

ТЕРМИЗ ДАВЛАТ УНИВЕРСИТЕТИ
ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖА БЕРУВЧИ
PhD.03/30.12.2019.Т.78.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ

ҚАРШИ МУҲАНДИСЛИК-ИҚТИСОДИЁТ ИНСТИТУТИ

РАҲМАТОВА ГУЗАЛ БОТИРОВА

БИЦИКЛИК ОЛТИНГУГУРТЛИ ОРГАНИК БИРИКМАЛАР
АСОСИДА ЮҚОРИ САМАРАЛИ КОРРОЗИЯ ИНГИБИТОРЛАРИ
ОЛИШ ВА ҚЎЛЛАШ

02.00.14-Органик моддалар ва улар асосидаги материаллар
технологияси

ТЕХНИКА ФАНЛАРИ БЎЙИЧА ФАЛСАФА ДОКТОРИ (PhD)
ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ

Термиз – 2021

Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси автореферати мундарижаси
Оглавление автореферата диссертации доктора философских наук (PhD)
Content of the abstract of philosophy doctoral dissertation (PhD)

Рахматова Гузал Ботировна

Бициклик олтингугуртли органик
бирикмалар асосида юқори самарали коррозия
ингибиторлари олиш ва қўллаш.....3

Рахматова Гузал Ботировна

Получение и применение высокоэффективных
ингибиторов коррозии на основе
бициклических сераорганических соединений.....21

Rakhmatova Guzal

Organic compounds with bicycle sulfur high
effective corrosion inspectors based receiving
and effective implementation.....39

Эълон қилинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ
List of published works.....43

ТЕРМИЗ ДАВЛАТ УНИВЕРСИТЕТИ
ХУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖА БЕРУВЧИ
PhD.03/30.12.2019.Т.78.01РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ

ҚАРШИ МУҲАНДИСЛИК-ИҚТИСОДИЁТ ИНСТИТУТИ

РАХМАТОВА ГУЗАЛ БОТИРОВНА

БИЦИКЛИК ОЛТИНГУГУРТЛИ ОРГАНИК БИРИКМАЛАР
АСОСИДА ЮҚОРИ САМАРАЛИ КОРРОЗИЯ ИНГИБИТОРЛАРИ
ОЛИШ ВА ҚЎЛЛАШ

02.00.14-Органик моддалар ва улар асосидаги материаллар
технологияси

ТЕХНИКА ФАНЛАРИ БЎЙИЧА ФАЛСАФА ДОКТОРИ (PhD)
ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ

Термиз 2021

Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2020.2.PhD/T1727 рақам билан рўйхатга олинган.

Диссертация Қарши муҳандислик-иктисодиёт институтида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий кенгаш веб-саҳифасида (termizdu@umail.uz) ва «ZiyoNet» ахборот таълим порталида (www.ziynet.uz) жойлаштирилган.

Илмий раҳбар:

Қурбанов Мингникул Жумағулович
кимё фанлари номзоди, доцент

Расмий оппонентлар:

Каримов Масъуд Убайдулла ўғли
техника фанлари доктори, катта илмий ходим

Эшқараев Садридин Чориевич
кимё фанлари бўйича фалсафа доктори

Етакчи ташкилот:

Бухоро давлат университети

Диссертация химояси Термиз давлат университети ҳузуридаги PhD.03/30.12.2019.T.78.01 рақамли илмий кенгашнинг «19» 05 2021 йил соат 10⁰⁰ даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 190111, Термиз шаҳри, Барқамол авлод кўчаси, 43 уй.Тел.: (+99876) 221-74-55, факс: (+99876) 221-71-17, e-mail: termizdu@umail.uz).

Диссертация билан Термиз давлат университетининг Ахборот ресурс марказида танишиш мумкин (№ 5 рақами билан рўйхатга олинган). Манзил: 190111, Термиз шаҳри, Барқамол авлод кўчаси, 43 уй.Тел.: (+99876) 221-74-55, факс: (+99876) 221-71-17, e-mail: termizdu@umail.uz

Диссертация автореферати 2021 йил « 7 » 05 куни тарқатилди.

(2021 йил « 7 » 05 даги 3 рақамли реестр баённомаси).



И.А.Умбаров
Илмий даража берувчи
илмий кенгаш раиси, т.ф.д., доц.

Ш.А.Касимов
Илмий даража берувчи
илмий кенгаш котиби, к.ф.ф.д., доц.

Р.В.Алиқулов
Илмий даража берувчи
илмий кенгаш қошидаги илмий
семинар раиси, к.ф.д., доц.

КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Ҳозирги кунда дунёда коррозия натижасида ҳар йили 20% гача металл конструкциялар коррозия чиқиндиларига айланади, ускуналарнинг коррозияга учраган қисмлари ва агрегатлар ишламай қолиши технологик жараёнларнинг бузилишига олиб келади. Ишдан чиққан металл конструкциялар ва жиҳозларнинг коррозия таъсирида емирилиши йиллик ишлаб чиқариш ҳажмининг 10-20 фоизини ташкил қилади. Шунинг учун коррозиянинг олдини оладиган самарали ингибиторлар ва улар ёрдамида коррозия жараёнларига қарши курашишнинг самарали усуллари ишлаб чиқиш муҳим аҳамиятга эга ҳисобланади.

Дунёда таннархи арзон, экологик тоза ингибиторлар ишлаб чиқаришда қўлланиладиган хомашёларнинг физик-кимёвий ва физик-механик хоссаларини, таркиб ҳамда тузилишини аниқлаш, янги типдаги ингибиторларни яратиш бўйича илмий изланишлар олиб борилмоқда. Бу борада, импорт ўрнини босувчи маҳаллий хом-ашёлардан олинган бициклик олтигугуртли органик бирикмалар асосида ингибиторлар ишлаб чиқаришнинг инновацион изчил технологик тизимларини жорий қилиш, шунингдек, металл конструкцион материалларни коррозия ва тузланишдан сақлашда паст концентрацияда ҳам юқори самара берадиган арзон, заҳарсиз, экологик жиҳатдан тоза бўлган, импорт ўрнини босувчи маҳаллий хомашёлар асосидаги коррозия ингибиторларини ишлаб чиқиш ҳамда пўлатдан тайёрланган конструкцион материалларни коррозиядан химоялашда амалиётга тадбиқ қилишга катта эътибор қаратилмоқда.

Мамлакатимизда кимё саноатида янги турдаги материаллар ишлаб чиқариш йўналишида маълум натижаларга эришилди, жумладан маҳаллий бозорни импорт ўрнини босувчи кимёвий реагентлар билан таъминлаш соҳасида кенг қўламли тадбирлар амалга оширилди. Таъкидлаш жоизки, республикамизда, инновацион технологияларни тадбиқ этиш орқали саноат объектларини юритишнинг илмий асосланган тизими ва атроф-муҳитни муҳофаза қилишнинг чора-тадбирларини амалга оширишга катта эътибор қаратилмоқда. Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегиясида «Маҳаллий хомашё ресурсларини чуқур қайта ишлаш асосида, юқори қўшимча қийматли тайёр маҳсулот ишлаб чиқаришни янада жадаллаштириш, сифат жиҳатдан янги маҳсулот ва технология турларини ўзгартиришга»¹ қаратилган муҳим вазифалар белгилаб берилган. Бу борада республикамизда маҳаллий хомашёлар ва саноатнинг иккиламчи материаллари асосида коррозияга қарши янги типдаги юқори самарали ингибиторларни ишлаб чиқиш, уларни турли хил муҳитларда синаш, коррозия жараёнига бўлган таъсирини, коррозия жараёнининг кинетикаси ҳамда механизмларини аниқлаш муҳим аҳамиятга эга.

¹Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида»ги Фармони.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида»ги Фармони, 2018 йил 25 октябрдаги ПҚ-3983-сон «Ўзбекистон Республикасида кимё саноатини жадал ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги, 2018 йил 17 январдаги ПҚ-3479-сон «Мамлакат иқтисодиёти тармоқларининг талаб юқори бўлган маҳсулот ва хомашё турлари билан барқарор таъминлаш чора-тадбирлари тўғрисида»ги ва 2019 йил 3 апрелдаги ПҚ-4265-сонли «Кимё саноатини янада ислоҳ қилиш ва унинг инвестициявий жозибадорлигини ошириш чора-тадбирлари тўғрисида» ги Қарорлари ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишда ушбу диссертация тадқиқоти натижалари муайян даражада хизмат қилади.

Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялар ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги. Мазкур диссертация иши республика фан ва технологиялар ривожланишининг VII «Кимё технологиялари ва нанотехнологиялар» устувор йўналишларига мувофиқ бажарилган.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Дунёнинг барча ривожланган мамлакатларида металллар коррозиясини олдини олувчи моддалар синтези ва улар асосида ингибиторларчи системаларни ишлаб чиқиш соҳасида илмий-тадқиқот ишлари амалга оширилган. Ушбу соҳа бўйича Jixao Wang, Mario G.S., Charles Booker, En-Hou Han, Willi Meier, Damien Feron, Jacques-Philippe Berge, Giovanni Aldini, Burstein G.T. and Mattos O.R., каби олимлар томонидан фундаментал тадқиқотлар олиб борилган.

Мустақил давлатлар ҳамдўстлиги давлатларида Ю.И.Кузнецов, С.М.Решетников, А.Г.Акимов, Я.М.Колотыркин, В.П.Батракова, П.С.Фахретдинов, В.И.Вигдорович, Н.В.Шель, Л.Е.Цыганкова, М. Хани, С.Н.Степин, О.П.Кузнецова, А.В.Вахин, П.В.Стрекалов, С.М. Миракян каби олимлар самарали полифункционал ингибиторларни яратиш ва уларнинг таъсир механизмларини ўрганиш бўйича илмий ва амалий тадқиқотларни олиб борганлар.

Республикамизда металллар коррозияси муаммоларини ечишда, коррозия жараёнининг механизмларини чуқур таҳлил қилиш, янги типдаги полифункционал бирикмаларни синтез қилиш ва уларнинг ингибиторлик хоссаларини ҳар тарафлама ўрганиш бўйича Р.С.Тиллаев, Т.Д.Цыганов, Ф.К.Курбанов, А.Т.Жалилов, М.Ж.Жуманиязов, А. Икрамов, Д. Юсупов, З.Б.Таджиходжаев, Х.И.Акбаров, В.П.Гуро, А.Ж.Холиқов, Ҳ.С.Бекназаров ва бошқа олимларнинг илмий изланишлари билан қўшаётган хиссалари катта аҳамиятга эга.

Шуни айтиб ўтиш жоизки, юқоридаги олимлар томонидан олиб борилган илмий изланишлар импорт ўрнини босувчи, рақобатбардош ҳамда юқори самарали ингибиторлар олишга қаратилган. Бироқ, бензотиофен ва тиохроман бирикмалари асосида янги авлод коррозия ингибиторлари олиш,

ишлаб чиқариш ва унинг хоссаларини чуқур ўрганиш бўйича илмий тадқиқотлар етарлича олиб борилмаган.

Диссертация тадқиқотининг диссертация бажарилган олий таълим муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқоти Қарши муҳандислик-иқтисодиёт институти ва Термиз давлат университети илмий-тадқиқот ишлари режасига мувофиқ ОТ-Ф7-34 «Комплекс ҳосил қилувчи полифункционал ионитлар синтези ва улар ёрдамида баъзи d-металларни ажратишнинг назарий асослари» (2017-2020) ва Ф-7-28 «Тўртламчи азот ва фосфор бирикмалари асосида бинар экстрагентлар синтези ва уларнинг нодир металллар билан координацион бирикмалари» (2012-2016) мавзуларидаги фундаментал лойиҳалар доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади тиаиндан ва тиохроман қатори α -аминокетонлари асосида металллар коррозиясига қарши янги юқори самарали коррозия ингибиторларини олиш технологиясини ишлаб чиқишдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

тиаиндан ва тиохроман α -аминокетонлари қаторининг синтези учун ациллаш, диациллаш, ён занжирини бромлаш, шунингдек, бромли бирикмаларнинг морфолин ва пиперидин билан реакцияларининг мақбул шароитларини аниқлаш;

синтез қилинган тиаиндан ва тиохроман α -аминокетонларининг таркиби ҳамда тузилишини физик-кимёвий тадқиқот усуллари ёрдамида аниқлаш;

синтез қилинган бирикмаларнинг коррозияга қарши ингибиторлик хоссаларини, агрессив муҳитларда ингибиторларнинг ҳимоялаш даражаси, коррозия жараёнининг тезлиги, тормозлаш коэффициентининг концентрация, муҳит, ҳарорат, вақт ва ингибитор молекуласининг таркиби ҳамда тузилишига боғлиқлик қонуниятларини аниқлаш;

тиаиндан ва тиохроман α -аминокетонлари асосидаги ингибиторларнинг самарадорлик даражасини 15%-ли HCl, 20%-ли H₂SO₄, 1M HCl ва 1M H₂SO₄ эритмаларида масса камайиши ва электрокимёвий усулларда тадқиқ қилиш;

тиаиндан ва тиохроман α -аминокетонлари асосидаги ингибиторларни олишнинг принципиал технологик схемаси ва унинг тавсифини ишлаб чиқиш ҳамда тажриба-синов ишларини амалга ошириш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида α -пиперидино-2-метил-5-ацетил-1-тиаиндан (АИТ-1), α -морфолино-2-метил-5-ацетил-1-тиаиндан (АИТ-2), α -пиперидино-6-ацетил-1-тиохроман (АИТ-3) ва α -морфолино-6-ацетил-1-тиохроман (АИТ-4) бирикмалари олинган.

Тадқиқотнинг предмети тиаиндан ва тиохроман α -аминокетонлари асосида янги турдаги металллар коррозиясига қарши ингибиторлар олиш технологиясини ишлаб чиқиш, турли агрессив муҳитларда, ҳарорат, вақт, концентрация ҳамда ингибитор молекуласи тузилишига боғлиқ равишда коррозия жараёнини ингибирлаш самарадорлигининг мақбул шароитларини аниқлашдан иборат.

Тадқиқотнинг усуллари. Тадқиқот жараёнида органик синтезнинг классик усуллари, ИҚ, УБ, ПМР спектроскопия, электрон сканерлаш микроскопия ҳамда ингибиторларнинг самарадорлигини аниқлашда гравиметрик ва электрохимёвий усуллардан фойдаланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги:

илк бор тиаиндан ва тиохроман молекулалари ароматик халқасига ациллаш ва диациллаш реакциялари асосида янги авлод коррозия ингибиторлари синтез қилинган;

тиаиндан ва тиохроманни ациллаш ва диациллаш реакциясида метилен хлорид эритмасида 20⁰С ҳарорат ва 4-5 соат давомида 2,5-диметил-1-тиаиндан, сирка ангидриди ва катализаторнинг 1:2:4 моль нисбатларида 2,5-диметил-3,6-диацетил-1-тиаинден 18%, ҳамда 2,5-диметил-6-ацетил-1-тиаиндан 80% унум билан олинган;

ацетилтиаиндан ва ацетилтиохроман молекуласининг ён занжирини бромлаш, бромли ҳосилаларнинг пиперидин (морфолин) билан реакциясининг мақбул шароитлари аниқланган ҳамда 80-88% унум билан тиаиндан ва тиохроман α-аминокетонлари олинган;

олинган АИТ типдаги ингибиторларнинг 15%-ли HCl ва 20%-ли H₂SO₄ эритмаларида 20⁰С ва 60⁰С ҳароратларда ингибитор концентрацияси ҳамда вақтнинг ортиши билан металлларни коррозиядан ҳимоялаш даражалари ортиб бориши аниқланган;

тиаиндан ва тиохроман α-аминокетонлари коррозион барқарорлик баллари бўйича 3-5 баллик шкалага тўғри келиши аниқланган ҳамда улар асосида АИТ типдаги ингибиторлар олиш технологияси ишлаб чиқилган.

Тадқиқотнинг амалий натижаси қуйидагилардан иборат:

илк бор тиаиндан ва тиохроман α-аминокетонлари асосида металллар коррозиясига қарши АИТ типдаги ингибиторлар олинган ҳамда сульфат кислотали муҳитда ҳароратнинг 95,5 °С гача кўтарилиши билан АИТ-4 ингибиторининг ингибирлаш самарадорлиги 99,72% гача ортиши аниқланган;

олинган пиперидин фрагменти тутган ингибиторларга нисбатан (97,42%) морфолин фрагменти тутган ингибиторларнинг (98,7%) металллар коррозиясини ингибирлаш самарадорлиги юқори эканлиги аниқланган;

тиаиндан ва тиохроман α-аминокетонлари асосида металллар коррозиясига қарши АИТ типдаги ингибиторлар олиш технологияси ишлаб чиқилган ҳамда техник-иқтисодий асосланган.

Олинган натижаларнинг ишончлилиги. Олинган экспериментал маълумотларнинг ишончлилиги замонавий тадқиқот усуллари: ИҚ, УБ, ПМР спектроскопия ёрдамида ҳамда тажриба-саноат синовлари асосида тасдиқланди.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.

Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти тиаиндан ва тиохроман молекуласига турли реагентларнинг таъсири, α-бромацетилтиаиндан ва α-бромацетилтиохроманларнинг морфолин ва пиперидин билан реакцияси

натижасида ингибиторлар олиш жараёнларининг мақбул шароитлари аниқланганлиги ва ишлаб чиқариш технологиясининг илмий асоси яратилганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти синтез қилинган янги типдаги ингибиторлар тиандан ва тиохроман α -аминокетонларини қўллаб, металл конструкциялар коррозиясининг олдини олиш, ингибирлаш самарадорлигини ошириш натижасида ингибитор сарфини камайтириш, халқ хўжалиги учун қўллаш муддати узоқ бўлган, барқарор янги ингибирловчи таркиблар ишлаб чиқаришга хизмат қилади.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Тиандан ва тиохроман α -аминокетонлари асосида металл коррозиясига қарши АИТ типдаги ингибиторлар олиш технологияси ишлаб чиқиш бўйича олинган илмий натижалар асосида:

металларни коррозиядан ҳимоя қилиш учун тиандан ва тиохроман α -аминокетонлари асосида ишлаб чиқилган металл коррозиясига қарши АИТ типдаги ингибиторлар олиш технологияси «Ўзбекнефтгаз» АЖ «Муборак газни қайта ишлаш заводи» да ишлаб чиқаришга жорий қилинган («Ўзбекнефтгаз» АЖ «Муборак газни қайта ишлаш заводи» нинг 2020 йил 15 сентябрдаги 1024/ГК-09-сон маълумотномаси). Натижада, юқори самарали АИТ-1, АИТ-2, АИТ-3 ва АИТ-4 ингибиторларидан фойдаланиб, газ конденсатининг 0,5 % ли H_2SO_4 , H_2S , CO_2 ва аммиакли сув муҳитларида Ст.20 таркибли металл конструкцияларни коррозиядан ҳимоя қилиш имконини берган;

ишлаб чиқилган АИТ-1, АИТ-2, АИТ-3 ва АИТ-4 коррозияга қарши ингибиторлар «Ўзбекнефтгаз» АЖ «Муборак газни қайта ишлаш заводи» да металл конструкциялари ва қурилмаларини коррозиядан ҳимоялашда амалиётга жорий қилинган («Ўзбекнефтгаз» АЖ «Муборак газни қайта ишлаш заводи» нинг 2020 йил 15 сентябрдаги 1024/ГК-09-сон маълумотномаси). Натижада, янги АИТ типдаги ингибиторлар коррозия ингибиторлари сифатида қўлланилганда нефт ва газ саноатининг металл конструкциялари ва қурилмаларининг эксплуатацион муддатларини 10-13 % га ошириш имконини берган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Мазкур тадқиқот натижалари 9 та, жумладан, 4 та халқаро ва 5 та Республика илмий-амалий анжуманларида маъруза қилинган ва муҳокамадан ўтказилган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилиниши. Диссертация мавзуси бўйича жами 14 та илмий ишлар чоп этилган, шулардан, Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг докторлик диссертациялари асосий илмий натижаларни чоп этиш тавсия этилган илмий нашрларда 5 та, жумладан, 1 таси Республика, 4 таси хорижий журналларда нашр этилган.

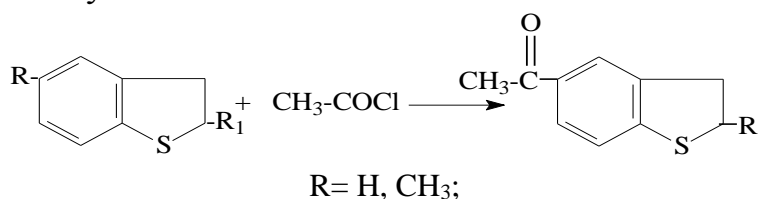
Диссертация ишининг ҳажми ва тузилиши. Диссертация таркиби кириш, тўртта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертация ҳажми 103 бетни ташкил этган.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

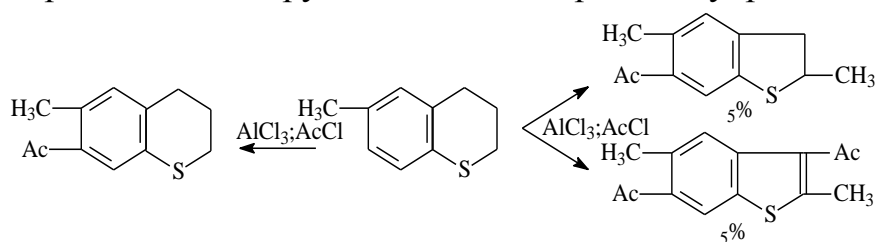
Кириш қисмида диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати асосланган, тадқиқотнинг мақсад ва вазифалари шакллантирилган, тадқиқотнинг объекти ва предметлари тавсифланган. Шунингдек, тадқиқотнинг Республика фан ва технологиялари ривожлантиришининг устувор йўналишларига мослиги, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари, уларнинг амалиётга жорий этилиши баён қилинган, чоп этилган илмий ишлар ва диссертация тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг **“Самарали коррозия ингибиторларини яратиш соҳасидаги илмий тадқиқотларнинг ривожланиш истиқболлари”** номли биринчи бобида бензотиофен ва тиофен ҳосилалари асосидаги коррозия ингибиторларини яратиш бўйича сўнгги йиллардаги мавзуга доир илмий изланишларнинг таҳлили ўрганилган. Бундан ташқари, металллар коррозиясини ингибирлаш қобилияти гравиметрик ва электрохимик усулларига оид ҳозирги замон адабиётларининг танқидий таҳлили келтирилган. Адабиёт маълумотларини таҳлил қилиш ушбу ишнинг мақсади ва вазифаларини асослашга ҳамда тадқиқот объектларини танлашга имконият яратди.

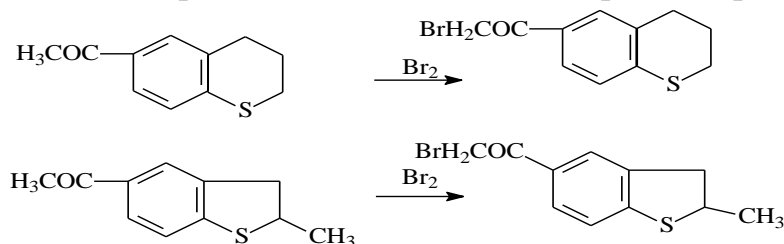
Диссертациянинг **“Тиаиндан ва тиохроман α -аминокетонлари асосидаги коррозия ингибиторлари синтези ва тадқиқот усуллари”** номли иккинчи бобида тадқиқотни ўтказиш учун зарурий хом-ашёлар ва усуллар танлови шакллантирилган. Ушбу бобда дастлабки моддалар синтези яъни тиаиндан ва тиохроман молекулаларини ациллаш ва диациллаш реакциялари ҳамда реакция тезлиги ҳақидаги масалалар ўрганиб чиқилган. Мақсадга йўналтирилган бирикмаларни олиш учун тиаиндан ва тиохроман молекуласи асосида ациллаш реакциялари ўтказилди. Реакция натижасида унум умумий ҳолатда 80% дан 95% гача самара бериши маълум бўлди. Тиаиндан ва тиохроман молекулаларининг ациллаш реакцияси схемасини қуйидагича изоҳлаш мумкин:



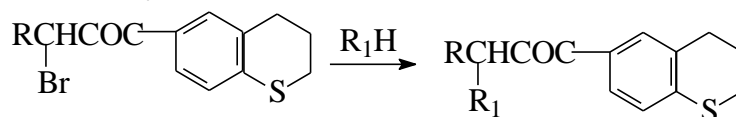
Олти аъзоли ўзида олтингугурт сақлаган бициклик тузилишга эга бўлган полуароматик бирикма, яъни 6-метил-1-тиохроман кислота табиатига эга бўлган мўл микдордаги катализатор иштирокида диациллаш реакциясида халқанинг қисқариши билан борувчи склет изомериясига учрайди.



Коррозия ингибиторларини синтез қилиш учун ацетилтиаиндан ва ацетилтиохроман молекулаларининг молекуляр бром билан реакцияси диоксан муҳитида 20 °С ҳароратда икки соат давомида олиб борилди. Натижада тиаиндан ва тиохроманнинг α -галогенли бирикмалари олинди.



α -Бромацетилтиаиндан ва α -бромацетилтиохроманларнинг иккиламчи аминлар яъни пиперидин ва морфолин билан реакцияси 30 минут давомида бензол эритмасида олиб борилганда ушбу моддаларнинг тегишли равишда α -аминокетонлари ҳосил бўлди.



R=H; R₁=Морфолин, R=H; R₁=Пиперидин

Реакциянинг бориши ва тозалиги юпқа қатламли хроматография усули ёрдамида “Silufol” пластинкасида назорат қилинди. Барча олинган моддаларнинг тузилиши ва таркиби ИҚ- ва ПМР-спектроскопия ҳамда элемент анализ усули билан тасдиқланган. Ҳосил бўлган тиаиндан ва тиохроманларнинг α -аминокетонлари коррозия ингибитори сифатида қўлланилди. Металлар коррозиясини агрессив муҳитларда ўрганиш учун замонавий коррозия тадқиқот методлари: массанинг камайиши, қутбланиш қаршилиги, қутбланиш эгрлари ва бошқа хоссалари ўрганилди. Шунингдек, ингибитор сифатида қўлланилган моддаларни тажриба-синов текширувига тайёрлаш усуллари, улар устида олиб борилган тажриба-тадқиқот ишларининг тавсифи ва усуллари ёритилган.

Диссертациянинг “**Тиаиндан ва тиохроман α -аминокетонлари асосидаги коррозия ингибиторларининг пўлатни химоя қилиш механизмини ўрганиш натижалари**” номли учинчи бобида тиаиндан ва тиохроман α -аминокетонлари асосида олинган моддаларнинг металлар коррозиясига қарши ингибиторлик хоссасини гравиметрик усулда аниқлаш орқали олинган натижалар ва уларнинг таҳлили муҳокама қилинган.

Синтез қилинган бирикмаларнинг антикоррозион хоссаларини ўрганишда дастлаб гравиметрик анализ усулидан фойдаланилди. Ушбу тадқиқот давомида қуйидаги синтез қилинган бирикмаларнинг ингибиторлик хоссалари турли ҳарорат оралиқларида ва турли агрессив муҳитлар концентрациясида ўрганилди. Тадқиқот учун α -пиперидино-2-метил-5-ацетил-1-тиаиндан (АИТ-1), α -морфолино-2-метил-5-ацетил-1-тиаиндан (АИТ-2), α -пиперидино-6-ацетил-1-тиохроман (АИТ-3) ва α -морфолино-6-ацетил-1-тиохроман (АИТ-4) моддалари танланди. Ушбу бирикмаларнинг

ингибиторлик хоссаси труба симон пўлатдан ясалган Ст.3 маркали, ўлчами 40x20x5 мм бўлган ва баландлиги 30 мм, юзаси 0,0314 см² бўлган АРМКО-темир электродиди гравиметрик усул орқали амалга оширилди. Коррозияловчи-агрессив муҳит сифатида 15%-ли HCl, ва 20%-ли H₂SO₄, 1M HCl ва 1M H₂SO₄ эритмаларидан фойдаланилди.

Тадқиқотлар натижасида олинган маълумотлар қуйидаги 1-жадвалда келтирилган.

1-жадвал

АИТ-1 ва АИТ-2 типидagi ингибиторларнинг 20 °С ҳароратдаги 15% HCl ва 20% H₂SO₄ эритмасидаги самарадорлик даражаси

Ингибитор шифри	Ингибитор миқдори, мг/л	Вақт, соат	15% HCl		20% H ₂ SO ₄	
			$K_{г/м^2·с}$	Z%	$K_{г/м^2·с}$	Z%
1	2	3	4	6	7	9
АИТ-1	50	2	0,84	95,80	1,84	93,99
		4	0,89	95,76	0,97	96,73
		6	0,84	96,33	0,95	96,85
	100	2	0,46	97,70	0,87	97,22
		4	-	-	0,93	96,86
		6	-	-	0,92	96,95
	250	2	0,48	97,60	0,50	98,40
		4	0,33	98,12	0,45	98,48
		6	0,38	98,34	0,45	98,50
	500	2	0,48	97,60	0,48	98,46
		4	0,36	98,28	0,36	98,78
		6	0,31	98,64	0,39	98,70
	1000	2	0,55	97,25	0,38	98,78
		4	0,45	97,85	0,34	98,85
		6	0,39	98,29	0,36	98,80
АИТ-2	25	2	1,15	94,25	0,95	96,96
		4	1,16	94,47	-	-
	100	2	0,89	95,55	0,89	97,15
		4	0,78	96,28	-	-
	250	2	0,59	97,05	0,53	98,30
		4	0,49	97,66	-	-
	500	2	0,48	97,60	0,34	98,91
		4	0,39	98,14	-	-
	1000	2	0,35	98,25	0,20	99,36
		4	0,38	98,19	-	-

Жадвалдаги маълумотлардан кўриниб турибдики, АИТ-1 ва АИТ-2 ларнинг 15%-ли HCl ва 20%-ли H₂SO₄ эритмаларида 20°С ҳароратда ингибитор концентрацияси ва вақтнинг ошиши билан ингибиторларнинг ингибирлаш самарадорлиги параллел равишда ортиб боради. Натижалар асосида шуни айтиш мумкинки, АИТ-1 ва АИТ-2 ингибиторларининг

сульфат кислота эритмасида ингибирлаш хусусияти хлорид кислотаси эритмасига нисбатан юқори эканлигини кўрсатди.

2-жадвалда АИТ-3 ва АИТ-4 ингибиторларининг ҳимоялаш даражалари ҳақидаги маълумотлар келтирилган.

2-жадвал

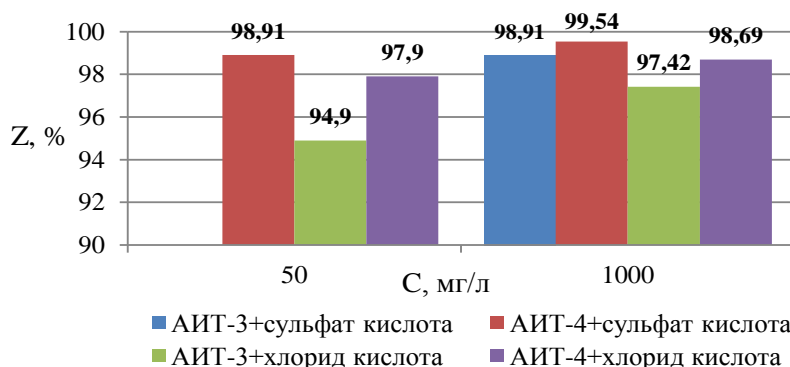
АИТ-3 ва АИТ-4 типидagi ингибиторларнинг 20 °С ҳароратдаги 15% HCl ва 20% H₂SO₄ эритмасидаги самарадорлик даражаси

Ингибитор шифри	Ингибитор миқдори, мг/л	Вақт, соат	15% HCl		20% H ₂ SO ₄	
			$K_{г/м^2·с}$	Z%	$K_{г/м^2·с}$	Z%
АИТ-3	50	2	1,77	91,15		
		4	1,50	92,86		
		6	1,17	94,90		
	1000	2	0,94	95,30	0,40	98,72
		4	0,68	96,76	0,35	98,82
		6	0,59	97,42	0,52	98,91
АИТ-4	50	2	0,68	96,60	0,44	98,59
		4	0,58	97,23	0,26	99,12
		6	0,48	97,90	0,33	98,91
	1000	2	0,50	97,50	0,17	99,46
		4	0,30	98,57	0,15	99,49
		6	0,30	98,69	0,14	99,54

Жадвал маълумотларидан кўриниб турибдики, АИТ-3 ва АИТ-4 шифри остида белгиланган ингибиторлар жуда кам миқдордаги концентрацияда яъни 50 мг/л миқдорида агрессив муҳит сифатида танланган 15%-ли HCl ва 20%-ли H₂SO₄ эритмасида ҳам юқори ингибиторлик хоссаларини (92-98%) намоён қилади. Агрессив муҳит ҳисобланган 15%-ли хлорид кислота эритмасида АИТ-4 типидagi ингибитор яъни морфолин радикали тутган ингибиторнинг самарадорлиги 98,7% бўлса, худди шу бирикманинг пиперидин тутган вакили АИТ-3 нинг самарадорлиги 97,42% ни ташкил этмоқда. Бу шундан далолат берадики, молекуладаги пиперидин тутган ингибиторга нисбатан морфолин радикали тутган ингибиторнинг ингибирлаш самарадорлиги юқорилигини кўрсатади. Худди шу юқоридаги бирикмаларнинг ингибиторлик самарадорлиги агрессив муҳит бўлган 20%-ли сульфат кислотада солиштириб кўрилганда, морфолин радикали тутган ингибиторнинг самарадорлик даражаси 50 мг/л миқдорида 98,91% ташкил этган бўлса, пиперидин радикали тутган АИТ-3 ингибиторининг самарадорлик даражаси худди шу 50 мг/л миқдорида жуда паст даражада эканлигини кўрсатди. Бироқ ушбу ингибиторларнинг 1000 мг/л миқдоридаги ишчи эритмасида АИТ-3 ингибиторининг самарадорлиги 98,91% ни ташкил этиши ва АИТ-4 ингибиторининг самарадорлик даражаси эса 99,54% ни ташкил этиши аниқланди.

Қуйидаги 1-расмда Ст.3 маркали металл қотишмасини 20% H₂SO₄, 15% HCl эритмаси муҳитида коррозияланишдаги АИТ-3 ва АИТ-4

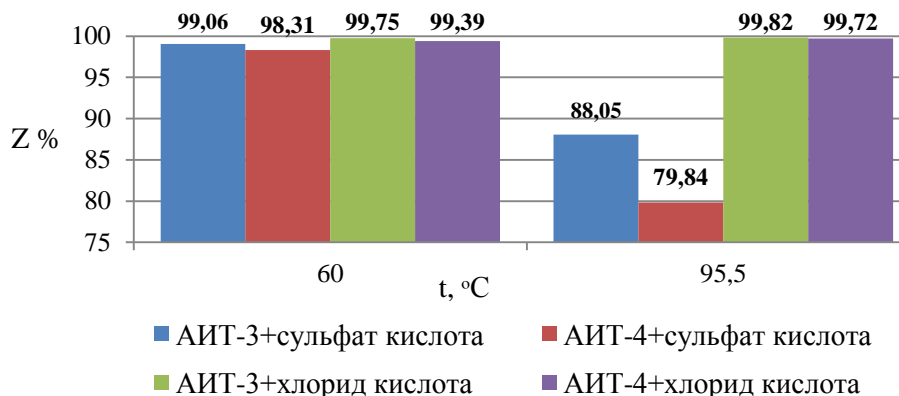
ингибиторларининг химоялаш қилиш даражасининг концентрацияга боғлиқлиги келтирилган.



1-расм. Ст.3 маркали металл қотишмасини 20% H₂SO₄+ 15% HCl эритмаси муҳитидаги АИТ-3 ва АИТ-4 ингибиторлари химоялаш даражасининг концентрацияга боғлиқлиги.

Қуйидаги 2-расмда Ст.3 маркали металл қотишмасини 20% H₂SO₄ ва 15% HCl эритмаси муҳитида АИТ-3 ва АИТ-4 ингибиторларининг химоялаш даражасининг ҳароратга боғлиқлиги келтирилган.

Ҳароратни 60°C гача ошириш тадқиқот қилинаётган барча ингибиторларнинг 15% HCl ва 20% H₂SO₄ муҳитларида ҳам ингибирлаш даражасининг ортишига олиб келади. Бироқ ҳароратни 95,5°C га ва ундан юқорига кўтариш хлорид кислота муҳитида ингибирлаш даражаси пасаяди.



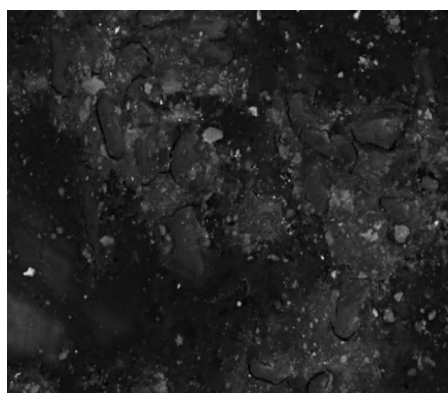
2-расм. Ст.3 маркали металл қотишмасини 20% H₂SO₄+ 15% HCl эритмасида коррозияланишдан химоя қилиш даражасининг ҳароратга боғлиқлиги.

Ҳароратнинг 95,5°C гача кўтарилиши сульфат кислотали муҳитда АИТ-4 ингибитори учун ижобий натижани (99,72%) бериши маълум бўлди. Тадқиқот қилинаётган ингибиторларнинг металлларни химоялаш даражаси вақт бўйича хлорид ва сульфат кислота муҳитларида барқарордир.

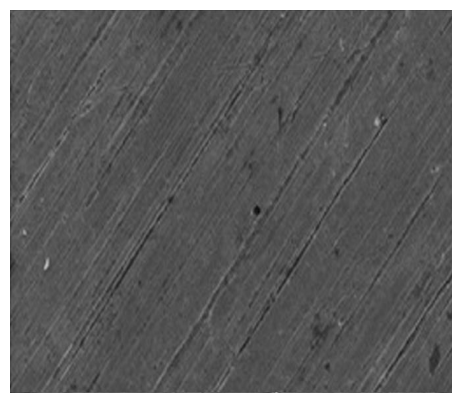
Олинган маълумотларга кўра, тадқиқот қилинган ингибиторлар хлорид кислотали агрессив муҳитда 50 мг/л миқдорида коррозия тезлигини 12-32 марта секинлаштиради, худди шу муҳитда 1000 мг/л миқдорида коррозия

тезлигини 75-140 марта секинлаштириши аниқланди. Ҳароратнинг кўтарилиши билан тадқиқ қилинаётган ингибиторларнинг хлорид ва сульфат кислоталардаги ҳимоялаш даражаси даврий равишда ортиши маълум бўлди.

Коррозия ингибитори сифатида АИТ-4 нинг самарадорлигини тасдиқлаш мақсадида СЭМ ёрдамида 3-расмдаги тасвирлар олинди.



Ингибиторсиз 1 М НСl эритмасида

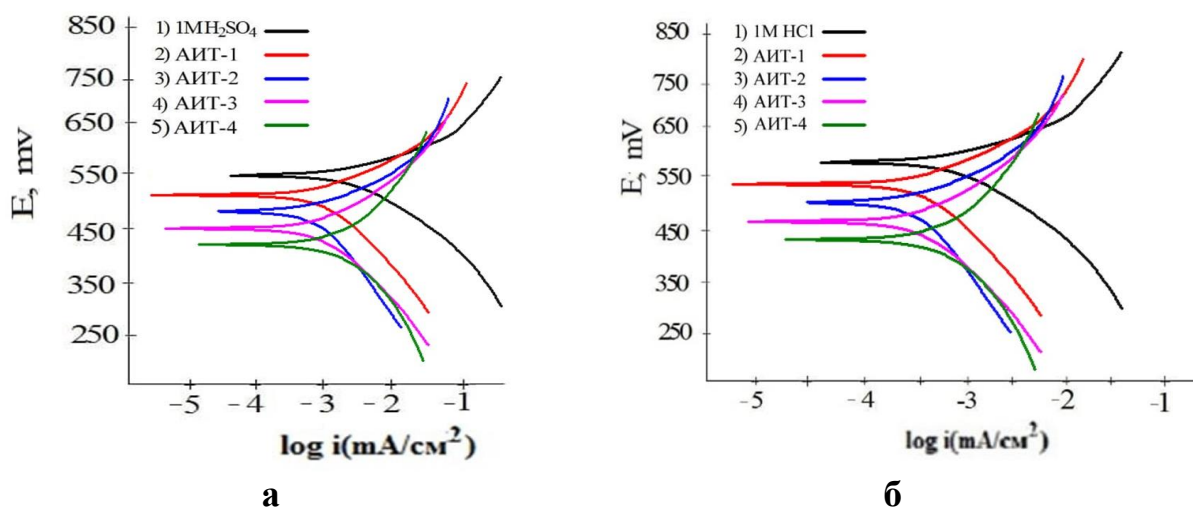


Ингибитор АИТ-4 билан 1М НСl эритмасида

3-расм. Пўлат Ст.3 намунасининг СЭМ-микрофотографияси.

Расмдан кўришиб турибдики, ингибитор қўшилмаган ишчи эритмага туширилган пўлат намунаси тасвирида пўлат сиртида кўплаб ёриқлар ва емирилишлар ўз аксини топган. Худди шу пўлат намунасининг ингибитор қўшилган системадаги ишчи эритмасидаги тасвирда юқоридаги кўринишдаги ёриқларнинг мавжуд эмаслиги ва емирилишнинг эса умуман сезилмаслиги кўрсатилган.

Қутбланиш қаршилиги усули ёрдамида умумий қаршилик ва қутбланиш қаршилиги (R_p) нинг қийматлари ҳисоблаб чиқилди. Юқорида кўрсатилган ингибиторларнинг 1 М НСl ва 1М H_2SO_4 эритмаларидаги қутбланиш қаршилиги эгрлари 4- расмда кўрсатилган.



4-расм. 1М H_2SO_4 (а) ва 1М НСl (б) эритмаларидаги ингибиторли ва ингибиторсиз потенциостатик қутбланиш эгрлари.

4-расмдан кўришиб турибдики, 1М HCl эритмасида ингибиторларнинг самарадорлик даражаси анча юқори. Умумий қоидага мувофиқ, синтез қилинган ингибиторлар катод жараёнини кўпроқ даражада ингибирласада, худди шу шароитда анод жараёнининг эриш тезлигини ҳам камайтиради.

Қуйидаги 3-жадвалда АИТ-1 ва АИТ-2 типидagi ингибиторларнинг 20⁰С ҳароратдаги 15% HCl ва 20% H₂SO₄ эритмасидаги тормозлаш коэффициентини ва ҳимоялаш даражалари келтирилган.

3-жадвал

АИТ-1 ва АИТ-2 типидagi ингибиторларнинг 20⁰С ҳароратдаги 15% HCl ва 20% H₂SO₄ эритмасидаги самарадорлик даражаси

Ингибитор шифри	Ингибитор микдори, мг/л	Вакт, соат	15% HCl		20% H ₂ SO ₄	
			γ	Z%	γ	Z%
1	2	3	5	6	8	9
АИТ-1	50	2	23,80	95,80	16,64	93,99
		4	23,59	95,76	30,61	96,73
		6	27,26	96,33	31,78	96,85
	100	2	43,47	97,70	35,97	97,22
		4	43,47	97,70	31,93	96,86
		6	43,48	97,70	32,82	96,95
	250	2	41,66	97,60	62,60	98,40
		4	55,26	98,12	66,00	98,48
		6	60,26	98,34	67,11	98,50
	500	2	41,66	97,60	65,20	98,46
		4	58,33	98,28	82,50	98,78
		6	58,33	98,28	82,50	98,78
1000	2	36,36	97,25	82,36	98,78	
	4	46,66	97,85	87,35	98,85	
	6	58,71	98,29	83,88	98,80	
АИТ-2	25	2	17,39	94,25	32,94	96,96
		4	18,10	94,47	32,95	96,97
	100	2	22,47	95,55	35,16	97,15
		4	26,92	96,28	35,17	97,17
	250	2	33,89	97,05	59,05	98,30
		4	42,85	97,66	59,06	98,30
	500	2	41,66	97,60	92,05	98,91
		4	53,84	98,14	92,05	98,91
	1000	2	57,14	98,25	156,5	99,36
		4	55,26	98,19	156,5	99,36

Жадвалдаги маълумотлар асосида шуни айтиш мумкинки, АИТ-1 ингибиторининг 50 мг/л 15% HCl эритмасидаги тормозлаш коэффициентини 6 соат давомида 27,26 ни ва ҳимоялаш даражаси 96,33% ни ташкил қилган бўлса, худди шу ингибиторнинг сульфат кислотанинг 20% эритмасидаги тормозлаш коэффициентини 6 соатда 31,78 га ва ҳимоялаш даражаси 96,85% ни ташкил этишини кўрсатди. Худди шу ингибиторнинг юқоридаги агрессив муҳитларда 500 мг/л ва 1000 мг/л тормозлаш коэффициентини ўрганиб

чиқилганда 15% хлорид кислотадаги тормозлаш коэффициенти тегишли равишда 73,87 бўлса, химоялаш даражаси 98,64% ни ташкил этди. Сульфат кислотанинг 20% эритмасидаги қийматлари эса тегишли равишда 77,43 ва 98,70% ни ташкил қилиши аниқланди.

Худди шунингдек, АИТ-2 ингибиторининг 50 мг/л 15% HCl эритмасидаги тормозлаш коэффициенти 4 соат давомида 26,92 ни ва химоялаш даражаси 96,28% ни ташкил қилган бўлса, худди шу ингибиторнинг сульфат кислотанинг 20% эритмасидаги тормозлаш коэффициенти 4 соатда 35,17 га ва химоялаш даражаси 97,17% ни ташкил этишини кўрсатди. Юқоридаги агрессив муҳитларда ингибиторнинг тормозлаш коэффициенти ва химоялаш даражаси 4 соат давомида 1000 мг/л концентрацияда ўрганиб чиқилганда тегишли равишда хлорид кислотали муҳитда 55,26 га ва 98,19% тенг бўлган бўлса, сульфат кислотали муҳитда тормозлаш коэффициенти 156,50 га ва химоялаш даражаси 99,36% га тенглиги аниқланди.

Қуйидаги 4-жадвалда АИТ-3 ва АИТ-4 типидagi ингибиторларнинг 60°C ва 95,5°C ҳарорат ҳамда 15% HCl ва 20% H₂SO₄ кислоталарнинг эритмасидаги тормозлаш коэффициенти ва химоялаш даражалари қийматлари натижалари ҳақидаги маълумотлар келтирилган.

4-жадвал

Турли ҳарорат ва 15% HCl, 20% H₂SO₄ муҳитларидаги ингибиторларнинг самарадорлик натижалари

Ингибитор шифри	Муҳит ва унинг концентрацияси, %	Ингибитор миқдори, мг/л	Вақт, соат	60°C		95,5°C	
				γ	Z%	γ	Z%
АИТ-3	HCl 15%	1000	1	-	-	51,4	88,05
			2	106,50	99,06	51,4	88,05
			4	122,53	99,18	51,4	88,05
			6	106,91	99,06	51,4	88,05
АИТ-4	HCl 15%	1000	1	-	-	46,19	79,84
			2	51,46	98,06	46,19	79,84
			4	63,14	98,42	46,19	79,84
			6	59,20	98,31	46,19	79,84
АИТ-3	H ₂ SO ₄ 20%	1000	1	-	-	543,5	99,82
			2	338,64	99,70	543,5	99,82
			4	372,07	99,73	543,5	99,82
			6	394,78	99,75	543,5	99,82
АИТ-4	H ₂ SO ₄ 20%	1000	1	-	-	351,6	99,72
			2	144,01	99,31	351,6	99,72
			4	149,05	99,33	351,6	99,72
			6	163,36	99,39	351,6	99,72

Жадвалдаги маълумотларга кўра АИТ-3 ингибиторининг 60 °C ҳароратда 15% хлорид кислота эритмасидаги 1000 мг/л концентрациядаги кўрсаткичлари вақт бўйича олиб кўрилганда тормозлаш коэффициенти

4 соатда 122,53 га тенг бўлганлигини ва ҳимоялаш даражаси 99,18% эканлиги маълум бўлди. Вақтнинг кўтарилиши (6 соат) тормозлаш коэффиценти (106,91) ва ҳимоялаш даражасининг (99,06%) пасайишига олиб келишини кўрсатди.

АИТ-3 ингибиторининг 95,5^oC ҳароратда 15% хлорид кислота эритмасидаги 1000 мг/л концентрациядаги кўрсаткичлари вақт бўйича олиб кўрилганда тормозлаш коэффиценти 51,4 га тенглиги ва ҳимоялаш даражаси эса 88,05% тенглиги аниқланди. Ушбу кўрсаткичлар вақт оралиқларида ўзгармас катталик эканликлари маълум бўлди.

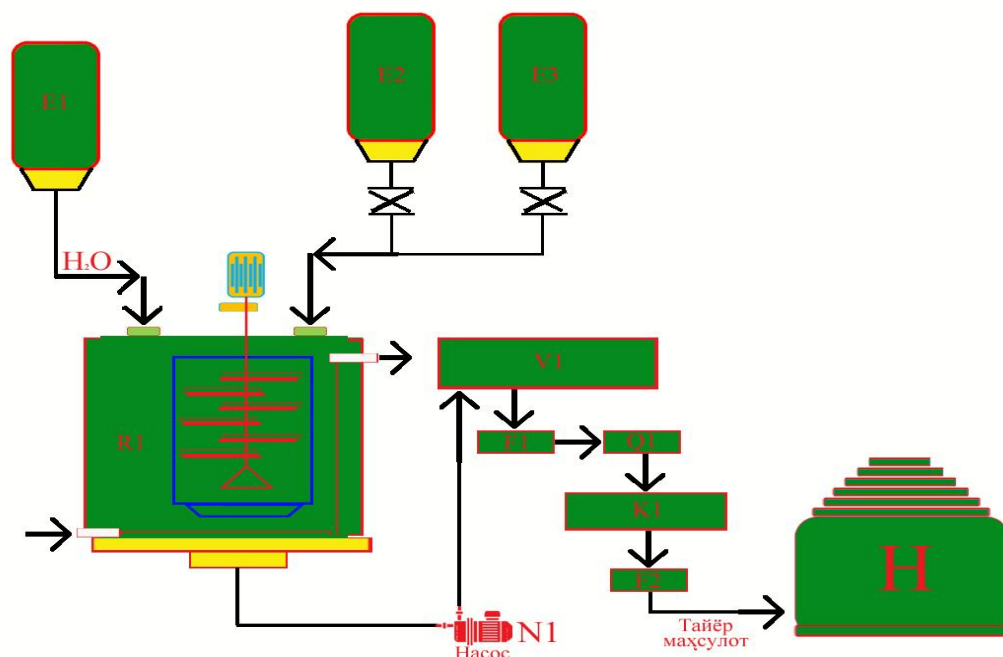
АИТ-4 ингибиторининг 60 °C ҳароратда худди шу муҳитда ва худди шу концентрацияда тормозлаш коэффиценти ва ҳимоялаш даражалари ўрганилганда қуйидаги натижалар олинди: тормозлаш коэффиценти натижаси 63,14 ва ҳимоялаш даражаси 98,42% тенглиги аниқланди. Бу ерда ҳам вақт бўйича энг оптимал вақт 4 соатни ташкил этганлиги маълум бўлди.

Диссертациянинг **“Тиаиндан ва тиохроман α -аминокетонлари асосидаги коррозия ингибиторларини олиш технологияси”** номли тўртинчи бобида синтез қилинган бирикмаларни саноатда олишнинг технологик схемаси ва уларни амалда қўллаш орқали эришилиши мумкин бўлган иқтисодий самарадорлик томонлари ёритилган. Синтез қилинган АИТ-1, АИТ-2, АИТ-3 ва АИТ-4 ингибиторлари Муборак газни қайта ишлаш заводининг электрохимий лабораториясида синов тариқасида қўлланилди. Тадқиқот натижаларига кўра янги типдаги ингибиторларнинг ингибирлаш даражаси 97,00-99,60% эканлиги аниқланди. Таҷрибаларга кўра, Ст.20 пўлат намунасининг коррозияланиш тезлиги 0,5% карбонат ангидрид бўлган агрессив муҳитда 6,1117 мм/й бўлган бўлса, АИТ-2 ва АИТ-4 ингибиторлари иштирокида коррозия тезлигини 0,0892-0,0920 мм/й га тенг бўлди. Шунингдек, коррозия барқарорлик баллари бўйича барча АИТ типдаги ингибиторлар 3-5 баллик шкалага тўғри келиши маълум бўлди.

Бициклик олтингугуртли органик бирикмалар асосидаги юқори самарали коррозия ингибиторларини олишнинг принципиал технологик схемаси 5-расмда келтирилган.

Ташқи иситиш тизими, совутгич ва якорли аралаштиргич билан жиҳозланган реактор R-1 га E-2 ва E-3 сиғимлардан керакли миқдорда морфолин ёки пиперидин ва бромацетилтиаинданларнинг бензолдаги эритмаси берилади. Реакторга солинган моддалар жадал аралаштириб турилган ҳолда 293-297 К ҳароратда 0,5-1 соат давомида қиздирилади. Шундан сўнг реактор R-1 га маълум миқдор совуқ сув E-1 идишидан юборилади ва реактор рубашкасига иссиқ сув узатилиб 293-297 К ҳарорат ушланган ҳолда яна 1 соат аралаштирилади. Реактор R-1 дан эритувчини ҳайдаш учун N-1 насос орқали V-1 сиғимли қурилмага юборилади, ундан маҳсулот F-1 филтрловчи қурилмага узатилади. Сўнгра маҳсулот Q-1 қурилмада қурилади ва ундан K-1 кристаллизаторга юборилади ва кристаллизаторда гексан билан қайта кристаллга туширилади. Сўнгра кристаллизатордан F-2 филтрловчи мосламага ўтади ва филтрланган

маҳсулот кадоқланиб тайёр маҳсулот сифатида Н-белгили омборхонага юборилади. Маҳсулот унуми 85-88%.



5-расм. АИТ типдаги ингибиторларни олишнинг принципиал технологик схемаси.

R-1 реактор, E-1-сув учун резервуар, E-2 пиперидин (морфолин) учун резервуар, E-3 бромацетил тианданнинг бензолдаги эритмаси учун резервуар, V-1 эритувчини ҳайдаш қурилмаси, F-1 филтрловчи мослама, Q-1 қуриштириш учун мослама, K-1 кристаллизатор, H-тайёр маҳсулот учун омборхона.

Ҳисоблашлар ва қўшимча харажатларнинг коэффицентлари 2020 йил нархларида тақдим этилди. Puro-tech 1011A хорижий ингибиторнинг АИТ типдаги коррозия ингибиторларига алмаштирилиши натижасидаги ҳақиқий иқтисодий самарадорликни ҳисоблаш:

$$C_{AO} = (14600000 - 6559814) \times 1,2 = 9648223 \text{ сўм}$$

бу ерда: 14600 000 – 1 т Puro-tech 1011A хорижий ингибиторнинг нархи; 6559814–1 т таклиф қилинган коррозия ингибитори эритмасининг нархи; 1,2 – алмаштирилган маҳсулотни ишлаб чиқариш ҳажми, т.

Саноатда қўлланиладиган Puro-tech 1011A ингибиторини АИТ типдаги янги самарали коррозия ингибиторларига алмаштирилишнинг йиллик ҳақиқий иқтисодий самарадорлиги умумий ҳолатда жами 9648223 сўмни ташкил қилади. Олиб борилган тадқиқотлар натижаларига кўра, ушбу типдаги ингибиторлар металл коррозиясини келтириб чиқарувчи микроорганизмларга қарши қўлланилганда, бир йилда 60 000 000 (олтмиш миллион) сўм иқтисодий самарадорликка эришиш мумкин эканлиги аниқланди. АИТ-1, АИТ-2, АИТ-3 ва АИТ-4 органик бирикмалари коррозия ингибиторлари сифатида қўлланилганда нефт ва газ саноатининг металл конструкциялари ва қурилмаларининг эксплуатацион муддатларини 10-13 % га ошишига хизмат қилади.

ХУЛОСАЛАР

1. Тиаиндан ва тиохроман молекулалари ароматик халқасининг сирка кислота ангидриди, хлорангидриди билан ациллаш ҳамда диациллаш реакцияларининг мақбул шароитлари аниқланди, шунингдек, реакция натижасида маҳсулот унуми моноацетилли ҳосилаларда 80-87%, диацетилли ҳосилаларда 4-18% ташкил этиши кўрсатиб берилди.

2. Ацетил ҳосилаларининг молекуляр бром билан реакциясида олинган тиаиндан ва тиохроманларнинг α -бромацетилли ҳосилаларининг морфолин ҳамда пиперидин билан реакцияси натижасида тиаиндан ва тиохроман α -аминокетонларини синтез қилиш усули таклиф этилди.

3. Тиаиндан ва тиохроман α -аминокетонлари асосида АИТ типидagi металллар коррозиясига қарши ингибиторлар олиш технологияси ишлаб чиқилди ҳамда олинган АИТ-1, АИТ-2 коррозияга қарши ингибиторлари 15%-ли HCl ва 20%-ли H₂SO₄ эритмаларида 20^oC ҳароратда, шунингдек, АИТ-4 коррозияга қарши ингибитори 20%-ли сульфат кислота эритмасида 95,5^oC ҳароратгача қўллаш учун тавсия этилди.

4. Олинган ингибиторларнинг самарадорлиги 50 мг/л миқдорида 6 соат давомида хлорид кислотали агрессив муҳитда синовдан ўтказилганда коррозия тезлигини 12-32 марта секинлаштиради, 1000 мг/л миқдорида коррозия тезлигини 75-140 марта секинлаштириши аниқланди.

5. Металл конструкцияларни 15%-ли хлорид кислота эритмасида коррозиядан ҳимоя қилиш учун ингибирлаш самарадорлиги 97,42% бўлган, таркибида пиперидин фрагменти тутган АИТ-3 ингибитори ва ингибирлаш самарадорлиги 98,7% бўлган, таркибида морфолин фрагменти тутган АИТ-4 ингибитори таклиф этилди.

6. Тиаиндан ва тиохроман α -аминокетонлари асосида металллар коррозиясига қарши АИТ типидagi ингибиторлар олиш технологияси «Ўзбекнефтгаз» АЖ «Муборак газни қайта ишлаш заводи» да ишлаб чиқаришга жорий этилди. Олинган АИТ типидagi коррозияга қарши юқори самарали ингибиторлар нефт ва газ саноатининг металл конструкциялари ва қурилмаларини 0,5 % ли H₂SO₄, H₂S, CO₂ ва аммиакли сув муҳитларида коррозиядан ҳимоялашда қўллашга тавсия этилди.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ PhD.03/30.12.2019.Т.78.01
ПО ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ПРИ
ТЕРМЕЗСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ УНИВЕРСИТЕТЕ**

КАРШИНСКИЙ ИНЖЕНЕРНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

РАХМАТОВА ГУЗАЛ БОТИРОВНА

**ПОЛУЧЕНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ
ИНГИБИТОРОВ КОРРОЗИИ НА ОСНОВЕ БИЦИКЛИЧЕСКИХ
СЕРООРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ**

**02.00.14-Технология органических веществ
и материалы на их основе**

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

Термез – 2021

Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за B2020.2.PhD/T1727.

Диссертация выполнена в Каршинском инженерно-экономическом институте.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский) размещен на веб-странице по адресу (termizdu@umail.uz) и на информационно-образовательном портале «ZiyoNET по адресу www.ziyo.net.uz.

Научный руководитель:

Курбанов Мингникул Жумагулович
кандидат химических наук, доцент

Официальные оппоненты:

Каримов Масъуд Убайдулла угли
доктор технических наук, старший научный сотрудник

Эшкараев Садридин Чориевич
доктор философии по химическим наукам

Ведущая организация:

Бухарский государственный университет

Защита диссертации состоится «19» 05 2021 г. в «10⁰⁰» часов на заседании Ученого совета на основе Ученого совета PhD.03/30.12.2019.T.78.01 при Термезском государственном университете по адресу: 190111, Сурхандарьинская область, г. Термез, ул. Баркамол авлод, 43. Тел.: (+99876) 221-74-55, факс: (+99876) 221-71-17, e-mail: termizdu@umail.uz.

Диссертация зарегистрирована в Информационно-ресурсном центре Термезского государственного университета за № 5, с которой можно ознакомиться в ИРЦ (190111, Сурхандарьинская область, г. Термез, ул. Баркамол авлод, 43.Тел.: (+99876) 221-74-55, факс: (+99876) 221-71-17, e-mail: termizdu@umail.uz).

Автореферат диссертации разослан «7» 05 2021 года.

(протокол рассылки № 3 от «07» 05 2021 г.).



И.А. Умбаров
Председатель научного совета
по присуждению ученой степени, д.т.н., доц.

Ш.А. Касимов
Ученый секретарь научного совета
по присуждению ученой степени, д.ф.х.н., доц.

Р.В. Аликулов
Председатель научного семинара
при научном совете по присуждению
ученой степени, д.х.н., доц.

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. В настоящее время в мире в результате коррозии ежегодно до 20% металлоконструкций превращаются в коррозионные отходы, выход из строя коррозированных частей оборудования и агрегатов приводит к нарушению технологических процессов. Износ вышедших из строя металлических конструкций и оборудования под воздействием коррозии составляет 10-20% годового объема производства. Поэтому разработка эффективных ингибиторов, предотвращающих коррозию, и эффективных методов борьбы с коррозионными процессами с их помощью считается важной.

В мире ведутся научные исследования по созданию новых типов ингибиторов, определению физико-химических и физико-механических свойств, состава и структуры сырья используемого для производства дешевых и экологически чистых ингибиторов. В связи с этим, большое внимание уделяется внедрению инновационных непрерывных технологических систем производства ингибиторов на основе бициклических сероорганических соединений, также, разработка ингибиторов коррозии на основе дешевого, нетоксичного, экологически чистого, импортозамещающего местного сырья в защите металлических конструкционных материалов от коррозии и засоления дает высокую эффективность даже при низких концентрациях и их применение для защиты стальных конструкционных материалов от коррозии.

В нашей стране достигнуты определенные результаты в направлении производства новых видов материалов в химической промышленности, в том числе осуществлены масштабные мероприятия в сфере обеспечения отечественного рынка импортозамещающими химическими реагентами. Следует отметить, что благодаря внедрению инновационных технологий в Республике большое внимание уделяется осуществлению научно обоснованной системы управления промышленными объектами и мерами для защиты отраслей. В Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан² заложена важная задача, направленная на «дальнейшее ускорение производства готовой продукции с высокой добавленной стоимостью на основе глубокой переработки местных сырьевых ресурсов, преобразование качественно новых видов продукции и технологии». В связи с этим в нашей стране важна разработка новых видов высокоэффективных антикоррозионных ингибиторов на основе местного сырья и вторичных промышленных материалов, испытание их в различных средах, определение их влияния на процесс коррозии, кинетику и механизмы процесса коррозии.

¹ № УП-4947 от 7 февраля 2017 года Президента Республики Узбекистан «О стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан»

Диссертационное исследование в определенном уровне служит выполнению поставленных задач в Указе Президента Республики Узбекистан от 7 февраля 2017 года № УП-4947 «Стратегию действий по пяти приоритетным направлениям развития Республики Узбекистан в 2017 -2021 годах», ПП-3983 от 25 октября 2018 года «О мерах по ускоренному развитию химической промышленности Республики Узбекистан» ПП-3479 от 17 января 2018 года «О мерах по стабильному обеспечению отраслей экономики страны востребованными видами продукции и сырья» и ПП-4265 от 3 апреля 2019 года «О мерах по дальнейшему реформированию и повышению инвестиционной привлекательности химической промышленности» и других нормативных актах.

Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологии республики. Данная диссертационная работа выполнена в соответствии приоритетным направлениям развития науки и технологии №7 «Химическая технология и нанотехнология».

Степень изученности проблемы. Во всех развитых странах мира проводятся систематические исследования по синтезу антикоррозионных веществ и производство ингибирующих систем на их основе. В этой области зарубежные ученые, такие как, Jixao Wang, G.S. Mario, Charles Booker, En-Hou Han, Willi Meier, Damien Feron, Jacques-Philippe Berge, Giovanni Aldini, G.T. Burstein and O.R. Mattos и другие провели фундаментальные исследования.

Ученые из стран содружества независимых государств, Ю.И.Кузнецов, С.М.Решетников, А.Г.Акимов, Я.М.Колотыркин, В.П.Батракова, П.С.Фахретдинов, В.И.Вигдорович, Н.В.Шель, Л.Е.Цыганкова, М Хани, С.Н.Степин, О.П.Кузнецова, А.В.Вахин, П.В.Стрекаловы проводили научные и практические исследования, посвященные созданию эффективных полифункциональных ингибиторов, механизмы их ингибирования.

В нашей Республике ряд ученых, таких как Р.С. Тиллаев, Т.Д. Цыганов, Ф.К. Курбанов, А.Т. Джалилов М.Дж. Джуманиязов, А. Икрамов, Д. Юсупов, З.Б. Таджиходжаев, Х.И. Акбаров, В.П. Гуро, А.Дж. Халиков, Х.С. Бекназаров и другие проводили углубленные исследования по механизму коррозионного процесса, по синтезу новых типов полифункциональных соединений и всестороннем изучении их ингибирующих свойств при решении задач коррозии металлов в условиях эксплуатации и внесли большой вклад в этой области науки.

Следует отметить что, исследования вышеперечисленных ученых были направлены для получения импортозамещающих, конкурентоспособных и высокоэффективных ингибиторов коррозии. Но недостаточно исследованы и изучены свойства нового поколения ингибиторов коррозии получаемых на основе соединений бензотиофена и тиохромана.

Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ высшего учебного заведения. Исследование диссертации выполнено в рамках фундаментальных проектах научно-

исследовательских планах Каршинского инженерно-экономического института и Термезского государственного университета ОТ-Ф7-34 «Синтез комплексообразующих полифункциональных ионитов и теоретические основы разделения некоторых d-металлов с их помощью» (2017-2020 гг.) и Ф-7-28 «Синтез бинарных экстрагентов на основе четвертичных азот- и фосфорных соединений и их координационных соединений с благородными металлами» (2012-2016 гг.).

Целью исследования является разработка технологий получения новых высокоэффективных ингибиторов коррозии металлов на основе α -аминокетонов тиаинданового и тиохроманового ряда.

Задачи исследования:

для синтеза тиаинданового и тиохроманового ряда α -аминокетонов определение оптимальные условия реакции ацилирование, диацилирование, бромирование боковой цепи, а также взаимодействия соединений брома с морфолином и пиперидином;

определение состав и структуры синтезированных α -аминокетонов тиаинданового и тиохроманового ряда физико-химическими методами исследований;

определение ингибирующие свойства синтезированных ингибиторов коррозии в агрессивных средах, степень защиты, скорость коррозионного процесса, связь закономерности коэффициента торможения с концентрацией, средой, временем и структурой состава молекулы ингибиторов;

определение методом уменьшения массы и электрохимическими методами степень эффективности ингибирования полученных ингибиторов на основе α -аминокетонов тиаинданового и тиохроманового ряда в растворах 15% HCl, 20% H₂SO₄, 1M HCl и 1M H₂SO₄.

разработать принципиальную технологическую схему и характеристику получения ингибиторов коррозии на основе α -аминокетонов тиаинданового и тиохроманового ряда и провести опытно-испытательные работы.

Объектом исследования являются соединения α -пиперидино- 2-метил-5-ацетил-1-тиаиндана (АИТ-1), α -морфолино-2-метил-5-ацетил- 1-тиаиндана (АИТ-2), α -пиперидино-6-ацетил-1-тиохромана (АИТ-3) и α -морфолино-6-ацетил-1-тиохромана (АИТ-4).

Предмет исследования. Разработка нового типа ингибиторов коррозии металлов на основе α -аминокетонов тиаиндана и тиохромана и определить оптимальные условия эффективности ингибирования коррозионного процесса в агрессивных средах, от времени и температуры, от концентрации и строения молекулы ингибитора.

Предметом исследования является разработка технологии получения новых типов ингибиторов коррозии металлов на основе α -аминокетонов тиаиндана и тиохромана, определения оптимальных условий эффективности ингибирования коррозионных процессов в различных агрессивных средах, температуре, времени, концентрации и в зависимости от структуры молекулы ингибитора.

Методы исследования. В исследовании использованы классические методы органического синтеза, ИК, УФ, ПМР спектроскопия, электронная сканирующая микроскопия и применены гравиметрические и электрохимические методы в определение эффективности ингибирования.

Научная новизна исследования:

впервые синтезированы ингибиторы коррозии нового поколения на основе реакции ацилирования и диацилирования на ароматической части молекулы тиаиндана и тиохромана;

ацилирование и диацилирование тиаиндана и тиохромана в растворе хлористого метилена 20 °С и в течение 4-5 часов в соотношениях реагирующих веществ 2,5-диметил-1-тиаиндан-уксусный ангидрид-катализатор (1:2:4) были получены 2,5-диметил-3,6-диацетил-1-тиаинден 18% и 2,5-диметил-6-ацетил-1-тиаиндан с 80% выходом;

бромирование боковой цепи молекулы ацетилтиаиндана и ацетилтиохромана, определены оптимальные условия реакции с пиперидином (морфолином) и получены α -аминокетоны тиаинданов и тиохроманов с выходами 80-88%.

полученные ингибиторы типа АИТ в растворе 15%-ной HCl и 20%-ной H₂SO₄ кислоты при температуре 20°С и 60°С с увеличением концентрации ингибитора и времени определено увеличение степени защиты металлов от коррозии;

определено, что α -аминокетоны тиаиндана и тиохромана соответствуют 3-5-балльной шкале по показателям коррозионной стойкости и на их основе разработано получение технологии ингибиторов типа АИТ.

Практические результаты исследования:

впервые получены ингибиторы коррозии металлов типа АИТ на основе α -аминокетонов тиаиндана и тиохромана и в растворе серной кислоты с повышением 95,5 °С определено повышение эффективности ингибирования ингибитора АИТ-4 на 99,72;

ингибиторы пиперидин содержащие (97,42%) по соотношению эффективности ингибирования уступают ингибитору морфолину содержащему (98,7%) ;

разработана технология получения ингибиторов типа АИТ на основе α -аминокетонов тиаиндана и тиохромана против коррозии металлов и обоснованы технико-экономические основы.

Достоверность полученных результатов. Достоверность полученных экспериментальных данных установлена современными методами исследования: ИК-, УФ-, ПМР-спектроскопией и на основе опытно-промышленных испытаний.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость результатов исследования заключается в том, что в результате воздействия различных реагентов на молекулы тиаиндана и тиохромана, были определены оптимальные условия процессов получения ингибиторов в результате реакции α -бромацетилтиаиндана и α -

бромацетилтиохромана с морфолином и пиперидином и разработана технология их производства.

Практическая значимость результатов исследования заключается в том, что синтезированные ингибиторы нового типа α -аминокетонов тиаиндана и тиохромана, предотвращают коррозию металлоконструкций, снижают расход ингибитора за счет повышения эффективности ингибирования, обеспечивают более длительный срок применения для народного хозяйства.

Внедрение результатов исследования. На основе полученных научных результатах разработка технологии получения ингибиторов типа АИТ против коррозии металлов на основе α -аминокетонов тиаиндана и тиохромана:

технологическая получения ингибиторов типа АИТ на основе α -аминокетонов тиаиндана и тиохромана против коррозии металлов внедрена в производстве АО «Узбекнефтегаз» «Мубарекском газоперерабатывающем заводе» (Справка №1024/ГК-09 от 15.09.2020 АО «Узбекнефтегаз» «Мубарекский газоперерабатывающий завод»). В результате с использованием высокоэффективных ингибиторов АИТ-1, АИТ-2, АИТ-3 и АИТ-4 в аммиачных водных и в газового конденсата 0,5% ный H_2SO_4 , H_2S , CO_2 средах позволили защитит от коррозии металлических конструкций с составом Ст.20;

разработанные ингибиторы АИТ-1, АИТ-2, АИТ-3 и АИТ-4 против коррозии для защиты металлоконструкций и оборудования внедрены в производство АО «Узбекнефтегаз» «Мубарекском газоперерабатывающем заводе» (Справка №1024/ГК-09 от 15.09.2020 АО «Узбекнефтегаз» «Мубарекский газоперерабатывающий завод»). В результате ингибиторы нового типа АИТ при их применении в качестве ингибиторов коррозии позволили увеличить эксплуатационные сроки металлических конструкций и установок нефтегазовой промышленности на 10-13%.

Апробация результатов исследования. Результаты работы изложены и обсуждены на 9 научных конференциях, из них 4 международных и 5 Республиканские научно-практические конференции.

Опубликованность результатов исследования. По теме диссертации опубликовано всего 14 научных работ. Из них рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов 5: одна статья в Республиканском научном журнале и 4 статьи в зарубежных научных журналах.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы, приложения и изложена на 103 страницах.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

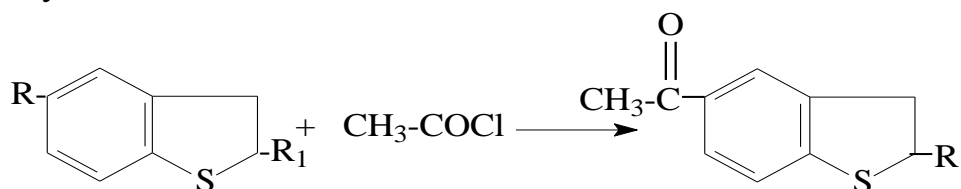
Во введении обоснована актуальность и востребованность диссертационной темы, сформулированы цели и задачи, изложены объекты и предметы исследования. А также, показаны соответствие приоритетным

направлениям развития науки и технологии Республики Узбекистан, изложены научная новизна и практические результаты, внедрение в практику и приводятся сведения об опубликованных работах и о структуре диссертации.

В первой главе «Перспективы развития научных исследований в области создания эффективных ингибиторов коррозии» приводятся последние литературные данные об ингибиторах полученных на основе бензотиофеновых и тиофеновых производных. Кроме того, приведены критические анализы современной литературы, посвященной гравиметрическим и электрохимическим методам способности ингибирования коррозии металлов. Анализ литературных данных позволил обосновать цель, задачи и выбор объектов исследования настоящей работы.

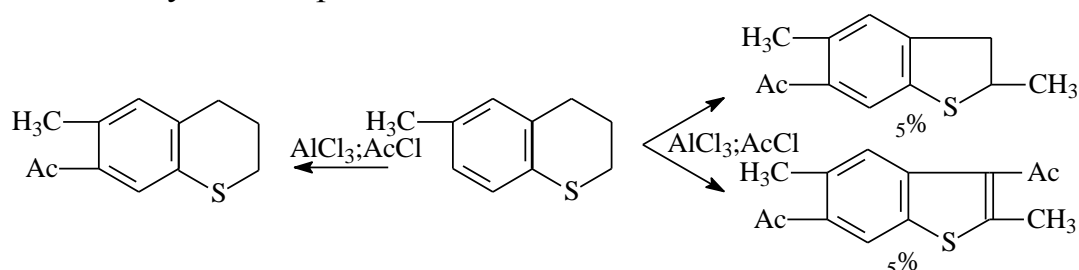
Во второй главе диссертации под названием "Синтез и методы исследования ингибиторов коррозии на основе тиаиндановых и тиохромановых α -аминокетонов" сформулирован выбор необходимого сырья и методов проведения исследования. В этой главе изучаются вопросы синтеза исходных веществ реакции ацилирования и диацилирования молекул тиаиндана и тиохромана, а также скорость протекания реакции. Для получения целевых соединений были проведены реакции ацилирования на основе молекулы тиаиндана и тиохромана. В результате реакции было обнаружено, что выход в общем случае составлял от 80% до 95%.

Схему реакции ацилирования молекулы тиаиндана и тиохромана можно показать следующей схемой:

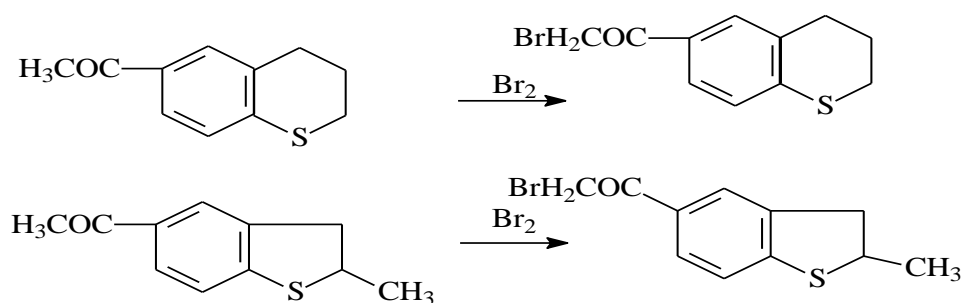


R= H, CH₃;

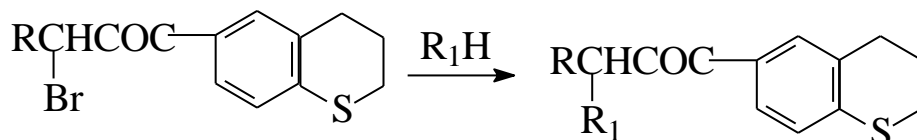
Шестичленное серосодержащее полуароматическое соединение с бициклической структурой, то есть 6-метил-1-тиохроман при участии достаточного катализатора в кислой среде, реакция диацилирования приводит скелетную изомеризацию со сжатием кольца:



Для получения ингибиторов коррозии на основе тиаиндана и тиохромана проводили реакцию с молекулярным бромом в среде диоксана при температуре 20 °С в течение двух часов.



Взаимодействие вторичных циклических аминов т.е., пиперидина и морфолина с α -бромацетилтиаинданами и α -бромацетилтиохроманами в течение 30 минут в среде бензола приводит к соответствующим α -аминокетонам.



R=H; R₁=Морфолин; R=H; R₁=Пиперидин

Чистота и ход реакции контролировалась тонкослойной хроматографией на пластинке «Silufol». Структура и состав полученных соединений были подтверждены ИК- и ПМР-спектроскопическими методами исследования, а также методами элементного анализа. Полученные α -аминокетоны тиаинданов и тиохроманов были использованы ингибиторами коррозии металла. Для изучения антикоррозионных свойств синтезированных соединений при агрессивных средах были использованы методы: исследовано уменьшение массы, поляризационное сопротивление, поляризационные кривые и изучены другие свойства. Также освещены методы получения веществ, используемых в качестве ингибиторов для экспериментально-испытательного исследования, описаны методы экспериментально-исследовательских работ.

В третьем главе по теме «**Результаты изучения механизма ингибирования коррозии стали полученных на основе α -аминокетон тиаиндана и тиохромана**» приведены и обсуждены результаты ингибирования коррозии металлов гравиметрическими методами полученных соединений на основе α -аминокетон тиаинданового и тиохроманового ряда.

Для изучения антикоррозионных свойств полученных соединений использованы гравиметрические методы анализа. При проведении исследований ингибирующие свойства синтезированных соединений были изучены при разных концентрациях, различных агрессивных средах и температуры. Для исследования были выбраны следующие соединения: α -пиперидино-2-метил 5-ацетил-1-тиаиндан (АИТ-1), α -морфолино-2-метил-5-ацетил-1-тиаиндан (АИТ-2), α -пиперидино-6-ацетил-1-тиохроман (АИТ-3) и α -морфолино-6-ацетил-1-тиохроман (АИТ-4). Ингибирующие свойства соединений изучены гравиметрическим методом на образцах из трубной стали марки Ст.3, размером 40x20x5 мм и в электроде АРМКО-железа

высотой 30 мм и площадью 0,0314 см². Коррозионно-агрессивной средой служили растворы 15%-ной HCl, и 20%-ной H₂SO₄, 1 М HCl и 1 М H₂SO₄.

В таблице 1 приведены сведения экспериментальных данных исследования.

Из данных таблиц видно, что в 15% растворах HCl и 20%-ной H₂SO₄, ингибирующая эффективность ингибиторов АИТ-1 и АИТ-2 при 20°C увеличивается параллельно с увеличением концентрации и времени.

На основании результатов можно сказать, что ингибирующие свойства ингибиторов АИТ-1 и АИТ-2 в растворе серной кислоты выше, чем в растворе соляной кислоты.

Таблица 1

**Эффективность ингибиторов АИТ-1 и АИТ-2 в растворе
15% HCl и 20% H₂SO₄ при 20 °C**

Шифр ингибитора	Количество ингибитора, мг/л	Время, час	15% HCl		20% H ₂ SO ₄	
			$K_{г/м^2·с}$	Z%	$K_{г/м^2·с}$	Z%
1	2	3	4	6	7	9
АИТ-1	50	2	0,84	95,80	1,84	93,99
		4	0,89	95,76	0,97	96,73
		6	0,84	96,33	0,95	96,85
	100	2	0,46	97,70	0,87	97,22
		4	-	-	0,93	96,86
		6	-	-	0,92	96,95
	250	2	0,48	97,60	0,50	98,40
		4	0,33	98,12	0,45	98,48
		6	0,38	98,34	0,45	98,50
	500	2	0,48	97,60	0,48	98,46
		4	0,36	98,28	0,36	98,78
		6	0,31	98,64	0,39	98,70
	1000	2	0,55	97,25	0,38	98,78
		4	0,45	97,85	0,34	98,85
		6	0,39	98,29	0,36	98,80
АИТ-2	25	2	1,15	94,25	0,95	96,96
		4	1,16	94,47	-	-
	100	2	0,89	95,55	0,89	97,15
		4	0,78	96,28	-	-
	250	2	0,59	97,05	0,53	98,30
		4	0,49	97,66	-	-
	500	2	0,48	97,60	0,34	98,91
		4	0,39	98,14	-	-
	1000	2	0,35	98,25	0,20	99,36
		4	0,38	98,19	-	-

В таблице 2 приведено сведения о степени защиты ингибиторов АИТ-3 и АИТ-4. Из таблицы видно, что ингибиторы АИТ-3 и АИТ-4 в очень низких концентрациях, то есть при 50 мг/л в растворах 15% HCl и H₂SO₄ проявляют высокие ингибирующие свойства (92-98%). В 15%-ном растворе соляной кислоты эффективность содержащего морфолиновый радикал, ингибитора

АИТ-4 составляет 98,7%, тогда как эффективность АИТ-3, представителя того же соединения содержащего пиперидиновый радикал, составляет 97,42%. Это свидетельствует о том, что, ингибитор содержащий морфолиновый радикал более эффективен, чем ингибитор, содержащий пиридиновый радикал.

Таблица 2

Эффективность ингибиторов АИТ-3 и АИТ-4 в растворе 15% HCl и 20% H₂SO₄ при 20°C

Шифр ингибитора	Количество ингибитора, мг/л	Время, час	15% HCl		20% H ₂ SO ₄	
			$K_{г/м^2 \cdot с}$	Z%	$K_{г/м^2 \cdot с}$	Z%
АИТ-3	50	2	1,77	91,15		
		4	1,50	92,86		
		6	1,17	94,90		
	1000	2	0,94	95,30	0,40	98,72
		4	0,68	96,76	0,35	98,82
		6	0,59	97,42	0,52	98,91
АИТ-4	50	2	0,68	96,60	0,44	98,59
		4	0,58	97,23	0,26	99,12
		6	0,48	97,90	0,33	98,91
	1000	2	0,50	97,50	0,17	99,46
		4	0,30	98,57	0,15	99,49
		6	0,30	98,69	0,14	99,54

Ингибирующая эффективность морфолин содержащего ингибитора при 20% серной кислоте при 50 мг/л составляла 98,91%, тогда как пиперидин содержащий ингибитор АИТ-3 при 50 мг/л показал очень низкую незначительную эффективность. Однако в рабочем растворе с концентрацией 1000 мг/л эффективность ингибитора АИТ-3 оказалась равной 98,91%, а эффективность ингибитора АИТ-4 составила 99,54%.

На рисунке 1 показано зависимость ингибирования от концентрации Ст.3 ингибиторами АИТ-3 и АИТ-4 в растворе 20% H₂SO₄, 15% HCl.

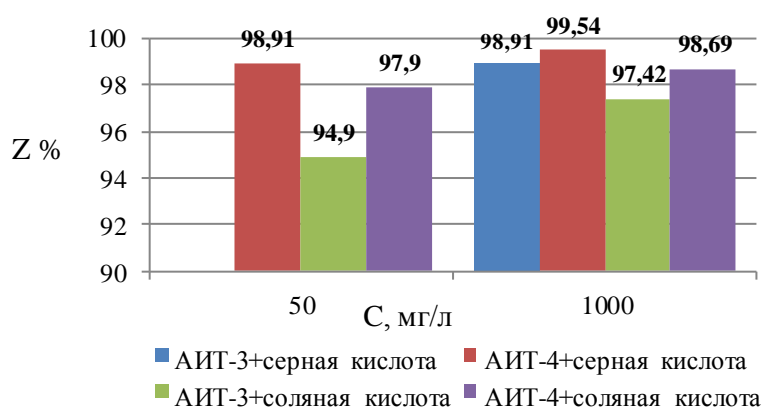


Рис.1. Зависимость ингибирования от концентрации Ст.3 ингибиторами АИТ-3 и АИТ-4 в растворе 20% H₂SO₄ и 15% HCl.

На рисунке 2 приведена зависимость ингибирования Ст.3 ингибиторами АИТ-3 и АИТ-4 в растворе 20% H₂SO₄, 15% HCl от температуры.

Повышение температуры до 60 °С в среде 15% HCl и 20% H₂SO₄ приводит к увеличению скорости ингибирования всех испытуемых ингибиторов. Однако повышение температуры до 95,5 °С и выше, указывает на то, что степень ингибирования исследуемых ингибиторов в солянокислой среде понижается.

Повышение температуры до 95,5 °С в сернокислотной среде оказалось положительным для ингибитора АИТ-4 (99,72%). Защитная степень исследуемых ингибиторов стабильна во времени в солянокислых и сернокислотных средах.

Данные показывают, что исследованные ингибиторы замедляли скорость коррозии в соляной кислоте при 50 мг/л до 12-32 раза и при 1000 мг/л концентрации в той же среде замедляют скорость коррозии до 75-140 раз. Также было установлено, что защитная степень изучаемых ингибиторов соляной и серной кислоты периодически повышаются с повышением температуры.

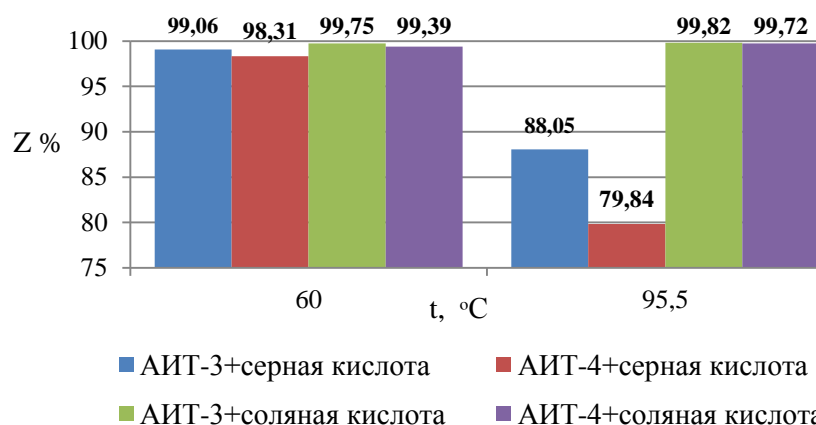
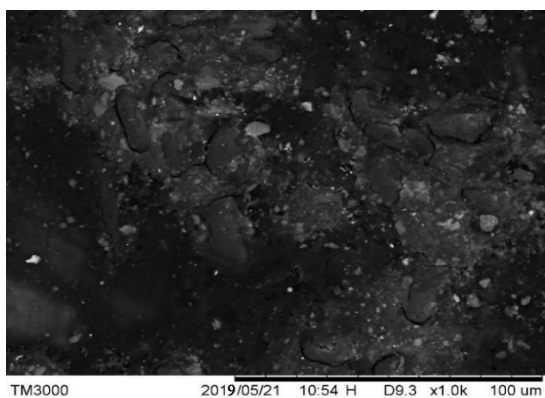
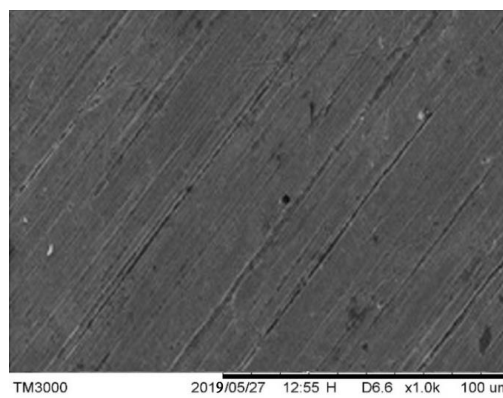


Рис.2. Зависимость ингибирования Ст.3 ингибиторами АИТ-3 и АИТ-4 в растворе 20% H₂SO₄, 15% HCl от температуры.

Чтобы подтвердить эффективность АИТ-4 в качестве ингибитора коррозии были получены рисунки с использованием сканирующего электронного микроскопа (СЭМ) и получен рисунок 3.



Без ингибитора в растворе 1 М HCl



С ингибитором АИТ-4 в растворе 1М HCl

Рис.3. СЭМ-микрофотография образца Ст.3.

Как видно из рисунков 3, в изображении стального образца, полученного в рабочем растворе без добавления ингибитора, наблюдается множество трещин и эрозий на поверхности стали. Изображение того же образца стали в рабочем растворе системы с добавлением ингибитора показывает, что нет трещин указанного выше вида и что эрозия не заметна.

Общее сопротивление (R_p) и полярность ингибитора были вычислены с помощью метода сопротивления полярности. Кривые сопротивления полярности выше указанных ингибиторов в 1 М НСl и в 1М H₂SO₄, а также в не ингибирующих средах показаны на рисунке-4.

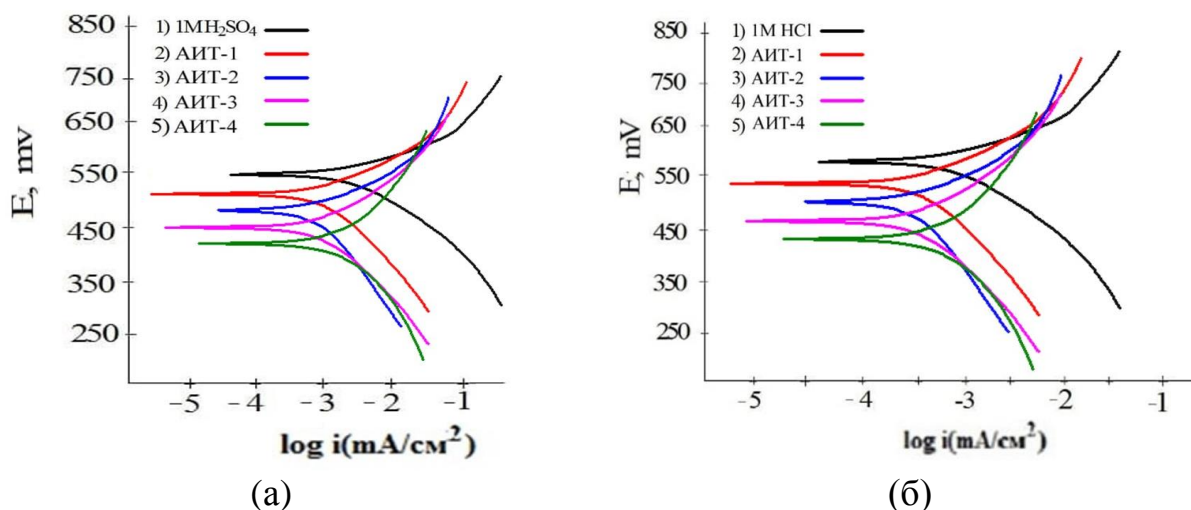


Рис.4. Потенциостатические поляризационные кривые в растворах 1М H₂SO₄ и 1М НСl с ингибиторами и без ингибитора.

Рисунок-4 показывает, что эффективность ингибиторов намного выше в растворе 1М НСl. Как правило, синтезированные ингибиторы в большей степени ингибируют катодный процесс, но также значительно снижают скорость плавления анодного процесса при тех же условиях.

В таблице-3 представлена зависимость коэффициента торможения коррозии и эффективность защиты в 15% НСl и 20% H₂SO₄ при температуре 20 °С. Из результатов приведенных таблиц можно сказать, что изучаемый ингибитор АИТ-1 с добавлением 50 мг/л в 15% НСl в течение 6 часов тормозит коррозию в 27,26 раза и степень защиты составляет 96,33%. А тот же ингибитор в тех же условиях в среде 20%-ной серной кислоты в течение 6 часов тормозит коррозию в 31,78 раз, степень защиты составляет 96,85%. Изучен коэффициент торможения ингибитора АИТ-1 в тех же условиях при концентрации 500 мг/л и 1000 мг/л. В соляной кислоте коэффициент торможения равен 73,87 и степень защиты равна 98,64%. В серной кислоте данные составляют 77,43 и 98,70% соответственно.

А также при использовании ингибитора АИТ-2 с добавлением 50 мг/л в 15% НСl в течение 4 часов тормозной коэффициент коррозии равен 26,92 и степень защиты составляет 96,28%. Тот же ингибитор в тех же условиях в среде 20%-ной серной кислоты в течение 4 часов тормозит коррозию в 35,17 раза, а степень защиты составляет 97,17%. Изучен коэффициент торможения

ингибитора АИТ-2 в тех же условиях при концентрации 1000 мг/л. В соляной кислоте коэффициент торможения равен 55,26 и степень защиты равна 98,19%. В серной кислоте торможение коррозии проявляло 156,50 раз, а степень защиты составляет 99,36%.

Таблица 3

Коэффициент торможения и степень защиты АИТ-1 и АИТ-2 в 15% HCl и 20% H₂SO₄ при температуре 20 °С

Шифр ингибитора	Количество ингибитора, мг/л	Время, час	15% HCl		20% H ₂ SO ₄		
			γ	Z%	γ	Z%	
1	2	3	5	6	8	9	
АИТ-1	50	2	23,80	95,80	16,64	93,99	
		4	23,59	95,76	30,61	96,73	
		6	27,26	96,33	31,78	96,85	
	100	2	43,47	97,70	35,97	97,22	
		4	43,47	97,70	31,93	96,86	
		6	43,48	97,70	32,82	96,95	
	250	2	41,66	97,60	62,60	98,40	
		4	55,26	98,12	66,00	98,48	
		6	60,26	98,34	67,11	98,50	
	500	2	41,66	97,60	65,20	98,46	
		4	58,33	98,28	82,50	98,78	
		6	58,33	98,28	82,50	98,78	
	1000	2	36,36	97,25	82,36	98,78	
		4	46,66	97,85	87,35	98,85	
		6	58,71	98,29	83,88	98,80	
	АИТ-2	25	2	17,39	94,25	32,94	96,96
			4	18,10	94,47	32,95	96,97
		100	2	22,47	95,55	35,16	97,15
4			26,92	96,28	35,17	97,17	
250		2	33,89	97,05	59,05	98,30	
		4	42,85	97,66	59,06	98,30	
500		2	41,66	97,60	92,05	98,91	
		4	53,84	98,14	92,05	98,91	
1000		2	57,14	98,25	156,5	99,36	
		4	55,26	98,19	156,5	99,36	

В таблице 4 представлена зависимость коэффициента торможения коррозии и эффективность защиты в 15% HCl и 20% H₂SO₄ при температуре 60 °С и 95,5 °С. Из данных таблиц можно сказать что, ингибитор АИТ-3 с

добавлением 1000 мг/л при температуре 60°C в среде соляной кислоты со временем в течение 4 часа тормозит коррозию 122,53 раза и степень защиты составляет 99,18%. Повышение времени (до 6 часов) указывает снижение коэффициента торможения (106,91) и степень защиты (99,06%).

Ингибитор АИТ-3 с добавлением 1000 мг/л при температуре 95,5°C в среде соляной кислоты со временем в течении 4 часов тормозят коррозию 51,4 раза и степень защиты составляет 88,05%. Установлено что эти показатели постоянные в пределах времени.

Таблица 4

Коэффициент торможения и степень защиты АИТ-3 и АИТ-4 в 15% HCl и 20% H₂SO₄ при температуре 60 °C и 95,5 °C

Шифр ингибитора	Среда, %	Количество ингибитора мг/л	Время, час	60°C		95,5°C	
				γ	Z%	γ	Z%
АИТ-3	HCl 15%	1000	1	-	-	51,4	88,05
			2	106,50	99,06	51,4	88,05
			4	122,53	99,18	51,4	88,05
			6	106,91	99,06	51,4	88,05
АИТ-4	HCl 15%	1000	1	-	-	46,19	79,84
			2	51,46	98,06	46,19	79,84
			4	63,14	98,42	46,19	79,84
			6	59,20	98,31	46,19	79,84
АИТ-3	H ₂ SO ₄ 20%	1000	1	-	-	543,5	99,82
			2	338,64	99,70	543,5	99,82
			4	372,07	99,73	543,5	99,82
			6	394,78	99,75	543,5	99,82
АИТ-4	H ₂ SO ₄ 20%	1000	1	-	-	351,6	99,72
			2	144,01	99,31	351,6	99,72
			4	149,05	99,33	351,6	99,72
			6	163,36	99,39	351,6	99,72

Полученные данные показывают что, ингибитор АИТ-4 с добавлением 1000 мг/л при 60°C в среде соляной кислоты тормозят коррозию на 63,14 раза и степень защиты достигается 98,42%. Можно увидеть, что, оптимальным временем доказано 4 часа.

В четвертой главе по теме «Технология получения ингибиторов коррозии на основе α -аминокетонов тиаиндана и тиохромана» дана

технологическая схема получения синтезированных соединений в производстве и подчеркнуты аспекты экономической эффективности, которые можно достичь, применяя их на практике. Синтезированные ингибиторы АИТ-1, АИТ-2, АИТ-3 и АИТ-4 были использованы в электрохимической лаборатории на Мубарекском газоперерабатывающем заводе (справка от 15.09.2020 г №1024/GK-09). Результаты показали, что эффективность и степени ингибирования новых типов ингибиторов составляют 97,00-99,60%. Эксперименты показали, что скорость коррозии стали марки Ст.20 в двуокиси углерода с массовой долей 0,5% составила 6,1117 мм/год, при добавке ингибиторов марки АИТ-2, АИТ-4 скорость коррозии составила 0,0892-0,0920 мм/год. Кроме того, все ингибиторы типа АИТ по баллу коррозионной стойкости соответствует оценке 3-5 баллов.

Технологическая схема получения высокоэффективных ингибиторов коррозии на основе бициклических сероорганических соединений представлена на рисунке-5.

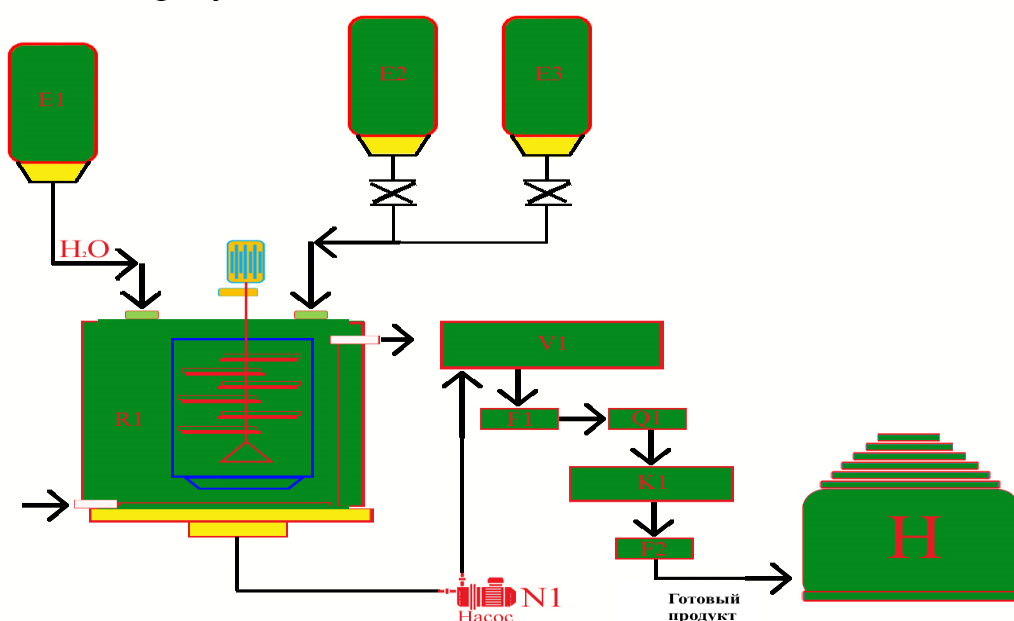


Рис. 5. Принципиальная технологическая схема получения высокоэффективных ингибиторов коррозии металла.

R-1 реактор, E-1-резервуар для воды, E-2 резервуар для пиперидина (морфолина), E-3 резервуар для бензольного раствора бромацетилтиаиндана, V-1 аппарат для перегонке растворителя, F-1 фильтр, Q-1 прибор для сушки, K-1 кристаллизатор, H-склад для готовых продуктов.

В реактор R-1 (с холодильником, якорной мешалкой и с наружными рубашками) и емкостью E-2 и E-3 поступают в нужном количестве вторичный циклический амин (морфолин или пиперидин) с бромацетилтиаинданом в растворе бензола. Содержимое реактора тщательно перемешивается в течение 0,5-1 час при температуре 293-297 К. Затем в реактор поступает в нужном количестве холодная вода из емкости E-1. После того содержимое реактор в течение 1 час при перемешивании нагревается до 293-297 К. После этого для удаления растворителя из реактора R-1 через

насос N-1 реакционная смесь поступает в перегонный аппарат V-1. Затем после перегонки растворителя продукт передается на фильтр F-1. После отфильтрованный продукт поступает в сушилку Q-1 и затем в кристаллизатор K-1. В кристаллизаторе K-1 полученный продукт перекристаллизовывается в гексане. Из кристаллизатора продукт поступает в фильтр F-2 и готовый продукт упаковывается в мешок и отправляется на склад Н. Выход целевого продукта 85-88%.

Удельную и общую экономическую эффективность от введения полученных ингибиторов коррозии рассчитывали на основе стоимости других типов ингибиторов. Расчеты и коэффициенты дополнительных затрат представлены в ценах 2020 года. Расчет фактического экономического эффекта при замене Puro-tech 1011A на ингибитор типа АИТ составляет:

$$C_{AO} = (14600000 - 6559814) \times 1,2 = 9648223 \text{ сумов.}$$

Где: 14600000 - цена 1 т Puro-tech 1011A; 6559814 сум цена 1 т предлагаемого ингибитора; 1,2 - производственная мощность заменяемого продукта, т.

Фактическая годовая рентабельность замены промышленного ингибитора Puro-tech 1011A на новые эффективные ингибиторы коррозии типа АИТ составляет 9648223 сумов. Из проведенных результатов исследования видно, что, если использовать эти ингибиторы против микроорганизмов вызывающие коррозии металлов общая экономическая эффективность и годовая рентабельность составляет 60 000 000 сумов. При применении органических соединений АИТ-1, АИТ-2, АИТ-3 и АИТ-4 в качестве ингибитора в металлоконструкционных оборудовании нефтегазовой промышленности эксплуатационные сроки этих оборудований повышаются на 10-13%.

ВЫВОДЫ

1. Проведена реакция и найдены оптимальные условия проведения реакции ацилирования и диацилирования на ароматическом кольце молекулы тиаиндана и тиохромана с ангидридами и хлорангидридами уксусной кислоты и показаны выходы реакции для моноацетилпроизводных на 80-87% и для диацетилпроизводных на 4-18%.

2. Взаимодействием ацетилпроизводных тиаиндана и тиохромана с молекулярным бромом были получены α -бромацетильпроизводные и в результате реакции α -бромацетильпроизводных с морфолином и пиперидином были синтезированы и предложены методы синтеза α -аминокетоны тиаинданов и тиохроманов.

3. Разработана технологическая схема получения ингибиторов типа АИТ на основе α -аминокетоны тиаиндана и тиохромана против коррозии металлов, были рекомендованы для использования АИТ-1 и АИТ-2 при температуре 20°C в растворе 15% HCl и 20% H₂SO₄ и ингибиторы против коррозии АИТ-4 при температуре до 95,5°C в растворе серной кислоты.

4. Определено, что эффективность полученных ингибиторов при 50 мг/л в течении 6 часов в растворе соляной кислоты замедляют скорость коррозии

в 12-32 раза и при 1000 мг/л концентрации замедляет скорость коррозии 75-140 раз.

5. Предлагается для защиты от коррозии металл конструкции пиперидин содержащей ингибитор АИТ-3, у который эффективность составляет 97,42% в растворе 15%-ной соляной кислоте и составляющей эффективностью 98,7% морфолин содержащей ингибитор АИТ-4.

6. Внедрена в производство технологическая схема получения ингибиторов типа АИТ на основе α -аминокетоны тиаиндана и тиохромана против коррозии металлов в АО «Узбекнефтегаз» «Мубарекском газоперерабатывающем заводе». Полученные высокоэффективные ингибиторы типа АИТ против коррозии металлов были рекомендованы для использования в нефтегазовых промышленностях для защиты металл конструкции и оборудования в среде 0,5% H_2SO_4 , H_2S , CO_2 и аммиачной воде.

**SCIENTIFIC COUNCIL ON AWARD OF SCIENTIFIC DEGREE
PhD.03/30.12.2019.T.78.01 AT TERMEZ STATE UNIVERSITY**

KARSHI ENGINEERING-EKONOMICAL INSTITUTE

RAKHMATOVA GUZAL

**ORGANIC COMPOUNDS WITH BICYCLE SULFUR
HIGH EFFECTIVE CORROSION INSPECTORS BASED
RECEIVING AND EFFECTIVE IMPLEMENTATION**

02.00.14 - Technology of organic compounds and materials on their bases

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

Termez -2021

The dissertation theme of doctor of philosophy (PhD) was registered at the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under number of B2020.2.PhD/T1727

The dissertation has been carried out at Karshi engineering-ekonomical institute.

The dissertation author's abstract in three languages (Uzbek, Russian, English(resume)) is available on web-page of Scientific Council (termizdu@umail.uz) and the Information-educational portal «ZIYONET» (www.ziyonet.uz).

Research supervisors:

Kurbanov Mingnikul

Candidate of chemical sciences, docent

Official opponents:

Karimov Masud

Doctor of Technical Sciences, Senior Researcher

Eshkaraev Sadridin

Doctor of Philosophy in Chemical Sciences

Leading organization:

Bukhara State University

The defense will take place "19" 05 2021 at "10⁰⁰" hours at a meeting of the Scientific Council PhD.03/30.12.2019.T.78.01 at Termez State University at the address: 190111, Termez, district, pos. Barkamol Avlod, 43, tel: (+99876) 221-7455, fax: (+99876) 221-71-17, e-mail: termizdu@umail.uz).

The dissertation is registered in the Information Resource Center of Termez State University for No. 5, which can be found at the IRC (Address: 190111, Termez, 43 Barkamol Avlod St., tel.:(+99876) 221-74-55, fax: (+99876) 221-71-17, e-mail: termizdu@umail.uz).

The abstract of the dissertation has been distributed on «7» 05 2021 year

Protocol at the register № 3 dated «7» 05 2021 year



I.A. Umbarov

Chairman of the Scientific Council for
Awarding the Scientific Degree,
Doctor of Technical Sciences, docent

Sh.A. Kasimov

Scientific Secretary of the Scientific Council
Awarding the Scientific Degree,
Doctor of Philosophy in Chemical Sciences, docent

R.V. Alikulov

Chairman of the Scientific Seminar under Scientific
Council for Awarding the Scientific Degree,
Doctor of Chemical Sciences, docent

INTRODUCTION (abstract of doctor of philosophy PhD dissertation)

The aim of research work is the technology of creating the effective corrosion resistance inhibitors for metal materials based on the α -amino ketones of the thiaindane and thiochroman derivatives, and using these corrosion inhibitors in industry.

The object of research is the α -piperidino 2-methyl-5-acetyl-1-thiaindan (AIT-1), α -morpholino-2-methyl-5-acetyl-1-thiaindan (AIT-2), α -piperidino-6-acetyl-1-thiochroman (AIT-3) and α -morpholino-6-acetyl-1-thiochroman (AIT-4)

Scientific novelties of the research are that:

it was first synthesized the new type of corrosion inhibitors based on the acylation and diacylation reaction of the α -amino ketones of the thiaindane and thiochroman aromatic rings;

it was achieved the 80% reaction yield by 2,5-dimethyl-6-acetyl-1-thiaindan and 18 % reaction yield by 2,5-dimethyl-3,6-diacetyl in a ratio of 1:2:4 of acetic anhydride and catalyst at 20⁰C and 4-5 hours in the diacylation reaction.

it was found the bromination of the substituted chain of acetylthiaquinone and acetylthiochroman, and the optimal conditions for the interaction of bromine derivatives with piperidine (morpholine), and thianine and thiochromanic α -amino ketones were synthesized through 80-88% yield;

it was determined the rise of the inhibition protection degree of obtained AIT corrosion inhibitor in the 15% HCl and H₂SO₄ solutions at 20⁰C and 60⁰C, and increase of time.

it was found that the corrosion resistance indicator of α -amino ketones of the thiaindane and thiochroman derivatives was 3-5 score, and it was created the technology of corrosion resistance AIT type inhibitors.

Implementation of research results. Based on the scientific results obtained the development of a technology for obtaining inhibitors of the AIT type against metal corrosion based on the α -amino ketones thiaindane and thiochroman:

technological production of AIT-type inhibitors based on α -amino ketones thiaindan and thiochroman against metal corrosion has been introduced in the production of Uzbekneftegaz JSC at Mubarek Gas Processing Plant (Reference No. 1024 / GK-09 dated 09/15/2020 Uzbekneftegaz JSC, Mubarek Gas Processing Plant). As a result, using highly effective inhibitors AIT-1, AIT-2, AIT-3 and AIT-4 in ammonia water and gas condensate 0.5% H₂SO₄, H₂S, CO₂ media made it possible to protect against corrosion of metal structures with the composition of Art.20 ;

the developed inhibitors AIT-1, AIT-2, AIT-3 and AIT-4 against corrosion to protect metal structures and equipment have been introduced into the production of Uzbekneftegaz JSC at the Mubarek Gas Processing Plant (Reference No. 1024 / GK-09 dated 09.15. Uzbekneftegaz "Mubarek Gas Processing Plant"). As a result, inhibitors of the new type AIT, when used as corrosion inhibitors, have made it possible to increase the service life of metal structures and installations of the oil and gas industry by 10-13%.

The structure and volume of the dissertation. The content of the dissertation consists an introduction, four chapters, a conclusion, a list of references and appendices. The volume of the dissertation is 103 pages.

Эълон қилинган ишлар рўйхати
Список опубликованных работ
List of published works
I бўлим (I часть; I part)

1. Рахматова Г.Б., Курбанов М.Ж., Рузибоев М.Т. Синтез и изучение скорости реакции ацилирования 1-тиаинданов и 1-тиохроманов // *Universum: Химия и биология*, Выпуск: 12(66), 2019. с. 82-86. (02.00.00; №1)
2. Rakhmatova G.B., Kurbanov M.J., Xidirova Z.U. Studius of the anticorrosive properties of sulfur containing bicyclica aminoketones // *Journal of Critical Reviews.*, ISSN-2394-5125. vol 7., Issue 3., 2020., 63-68. <https://www.scopus.com/sourceid/21100920227>
3. Rakhmatova G.B., Kurbanov M. J., Turabayeva N.B. Tursunova G.K. Study of inspactive properties against corrosion of α -aminocetones and their products// *Austrian Journal of Technical and Natural Sciences.* №5-6, -2020. - P.54-59. (02.00.00 №2)
4. Рахматова Г.Б., Курбанов М.Ж., Рузибоев М.Т. Синтез и изучение реакции диацилирования 1-тиаинданов, 1-тиохроманов и их производных // *ФарДУ илмий хабарлар*, -2020 №4. 11-14-б. (02.00.00 №17)
5. Rakhmatova G.B., Kurbanov M.J., Ataqulova D.D., Bozorova L.Sh. Electro-chemical corrosion initibility of bitycle sulfur surface α -aminocetones study of the properties // *Journal of Critical Reviews.*, ISSN-2394-5125 vol 7., Issue 12., 2020., 4543-4548. <https://www.scopus.com/sourceid/21100920227>

II бўлим (II часть; II part)

6. Рахматова Г.Б., Курбанов М.Ж. Бициклик олтингугуртли α -аминокетонларнинг электрохимевий коррозияга қарши ингибиторлик хоссаларини ўрганиш. // *Инновационное развитие науки и образования международная научно-практическая конференция. Сборник научных публикаций* . - Казахстан -2020, 57-59-б.
7. Рахматова Г.Б., Курбанов М.Ж., Атакулова Д.Д. Бромирования ацилпроизводных 1-тиаинданового ряда. // *Europe, science and we international scientifuc and practical conference* yuly. -2020 Praha , czech republic с.20-22.
8. Рахматова Г.Б. Қурбонов М.Ж., Қаршиев М.Т. 1-тиаиндан ва 1-тиохроман α -аминокетонларининг антикоррозион хоссаларини ўрганиш. // *Актуальные проблемы очистки нефти и газа от примесей различными физико-химическими методами Республика илмий-амалий конференция материаллари* -2011, Қар ДУ. 128-129-б.
9. Рахматова Г.Б., Аллабердиев И.И. Бензо[b]тиофен α -галогенкетонларнинг иккиламчи аминлар билан реакцияси асосида самарали ингибиторлар яратиш // *Кимё, озик-овқат ва кимёвий технологияларни такомиллаштиришда инновацион ғоялар Республика илмий-амалий анжуман материаллар тўплами*, 2019 йил 21 октябрь, Наманган 229-231-бет .

10. Рахматова Г.Б., Курбанов М.Ж., Рузибоев М.Т. Изучение скорости реакции ацилирования бициклических сероорганических соединений // Кимё, озиқ-овқат ва кимёвий технологияларни такомиллаштиришда инновацион ғоялар мавзусидаги Республика илмий-амалий анжуман материаллар тўплами, 2019 йил 21 октябрь, Наманган 232-233-бет

11. Рахматова Г.Б., Курбанов М.Ж. Бромацилтиаиндан ва тиохроманларнинг халқали аминлар билан реакциялари // Ўзбекистонда илмий- амалий тадқиқотлар мавзусидаги Республика 15-кўп тармоқли илмий масофавий онлайн конференция материаллари, -2020. Тошкент 177-178-бет

12. Рахматова Г.Б., Курбанов М.Ж. Изучение реакции диацилирования тианданов и тиохроманов // Янги Ўзбекистонни қуриш ва ривожланишида ёшларнинг фаоллиги мавзусидаги IV онлайн конференция, Наманган давлат университети. Наманган 2020 йил 314-316-бет

13.Рахматова Г.Б., Курбанов М.Ж. Бензо[b]тиофен α -аминокетонлари каторидаги бирикмаларни коррозия ингибитори сифатида қўллаш //Современные научные решения актуальных проблем международная научно-практическая конференция, г.Ростов-на-Дону, Россия 2020.С.44-46

14. Рахматова Г.Б., Аллабердиев И.И. Температурная зависимость антикоррозионных свойств бицикловых органических соединений // The world of science and innovation Abstracts of IV International Scientific and Practical Conference London, United Kingdom. 11-13 November 2020 P.730-734.

Босишга 05.05.2021 йилда рухсат этилди.
Бичими 84x60 1/16. «Times New Roman» гарнитураси.
Рақамли босма усулда босилди. Шартли босма табағи 2,7.
Адади 100. Буюртма № 18.

Термиз давлат университети НММ нашриёти.
Термиз давлат университети НММ нашриёти босмахонасида чоп этилди.
Манзил: Термиз шаҳри, Баркамол авлод кўчаси, 43-уй.

