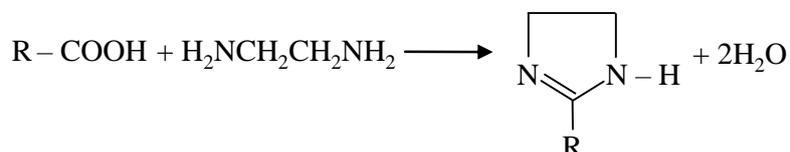
Диссертациянинг кириш қисмида диссертация мавзусининг долзарблилиги, тадқиқотнинг мақсад ва вазифалари, объектлари ва предметлари шакллантирилган, тадқиқотнинг Ўзбекистон Республикасида фан ва технологиялар ривожланишининг устувор йўналишларига мувофиқлиги асослаб берилган; илмий янгилиги ва амалий натижалари баён қилинган, олинган натижаларнинг ҳаққонийлиги, назарий ва амалий аҳамияти ёритилган, тадқиқот натижаларининг ишлаб чиқаришга жорий қилинганлиги ва синовдан ўтганлиги, эълон қилинганлиги ҳақидаги маълумотлар, диссертация тузилмаси ва ҳажми келтирилган.

Диссертациянинг «Имидозолин қатор беш аъзоли гетероҳалқалар олишнинг замонавий ҳолати» деб номланган биринчи бобида коррозиядан химоялаш ва кимёвий реагентлар ҳамда иккиламчи хом ашё ресурслари асосида коррозия ингибиторларини олишга доир мавжуд усуллари ҳамда эксплуатация

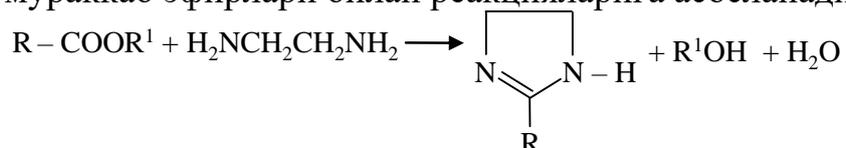
шартларининг жорий ҳолати ва турли коррозия ингибиторларини қўллаш соҳаси шарҳлари тақдим этилган.

«Изланиш объектлари, олинган моддаларнинг физик-кимёвий хоссалари, олиниш ва тадқиқ қилиш усуллари» деб номланган иккинчи бобда маҳаллий хом ашё ва иккиламчи моддий ресурслар асосида алкилимидозолинлар синтез қилиш, имидозолин ҳосилалари асосида янги ингибирловчи таркибларни ишлаб чиқиш, шунингдек уларни турли агрессив муҳитларда химоя самарадорлигини аниқлаш йўли билан универсал коррозия ингибиторлари сифатида ўрганишга доир тадқиқотлар тақдим этилган. Жумладан, имидозолин ҳосилалари синтезини ўрганиш учун этилендиамин ва олеин кислота, ёғ кислоталари аралашмаси, уч ёғ кислота фракцияларининг физик-кимёвий хоссалари келтирилган, ёғ-мой саноати корхоналари иккиламчи маҳсулоти соапсток таркиби ўрганилиб, уч кислота фракциясини криоскопик ва эритувчи изопропил спирти билан ажратиш усуллари таққослаб чиқилган ва этилендиамин билан конденсатланиш реакцияларида кислота сифатида фойдаланилиб, алкилимидозолинлар синтез қилиш усуллари баёни келтирилган.

«Имидозолин қатор беш аъзоли азот гетероатомли гетероҳалқали бирикмалар синтез қилишнинг замонавий ҳолати» деб номланган учинчи бобда имидозолин ҳосилалари коррозия ингибиторлар синтез қилишнинг мақбул шароитлари аниқланган. Алкилимидозолинлар синтез қилишнинг муҳим усулларида бири этилендиамин ёки полиэтиленполиаминларни ёғ кислоталари:



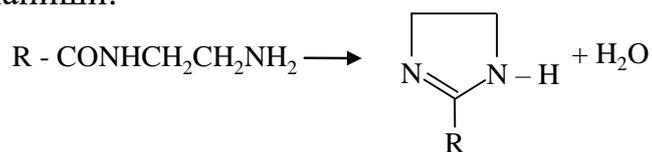
ёки уларнинг мураккаб эфирлари билан реакцияларига асосланади:



Жараён икки босқичда амалга ошади. 1-босқич: ёғ кислотасининг этилендиамин билан кислота амидаминлари ҳосил қилиши:



2-босқич: кислота амидаминнинг алкилимидозолин ҳосилалари ҳосил қилиб гетероҳалқаланиши:



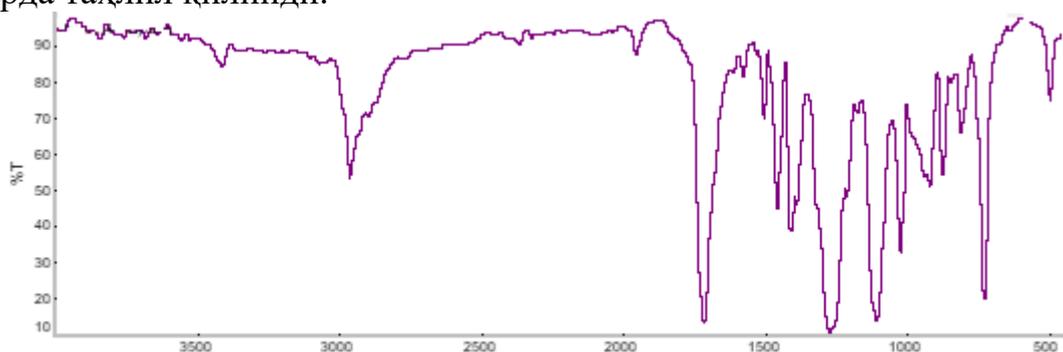
Жараённинг иккиламчи маҳсулотлари бўлиб, диамидлар ҳосил бўлади:



Карбон кислота диамида суви ва органик эритувчиларда ёмон эрийди, реакция шароитида моноамидларга қайта парчалангани, паст сирт фаолликка эга бўлиб, тайёр маҳсулот таркибида бўлиши билан унинг сифатига ақс таъсир этади. Тайёр маҳсулот таркибидан диамида ажратиш ректификация усули билан амалга оширилиб, қўшимча сарф харажатларни талаб этади. Саноатда иқтисодий самарадорликка эришиш учун тоза ёғ кислоталари эмас, балки ёғ кислоталари аралашмасидан фойдаланилади. Шу билан бирга, ёғ кислоталари аралашмасидан фойдаланиш реакциянинг мақбул шароитларини аниқлашда технологик муаммолар келиб чиқиши ва имидозолин унумининг камайиши, қўшимча маҳсулотларнинг ортишига сабаб бўлади. Тажрибалар ҳосил бўлувчи алкилимидозолин ва диамида нисбатлари ацилловчи агент карбонил гуруҳи углеродининг электрофиллиги, яъни карбон кислота углеводород радикали занжир узунлиги билан боғлиқлигини кўрсатади.

Тадқиқотлар давомида ёғоч қипиғи билан адсорбцияланиб, изопропил спиртида экстракциялаб олинган уч кислота фракциясидан (УКФ) 2-гексадецил-2-имидозолин $C_{20}H_{40}N_2$, 2-октадецил-2-имидозолин $C_{21}H_{40}N_2$ ва 2-октадеценил-2-имидозолин $C_{21}H_{38}N_2$ синтез қилишнинг мақбул шароитлари аниқланди. Синтез учун 98 % ли этилендиаминдан фойдаланилди. УКФ пальмитин, олеин ва линол кислоталар аралашмаси бўлиб, мос равишда 30,3+22,7+42,3 % масс. нисбатларда сақланади.

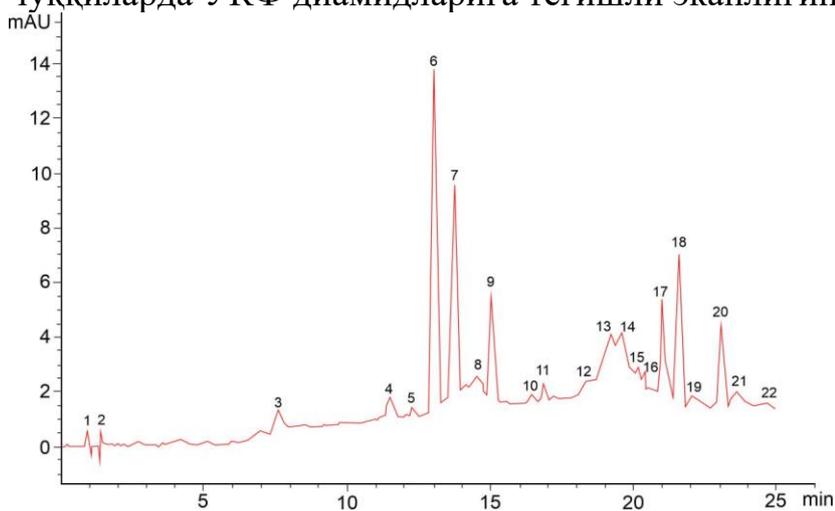
Гетероҳалқаланиш реакциясининг мақбул шароитларини аниқлаш учун уч хил реакция амалга оширилди. Тажриба кетма-кетлиги: уч бўйинли қолба термометр, Либих совуткичи Вюрц насадкаси ва механик аралаштиргич билан жиҳозланди, реакция массага термик ишлов бериш электр иситкич ёрдамида олиб борилди. Реакторга 100 г УКФ ва 100 г этилендиамин солиб, 40 °С гача қиздирилди, УКФ эриши давомида аралаштиргич ишга туширилди. Интенсив аралаштириш ва ҳароратнинг аста кўтарила бориши билан 130 °С да совуткичда суви буғи конденсатланиши кузатилиб, конденсат йиғичда йиғиб борилди. Ҳарорат 200 °С дан ошиши билан ортиқча миқдор этилендиамин ҳам ҳайдалиб, 250 °С дан юқори ҳароратда гетероҳалқаланиш реакция суви ҳайдалди. Термик ишлов бериш 270 °С да 1 соат давомида олиб борилди. Сўнгра жараён вакуумда ўтказилиб, 180 мм.с.м.уст. 1 соат давомида гетероҳалқаланиш тўлиқ амалга оширилиб, қолган суви ажратилди. Синтез шу билан тугатилиб, олинган маҳсулот ИҚ-спектр ва газ-суяқ хроматографик усулларда таҳлил қилинди.



1-расм. УКФ ва этилендиамин реакцияси маҳсулотининг ИҚ-спектри

Тажриба маҳсулотининг ИҚ-спектрида 1608 см^{-1} да имидозолин гетероҳалқасига хос $\text{C}=\text{N}$ валент тебраниши чизиқларидан ташқари, 1668 см^{-1} интенсив чизиқларида $\text{C}=\text{O}$ ва 1556 см^{-1} деформацион тебранишлар $\text{N}-\text{H}$ га хос ютилишлар аниқланди. Бу тебранишларнинг мавжудлиги тажриба маҳсулоти таркибида диамидлар сақланишини кўрсатди. Тайёр маҳсулот таркибида диамидлар кўп миқдорларда сақланишини гетероҳалқага нисбатан миқдори диамиддан 2 марта кўпроқ бўлган алифатик занжирдаги $\text{C}-\text{H}$ боғга хос 721 см^{-1} даги интенсив деформацион тебранишлар ҳам исботлайди.

2-расм тажриба хроматограммасидаги 6-, 7- ва 9-чўққилар мос равишда алкилимидозолинларга тегишли эканлиги, шунингдек 17-, 18-, ва 20-чўққиларда УҚФ диамидларига тегишли эканлигини кўрсатади.



2-расм. УҚФ ва этилендиамин реакцияси маҳсулоти хроматограммаси 6-,7- ва 9-алкилимидозолинлар; 17-, 18- ва 20- этилендиаминнинг пальмитин, олеин ва линол кислоталар билан ацилланиш маҳсулотлари

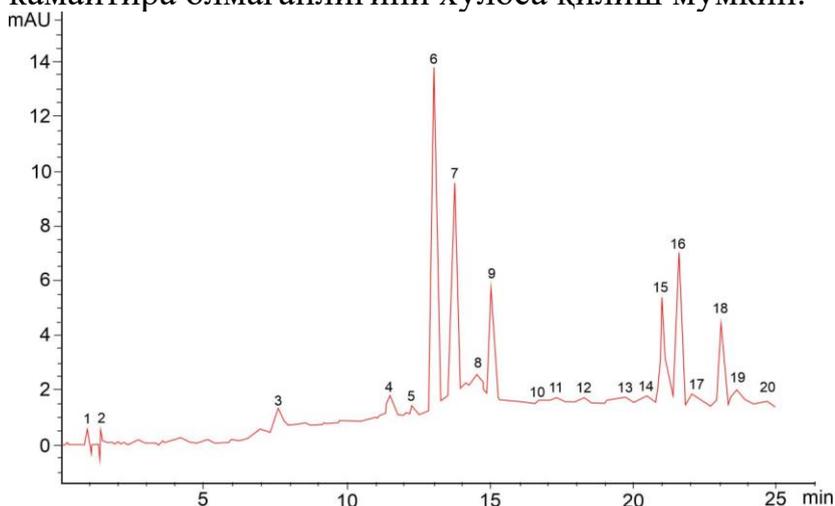
Дастлабки УҚФ таркибидаги ёғ кислоталари C_{16} ва C_{18} миқдорлари 1,0:2,1 нисбатларда бўлиб, чўққилар юзасини қиёслаш шуни кўрсатадики, диамидлар: алкилимидозолинлар мол нисбатлари 1: 2,3 (% масс.: 13,04: 86,96) бўлади (2-расм). Тайёр маҳсулот таркибида диамидларнинг миқдори кўп бўлиши сабаби, ёғ кислоталарининг алкил занжири узунлиги билан асосланиб, гетероҳалқаланиш реакцияларида алкил радикали занжирининг узунлиги реакцион фаоллигига акс таъсир кўрсатиши ва реакция тезлигининг камайиши билан изоҳланди.

Олинган алкилимидозолинларнинг тузилиши, шунингдек, ^1H ЯМР-спектроскопия усулида таҳлил қилинди: карбонил гуруҳига бириккан $\text{N}-\text{H}$ гуруҳидаги протон силжиш 1,45-1,92 м.у. синглет сигналлар ҳолатида кузатилди. Имидозолин гетероҳалқасидаги протонлар дублет сигналлари 7,09 - 7,22 м.у. майдонида, имидозолин 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 жойлашиб, ^1H ЯМР-спектрда реакцияга киришмаган карбон кислоталар, кислота диамидлари ва диамидаминларга мос кўплаб аниқланмаган сигналлар борлигини кўриш мумкин.

Кейинги тадқиқотлар тайёр маҳсулот таркибидаги кислота диамидлари миқдорини камайтириш билан боғлиқ бўлиб, тажрибалар карбон кислота: амин нисбатларини ўзгартириш, этилендиаминнинг миқдорини ошириш билан олиб борилди. Бунинг учун реакцион қолбага 50 г УҚФ, 100 г этилендиамин юкланиб (УҚФ: ЭДА÷1: 4), 1-тажриба кетма-кетлигида давом этирилди. Бу

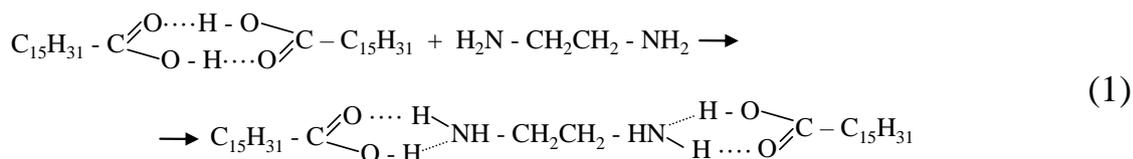
нисбатларда олинган тайёр маҳсулот ИҚ-спектри таҳлил қилинганда, диамидларга хос интенсив чизиқлар нисбатан камайганлигини кўриш мумкин.

Хроматографик чўққи юзаларини ҳисоблашлар, алкилимидозолинларнинг (гексадецил-, октадецил ва октадеценил имидазолин) диамидларга мол нисбатлари 1-тажрибага нисбатан 1,5-1,8 мартага камайганини кўрсатади: диамидлар: алкилимидозолинлар 1: 4,8 мол ва ёки 9,32: 90,68 % масс. нисбатларида бўлади. Шу билан бирга, этилендиаминнинг реакцион муҳитга 4 марта кўп киритилиши ҳам диамидлар ҳосил бўлиши бўйича реакция селективлигини камайтира олмаганлигини хулоса қилиш мумкин.

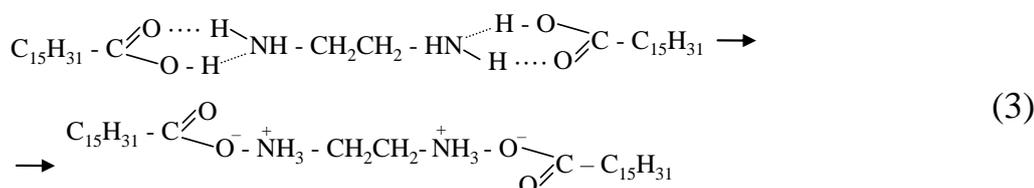
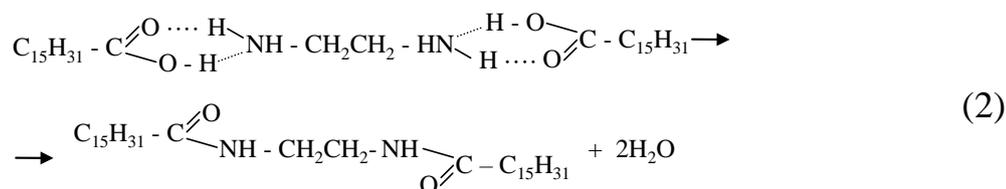


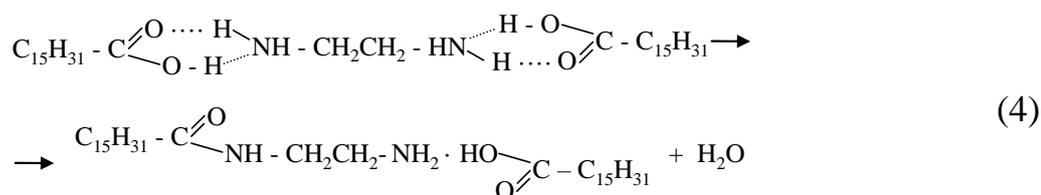
3-расм. УКФ: ЭДА 1: 4 нисбатларда олинган маҳсулот хроматограммаси: 6-,7- ва 9-алкилимидозолинлар; 15-, 16- ва 18- мос равишда этилендиаминнинг пальмитин, олеин ва линол кислоталари билан ацилланиш маҳсулотлари

Тадқиқотлар давомида кимёвий ўзгаришлар механизми тадқиқ қилинди, тажрибаларда ацилловчи реагент сифатида тоза ёғ кислотаси - пальмитин кислотасидан фойдаланилди. Аниқландики, реакцион аралашма ҳароратининг ортиши билан ёғ кислотаси нафақат моно- балки димер-ҳолатида ҳам реакцияга киришади ва қуйидаги схема бўйича ўзаро водород боғланишлар орқали кислота-амин-кислота тизимида уч молекулали комплекслар ҳосил қилади:

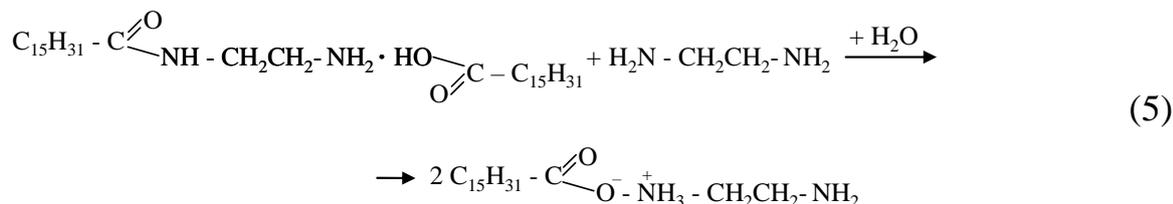


Уч молекулали комплекслар 130 °С да ион алмашиниш фаоллигига эга бўлган барқарор тузилишли диамидлар (2), диаммонийли (3) тузлар ва кислота амидларининг моногидратларини (4) ҳосил қилади:

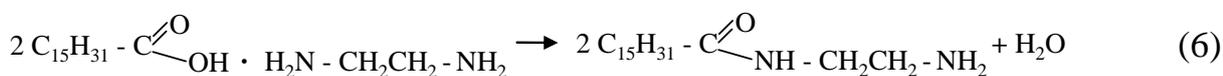




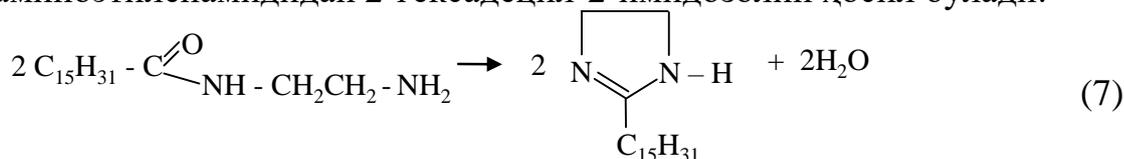
Мўл миқдор этилендиамин реакциянинг кучли асос мухитини таъминлайди ва бундай шароитда уч молекулали комплексларда протон силжиши амалга ошиб, бинар тузилишли тузлар ҳам ҳосил бўлади:



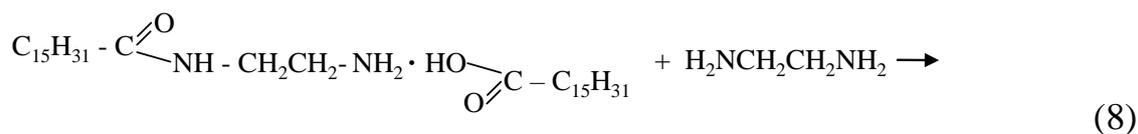
Шу билан бирга, ҳароратнинг 130 °С кўтарилиши билан аммонийли тузлар ёки гидратларнинг ички диамидланиши ҳам амалга ошади:



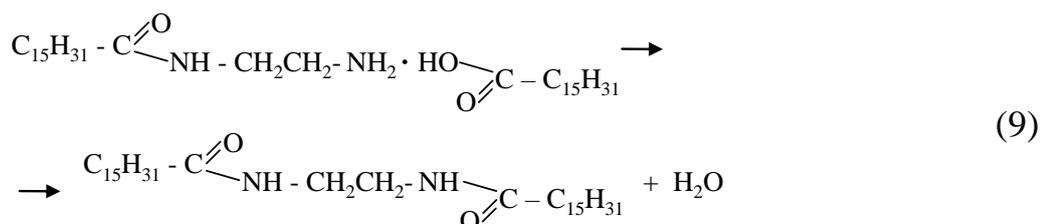
Алкилимидозолинлар ҳосил бўлишида бинар комплекснинг диамидоаминга ўтиши билан боровчи бу реакциянинг аҳамияти катта бўлиб, реакциянинг иккинчи босқич термик қайта ишлаш вақтида гексадецил кислота аминоэтиленамидидан 2-гексадецил-2-имидазолин ҳосил бўлади:



Гексадецил кислота аминоэтиленамиди ўз навбатида кислота-амин-кислота уч молекулали комплексдан амидлаш натижасида ҳам ҳосил бўлиши мумкин:

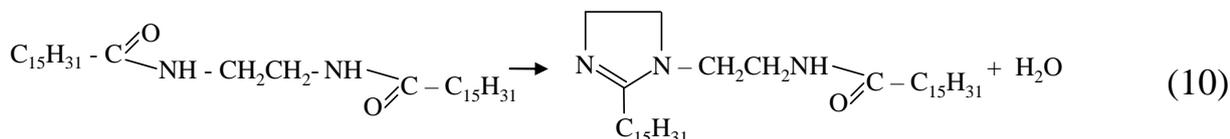


Гексадецил кислота аминоэтиленамиди иккиламчи йўналишда диамидлар ҳосил қилади:

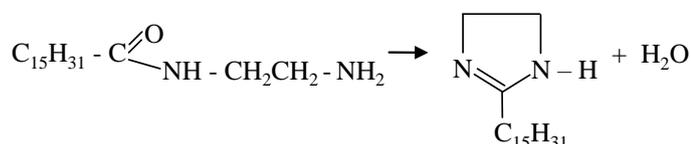
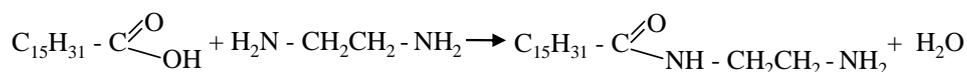


Бунда, дастлабки карбон кислота ва этилендиаминнинг реакцияларига нисбатан кислота-амин-кислота уч молекулали комплекснинг осон ҳосил бўлиши ва ички комплекс реакциянинг молекулаларо таъсир реакцияларига

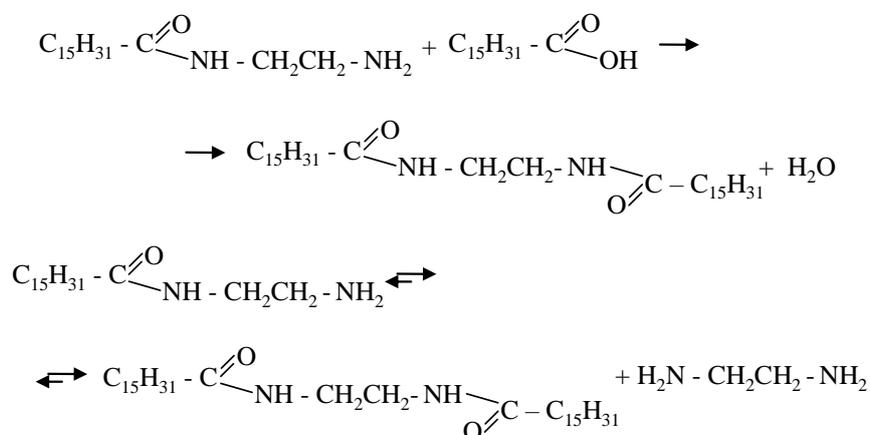
нисбатан осон амалга ошишини ҳисобга олиб, этилендиаминнинг исталган мўл миқдорларида ҳам (хатто 20 марта кўп олинганда ҳам) диамид ҳосил бўлиши аниқ. Шунингдек, кислота амидоаминининг гетероҳалқаланиши билан бирга диамидларнинг гетероҳалқаланиши ҳам кузатилиб, 2-гексадецил-1-(2-гексадецил аминоэтил)-2-имидозолин ҳосил бўлиши ҳам реакциянинг селективлигига таъсир кўрсатади. Ўтказилган тажрибалар шароитларида олинган маҳсулотлари таркибида 2-гексадецил-1-(2-гексадецил аминоэтил)-2-имидозолин диамидлар молекуляр массасига яқин бўлган чўққиларда кузатилади:



Шундай қилиб, алкилимидозолинлар синтезида иккиламчи маҳсулот диамиднинг миқдорини камайтириш учун дастлабки кислота димерини ва бу билан кислота-амин-кислота уч молекулали комплекснинг ҳосил бўлишининг олдини олиш зарур. Тадқиқотлар давомида қўйилган мақсадга эришиш учун, «этилендиаминга → карбон кислота» тизимида реакциялар амалга оширилиб, дастлабки реакция хом ашёларини қўшиш кетма-кетлиги ўрганиб чиқилди. Термик қайта ишлашнинг биринчи босқичида реакторга дастлаб этилендиамин солиниб, сўнгра карбон кислотанинг узатилиши билан реакцияни дастлабки босқич - аммонийли тузлар ҳосил бўлиши босқичисиз бимолекуляр ациллаш орқали амалга ошириш имконини берди:

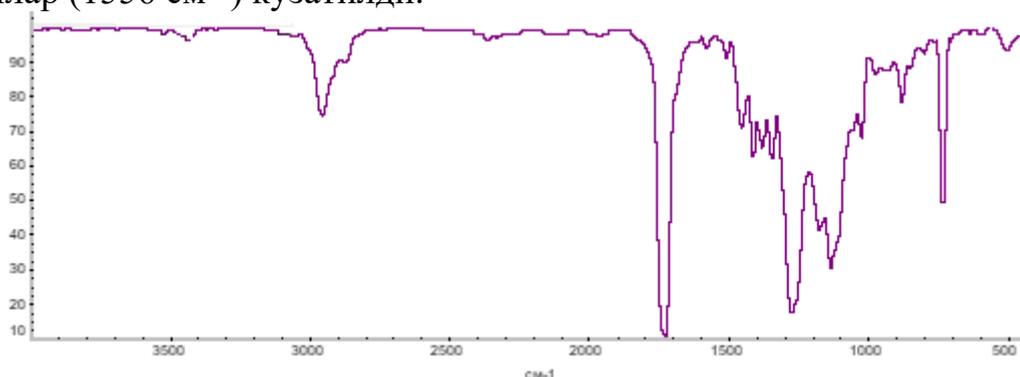


Карбон кислотасига диаминни босқичли узатиш эса ҳосил бўлувчи ациламино-этиленаминни қуйидаги реакциялар бўйича ҳосил бўлишига чегаралар қўяди:



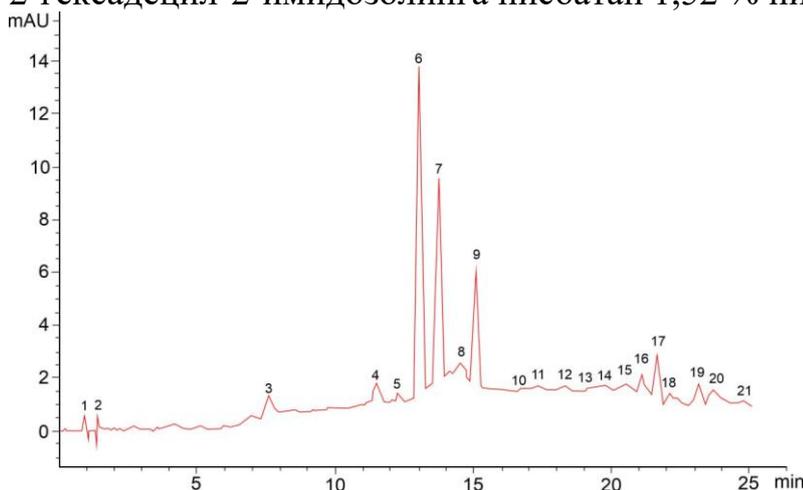
Реакцион муҳитга карбон кислотанинг барча миқдори узатилгандан сўнг, реакцияни назорат қилиш 1-тажрибада амалга оширилган тартибда давом эттирилди. Реакция натижасида олинган маҳсулот ИҚ-спектрида имидозолин

гетероҳалқасига хос C=N валент тебраниши чизиқлари (1608 см^{-1}), C=O га хос интенсив чизиқлар (1668 см^{-1}) ва N-H деформацион тебранишларга хос ютилишлар (1556 см^{-1}) кузатилди.



4-расм. «Этилендиаминга → карбон кислота» тизимида олинган маҳсулот ИҚ-спектри

Хроматографик таҳлиллар алкилимидозолинлар чўққиларининг умумий юзаси диамид чўққиларига нисбатан 1:28 эканлигини кўрсатиб, миқдор нисбатлари 0,48: 99,52 % масс. га тенг эканлигини аниқланди. Бунда 2-гексадецил-1-(2- пальмитил аминоэтил)-2-имидозолиннинг миқдори ҳам кескин камайиши ва 2-гексадецил-2-имидозолинга нисбатан 1,52 % ни ташкил этиши кузатилди.



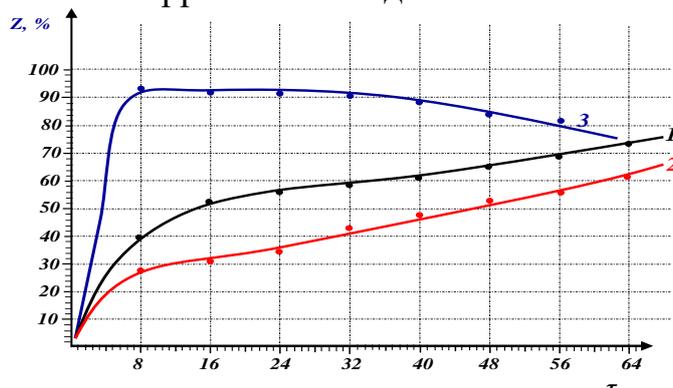
5-расм. «Этилендиаминга → карбон кислота» тизимида олинган маҳсулот хроматограммаси: 6-, 7- ва 9-алкилимидозолинлар; 17-, 19- ва 20-мос равишда этилендиаминнинг пальмитин, олеин ва линол кислоталари билан ацилланиш маҳсулотлари

Шундай қилиб, этилендиаминга карбон кислота тизимда хом ашё узатиш кетма-кетлигини ўзгартириш билан диамид ҳосил бўлиш миқдорини минималлаштиришга эришилди.

Уч кислота фракцияси ва этилендиамин асосида олинган таркибидаги диамидлар минимал миқдорларда бўлган 2-гексадецил-2-имидозолин, 2-октадецил-2-имидозолин ва 2-октадеценил-2-имидозолинларнинг металлрни коррозиядан ингибирлаш даражаси Ст.3 маркали пўлатда гравиметрик усулда статик шароитларда олиб борилди. Агрессив муҳит сифатида ФНҚИ заводи шароитларида фойдаланилувчи муҳитга максимал яқинлаштирилган сунъий намуна 5 % Na_2SO_4 + 5 % H_2SO_4 таркиби тайёрланди. Алкилимидозолин аралашмасининг коррозиядан ҳимоялаш даражаси Z агрессив муҳитга 10 г/м^3 миқдорида дозалаш билан, бирлик муддат давомийлигида τ пўлат намуналарининг ингибирланган $m_{инг}$ ва ингибирланмаган m шароитларда масса йўқолиши орқали аниқланди:

$$Z = \frac{m_{\text{инг}} - m}{m_{\text{инг}}} \times 100\%$$

Тадқиқотларимиз аввалида ингибиторнинг 10 г/м³ дозада химоялаш даражасини коррозияланиш давомийлигига боғлиқлиги ўрганиб чиқилди (6-расм).



6-расм. Пўлат намуналарининг ингибиторсиз (1), коррозия ингибитори мавжуд бўлган (2) шароитларда масса йўқотиши ва коррозиядан химоялаш даражасининг вақтга (3) боғлиқлик графиги

6-расмдан кўринадики, металл намуналарининг коррозия эмирилиши бир неча босқичларда амалга ошади: 2 соатгача индукцион давр, 2-16 соат чегарасида коррозиянинг максимал тезлиги даври, 16-32 соат намуна юзасининг дезфаоллашув даври, 32 соатдан сўнг текис коррозия эмирилиш даври. Тадқиқотлар давомида бу коррозия давлар ҳар икки ҳолат - ингибиторли ва ингибиторсиз шароитларда ҳам кузатилиши аниқланди. Дастлабки давр давомида намуна 2-гексадецил-2-имидозолин, 2-октадецил-2-имидозолин ва 2-октадеценил-2-имидозолин аралашмасининг химоялаш даражаси максимал қийматлари 81 % ни кўрсатди, >30 соатдан сўнг пасаяди ва бунинг сабабини металл юзасида адсорбцияланган алкилимидозолин ҳосилаларининг вақт давомидаги гидролизланиши билан десорбцияси орқали тушунтириш мумкин.

1-жадвал

Углерод пўлатини ИК-2^У ингибитори билан ингибирлаш даражасининг коррозияланиш давомийлигига боғлиқлиги

Ингибитор дозаси, С _{инг} , мг/л	15 сутка		30 сутка	
	Коррозия тезлиги, Z, г/(м ² сут)	Химоялаш даражаси, %	Коррозия тезлиги, Z, г/(м ² сут)	Химоялаш даражаси, %
ҳарорат 30 °С				
Ингибиторсиз	157,31	-	149,24	-
8	11,87	92,45	11,04	91,96
10	11,24	92,85	11,01	92,60
12	11,02	92,99	11,11	92,62
14	11,46	92,72	11,16	92,56
ҳарорат 60 °С				
Ингибиторсиз	131,53	-	124,79	-
8	17,19	90,72	15,09	87,91
10	12,21	91,83	11,39	90,87
12	10,75	92,96	9,06	92,38
14	10,58	91,95	10,89	91,27

Ўрганилаётган намуна ИК-2^У шартли белгиланиб, химоялаш даражаси эталон саноат ингибитори СНПХ-6301 билан бир хил дозаларда таққосланганда самарали эканлиги аниқланиб, ёғ кислоталари аралашмасидан иборат

азотсақловчи гетероҳалқалар синергетик самарали таъсир кўрсатиши исботланди. Ингибитор концентрацияси 8-12 мг/л, ингибирлаш вақти 30 сутка, ҳарорат 30 ва 60 °С. Ингибирлаш натижалари 1- ва 2-жадвалларга киритилган.

2-жадвал

СНПХ-6301 ва ИК-2^{YU} ингибиторларининг 5 % Na₂SO₄ + 5 % H₂SO₄ (рН=5,27) агрессив эритмаларда Ст.3 маркали пўлатни коррозиядан ҳимоялаш қиёсий натижалари. Ҳарорат 80 °С

Ингибитор	Ингибитор дозаси, C _{инг} мг/л	Коррозия тезлиги, Z, г/(м ² сут)	Коррозиянинг олдини олиш коэффициенти	Ҳимоялаш даражаси, Y %
Ингибиторсиз		118,84		
СНПХ-6301	10	9,40	12,64	92,09
ИК-2 ^{YU}	10	9,06	13,12	92,38

Ушбу жадвал кўрсаткичлари ҳам, фаол азот атоми манфий заряди, протонлашган водород атоми мусбат зарядга эга ионланиш потенциали кичик электродонор алкилимидозолин молекулалари, металл юзасида кучли барқарор координацион ва водород боғлар ҳосил қилиши билан самарали коррозия ингибиторлари эканлигини исботлайди ва ингибитор дозаси 8 - 12 мг/л бўлган барча ҳолатларда ҳимоялаш даражаси бўйича бу турдаги препаратларга қўйилган талабларга (Z > 90 %) тўла мос келади.

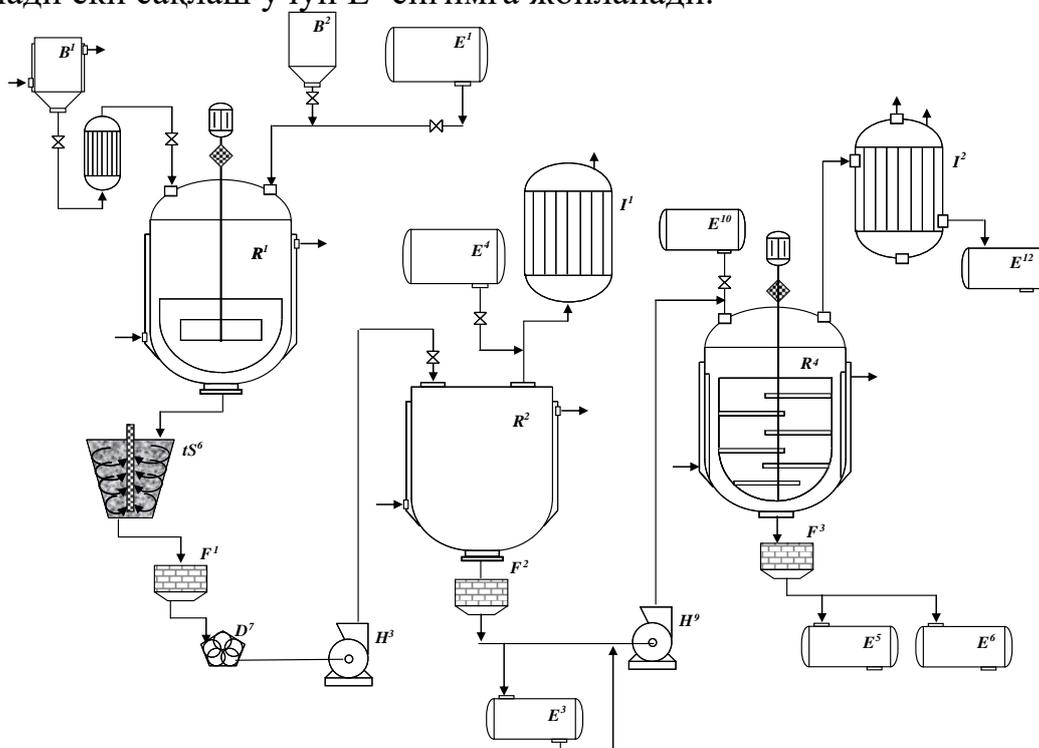
СНПХ-6301 ва ИК-2^{YU} ингибиторларининг қиёсий жадвалидан кўринадики, препаратлар 10 мг/л дозаларда металл юзасида адсорбцияланиб, барқарор ҳимоя плёнкасини ҳосил қилади. Ўз навбатида маҳаллий ёғ кислоталари асосида олинган ингибирловчи реагент алкил радикали занжир узунлиги (C=16-18) ва мос равишда молекуляр массасининг (M_{ўр}=315,3) юқорилиги билан саноат эталон ингибиторидан (C=12-14; M_{ўр}=211,04) оз бўлсада самарали ҳисобланишини жадвал маълумотлари ҳам кўрсатиб турибди.

«2-гексадецил-2-имидозолин, 2-октадецил-2-имидозолин ва 2-октадецил-2-имидозолин аралашмасини ишлаб чиқариш технологиясини ишлаб чиқиш» деб номланган тўртинчи бобда, алкилимидозолинлар ишлаб чиқариш технологик тизими баёни келтирилган.

УКФ ва этилендиамин асосида алкилимидозолинлар (2-гексадецил-2-имидозолин, 2-октадецил-2-имидозолин ва 2-октадецил-2-имидозолин) аралашмаси (ёки коррозия ингибитори) ишлаб чиқариш технологияси икки асосий тизимлардан иборат бўлиб, қуйидаги босқичларда амалга оширилади: 1-босқич УКФ ни ажратиш ва тозалаш ва 2-босқич гетероҳалқалаш.

УКФ ни ажратиш ва тозалаш жараёни ташқи иситиш-совутиш мосламаси, якорли аралаштиргич билан жиҳозланган R¹ амалга оширилиб, совутгич орқали ажратиш режалаштирилган дастлабки хом ашё соапсток В¹ бункердан юкланади ва қаттиқ фаза кристалланиш ҳароратигача (0 - 5) совутилади. Бу ҳароратлар чегарасида 4 – 6 соат давомида сақланиб, кристалланишидан сўнг В² бункер орқали ҳисобланган миқдорларда қарағай дарахти қипиғи, Е¹ сифимдан эса аввалдан тайёрлаб олинган қарағай қипиқларининг изопропил спиртидаги экстракти қўшиб 1 соат давомида аралаштирилади. Сўнгра масса tS⁶ центрифугада суюқ ва қаттиқ фазаларга ажратилади. Суюқ фаза

декантациялаш учун D^7 курилмага ўтказилади. Декантат R^2 реакторга ўтказилиб, ҳисобланган миқдорда қўшилган 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 сиғимга жойланади.



7-расм. 2-гексадецил-, 2-октадецил- ва 2-октадеценил-2-имидозолин аралаш-маси (ёки «ИК-2^{YU}» коррозия ингибитори) ишлаб чиқариш технологик схемаси B^1 поз.- соапсток учун бункер; E^1 поз.- қарағай қипиғи изопропил спирти экстракти учун сиғим; B^2 поз.- қарағай қипиғи учун бункер; R^1 поз.- иситиш-совутиш учун рубашка ва якорли аралаштиргич билан жиҳозланган реактор; H^3 ва H^9 поз.- насослар; I^1 ва I^2 поз.- иссиқлик алмаштиргичлар; tS^6 поз.- суюқ ва қаттиқ фазани ажратиш учун центрифуга; D^7 поз.- декантат; E^4 поз.- хлороформ учун сиғим; R^2 поз.- ювиш ва тиндириш реактори; F^1 , F^2 ва F^3 поз.- «Бельтинг» матоли фильтрлар; E^3 поз.- УКФ учун сиғим; R^4 поз.- гетероҳалқалаш реактори; E^{10} поз.- этилендиамин учун сиғим; E^{12} поз.- реакция сув учун сиғим; E^5 и E^6 поз.- товар маҳсулоти учун сиғимлар.

Технологик тизимдаги гетероҳалқаланиш босқичи R^4 реакторда амалга оширилади, дастлаб E^{10} сиғимдан этилендиамин юкланади ва ҳарорат $130\text{ }^\circ\text{C}$ гача кўтарилиши таъминланади. Аралаштириш тезлигини ошириб, биринчи босқич маҳсулоти - УКФ қисмлаб қўшилади. Бир қисмнинг ҳажми шундай бўлиши керакки, УКФ нинг барча миқдори 1 соат давомида қўшилиши талаб этилади. Бунда реактордаги ҳарорат мунтазам бошқарилиши билан бирга ажралувчи реакция сув миқдори ҳам назорат қилиб борилади. Биринчи термик қайта ишлаш жараёнидаги сув миқдори ҳисобланган қийматларга етганида, термик ишлов беришнинг иккинчи босқичига ўтиб ҳарорат $180\text{ }^\circ\text{C}$ оширилади

ва бир соат давомида қиздирилади. Сўнгра гетероҳалқаланиш жараёни 270 °С да давом эттирилади, бу жараён учун эса 1 соатгача вақт белгилаб қўйилади. Гетероҳалқаланишнинг сўнги босқичи 200 мм.сим.уст. вакуумда айна ҳароратларда, 1 соат давомида амалга оширилади. Бунда сув излари ҳам йўқолиб гетероҳалқаланиш жараёни тўлиқ амалга ошади. Тайёр маҳсулот совутилади ва ўз оқими билан филтрлаш жараёнига ўтказилади. Товар маҳсулотининг сифатига, жумладан эрувчанлигига таъсир этувчи майда механик аралашмалар, органик ва ноорганик заррачаларнинг таркибга қўшилишининг олдини олиш учун филтрлаш «Бельтинг» матоли F³ филтрларда олиб борилади. Филтрат E⁵ ва E⁶ сиғимларга йиғилиб, сўнгра қадоқлаш ва маркировкага юборилади.

ХУЛОСАЛАР

1. Алкилимидозолинлар тузилиши ва хоссаларини ўрганиш бўйича мақсадга йўналтирилган тадқиқотлар олиб борилиб, катализатор ва эритувчиларсиз, термик қайта ишлаш орқали синтези қилиш усули тавсия этилди.

2. Алкилимидозолинлар олиш механизми тадқиқ қилиниб, диамидлар ҳосил бўлиш босқичлари аниқланди, олинган таркибларнинг тузилиши ИҚ-спектроскопия, хроматографик ва ЯМР-спектроскопия ёрдамида тасдиқланди.

3. УКФ ва этилендиаминдан 2-алкил-2-имидозолинлар синтез қилиш нейтраллаш, ациллаш ва гетероцикллаш тизимида 1:20 нисбатларда ҳам диамидлар ҳосил бўлиши аниқланди. Минимал диамид сақлаган алкилимидозолинлар синтезида димерлар ҳосил бўлишининг олдини олиб, оралиқ реакция аммонийли тузлар ҳосил бўлмасдан ҳароратга боғлиқ дастлабки хом ашёни реакторга узатиш кетма-кетлиги орқали олиш усули тавсия этилди.

4. Фаол азот атоми манфий заряд, протонлашган шаклидаги водород атоми мусбат зарядга эга ионланиш потенциали кичик электродонор алкилимидозолин молекулалари, металл юзасида кучли барқарор координацион ва водород боғлар ҳосил қилиши билан самарали коррозия ингибиторлари эканлиги аниқланиб, ингибитор дозаси 8-12 мг/л бўлган барча ҳолатларда ҳимоялаш даражаси > 90 % кам эмаслиги аниқланди.

5. Олинган ИК-2^{YU} препарати эталон СНПХ-6301 ингибитори билан таққосланиб, 10 мг/л дозаларда металл юзасида адсорбцияланиб, барқарор ҳимоя плёнкасини ҳосил қилиши, ингибирловчи реагент алкил радикали занжир узунлиги ва молекуляр массасининг юқорилиги билан самарали эканлигини кўрсатди. Препаратлар гидрофоб қисми мавжудлиги сабабли агрессив муҳит ва коррозия фаол заррачаларни металл юзасидан итариши билан узоқ муддатга ҳимоялаши исботланди.

6. Тўпланган маълумотлар асосида УКФ ажратиш ва тозалаш ҳамда алкилимидозолинлар аралашмаси ишлаб чиқаришнинг икки босқичли технологик тизими тавсия этилди ва йилига 100 тонна «ИК-2^{YU}» ингибитори ишлаб чиқаришда 912,2 млн сўм иқтисодий самара кўрилиши ҳисобланди.

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

УСМОНОВА ЮЛДУЗ ШЕРАЛИЕВНА

**СИНТЕЗ И СВОЙСТВА НЕКОТОРЫХ ПРОИЗВОДНЫХ
ПЯТИЧЛЕННЫХ БИАЗОЦИКЛИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ**

02.00.14 - Технология органических веществ и продуктов на их основе

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

Ташкент - 2024

Тема диссертации доктора философии (PhD) по химическим наукам зарегистрировано в Высшей аттестационной комиссии за № В2023.1.PhD/К605

Диссертация выполнена в Ташкентском химико-технологическом институте.
Автореферат диссертации на трёх языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещён на веб-странице научного совета по адресу (ik-kimyo.nuu.uz) и информационно-образовательном портале "ZiyoNet" (www.ziynet.uz).

Научный руководитель:

Кадилов Хасан Иргашевич
доктор технических наук, профессор

Официальные оппоненты:

Икрамов Абдувахоб
доктор технических наук, профессор

Эшметов Иззат Дусимбетович
доктор технических наук, профессор

Ведущая организация:

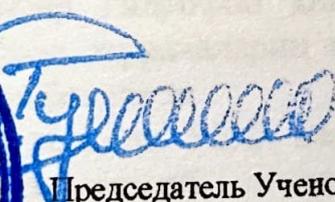
Ферганский политехнический институт

Защита диссертации состоится «23» 04 2024 г. в «11⁰⁰» часов на заседании Научного Совета DSc.03/30.12.2019.T.04.01 при Ташкентском химико-технологическом институте. (Адрес: 100011, г. Ташкент, Шайхантахурский район, ул. А.Навои, 32. Тел.: (99871) 244-79-20, факс: (99871) 244-79-17, e-mail: tkti_info@edu.uz, Административный корпус Ташкентского химико-технологического института, 2 этаж, конференц-зал).

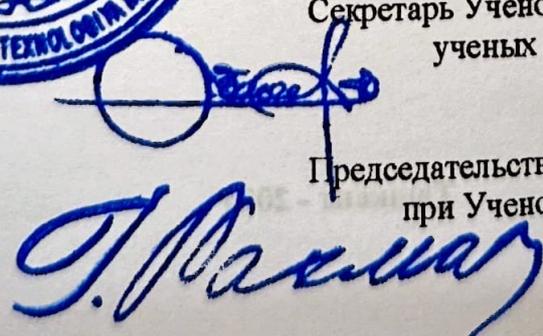
С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Ташкентского химико-технологического института (зарегистрирован под номером _____). Адрес: (100011, г.Ташкент, Шайхонтохурский район, улица А.Навои, 32. Тел.: (99871) 244-79-20).

Автореферат диссертации разослан «18» 03 2024 года
(Протокол рассылки № 496 за «18» 03 2024 г.).




Турабджанов С.М.
Председатель Ученого совета по присуждению
ученых степеней, д.т.н., академик

Кодиров Т.Дж.
Секретарь Ученого совета по присуждению
ученых степеней, д.т.н., профессор


Г.Р. Рахмонбердиев
Председательствующий научного семинара
при Ученом совете, д.х.н., профессор

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. Сегодня алкилимидозолины из гетероциклических соединений сохраняются в составе природных и биологически активных соединений - растительных алкалоидов и ряда антибиотиков, а также являются активными центрами в производстве высоко реакционноспособных функциональных соединений, ингибиторов коррозии и накопления минеральных солей в нефтегазовой и химической и фармацевтической промышленности, медицине, а также в органическом синтезе. При этом важно создать дешевые методы разделения жирных кислот, усовершенствовать эффективные малостадийные процессы синтеза алкилимидозолинов с контролем последовательности реакций исходных реагентов, разработать высокоэффективные технологии получения гетероциклов.

В мире проводится ряд научных исследований по созданию новых производных гетероциклических соединений с двумя гетероатомами. В связи с этим, уделяется особое внимание разработке и испытанию технологий по получению биазоциклических производных, молекулы которых обогащены гетероатомами азота, кислорода и галогенными элементами, исследованию их физико-химических свойств и структурных характеристик, получению органических основ ингибированных кислот для использования в качестве ингибиторов коррозии и накопления минеральных солей в нефтегазовой и химической промышленности.

В Республике химическая промышленность и химические производства были коренным образом реформированы в соответствии с требованиями времени, а виды продукции и объемы производства химических предприятий увеличились в несколько раз. В стратегии развития нового Узбекистана определяет важные задачи «по увеличению производства промышленной продукции в 1,4 раза, продолжению промышленной политики, направленной на обеспечение стабильности национальной экономики и увеличение доли промышленности в валовом внутреннем продукте»¹. Для этих целей важно искать сырье для получения гетероциклов из вторичных продуктов отечественной химической и пищевой промышленности, синтезировать новые производные алкилимидозолина, определять свойства полученных веществ, создавать промышленные технологии производства ингибиторов коррозии на их основе и внедрять их в практику.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит осуществлению задач, предусмотренных в Указе Президента Республики Узбекистан №УП-60 от 28 января 2022 года «О стратегии развития нового Узбекистана на 2022-2026 годы», №УП-6159 от 3 февраля 2021 года «О системе знаний и инноваций в сельском хозяйстве и дальнейшем развитии предоставления современных услуг», №УП-309 от 7 июля 2022 года «О мерах по созданию образовательно-производственного кластера в области нефти и газа» и №УП-4992 от 13 февраля 2021 года ««О мерах по дальнейшему

¹ Указ Президента Республики Узбекистан "О стратегии развития нового Узбекистана на 2022-2026 годы" ПФ-60 от 28 января 2022 года

реформированию и финансовому укреплению предприятий химической промышленности, развитию производства химической продукции с высокой добавленной стоимостью», а также других нормативно-правовых документов, принятыми в данной сфере.

Соответствие исследований приоритетам республиканского научно-технического развития. Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологий в республике VII. «Химическая технология и нанотехнология».

Степень изученности проблемы. Научно-исследовательские работы по синтезу гетероциклов и их многофункциональных производных, направленные на расширение области разработки и применения промышленных технологий для получения высококачественных ингибиторов и биологически активных соединений велись такими учеными, как Н. Liu, J. Jackson, J.R.S. Martinez, M. Grimmett, D. R. Allen, M. Alonso, D. Vajrai, 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 нашей республике рядом ведущих ученых, в частности, Х.Н. Арипов, А.Т. Джалилов, Т. Сирлибаев, Ф.А. Магрупов, Н.Д. Абдуллаев, Г. Рахмонбердиев, Д. Юсупов, А. Махсумов, Р.К. Каримов, О. С. Махсумова, А.В. Гордеева, А. Икрамов, С.М. Туробжонов, З.А. Таджиходжаев, Х. Бекназаров, Х.И. Кадировым и др. проводились научные исследования по разработке технологий получения и продуцирования производных алкилимидозолина.

Изучены выделение индивидуальных карбонных кислот из состава жирных кислот, синтез производных имидазолина на основе ди- и полиаминов и их химические изменения, на основе полученных гетероциклов были проведены работы по поиску благоприятных условий для получения биологически активных веществ и созданию технологий их производства, изготовлены эффективные лекарственные препараты.

Наряду с этим, учеными не проводились исследования по разработке альтернативного метода получения алкилимидозолина, содержащего минимальные количества димеров жирных кислот, выявлению основных факторов, влияющие на процесс, определению структуры полученных продуктов и эффективности ингибирования металлов от коррозии, разработке технологии 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 по теме «Структура металлов с d- и f-электронными конфигурациями с органическими полидентатными лигандами и природа химической связи, изучение закономерностей образования химических соединений с вновь определенной свойства на их основе» (2015-2019 гг.) и ПЗ-20170930351 по теме «Синтез и

технология комплексных ингибиторов коррозии, антиминеральных солей и биоцидных свойств для водоснабжения» (2017-2019 гг.).

Цель исследования является фракционное разделение и очистка жирных кислот, синтез и химическая трансформация новых производных алкилимидозолинов на их основе, определение их физико-химических свойств, а также коррозионно-ингибирующей активности.

Задачи исследования:

исследование методов экстракции и очистки карбоновых кислот состава C₁₆-C₁₈ из вторичных продуктов промышленности, состоящих из смеси жирных кислот (соапстока);

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

доказательство чистоты и строения композиции на основе 2-гексадецил-2-имидозолина, 2-октадецил-2-имидозолина и 2-октадеценил-2-имидозолина с использованием современных физико-химических методов исследования;

изучение оптимальных условий гетероциклической реакции фракции трех кислот с этилендиамином;

разработка технологий получения новых производных алкилимидозолинов;

изучение активности алкилимидозолинов, полученных на основе фракции трех кислот, против коррозии металлов.

Объект исследования являются жирные кислоты обнаруженные во вторичном сырье нефти и нефтеперерабатывающей промышленности, и 2-гексадецил-2-имидозолин, 2-октадецил-2-имидозолин и 2-октадеценил-2-имидозолин, полученные на основе этилендиамина

Предмет исследования являются экстракция производных алкилимидозолина из фракции трех жирных кислот, исследование их определенных химических изменений и абсорбционной активности в результате коррозии, исследование технологических процессов их экстракции.

Методы исследования. В процессе исследования использовались химические (фракционное разделение, криоскопия, гетероциклирование), физические (ИК, ¹H ЯМР, рентгеноструктурный анализ), хроматографические (газожидкостная хроматография), математические (оптимизация и статистический анализ) и технологические методы.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

синтезированы гетероциклизацией трех кислотных фракций и этилендиамина алкилимидозолины с биазогетероатомом с заданными свойствами;

доказано, что выход реакции снижается с образованием диамидпроизводных этилендиамина в виде вторичный продукт реакции на основании того, что гетероциклизация карбоновых кислот и этилендиамина до 2-алкил-2-имидозолина происходит по механизму нейтрализации, ацилирования и циклизации;

система снижения до минимальных количеств образования диамидапроизводных в процессе гетероциклизации путем регулирования термического воздействия исходных реагентов и порядка их введения в реакционную среду;

доказано, что ингибиторы коррозии на основе трехкислотной фракции и гетероциклизации этилендиамина защищают объекты добычи и переработки нефти в дозах до 8-12мг/л с эффективностью не менее 90%;

обоснована высокая эффективность ингибитора в малых дозах в том, что атомы азота расположены в соседней системе в гетероцикле и длине цепи алкильных групп, образующих устойчивую пленку, трудно растворяющуюся в растворителях, соответствующих правила адсорбции;

разработаны технологии получения алкилимидозолинов с минимальным количеством диамидов кислот на основе трех кислотных фракций и этилендиамина.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

определены оптимальные условия для выделения фракции C₁₆-C₁₈ из состава соапстока с использованием древесных опилок сосны в изопропиловом спирте;

установлено, что оптимальными условиями для получения являются минимальное количество димеров кислот и диамида сохраняющие производные алкилимидозолина;

выделены фракции трех кислот (ФТК) из соапстока, вторичного продукта нефтяной промышленности, в составе которого сохраняются жирные кислоты, из которых создана экономически эффективная технология промышленного производства для получения ингибитора, защищающего металлы на основе алкилимидозолина от коррозии.

Достоверность полученных результатов. При анализе использованы современные физико-химические методы ИК-спектроскопии, газожидкостной хроматографии, термоаналитических анализов, современных теорий кинетики и термодинамики процессов органического синтеза при статистической обработке экспериментальных данных, установлена взаимосвязь результатов теоретических и экспериментальных исследований.

Научная и практическая значимость результатов исследования. Научная значимость результатов исследований объясняется тем, что впервые алкилимидозолины получены из смеси жирных кислот C₁₆-C₁₈, установлено влияние внешних факторов на ход реакций, исследованы реакционная способность и механизмы реакций, установлена «структура-связь ингибирующей активности» между вновь полученными производными, а полученные результаты объясняются возможностью использования их при создании и совершенствовании технологий производства.

Практическая значимость исследований объясняется, что среди синтезированных соединений имеются вещества, обладающие защитными свойствами от коррозии металлов, разделением фракций жирных кислот и

разработкой одностадийной системы алкилимидозолинов и служит для получения высокоэффективного ингибитора коррозии.

Внедрение результатов исследования. На основе научных результатов, полученных по фракционному разделению, очистке жирных кислот и на их основе синтезу и химическим превращениям новых производных алкилимидозолинов, их физико-химическим свойствам, а также определению абсорбционной активности от коррозии:

включена в «Перечень перспективных разработок для внедрения в 2024-2026 годы» Ферганского нефтеперерабатывающего завода технология производства ингибитора коррозии на основе трех кислотных фракций и этилендиамина (справка ООО «ФНПЗ» от 18 августа 2023 года № 02-03-01/128). В результате это позволяет производить высокоэффективные ингибиторы коррозии, содержащие минимальное количество диамидов;

включена в «Перечень перспективных работ для недель в 2024-2026 годы» Ферганского НПЗ технология производства ингибитора коррозии термической реакции и основы трехкислотной фракции и этилендиамина (справка ООО «ФНПЗ» от 18 августа 2023 года № 02-03-01/128). В результате возможна замена стандартных ингибиторов, применяемых при защите объектов добычи и переработки нефти, на ингибиторы местной коррозии на основе алкилимидозолина.

Апробация результатов исследования. Результаты исследований были апробированы в виде докладов на 6 международных и 4 республиканских научно-технических конференциях.

Опубликованность результатов исследования. По теме диссертации опубликовано 17 научных работ, в научных изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией республики Узбекистана для публикации основных научных результатов докторских диссертаций (PhD), опубликовано 7 статей, из них 5 в республиканских и 2 зарубежных журналах.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложения. Объем диссертации составляет из 100 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

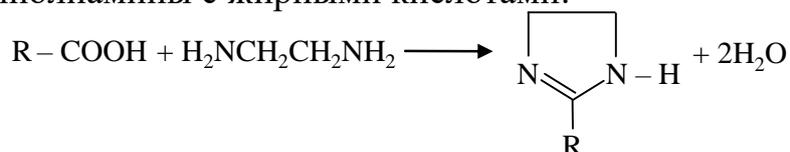
Во введении обосновывается актуальность и необходимость исследования, описываются цели и задачи, объекты и предметы исследования, показывается совместимость с приоритетными направлениями развития науки и техники Республики Узбекистан, изложена научная новизна и практические результаты исследования, выявлена научная и практическая значимость полученных результатов, представлены результаты исследования, внедрения, опубликованные работы и информация о структуре диссертации.

В первой главе диссертации под названием «**Современное состояние получения пятичленных гетероциклических соединений ряда имидазолинов**», представлен обзор существующих методов защиты от коррозии и производства ингибиторов коррозии на основе химических

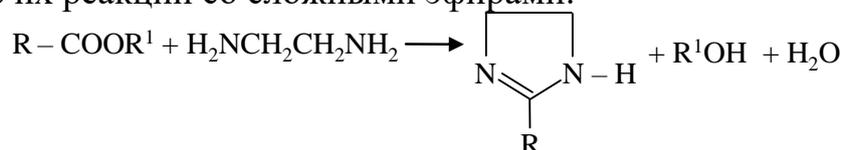
реагентов и вторичного сырья, а также как современное состояние условий эксплуатации и области применения различных ингибиторов коррозии.

Во второй главе диссертации «**Объекты исследования, физико-химические свойства полученных веществ, методы получения и исследования**» проводится синтез алкилимидозолинов на основе местного сырья и вторичных материальных ресурсов, разработка новых ингибирующих композиций на основе производных имидазолина, а также представлены исследования по определению их защитной эффективности в различных агрессивных средах как универсальных ингибиторов коррозии. В частности, для изучения синтеза производных имидазолина, этилендиамина и олеиновой кислоты, смеси жирных кислот представлены физико-химические свойства трех фракций жирных кислот, изучен состав соапстока - вторичного продукта предприятий нефтяной промышленности и сопоставлены методы разделения трех кислотных фракций с помощью криоскопического и растворителя изопропилового спирта и используемой в качестве кислоты в реакциях конденсации с этилендиамином, представлен метод синтеза алкилимидозолинов.

В третьей главе, озаглавленной диссертации «**Получения и изучение свойств прооизводных алкилимидозолинов**», определены оптимальные условия синтеза ингибиторов коррозии на основе производных имидазолина. Одним из важных методов синтеза алкилимидозолинов является этилендиамин или полиэтиленполиамины с жирными кислотами:



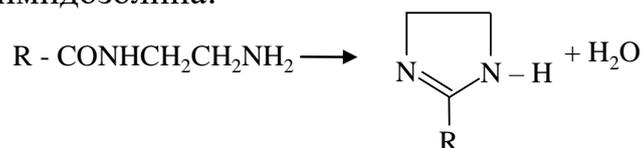
или на основе их реакций со сложными эфирами:



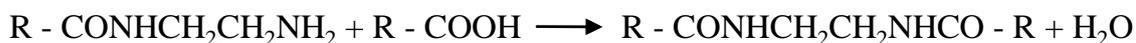
Процесс осуществляется в два этапа. 1-этап: реакция жирной кислоты с этилендиамином с образованием кислых амидамонов:



2-этап: гетероциклизация амидамина кислоты с образованием производных алкилимидозолина:



В качестве побочных продуктов процесса образуются диамиды:



Диамиды карбоновой кислоты плохо растворимы в воде и органических растворителях, снова разлагается на моноамиды в условиях реакции, он имеет низкую поверхностную активность и влияет на качество готового продукта.

Выделение диамида из состава готового продукта осуществляется методом ректификации, что требует дополнительных затрат. Для достижения экономической эффективности в промышленности используются смеси жирных кислот, а не чистые жирные кислоты. В то же время использование смеси жирных кислот приводит к технологическим проблемам определения оптимальных условий реакции, снижению выхода имидозолина и увеличению количества побочных продуктов.

Эксперименты показывают, что полученные соотношения алкилимидозолина и диамида зависят от электрофильности углерода карбонильной группы ацилирующего агента, то есть длины цепи углеводородного радикала карбоновой кислоты.

В ходе исследований определены оптимальные условия синтеза 2-гексадецил-2-имидозолина $C_{20}H_{40}N_2$, 2-октадецил-2-имидозолина $C_{21}H_{40}N_2$ и 2-октадецил-2-имидозолина $C_{21}H_{38}N_2$ из трехкислотной фракции (ФТК), адсорбированной древесными опилками. Для синтеза использовали 98% - ный этилендиамин. ФТК представляет собой смесь пальмитиновой, олеиновой и линолевой кислот, полученную из 30,3+22,7+42,3 % масс. где сохраняются соотношения.

Для определения оптимальных условий реакции гетероциклизации были проведены три различные реакции. Последовательность эксперимента: трехгорлая колба была снабжена термометром, насадкой Вюрца с холодильником Либиха и механической мешалкой. В реактор помещали 100 г ФТК и 100 г этилендиамина и нагревали до 40 °С, пока ФТК плавился, включали мешалку. При 130°С в холодильнике при интенсивном перемешивании и постепенном повышении температуры наблюдалась конденсация паров воды, конденсат собирался в сборник. При температуре выше 200°С выделяется также избыток этилендиамина, а при температуре выше 250 °С – реакционная вода гетероциклизации. Термическую обработку проводили при 270°С в течение 1 часа. Затем процесс проводят в вакууме 180 мм.рт.ст., через 1 час гетероциклизация завершилась, и оставшаяся вода отделилась. Синтез был завершен и полученный продукт проанализирован методами ИК-спектра и газожидкостной хроматографии.

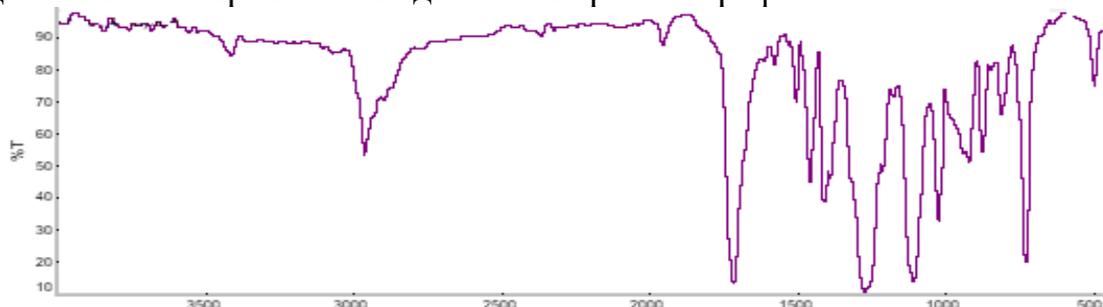


Рис.1. ИК-спектр продукта реакции ФТК и этилендиамина.

В ИК-спектре экспериментального продукта помимо линий валентных колебаний $C=N$, характерных для имидозолинового гетероцикла при 1608 см^{-1} , обнаружены интенсивные полосы поглощения 1668 см^{-1} , характерные для относящиеся $C=O$, и деформационные колебания 1556 см^{-1} относящиеся $N-H$.

Наличие этих колебаний указывало на присутствие диамидов в экспериментальном продукте. О том, что диамиды сохраняются в готовом продукте в больших количествах, свидетельствуют интенсивные деформационные колебания при 721 см^{-1} , характерные для связи C–N в алифатической цепи, количество которых в 2 раза больше, чем у диамида по сравнению к гетероциклу.

Из рис. 2 видно, что пики 6, 7, 9 на экспериментальной хроматограмме принадлежат алкилимидозолинам, а пики 17, 18 и 20 - диамидам ФТК.

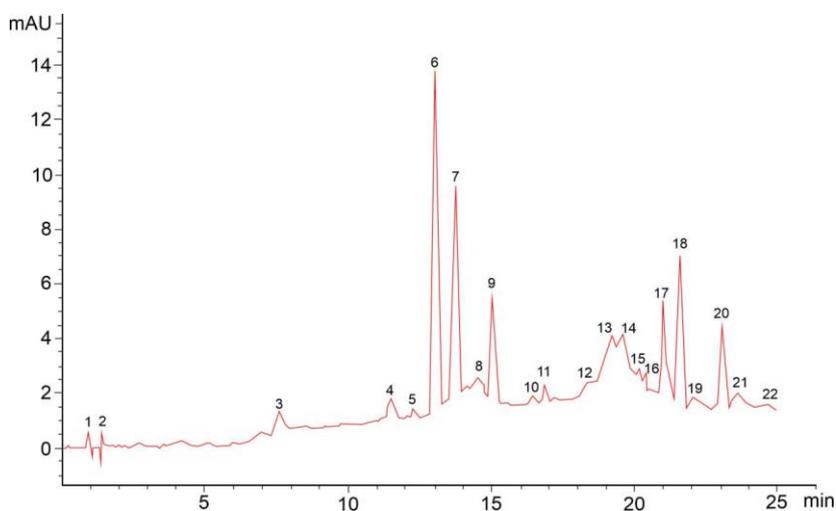


Рис.2. Хроматограмма продукта реакции ФТК и этилендиамина.
6,7,9- алкилимидозолины;
17,18,20-продукты ацилирования этилендиамина молекулами пальмитиновой, олеиновой и линолевых кислот

Количества жирных кислот C_{16} и C_{18} в исходном ФТК находятся в соотношении 1,0:2,1, а соотношение площадей пиков показывает, что молярное соотношение диамида:алкилимидозолины имеют молярное соотношение 1:2,3 (массовое соотношение 13,04:86,96) (рис. 2). Причина высокого содержания диамидов в готовом продукте объясняется тем, что длина алкилрадикальной цепи в гетероциклических реакциях влияет на активность реакции и уменьшается в зависимости от длины алкильной цепи жирных кислот.

Строение полученных алкилимидозолинов также было проанализировано методом ^1H ЯМР-спектроскопии: сдвиг протона в группе N–H, присоединенной к карбонильной группе, составляет 1,45–1,92 м.у. наблюдается в случае синглетных сигналов. Дублетные сигналы протонов имидозолинового гетероцикла обнаружены в областях 7,09–7,22 м.у., сигнал протона, соответствующий имидозолину-метилену - 4,42–4,47 м.у. В то же время сигналы протонов метиленов в алифатической цепи, расположенных в области 2,2–2,4 м.у., видно, что в спектре ^1H ЯМР присутствует множество необнаруженных сигналов, соответствующих непрореагировавшим карбоновым кислотам, диамидам кислот и диамидаминам.

Дальнейшие исследования были связаны с уменьшением количества диамидов кислот в готовом продукте, а также проводились эксперименты с изменением соотношения карбоновая кислота:амин, увеличением количества этилендиамина. Для этого в реакционную колбу загружали 50 г ФТК, 100 г этилендиамина (ФТК: ЭДА 1:4) и продолжали последовательность эксперимента 1 с образцом. При анализе ИК-спектра готового продукта, полученного в этих пропорциях, видно, что интенсивные линии, характерные для диамидов, относительно уменьшены.

Расчеты площадей пиков показывают, что мольное соотношение алкилимидозолинов (гексадецил-, октадецил- и октадеценил-имидозолинов) к диамидам в 1,5-1,8 раза ниже, чем в опыте 1: диамиды: алкилимидозолины 1: 4,8 моль или 9,32: 90,68 % по массе. В то же время можно сделать вывод, что добавление в реакционную среду в 4 раза большего количества этилендиамина не могло снизить селективность реакции образования диамидов.

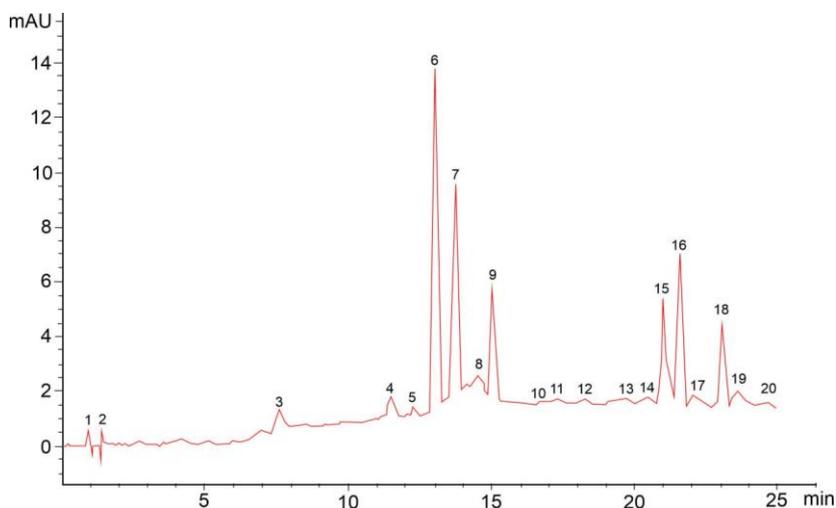
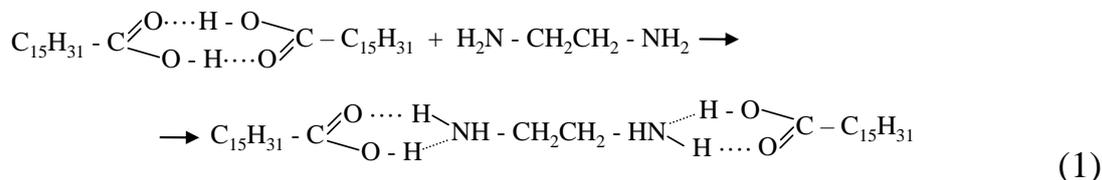
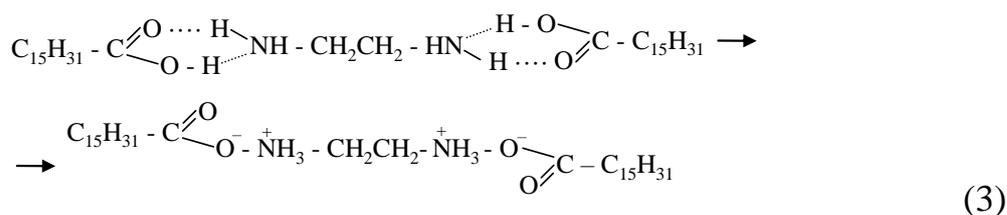
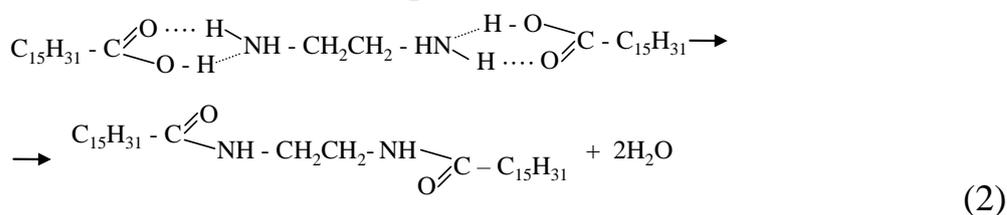


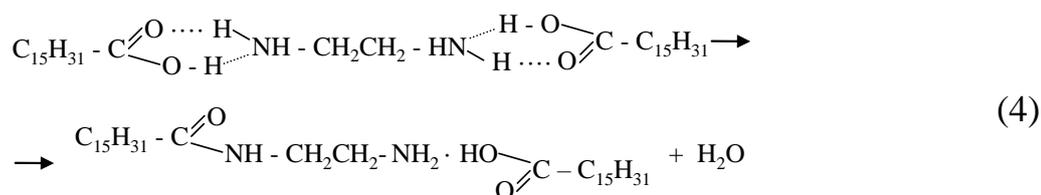
Рис.3. Хроматограмма продукта, полученного в соотношении ФТК:ЭДА 1:4: 6,7 и 9- алкилимидозолины; 15, 16 и 18- продукты ацилирования этилендиамина пальмитиновой, олеиновой кислот и линолевых кислот

В ходе исследований был изучен механизм химических изменений, в качестве ацилирующего реагента в экспериментах использовалась чистая жирная кислота-пальмитиновая кислота. Установлено, что с повышением температуры, реакционная смесь жирной кислоты реагирует не только в моно-, но и в димерном состоянии и образует тримолекулярные комплексы в системе кислота-амин-кислота за счет взаимных водородных связей по следующей схеме:

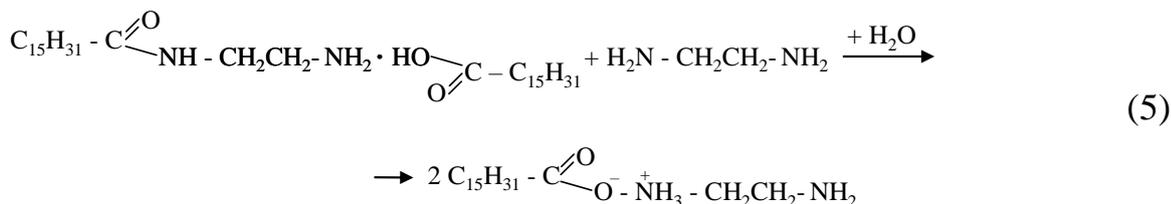


Тримолекулярные комплексы представляют собой стабильные структурные диамиды (2) с ионообменной активностью при 130 °С, образует соли диаммония (3) и моногидраты амидов кислот (4)

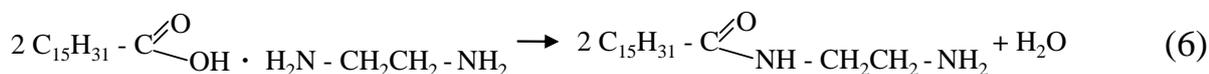




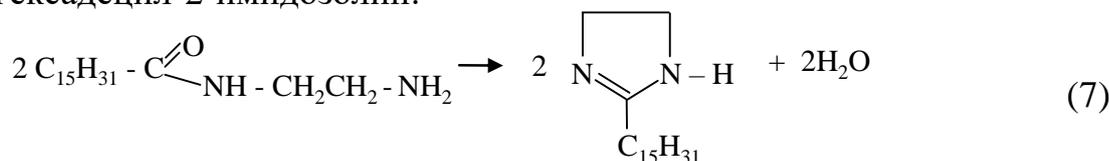
Обильное количество этилендиамина обеспечивает сильно основную среду для реакции и в таких условиях происходит смещение протона в тримолекулярных комплексах и образуются соли с бинарной структурой:



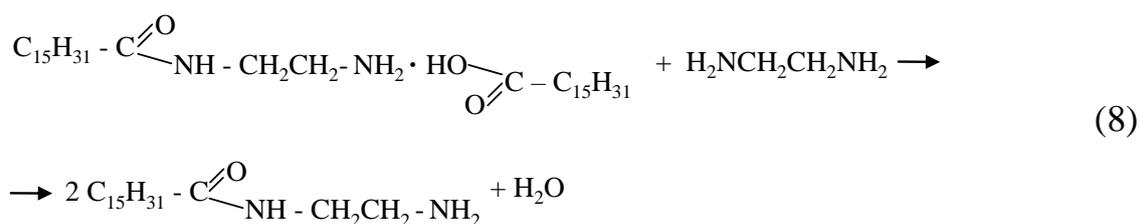
В то же время при повышении температуры до 130 °С происходит внутреннее диамирирование солей или гидратов аммония:



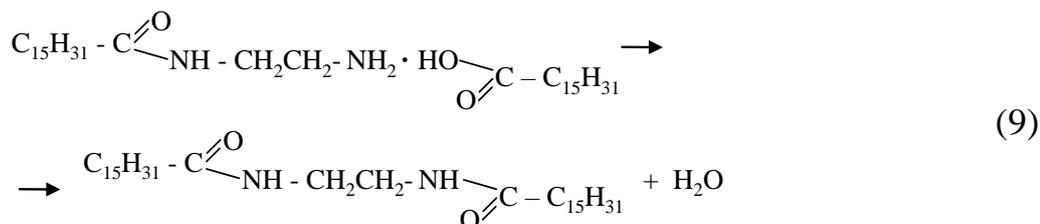
В образовании алкилимидозолинов большое значение имеет эта реакция, приводящая к переходу бинарного комплекса в диамидоамин, причем на второй стадии реакции из аминоэтиленамида гексадециловой кислоты образуется 2-гексадецил-2-имидазолин:



Аминоэтиленамид гексадециловой кислоты, в свою очередь, может образовываться и в результате амирирования из трёхмолекулярного комплекса кислота-амин-кислота:

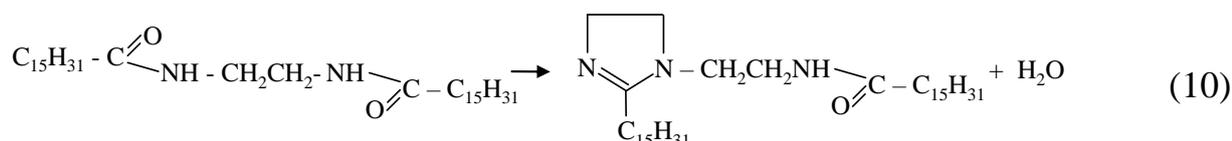


Аминоэтиленамид гексадециловой кислоты образует диамиды по вторичному направлению:

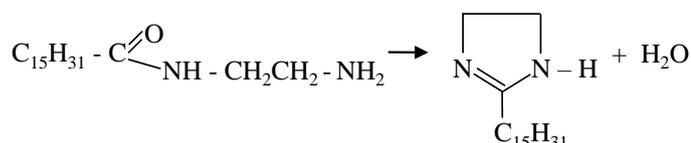
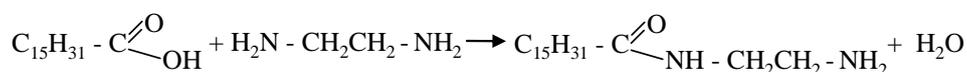


При этом, учитывая легкость образования тримолекулярного комплекса кислота-амин-кислота по сравнению с реакциями исходной карбонной кислоты

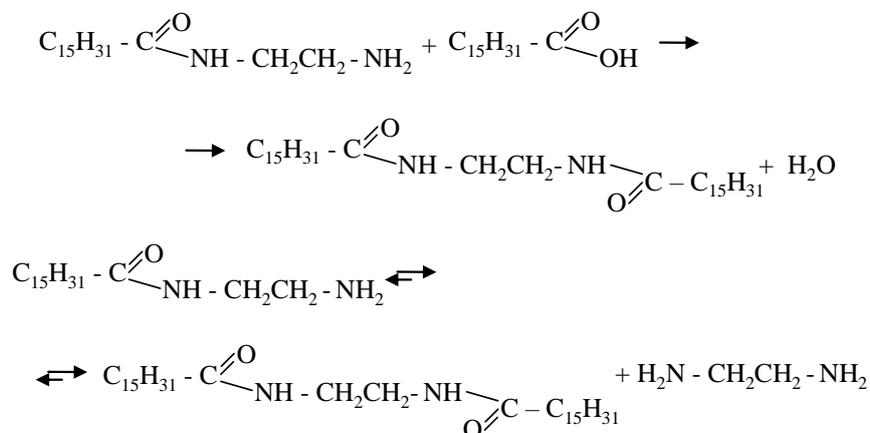
и этилендиамина и легкость реализации внутренней комплексной реакции по сравнению с реакциями межмолекулярного взаимодействия, происходит образование диамид в любых обильных количествах этилендиамина (даже если принять в 20 раз больше) обязательно. Также наряду с гетероциклизацией амидоамины кислоты наблюдается гетероциклизация диамидов, а образование 2-гексадецил-1-(2-гексадециламиноэтил)-2-имидозолина влияет на селективность реакции. В условиях экспериментов наблюдаются пики, близкие к молекулярной массе диамидов 2-гексадецил-1-(2-гексадециламиноэтил)-2-имидозолина:



Таким образом, для снижения количества вторичного продукта диамида при синтезе алкилимидозолинов необходимо предотвратить образование исходного димера кислоты и тем самым образование тримолекулярного комплекса кислота-амин-кислота. Для достижения цели, поставленной в ходе исследования, были проведены реакции в системе «этилендиамин → карбонная кислота» и изучена последовательность добавления сырья исходной реакции. На первом этапе термической обработки в реактор сначала вводят этилендиамин, тогда с переносом карбонной кислоты можно было провести реакцию бимолекулярного ацилирования без начальной стадии образования солей аммония:



Ступенчатый перевод в карбонную кислоту ограничивает образование образующегося ациламиноэтиленамина по следующим реакциям:



После введения всего количества карбонной кислоты в реакционную среду контроль реакции продолжают так же, как в опыте 1. В ИК-спектре продукта, полученного в результате реакции, присутствуют линии валентного колебания

C=N, характерные для имидозолинового гетероцикла (1608 см^{-1}), интенсивные линии C=O (1668 см^{-1}) и поглощение, характерное для наблюдаются деформационные колебания N–H (1556 см^{-1}).

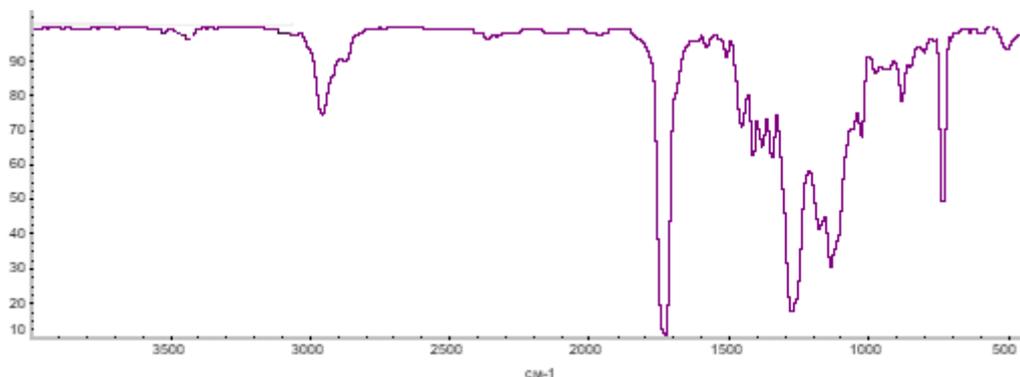


Рис.4. ИК-спектр продукт, полученный в системе «этилендиамин→углеродная кислота»

Хроматографические анализы показали, что общая площадь поверхности пиков алкилимидазолинов составила 1:28 по сравнению с пиками диамидов, а соотношение - 0,48: 99,52 % по массе оказалось равным. Было замечено, что количество 2-гексадецил-1-(2-пальмитиламиноэтил)-2-имидозолина резко снизилось и составило 1,52% по сравнению с 2-гексадецил-2-имидозолином.

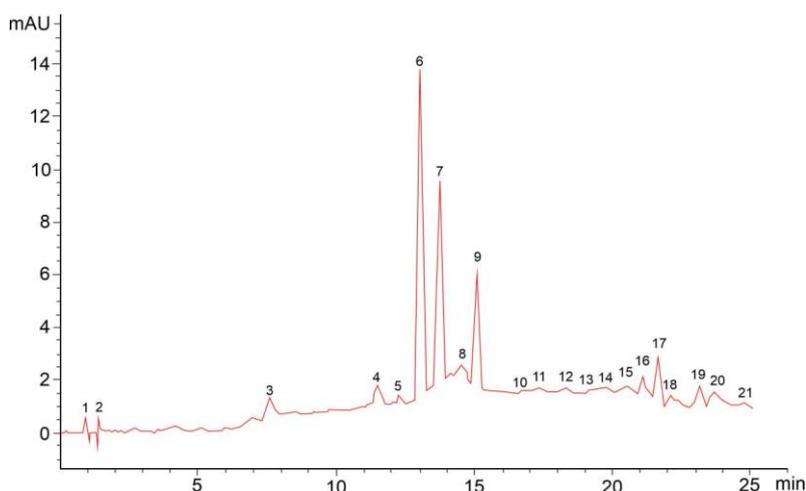


Рис.5. Хроматограмма продукта, полученного в системе «Этилендиамин→углеродная кислота»: 6, 7 и 9-алкилимидазолины; 17-, 19- и 20-продукты ацилирования этилендиамина молекулами пальмитиновой, олеиновой кислот и линолевых кислот

Таким образом, удалось минимизировать количество образующихся диамидов за счет изменения последовательности перевода сырья в систему углеродной кислоты в этилендиаминовую систему.

2-гексадецил-2-имидозолин, 2-октадецил-2-имидозолин и 2-октадеценил-2-имидозолин с минимальными количествами диамидов, полученные на основе трех кислотных фракций и этилендиамина, проводили на стали марки Ст.3 гравиметрически при статических условиях. В качестве агрессивной среды был подготовлен макет состава 5 % Na_2SO_4 +5 % H_2SO_4 , максимально приближенный к среде, используемой в условиях завода ФНПЗ. Степень защиты от коррозии смеси алкилимидазолинов Z определяли по потере массы образцов стали в ингибированном и неингибированном состоянии t за единицу времени τ с дозировкой 10 г/м^3 в агрессивную среду:

$$Z = \frac{m_{\text{инг}} - m}{m_{\text{инг}}} \times 100\%$$

В начале наших исследований была изучена зависимость степени защиты ингибитора в дозе 10 г/м³ от продолжительности коррозии (рис. 6).

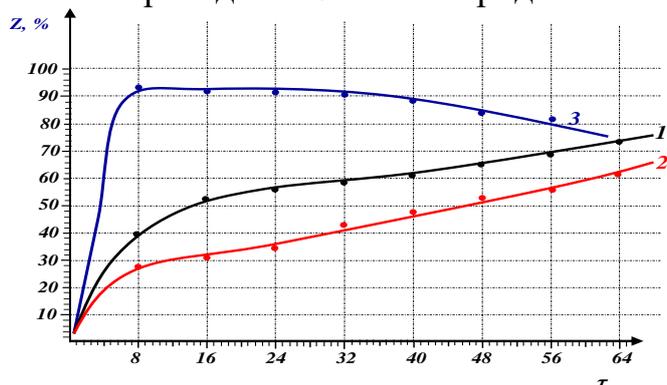


Рис.6. Кривые потери массы стальным образцом без ингибитора (1) и в присутствии ингибитора коррозии (2), а также зависимость защитной способности ингибитора от времени (3)

Из графика видно, что коррозионный период металлических образцов протекает в несколько стадий: индукционный период до 2 часов, период максимальной скорости коррозии в пределах 2-16 часов, период дезактивации поверхности образца 16-32 часа, период плоского коррозионного затухания через 32 часа. В ходе исследований установлено, что данные периоды коррозии наблюдаются в обоих условиях – с ингибитором и без него. В начальный период образец показал максимальный уровень защиты 81% для смеси 2-гексадецил-2-имидозолина, 2-октадецил-2-имидозолина и 2-октадецил-2-имидозолина, снижается через >30 ч и может быть объяснено десорбцией производных алкилимидозолина, адсорбированных на поверхности металла, с гидролизом с течением времени.

Таблица 1

Влияние продолжительности коррозионных испытаний на эффективность защиты углеродистой стали ингибитором ИК-2^{YU}

Концентрация ингибитора, C _{инг} , мг/л	15 сутка		30 сутка	
	Скорость коррозии, Z, г/(м ² сут)	Степень защиты, Y %	Скорость коррозии, Z, г/(м ² сут)	Степень защиты, Y %
при температуре 30 °С				
Без ингибитора	157,31	-	149,24	-
8	11,87	92,45	11,04	91,96
10	11,24	92,85	11,01	92,60
12	11,02	92,99	11,11	92,62
14	11,46	92,72	11,16	92,56
при температуре 60 °С				
Без ингибитора	131,53	-	124,79	-
8	17,19	90,72	15,09	87,91
10	12,21	91,83	11,39	90,87
12	10,75	92,96	9,06	92,38
14	10,58	91,95	10,89	91,27

Исследуемый образец условно идентифицирован как ИК-2^{YU}, при этом установлено, что уровень защиты эффективен по сравнению со стандартным

промышленным ингибитором СНПХ-6301 в тех же дозах, а также доказано, что азотирующие гетероцикла, состоящие из смеси жирных кислот имеют синергетический эффект. Концентрация ингибитора 8-12 мг/л, время ингибирования 30 суток, температура 30 и 60 °С. Результаты ингибирования включены в таблицы 1 и 2.

Таблица 2

Влияние продолжительности коррозионных испытаний на эффективность защиты углеродистой стали СНПХ-6301 и ИК-2^{YU} ингибиторов в фоновом растворе 5 % Na₂SO₄ + 5 % H₂SO₄ (рН=5.27) при температуре 80 °С

Ингибитор	Концентрация ингибитора, С _{инг} мг/л	Скорость коррозии Z, г/(м ² сут)	Коэффициент торможения	Степень защиты Y %
Без ингибитора		118,84		
СНПХ-6301	10	9,40	12,64	92,09
ИК-2 ^{YU}	10	9,06	13,12	92,38

Результаты этой таблицы также доказывают, что небольшие электронодонорные молекулы алкилимидозолина с потенциалом ионизации отрицательного заряда активного атома азота, протонированного атома водорода с положительным зарядом, образующие прочную стабильную координацию и водородные связи на поверхности металла, являются эффективными ингибиторами коррозии, а доза ингибитора составляет 8–12 мг/л и во всех случаях полностью соответствует требованиям, предъявляемым к препаратам этого типа (Z > 90 %) по уровню защиты.

Из сравнительной таблицы ингибиторов СНПХ-6301 и ИК-2^{YU} видно, что в дозах 10 мг/л препараты адсорбируются на поверхности металла и образуют устойчивую защитную пленку. В свою очередь, ингибирующий реагент алкил-радикал, полученный на основе местных жирных кислот, имеет большую длину цепи (С=16-18) и более высокую молекулярную массу (M_{ср}=315,3), чем стандартный промышленный ингибитор (С=12-14; M_{ср}=211,04). Данные таблицы также показывают, что она считается эффективной, даже если она небольшая.

В четвертой главе «**Разработка технологии получения смеси 2-гексадецил-2-имидозолин, 2-октадецил-2-имидозолин и 2-октадеценил-2-имидозолин**» дано описание технологической системы производства алкилимидозолинов. Технология производства смеси алкилимидозолинов (2-гексадецил-2-имидозолина, 2-октадецил-2-имидозолина и 2-октадеценил-2-имидозолина) на основе ФТК и этилендиамина состоит из двух основных систем и представляет собой осуществляется в следующие этапы: 1-стадия - выделение и очистка ФТК, 2-стадия - гетероциклизация.

1-стадия разделение и очистка ФТК: в реактор, снабженный с рубашкой для обогрева - охлаждения и якорной мешалкой для перемешивания поз. R¹ через холодильник загружают охлажденный охлаждают до температуры кристаллизации твердой фазы (0-5 °С) сырьё для очистки и разделения – соапсток из бункера поз. В¹, и выдерживают при этой температуре 4-6 часов. При этом заданную температуру выдерживают, подавая в рубашку реактора

охлажденную воду. После окончания процесса кристаллизации в реактор из бункера поз. В² подают рассчитанное количество опилок кедра, из емкости Е¹ предварительно приготовленную экстракт продуктов из опилок сосны в изопропиловом спирте и перемешивают с полутвердой массой смеси жирных кислот в течение 1 часа. После полученную массу направляют центрифугу поз. tS⁶ для разделения твердой и жидкой фазы. Затем жидкую фазу декантируют в аппарате поз. D⁷. Декантат сливают в реактор поз. R², и туда же добавляют рассчитанное количество хлороформа из емкости поз. E⁴, для извлечения твердой фазы. Далее для выпаривания хлороформа в рубашку реактора поз. R² подают горячую воду. Готовый продукт - фракция трех кислот ФТК, проходя фильтр поз. F² собирается в емкость поз. E³ или направляется для использования на 2-стадии технологической линии.

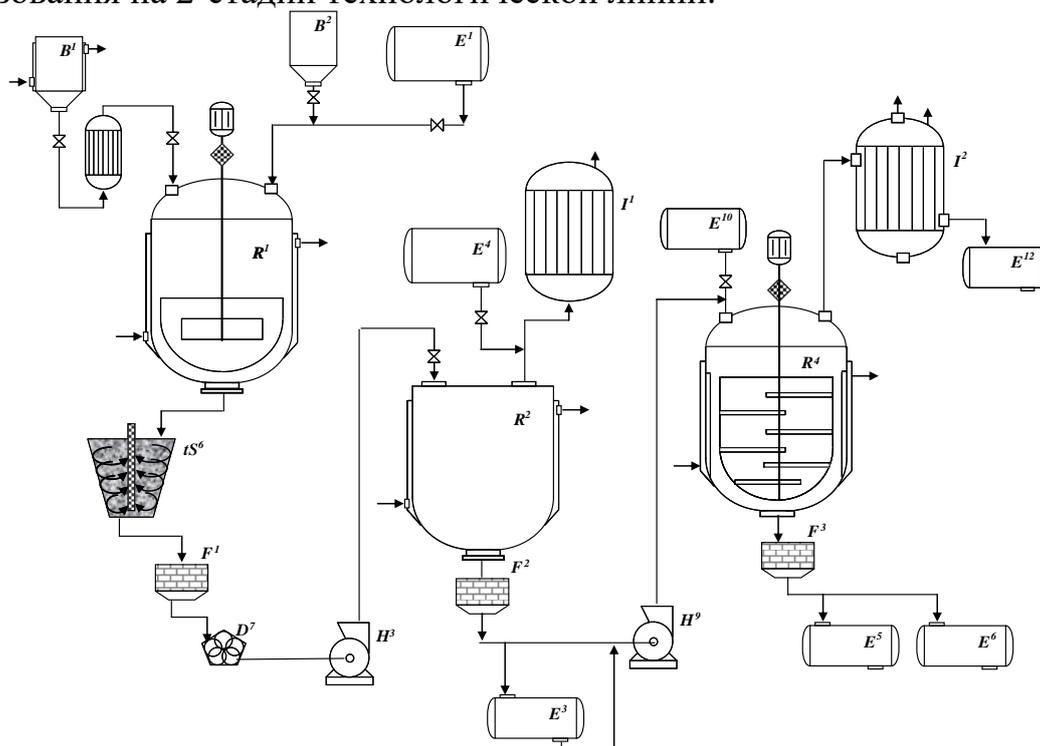


Рис.7. Технологическая схема производства ингибитора коррозии «ИК-2^{YU}» поз. В¹-бункер для соапстока; поз. Е¹-емкость для экстракта продуктов из опилок сосны в изопропиловом спирте; поз. В²-бункер для опилок кедра; поз. R¹-реактор снабженный с рубашкой для обогрева - охлаждения и якорной мешалкой для перемешивания; поз. Н³ и Н⁹ -насосы; поз. I¹ и I² - теплообменники; поз. tS⁶-центрифуга для разделения твердой и жидкой фазы; поз. D⁷-декантатор; поз. E⁴-емкость для хлороформа; поз. R²-реактор для промывки; поз. F¹, F² и F³-фильтры (фильтрующая ткань «Бельтинг»); поз. E³ - емкость для ФТК; поз. R⁴-реактор гетероциклизации; поз. E¹⁰-емкость для этилендиамина; поз. E¹²-емкость для реакционной воды; поз. E⁵ и E⁶-емкости для готового продукта.

2-стадий технологического процесса является процессом получение алкилимидозолинов, для осуществления которого в реактор поз. R⁴ загружают рассчитанное количество этилендиамина из емкости поз. E¹⁰, 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. E¹², который конденсируется пропусканием через холодильник. С добавлением последней порции ФТК температуру реактора поднимают до 180°C 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 F³ (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. E⁵ и E⁶, далее производят упаковку и маркировку.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Проведены целенаправленные исследования по разработке и изучению свойств алкилимидозолина, предложена методика синтеза алкилимидозолина термической обработкой исходного сырья без катализатора и растворителей.

2. Предложен механизм получения алкилимидозолинов, определены стадии образования диамидов, строение полученных соединений подтверждено методами ИК-спектроскопии, хроматографии и ЯМР-спектроскопии.

3. Установлено, что в системе нейтрализации, ацилирования и гетероциклизации 2-алкил-2-имидозолинов из ФТК и этилендиамина образуются диамиды соотношении 1:20. При синтезе алкилимидозолинов с минимальным диамидом рекомендован метод получения температурозависимого исходного сырья путем последовательного переноса в реактор, предотвращающий образование димеров и без образования промежуточных реакционных солей аммония.

4. Установлено, что электронодонорные молекулы с меньшим потенциалом ионизации, большим отрицательным зарядом на активный атом азота алкилимидозолинов и более положительным зарядом на атоме водорода в протонированной форме являются эффективными ингибиторами (> 90 %) при 8-12 мг/л благодаря образованию сильных координационных или водородных связей с металлической поверхностью.

5. Показано, что полученный препарат ИК-2^{YU} по сравнению с ингибитором эталонного СНПХ-6301 в дозах 10 мг/л адсорбируется на поверхности металла, образуя устойчивую защитную плёнку, ингибирующий реагент эффективен с длиной радикальной цепи и высокой молекулярной массой. Доказано, что препараты обеспечивают длительную защиту за счет наличия гидрофобной части путем вытеснения агрессивных сред и агрессивно активных частиц с поверхности металла.

6. На основании полученных данных была рекомендована двухступенчатая технологическая система разделения и очистки ФТК и получения смеси алкилимидозолинов и при производстве 100 тонн ингибиторов ИК-2^{YU} в год было подсчитано, что экономический эффект составит 912,2 млн сумов.

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

TASHKENT CHEMICAL-TECHNOLOGICAL INSTITUTE

USMONOVA YULDUZ SHERALIEVNA

**SYNTHESIS AND PROPERTIES OF SOME FIVE-MEMBERED
BIAZOCYCLIC DERIVATIVES**

02.00.14 - Technology of organical compounds and materials on their base

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

Tashkent - 2024

The theme of dissertation Doctor of Philosophy (PhD) was registered by Supreme Attestation Commission at the Ministry of Higher Education, Science and Innovation of the Republic of Uzbekistan under number of B2023.1.PhD/K605

The dissertation has been carried out at the Tashkent Chemical Technological Institute. The abstract of dissertation in three languages (Uzbek, Russian and English (resume)) is available on line www.tkti.uz and on the website of information-educational portal «ZiyoNet» www.ziyo.net.uz

Scientific supervisor:

Kadirov Khasan Irgashevich
doctor of technical sciences, professor

Official opponents:

Ikramov Abduvakhob
doctor of technical sciences, professor

Eshmetov Izzat Dosimbetovich
doctor of technical sciences, professor

Leading organization

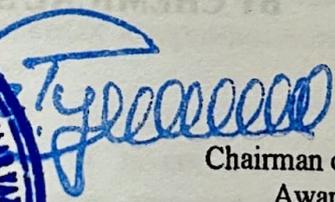
Fergana polytechnic institute

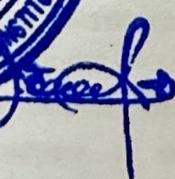
Defence of the dissertation will take place on «11» 23.04 2024 at the meeting of Scientific council DSc.03/30.12.2019.T.04.01. at Tashkent Chemical Technological Institute. (Address: Navoi str., 32. Tashkent, 100011, Tel.: +998-71-244-79-20; Fax: +998-71-244-79-17; e-mail: info_tkti@edu.uz. Conference hall of the Tashkent Chemical Technological Institute)

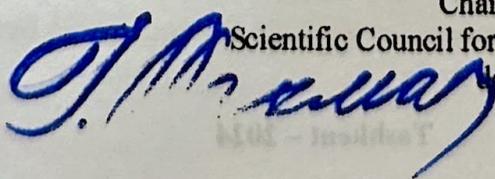
The dissertation has been registered at the Information Resource Centre of the Tashkent Chemical Technological Institute under № 976 (Address: Navoi str., 32 Tashkent, 100011, Administrative Building of the Tashkent Chemical Technological Institute, Tel.: +998-71-244-79-20)

The abstract of the dissertation has been distributed on «15» 03 2024 Protocol at the register № 416 dated «15» 03 2024




Turabjanov S.M.
Chairman of scientific Council for the
Award of the scientific Degrees,
Doctor of Technical Sciences, Academician


Kodirov T.J.
Scientific Secretary of the Scientific Council
for the Award of the scientific Degrees,
Doctor of Technical Sciences, Professor


Rakhmonberdiev G.R.
Chairman of the Scientific Seminar at the
Scientific Council for the Award of the scientific Degrees,
Doctor of chemical sciences, Professor

INTRODUCTION (the dissertation abstract of PhD) Doctor of Philosophy)

The aim of research work: fractional separation and purification of fatty acids, synthesis and chemical transformation of new derivatives of alkyimidazolines based on them, determination of their physicochemical properties, as well as corrosion-inhibiting activity.

The objects of research work are fatty acids found in the secondary raw materials of oil and the oil refining industry, and 2-hexadecyl-2-imidazoline, 2-octa-decyl-2-imidazoline and 2-octadecenyl-2-imidazoline obtained on the basis of ethylenediamine are selected.

Scientific novelty of the research work consists in the following: alkyimidazolines with biazaheteroatom, the properties of which were previously determined, were synthesized by heterocyclization of three acid fractions and ethylenediamine;

and based on the fact that the heterocyclization of carboxylic acids and ethylenediamine to 2-alkyl-2-imidazoline occurs through the mechanism of neutralization, acylation and cyclization, it has been proven that the reaction yield decreases with the formation of diacyl derivatives of ethylenediamine as a secondary reaction product;

a system for reducing to minimal quantities the formation of diamide derivatives during the heterocyclization process by regulating the thermal effect of the starting reagents and the order of their introduction into the reaction medium;

it has been proven that corrosion inhibitors based on the triacid fraction 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 based on the fact that the nitrogen atoms are located in the neighboring system in the heterocycle and the chain length of the alkyl groups, forming a stable film that is difficult to dissolve in solvents that comply with the adsorption rules;

technologies have been developed for the production of alkyimidazolines with a minimum amount of acid diamides based on three acid fractions and ethylenediamine.

Implementation of the research results: based on the scientific results of fractional separation and purification of fatty acids and synthesis and chemical transformation of new derivatives of alkyimidazolines based on them, determination of their physicochemical properties, as well as corrosion inhibition activity: the technology for the production of a corrosion inhibitor based on three acid fractions and ethylenediamine is included in the «List of promising developments for implementation in 2024-2026» of the Fergana Oil Refinery (Reference No. 02-03-01/128 LLC FOR dated August 18, 2023). As a result, this makes it possible to produce highly effective corrosion inhibitors containing a minimum amount of diamides;

the technology for the production of a thermal reaction corrosion inhibitor and the base of the three acid fractions and ethylenediamine is included in the «List of promising works for weeks in 2024-2026» of the Fergana Oil Refinery (Reference No.02-03-01/128 dated August 18, 2023 of FNPZ LLC). As a result, it is possible to replace standard inhibitors used to protect oil production and refining facilities with local corrosion inhibitors based on alkyimidazoline;

The structure and the volume of the thesis. The dissertation consists of the introduction, three chapters, the conclusion, the bibliography and appendices. The volume of the dissertation is 100 pages

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИЛМИЙ ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I бўлим (I часть; part I)

1. Usmonova Y., Kadirov B., Kamilov O., Davlyatova Z., Kadirov Kh., Cherkasova E. Modification of composition of salinity inhibitors based on organophosphonates and acrylic acid. //Technical science and innovation” the science journal. Tashkent state technical university named after Islam Karimov Tashkent - 2020. №3 (05). – P. 9-17.

2. Усмонова Ю., Давлятова З., Кадилов Х.И. Получение этилендиамина на основе отработанного моноэтаноламина. //Universum: Технические науки. Москва- 2021. 9(90) Часть 2. 9(90). -С. 40-45.

3. Usmonova Y.Sh., Davlyatova Z.M., Kadirov X.I. Etilendiamin sintezlash uchun ZnO-NiO-CuO-Cr₂O₃-Al₂O₃ tarkibli katalizatorlar. //UzAcademia ilmiy-uslubiy jurnali. vol 3, issue 1(21), part-1, - 2021. -b.4-80.

4. Usmonova Y.Sh., Davlyatova Z.M., Kadirov Kh.I., Cherkasova E.I. Preparation of the initial reagent – ethylenediamines for production of corrosion inhibitors by heterocyclic fragments. //Technical science and innovation” the science journal. Tashkent state technical university named after Islam Karimov. -Tashkent 2021. №3(09). -P. 54-61.

5. Usmanova Y.Sh., Uzokov A., Urinbaev A., Xolikova S., Boboev D., Kadirov Kh. Synergistically active base synthesis for corrosion inhibitors. // Harvard educational and scientific review. International Agency for Development of culture, Education and science. Har. Edu.a.sci.rev. 0362-8027. Vol.3. Issue 1. -p. 10-19

6. Усмонова Ю., Холматова Ф., Нормуродов И., Кадилов Х. Полиэтиленполиамин ва ёғ кислоталаридан коррозия ингибиторлари олиш. //«Фан ва технологиялар тараққиёти» Илмий–техникавий журнал. №3/2023. 98-105-бетлар

7. Усмонова Ю., Рўзиев Ш.Ф., Тураев Т.Б., Кадилов Х.И. Синтез и свойства синергетически эффективных ингибиторов коррозии с алкилимидозолиново активной основой. //NamDU ilmiy axborotnomasi. 2023-yil_12-son www.journal.namdu.uz ISSN: 2181-0427 106-112-бетлар

II бўлим (II часть; part II)

8. Usmonova Y.Sh., Davlyatova Z.M., Kadirov X.I. ZnO-NiO-CuO-Cr₂O₃-Al₂O₃ tarkibli katalizatorlarda etilendiamin sintezlash. //“Инновационные развитие нефтегазовой отрасли, современная энергетика и их актуальные проблемы”. Материалы 2-ой международной конференции. -Ташкент 2021, б.145-147.

9. Usmanova Y.Sh., Davlyatova Z.M., Rakhimov K.N., Khamidjonov A.A., A. Ikramov. Corrosion inhibitor by heterocyclic fragments. //1 st International scientific Conference "Modern Materials Science: Topical Issues, Achievements and Innovations" (ISCMMSTIAI-2022). -Tashkent 2022. -P.663-671.

10. Усмонова Ю.Ш., Давлятова З.М., Кадиров Х.И. Имидозолин ҳосилаларининг ЯМР-спектр таҳлиллари. //«Инновационные подходы к развитию образовательно-производственного кластера в нефтегазовой отрасли» материалы международной конференции. -Ташкент 2022. -С.70-72.

11. Усмонова Ю.Ш., Давлятова З.М., Кадиров Х.И. Синтез и применение ингибиторов коррозии на основе производных имидазолинов. //«Инновационные подходы к развитию образовательно-производственного кластера в нефтегазовой отрасли» материалы международной конференции. Ташкент 2022. -С.72-73.

12. Usmanova Y.Sh., Davlyatova Z.M., Rakhimov K.N., Khamidjonov A.A., A. Ikramov. Corrosion inhibitor by heterocyclic fragments. //«Инновационные подходы к развитию образовательно-производственного кластера в нефтегазовой отрасли» материалы международной конференции. Ташкент 2022. P.228-229.

13. Усмонова Ю.Ш., Давлятова З.М., Кадиров Х.И. Разработка и исследование свойств ингибиторов коррозии на основе производных имидазолинов. //Сборник материалов международной научно-практической конференции: «Образование и наука: вызовы IV промышленной революции», посвященной 80-летию академика А.Куатбекова. -Шымкент-2022. Изд-во Университета дружбы народов имени академика А.Куатбекова. -С.185-189.

14. Усмонова Ю.Ш., Давлятова З.М., Кадиров Х.И., Комилова Д. Имидозолин ҳосилали коррозия ингибиторлари синтезининг мақбул шароитлари. //Табиий полимерлар асосида биологик актив моддалар кимёси ва технологиясининг долзарб муаммолари. Республика микёсидаги илмий-техникавий анжумандаги талабалар, магистрлар, докторантлар, мустақил изланувчилар, тегишли соҳалар олим ва мутахассисларининг мақолалари тўплами. -Тошкент 2022. -б.162-163.

15. Усмонова Ю.Ш., Давлятова З.М., Кадиров Х.И., Комилова Д. Имидозолин ҳосилали коррозия ингибиторлари синтези. //Табиий полимерлар асосида биологик актив моддалар кимёси ва технологиясининг долзарб муаммолари. Республика микёсидаги илмий-техникавий анжумандаги талабалар, магистрлар, докторантлар, мустақил изланувчилар, тегишли соҳалар олим ва мутахассисларининг мақолалари тўплами. -Тошкент 2022. -б.163-164.

16. Usmonova Y.Sh. Imidazolyn asosli yangi korroziya ingibitori sintezi. // Research proceedings of International forum «Women in stem» Tashkent, February 10–14, 2023, 337-339-b.

17. Усмонова Ю.Ш., Таджиева Г.А., Таджиева Ш.А. Синтез алкилимидазолина на основе жирных кислот и этилендиамина. //Перспективы развития инновационных технологий производства неорганических веществ и материалов в условиях глобализации: Сборник статей республиканской научно-

практической конференции. (с участием зарубежных ученых) Ташкент-2023, 9-10 ноября. -С.402.

Автореферат «Kimyo va kimyo texnologiyasi» журналі тахририятида тахрирдан ўтказилди.

Бичими: 84x60 ¹/₁₆. «Times New Roman» гарнитураси.
Рақамли босма усулда босилди.
Шартли босма табағи: 3. Адади 100. Буюртма № 49/21.

Гувохнома № 10-3719

«Тошкент кимё технология институти» босмахонасида чоп этилган.
Босмахона манзили: 100011, Тошкент ш., Навоий кўчаси, 32-уй.