

**ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИЛМИЙ ТАДҚИҚОТ
ИНСТИТУТИ ХУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
DSc.16/30.12.2019.К/Т.78.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ

МАХАММАДИЕВ ОЙБЕК РАМАЗОН ЎҒЛИ

**МАҲАЛЛИЙ ХОМАШЁЛАР АСОСИДА МЕТАЛЛ
КОРРОЗИЯСИНИНГ ОЛДИНИ ОЛУВЧИ КОРРОЗИЯ
ИНГИБИТОРЛАРИНИ ОЛИШ ТЕХНОЛОГИЯСИНИ ИШЛАБ
ЧИҚИШ**

02.00.14 – Органик моддалар ва улар асосидаги материаллар технологияси

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

Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси автореферати мундарижаси
Оглавление автореферата диссертации доктор философии (PhD)
Contents of dissertation abstract of doctor of philosophy (PhD)

Махаммадиев Ойбек Рамазон ўғли

Маҳаллий хомашёлар асосида металл коррозиясининг олдини олувчи
коррозия ингибиторларини олиш технологиясини ишлаб чиқиш3

Махаммадиев Ойбек Рамазон угли

Разработка технологии получения ингибиторов, предотвращающих коррозию
металлов, на основе местных сырьевых ресурсов.....21

Makhammadiyev Oybek Ramazon ugli

Development of technology for production of corrosion inhibitors that
prevent metal corrosion based on local raw materials.....39

Эълон қилинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ
List of published works.....41

**ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИЛМИЙ ТАДҚИҚОТ
ИНСТИТУТИ ХУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
DSc.16/30.12.2019.К/Т.78.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ

МАХАММАДИЕВ ОЙБЕК РАМАЗОН ЎҒЛИ

**МАҲАЛЛИЙ ХОМАШЁЛАР АСОСИДА МЕТАЛЛ
КОРРОЗИЯСИНИНГ ОЛДИНИ ОЛУВЧИ КОРРОЗИЯ
ИНГИБИТОРЛАРИНИ ОЛИШ ТЕХНОЛОГИЯСИНИ ИШЛАБ
ЧИҚИШ**

02.00.14 – Органик моддалар ва улар асосидаги материаллар технологияси

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

Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Олий таълим, фан ва инновациялар вазирлиги ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2020.2.PhD/Т1725 рақам билан рўйхатга олинган.

Диссертация Тошкент кимё-технология институтида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз(резюме)) Илмий кенгаш веб саҳифасининг (www.tktiti.uz) ҳамда «Ziyounet» таълим ахборот тармоғида (www.ziyounet.uz) жойлаштирилган.

Илмий раҳбар:

Бекназаров Ҳасан Сойибназарович
техника фанлари доктори, профессор

Расмий оппонентлар:

Каримов Маъсуд Убайдулла ўғли
техника фанлари доктори, профессор

Нарзуллаев Акмал Холлипорович
техника фанлари бўйича фалсафа доктори, доцент

Етакчи ташкилот:

Бухоро муҳандислик технология институти

Диссертация ҳимояси Тошкент кимё-технология илмий тадқиқот институти ҳузуридаги илмий даражалар берувчи DSc.16/30.12.2019.К/Т.87.01 рақамли илмий кенгашнинг «28» 02 2023 йил соат 9⁰⁰ даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 111116, Тошкент тумани, Ибрат МФЙ., Шуробозор. Тел.: (+99895) 144-67-83, E-mail: ooo_tniixt@mail.ru, TKTITI@exat.uz).

Диссертация билан Тошкент кимё-технология илмий тадқиқот институтининг Ахборот ресурс марказида танишиш мумкин (№ 2023/5 рақами билан рўйхатга олинган). Манзил: 111116, Тошкент тумани, Ибрат МФЙ., Шуробозор Тел.: (+99895) 144-67-83, E-mail: ooo_tniixt@mail.ru, TKTITI@exat.uz).

Диссертация автореферати 2023 йил «16» 02 кuni таркатилди.

(2023 йил «16» 02 даги № 2023/5 рақамли реестр баённомаси).



Джалилов А.Т.
Илмий даражалар берувчи
Илмий кенгаш раиси,
к.ф.д. проф., академик

Ширинов Ш.Д.
Илмий даражалар берувчи
илмий кенгаш котиби,
т.ф. PhD., к.и.х.

Нуркулов Ф.Н.
Илмий даражалар берувчи
Илмий кенгаш қошидаги
илмий семинар раиси, т.ф.д., проф

КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Дунё микёсида металл конструкцияларини тажовузкор муҳитлардаги коррозиядан сақловчи, рақобатбардош ва юқори самарали ингибиторларни ишлаб чиқиш муҳим аҳамиятга эга ҳисобланади. Саноатнинг тез суръатларда ўсиб бориши ва металл буюмларга эҳтиёжнинг юқорилиги кислотали ва ишқорий муҳитларда ишлатилувчи самарадор ингибиторларга бўлган талабнинг ошишига сабаб бўлмоқда. Концентрацияси юқори бўлган бир компонентли ингибиторлардан воз кечиб иқтисодий жиҳатдан арзон бўлган ва атроф муҳитга зарарсиз композит ингибиторлар ишлаб чиқишга алоҳида эътибор қаратилмоқда. Шунингдек коррозия жараёнини бартараф этишда ингибиторларнинг тузилиши, миқдори, ҳарорат ҳамда таъсир қилувчи агрессив муҳит табиатининг ингибиторлар ҳимоялаш даражасига таъсир механизмини ўрганиш натижасида ингибириллаш хоссаларини таҳлил қилиш муҳим амалий аҳамият касб этади.

Бугунги кунда жаҳонда металллар коррозиясига қарши таркибида азот, фосфор ва олтингурут тутган гетероатомли, амин гуруҳи тутган ароматик ва алифатик бирикмалар шунингдек полисиликатлар ва комплекс бирикмалар асосида сувда ва нефтда эрувчи органик ҳамда ноорганик моддалар асосида самарадор бўлган ингибиторлар ишлаб чиқиш бўйича тадқиқот ишлари олиб борилмоқда. Шундан келиб чиқиб олиш технологияси мураккаб, таннархи қиммат, заҳарли бўлган ингибиторлар ўрнига, маҳаллий хомашёлар ва саноат иккиламчи маҳсулотлари асосида икки ва ундан ортиқ компонентлардан ташкил топган, экологик хавфсиз, атроф муҳитга кам зарар етказадиган композит ингибиторлар олишга алоҳида эътибор қаратилмоқда

Республикамизда маҳаллий хомашёлар ва саноат иккиламчи маҳсулотлари асосида композициялар ва кўпфункционали самарадор ингибиторлар ишлаб чиқишда маълум илмий ва амалий натижаларга эришилмоқда. Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Харакатлар стратегиясида “Маҳаллий хомашё ресурсларини чуқур қайта ишлаш асосида, юқори кўшимча қийматли тайёр маҳсулот ишлаб чиқаришни янада жадаллаштириш, сифат жиҳатдан янги маҳсулотлар олиш технологияларини ўзлаштириш ва такомиллаштириш” бўйича амалга ошириладиган муҳим вазифалар ва бажариладиган тизимли ишлар белгилаб берилган. Бу борада металл буюмлари коррозиясини олдини олувчи олигомер типдаги композит бирикмалар олиш бўйича амалий изланишлар олиб борилган. Бу эса саноат чиқиндилари асосида янги типдаги ингибитор бирикмалар олиш технологияларини ишлаб чиқиш ҳамда амалиётга жорий этишда муҳим аҳамият касб этади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022 йил 28 январдаги ПФ-60-сон «2022-2026 йилларга мўлжалланган Янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегияси тўғрисида»¹ ги, 2021 йил 9 июндаги ПФ-6244-сон «Худудларнинг

¹ Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022 йил 28 январдаги ПФ-60-сон «2022-2026 йилларга мўлжалланган Янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегияси тўғрисидаги» Фармони

саноат салоҳиятини оширишга доир кўшимча чора-тадбирлар тўғрисида»ги, 2020 йил 12 августдаги ПҚ-4805-сон «Кимё ва биология йўналишларида узлуксиз таълим сифатини ва илм-фан натижадорлигини ошириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги Фармон ва қарорлари ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишда ушбу диссертация тадқиқот натижалари муайян даражада хизмат қилади.

Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг устивор йўналишларига мослиги. Мазкур тадқиқот республика фан ва технологиялар ривожланишининг VII. «Кимё технологиялари ва нанотехнология» устувор йўналишларига мувофиқ бажарилган.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Дунё мамлакатлари олимлари томонидан йиллар давомида металллар коррозиясини олдини олувчи хар-ҳил турдаги ингибиторлар синтез қилиниб, таркиби такомиллаштириб келинмоқда. Бугунги кунда металллар коррозиясини олдини олишда ингибиторлар яратиш бўйича фаолият олиб бораётган кўпгина олимларнинг ишларига тўхталиш мумкин жумладан, Branko N.Popov., W.Li., L.M.Calle., A.SH. Makhlouf., E.Cano., D. Lafuente., J.de Damborenea., M.A. Arenas., K. Kordesch., W. Taucher-Mautner., C LPage., Gianni Rondelli., Elmer Pérez., C. Monticelli, A. P. Фахрутдинова., Н. И. Муқатдисов., И.А. Шипигузов., О.В. Колесова., Л.Е. Цыганкова., Е.А. Корякина., Рихсходжаева Г.Р., Ризаев А.Н., Чепкасова О.А., Кузнецов Ю.И., Е.А. Шитикова., Т.П. Дьячкова., Н.Г. Россина., Н.А. Попов., М.А. Жилякова., А.В. Корелин, А.Т. Джалилов, Х.И. Акбаров, Х.С. Бекназаров, Р.С. Тиллаев, Ф.К. Курбанов, А. Икрамов, Х.И. Қодиров, Д. Юсупов, В.П. Гуро, Н.Б. Эшмаматова, А.Ж. Холиқов ва бошқа шу каби жаҳон ва мамлакатимиз олимлар томонидан катта ҳажмдаги тадқиқот ишлари олиб борилган.

Ушбу олимларнинг илмий изланишлари, юқори самарадор ингибиторларни яратишга ва уларнинг таъсир механизмини ўрганишга асосланган.

Хозирги вақтда кимё саноати корхона ва заводларидаги мавжуд коррозион муҳитларда юқори самара берувчи маҳаллий хомашёлар ва иккиламчи маҳсулотлар асосида композит ингибиторлар яратишга катта эътибор берилмоқда.

Диссертация мавзусининг диссертация бажарилаётган олий таълим ва илмий-тадқиқот муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқоти Тошкент кимё-технология институти ва Тошкент кимё-технология илмий-тадқиқот институти МЧЖ илмий-тадқиқот ишлари режасининг Х/Ш № 12/06 «Маҳаллий хомашёлар асосида янги самарали олигомер коррозия ингибиторларини яратиш ва татбиқ этиш» (2007 й.), мавзусидаги хўжалик шартномаси, шунингдек А12-005 «Маҳаллий хомашёлар асосида янги самарали коррозия ингибиторларини ишлаб чиқиш ва қўллаш» (2015-2017 йй) мавзусидаги амалий лойиҳа доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади N ва P тутган бирикмалар асосида юқори самарадор композит ингибиторлар олиш технологиясини ишлаб чиқишдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

таркибида амин гуруҳи тузлари ва фосфат гуруҳлари бўлган композит ингибиторларни олиш ва жараёнининг оптимал шароитларини аниқлаш;

олинган коррозия ингибиторларида ҳосил бўлган янги функционал гуруҳлар ва уларнинг физик-кимёвий хоссаларини аниқлаш;

олинган ингибиторларнинг самарадорлигини ўрганиш бўйича лаборатория тажриба синовлари, гравиметрик ва электрокимёвий таҳлиллар ўтказиш;

коррозия тезлиги, химоялаш даражаси ҳамда тормозлаш коэффициентини, ҳарорат, муҳит рН, ингибиторлар концентрацияси ва функционал гуруҳларга боғлиқлигини аниқлаш;

СЭМ ва атом куч микроскопия усуллари ёрдамида пўлат сиртининг морфологиясини ўрганиш;

композит коррозия ингибиторларининг олиш технологиясини ишлаб чиқиш ва амалиётга тадбиқ этиш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида этаноламинлар, этилендиамин, карбамид, тиокарбамидлар олинган.

Тадқиқотнинг предмети таркибида амин тузлари ва фосфат гуруҳлари сақлаган моддалар асосида коррозия ингибиторлари олишнинг оптимал шароитларини, шунингдек, ишлаб чиқилган янги ингибиторларнинг ҳар ҳил муҳит, ҳарорат ва ингибитор концентрациясига боғлиқ ҳолда химоялаш даражаларининг ўзгаришини аниқлаш ташкил этади.

Тадқиқотнинг усуллари. Диссертация ишида металл юзаси коррозиясини аниқлаш ҳамда олинган намуналарнинг тузилиши ва хоссаларини тадқиқи этишда инфрақизил спектроскопия (ИҚ-спектроскопия), сканерловчи электрон микроскопия (СЭМ), атом куч микроскопия (АКМ), гравиметрик ҳамда электрокимёвий таҳлил каби замонавий физик-кимёвий усуллардан фойдаланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйдагилардан иборат:

этанолламинлар, этилендиамин, карбамид, тиокарбамид асосида янги таркибли композит коррозия ингибиторлари олинган ҳамда жараённинг оптимал шароитлари аниқланган;

олинган коррозия ингибиторларида ҳосил бўлган янги функционал гуруҳлар ва уларнинг физик-кимёвий хоссалари аниқланган;

кўп функцияли таъсир этувчи ингибиторлик хоссасига эга бўлган коррозия ингибиторлари ишлаб чиқилган;

сканерловчи электрон микроскоп ва атом куч микроскоп усуллари орқали олинган микрофотографиялар асосида ингибирланган пўлат сиртининг морфологик ўзгаришлари кўрсатиб берилган;

ишлаб чиқилган янги композит ингибиторларнинг коррозия тезлиги, химоялаш даражаси, сиртни тўла қоплаш даражаси, тормозлаш коэффициентлари аниқланган;

этанолламинлар асосида олинган композит коррозия ингибиторлари кислотали, тузли ва нейтрал муҳитларда юқори самарадорликка эга бўлиши исботланган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

этанолламинлар, этилендиамин, карбамид, тиокарбамид асосида кўп функцияли таъсир этувчи янги таркибли композит коррозия ингибиторлари олинган;

коррозия ингибиторлари олишнинг ресурс тежамкор технологияси ишлаб чиқилган;

олинган коррозия ингибиторларнинг қўллаш технологияси ишлаб чиқилган ва иқтисодий самарадорлиги аниқланган;

ишлаб чиқилган композит коррозия ингибиторлари ишлаб чиқариш корхоналаридаги турли муҳитларда синаб кўрилган ва ингибиторларнинг ишқорий ва нейтрал муҳитлардаги самарадорлиги исботланган.

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги олинган коррозия ингибиторларининг физик-кимёвий хоссалари ва самарадорлигини аниқлашда замонавий термодинамик, кинетик ва адсорбцион таҳлил усулларидан фойдаланилганлиги, шунингдек, назарий ва синов натижаларнинг ўзаро мутаносиблиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти. Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти олинган композит ингибиторларнинг самарадорлиги, уларнинг таркиби, оптимал нисбатлари ва физик-кимёвий хоссаларининг ўзаро боғлиқлиги аниқланганлиги ҳамда композит ингибиторлар олишнинг экологик ҳавфсиз технологиясини ишлаб чиқилганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти олинган композит ингибиторлар кислотали-тузли ва айланма сувли муҳитлардаги пўлатни коррозиядан юқори даражада ҳимоялаб, металл конструкцияларни узок муддат самарали ишлашига хизмат қилиши билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларини жорий қилиниши. Маҳаллий хомашёлар асосида металл коррозиясининг олдини олувчи коррозия ингибиторларини олиш технологиясини ишлаб чиқиш бўйича олинган илмий натижалар асосида:

янги ингибитор бирикмалар, “Sho‘rtan gaz kimyo majmuasi” МЧЖ да сув айланма системали муҳитларда коррозия жараёнини секинлаштиришда жорий қилинган (“Sho‘rtan gaz kimyo majmuasi” МЧЖ нинг 2022 йил 27 апрелдаги № 030/1635-сон маълумотномаси). Натижада ички сув айланма системаларидаги сув ўтказувчи ва сақловчи пўлат конструкцияларни ишлаш муддатини узайтириш имконини берган;

олинган коррозия ингибиторлари “Sho‘rtan gaz kimyo majmuasi” МЧЖ да ишқорий ва нейтрал муҳитларда металл конструкцияларни коррозиядан ҳимоялашда амалиётга жорий қилинган (“Sho‘rtan gaz kimyo majmuasi” МЧЖ нинг 2022 йил 27 апрелдаги № 030/1635-сон маълумотномаси). Натижада, ишқорий ва нейтрал муҳитларда юқори самарадорликка эга бўлган коррозия ингибиторларини ишлаб чиқариш имконини берган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Мазкур тадқиқот натижалари 14 та, жумладан 9 та халқаро ва 5 та республика миқёсидаги илмий амалий анжуманларда маърузалар қилинган ва муҳокамадан ўтказилган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилиниши. Диссертация мавзуси бўйича жами 19 та илмий иш чоп этилган. Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг докторлик диссертациялари асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий нашрларда 5 та мақола, жумладан 3 таси республика, 2 таси хорижий журналларда нашр этилган.

Диссертациянинг ҳажми ва тузилиши. Диссертация таркиби кириш, тўртта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертациянинг ҳажми 110 бетни ташкил қилади.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

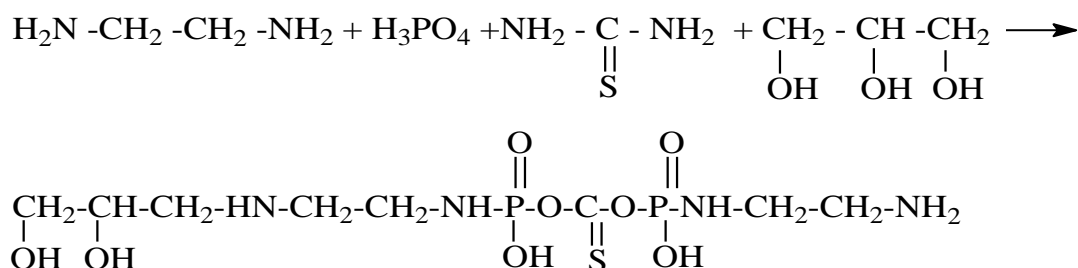
Кириш қисмида кимё, нефт-газ, ишлаб чиқариш ва қайта ишлаш корхоналарида ҳосил бўлувчи, металллар коррозиясига олиб келувчи агрессив муҳитларга қарши коррозия ингибиторларини олиниши ва қўлланилишини ўрганиш юзасидан охириги йиллар давомида мамлакатимиз, Осиё ва Европа олимлари томонидан олиб борилаётган илмий-амалий ишланмалар келтириб ўтилган. Коррозияни келтириб чиқарувчи ташқи муҳит омиллари, йирик саноат ва ишлаб чиқариш корхоналарида металл конструкцияларининг коррозига учраши оқибатида келиб чиқадиган зарар ва йўқотишларни энг самарали ва иқтисодий томондан қулай, экологик хавфсиз металллар коррозиясига қарши ингибиторлар билан олдини олиш йўллари келтириб ўтилган. Ингибиторларнинг кислотали, ишқорий ва нейтрал муҳитлардаги ҳимоялаш самардорликлари, тормозлаш коэффициентлари, сиртни тўла қоплаш даражалари, бундан ташқари кислотали муҳитларларда олиб борилган электрокимёвий коррозияга оид илмий тадқиқотлар келтирилган.

Диссертациянинг **“Коррозия ингибиторларининг олиниши ва амалиётда қўлланилиши бўйича амалга оширилган тадқиқотлар”** га бағишланган биринчи бобида коррозия ингибиторларини олиниши ва қўлланилиши, шунингдек уларнинг самарадорлигига доир кўплаб адабиётлар таҳлил қилинган. Турли ҳил агрессив муҳитларга қарши хар ҳил индивидуал таркибли ингибиторлар, шунингдек ўзининг кўпфункционаллиги билан паст концентрацияларда ҳам юқори ҳимоя самарадорликка эга композит ингибиторларни олиниши ва уларни саноатда қўллаш усуллари бўйича илмий тадқиқотлар таҳлили ўрганиб чиқилган.

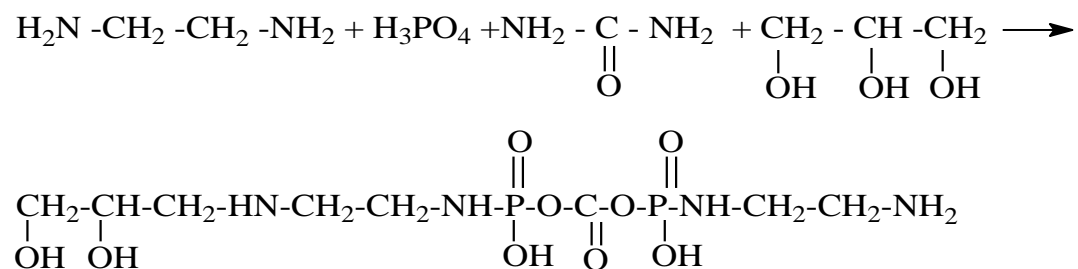
Диссертациянинг **“Композит ингибиторларни олиниши ва фойдаланилган усуллар”** деб номланган иккинчи бобида тадқиқот объектлари ҳисобланган бирикмаларнинг олиниш шароитлари, олинган бирикмаларнинг физик-кимёвий хусусиятлари, реакция унумининг дастлабки моддалар нисбати, ҳарорат ва вақтга боғлиқлиги графиклар кўринишида келтирилган. Шунингдек, синтез қилиб олинган бирикмаларда янги ҳосил бўлган функционал гуруҳларни (ИК) спектроскопия усули ёрдамидаги

таҳлил натижалари келтирилган. Лаборатория тажриба-синов жараёнларида ишлатилган фон эритмалар ва пўлат пластинкасининг таркиби келтирилган. Атом куч микроскопия усули ёрдамида пўлат юзасининг сирт морфологияси ўрганилган ва таҳлил қилинган.

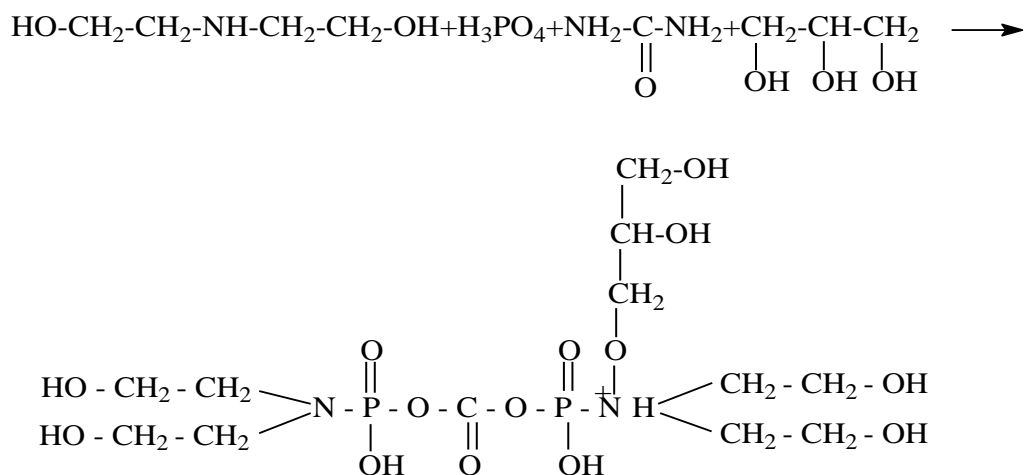
Тажрибалар давомида олинган ЭФГТ ингибиторининг умумий ҳолатдаги реакция схемасини кўйидагича келтириш мумкин:

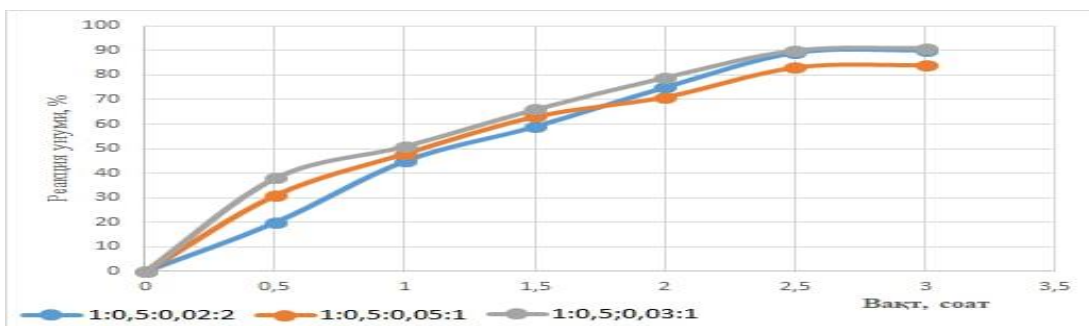


ЭФГК ингибиторининг реакция схемасини кўйидагича келтириш мумкин:



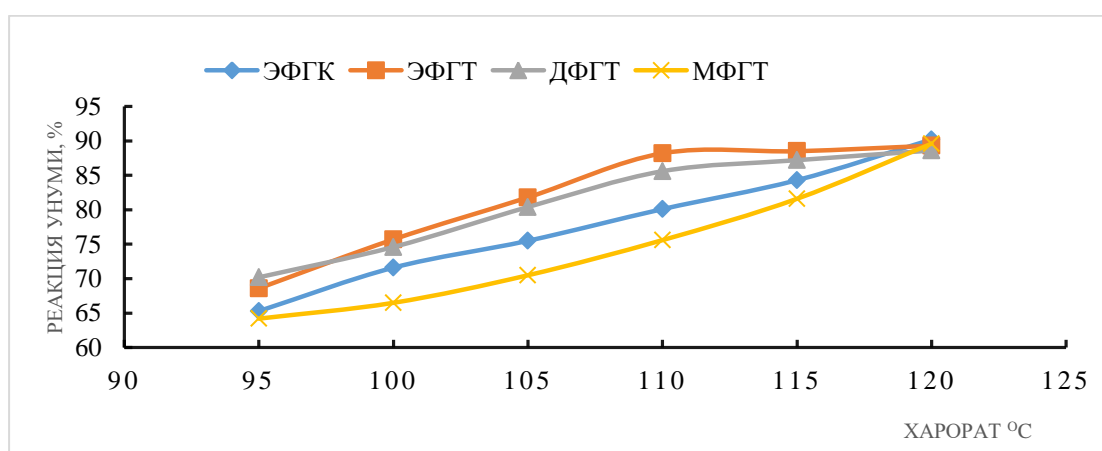
Этаноламинлар иштирокидаги ДФГК ингибиторининг реакция схемасини кўйидагича ифодалаш мумкин бўлади:





1-расм. Реакция унумини дастлабки моддалар нисбати ва вақтга боғлиқлиги.

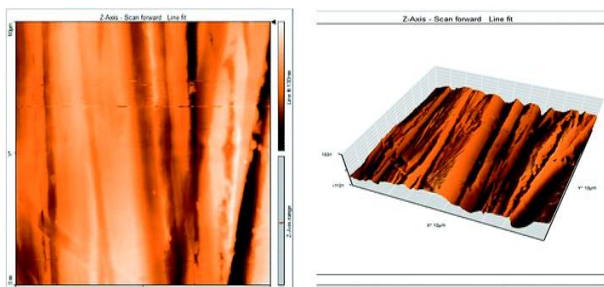
Бу графигимизда реакция унумини дастлабки моддалар нисбати ва вақтга боғлиқлиги келтирилган бўлиб, 1:0,5:0,03:1 нисбатда 3 соат вақт давомида энг юқори реакция унумига эришилди.



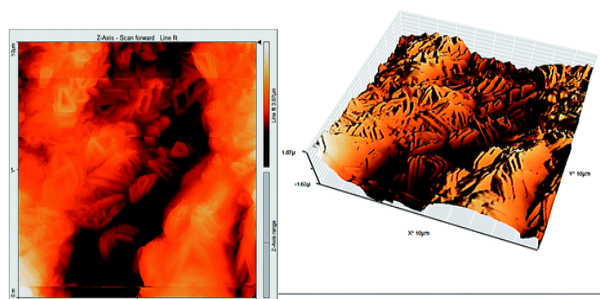
2-расм. Ингибиторларнинг реакция унумини ҳароратга боғлиқлиги.

Ушбу графикда эса ингибиторларнинг ҳосил бўлиш унумини ҳароратга боғлиқлиги келтирилган бўлиб, тажрибалар давомида ҳарорат ортиши билан реакция унуми ҳам ортиб бориш кузатилди ва 120°C ҳароратда энг юқори унумга эришилди ва оптимал ҳарорат аниқлаб олинди.

Атом куч микроскопи ёрдамида пўлат юзасининг дастлабки, ингибирланган ҳамда ингибиторсиз муҳитлардаги (3D) форматдаги сирт морфологиялари ўрганилди.

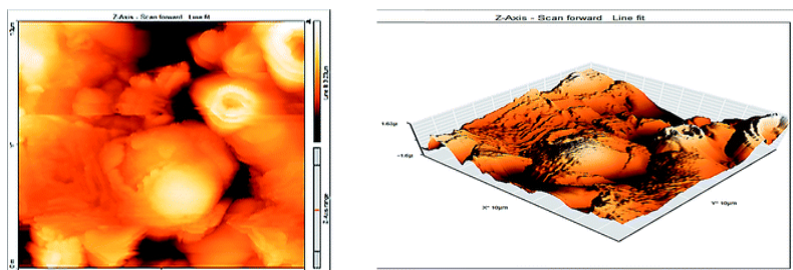


3-расм. Атом куч микроскопи усулида олинган пўлат сиртининг дастлабки ҳолатини (3D) форматда кўриниши



4-расм. Атом куч микроскопи усулида олинган пўлат намунаси сиртининг 1М НСІ эритмасига 24 соат давомида ботирилгандан сўнг (3D) фарматда кўриниши

3-расм бўйича пўлат сиртининг дастлабки ҳолатида юза текис бўлиб ботиқликлар йўқлигини кўриш мумкин. Кейинги расмда пўлат намунаси сиртининг 1М НСl эритмасига 24 соат давомида ботирилгандан сўнг (3D) фарматда кўриниши келтирилган бўлиб, бу ҳолатда пўлат юзасида ботиқликлар яққол ифодаланган бўлиб, бу юзада коррозия жараёни бориб емирилиш бўлганлигини англатади.



5-расм. Атом куч микроскопи усулида олинган пўлат намунаси сиртининг 1М НСl эритмасига 24 соат давомида ЭФГТ композит ингибитори иштирокида ботирилгандан сўнг (3D) фарматда кўриниши

5-расмда эса пўлат намунаси сиртининг 1М НСl эритмасига 24 соат давомида ЭФГТ композит ингибитори иштирокида ботирилгандан сўнг (3D) фарматда кўриниши келтирилган бўлиб, бу ҳолатда пўлат юзасида ботиқликлар кичик бўлиб бу эса коррозия жараёни анча камайганлигини англатади.

“Композит коррозия ингибиторларининг пўлатни химоя қилиш самарадорлигини ўрганиш” га бағишланган учинчи бобда композит ингибиторлар ва уларнинг коррозияга қарши хусусиятларининг гравиметрик ҳамда электрохимёвий тадқиқот натижалари таҳлиллари келтирилган. Ингибиторларнинг химоялаш самарадорлигига ингибитор концентрациялари, муҳит ҳарорати ва муҳит агрессивлик даражаларининг таъсири ўрганилган. Ингибиторларни ишлатишдаги оптимал концентрациялар ва ҳароратлар оралиғи белгилаб олинган. Кинетик ўрганишлар натижасида активланиш энергиялари, адсорбция назариялари ёрдамида термодинамик параметрлари ҳисоблаб чиқилди. СЭМ таҳлили натижасида пўлат сиртининг микрофотографиялари олиниб дастлабки ҳолат, коррозияланган ҳолат, ингибитор иштирокидаги пўлат сиртининг кўринишлари таҳлил қилинган.

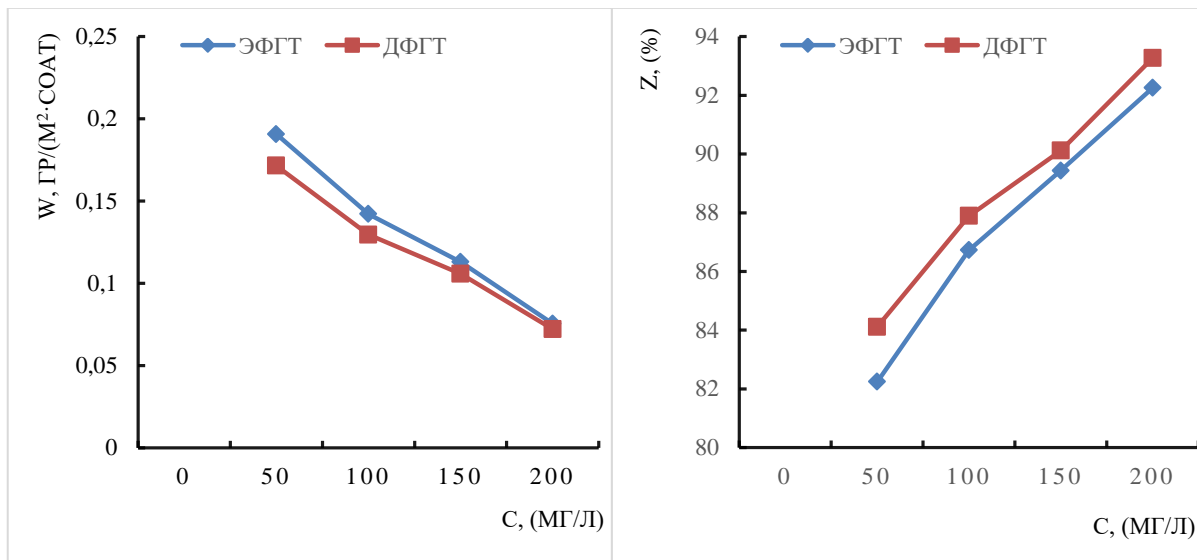
1-жадвал

ЭФГТ ва ДФГТ ингибиторларининг 0,5 М НСl+200 мг/л NaCl кислотали-тузли эритмада коррозия тезликлари ва химоялаш самарадорлиги

Ингибиторлар	C, (мг/л)	W, гр/(м ² ·соат)	Z, (%)
ингибиторсиз	-	1.0702	-
ЭФГТ	50	0,1906	82,24
	100	0,1421	86,72
	150	0,1138	89,43
	200	0,0754	92,25
ДФГТ	50	0,1714	84,11
	100	0,1295	87,89
	150	0,1058	90,11
	200	0,0721	93,26

1-жадвалда ЭФГТ ва ДФГТ ингибиторларининг кислотали-тузли агрессив эритмаларда хар хил концентрацияда коррозия тезликлари ва химоялаш даражалари ўрганилганда, ДФГТ ингибиторининг Ст-20 ни химоялаш самарадорлиги ЭФГТ га қараганда юқорирак эканлиги аниқланди.

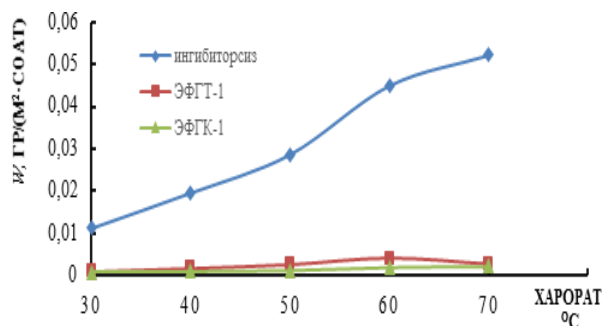
Хулоса қилиб, ингибитор концентрацияси ортиши билан коррозия тезликлари камайиб химоялаш даражаси ортганини келтиришимиз мумкин.



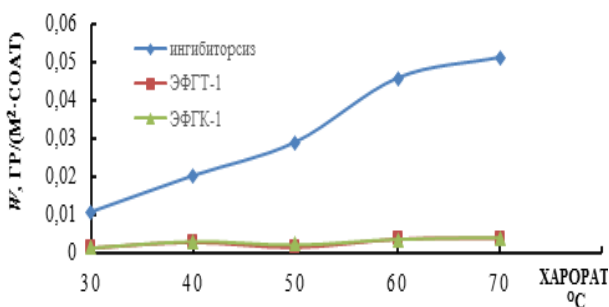
6-расм. ЭФГТ ва ДФГТ ингибиторларининг химоялаш даражаларини ва металл коррозия тезликларини ингибитор концентрациясига боғлиқлик графиги.

Ушбу расмда ингибиторларининг химоялаш даражаларини ва металл коррозия тезликларини ингибитор концентрациясига боғлиқлиги график кўринишида келтирилган.

Ўтказилган тадқиқотлар таҳлили шуни кўрсатдики, ингибиторлар концентрацияси ва муҳит ҳароратига қараб коррозия тезлиги ва ингибиторлар самарадорлиги ўзгаради.



7-расм. ЭФГТ-1, ЭФГК-1 ингибиторлари иштирокида ва иштирокисиз 0,5 М НСІ муҳитида коррозия тезлигининг ҳароратга боғлиқлиги.



8-расм. ЭФГТ-1, ЭФГК-1 ингибиторлари иштирокида ва иштирокисиз 0,5 М Н₂SO₄ муҳитида коррозия тезлигининг ҳароратга боғлиқлиги.

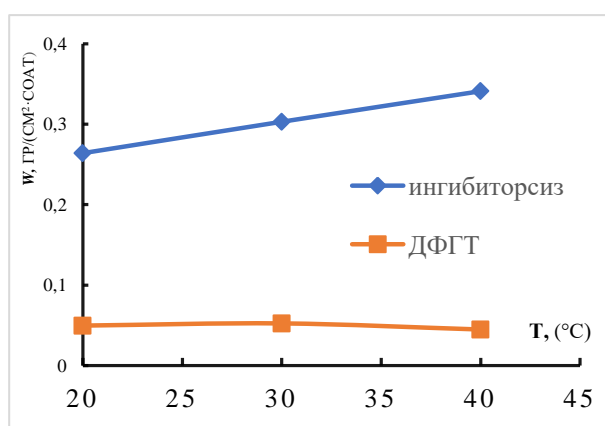
Ушбу графикларда ингибиторлар иштирокида ва иштирокисиз хлорид кислота ва сульфат кислоталар эритмасида коррозия тезлигининг ҳароратга боғлиқлиги келтирилган бўлиб, ҳароратнинг ошиб бориши ингибиторсиз муҳитда коррозия тезлигини жадал ошишига олиб келади. Муҳитга ингибитор киритилганда эса коррозия тезлиги сезиларли даражада камайганлигини кўриш мумкин.

2-жадвал

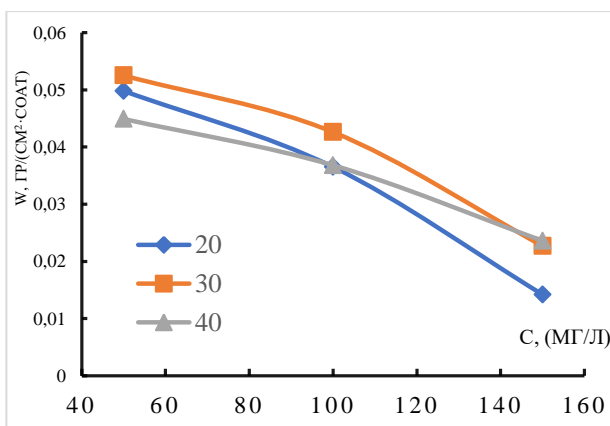
Хар хил ҳарорат ва концентрацияда ДФГТ ингибиторининг Фон-1 эритмадаги коррозия тезлиги ва ҳимоялаш даражалари

Ингибитор	T, (°C)	C, (мг/л)	W, гр/(см ² ·соат)	γ	η, (%)	θ
ДФГТ	20	-	0,264	-	-	-
		50	0,0498	5,3	81,13	0,8113
		100	0,0365	7,2	86,17	0,8617
		150	0,0142	18,6	94,62	0,9462
	30	-	0,303	-	-	-
		50	0,0525	5,7	82,67	0,8267
		100	0,0426	7,1	85,94	0,8594
		150	0,0227	13,3	92,50	0,9250
	40	-	0,341	-	-	-
		50	0,0449	7,6	86,83	0,8683
		100	0,0368	9,2	89,21	0,8921
		150	0,0236	14,4	93,08	0,9308

2-жадвалда ДФГТ ингибиторларнинг хар хил ҳарорат ва концентрацияларда Фон-1 эритмадаги коррозия тезлиги, тормозлаш коэффициенти, сиртни тўла қоплаш даражаси ва ҳимоялаш даражалари кўрсатилган. Ҳарорат 20-40°C оралиғида олинган. Энг яхши натижа 40°C ҳароратда, 150 мг/л концентрацияда самарадорлик 93.08% фоизни ташкил этди.

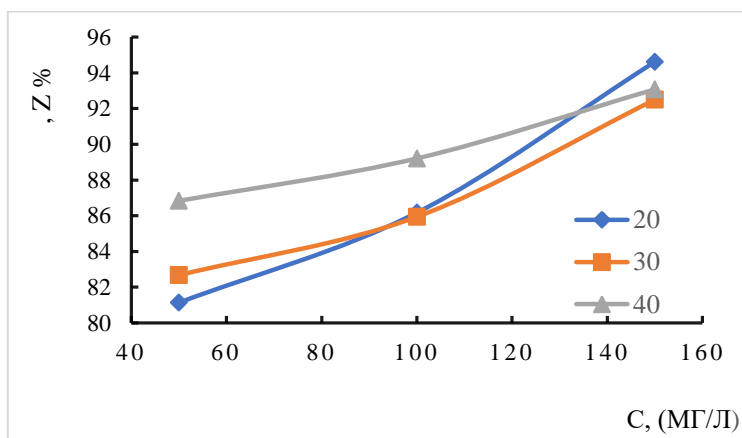


9-расм. Турли ҳарорат оралиғларида ДФГТ ингибитори ва ингибиторсиз Фон-1 эритмадаги коррозия тезлиги



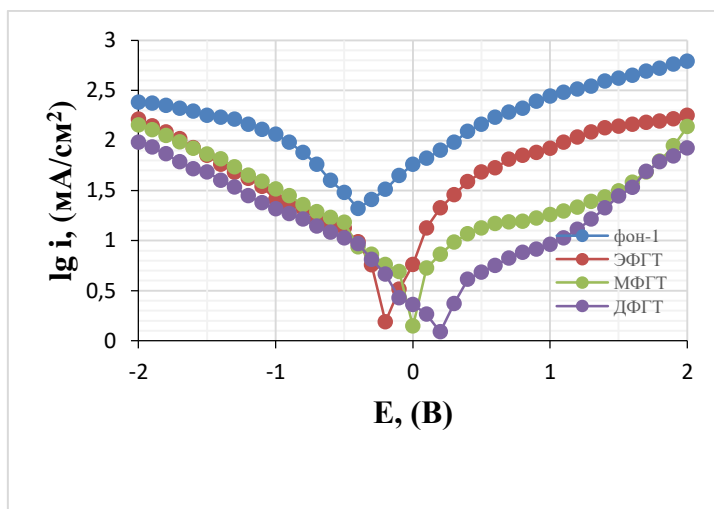
10-расм. ДФГТ ингибитори иштирокида хар хил ҳарорат ва концентрацияларда Фон-1 эритмадаги коррозия тезлиги

Ушбу графикларда ДФГТ ингибитори ва ингибиторсиз хар ҳил ҳарорат ва концентрацияларда Фон-1 эритмадаги коррозия тезлиги ҳамда ингибиторни ҳимоялаш самарадорлиги келтирилган.



11-расм. Хар ҳил ҳарорат ва концентрацияларда ДФГТ ингибиторининг Фон-1 эритмадаги ҳимоялаш самарадорлиги

Электрокимёвий таҳлил усуллари, қутбланиш эгрлари усулида олинган натижалар таҳлили:



12-расм. Ишлаб чиқилган ингибиторларнинг 125 мг/л концентрациядаги эритмалари иштирокида, Фон-1 эритмада пўлат электродининг қутбланиш эгрлари.

Фон-1 ишчи эритма муҳитига ЭФГТ композит ингибитори киритилганда коррозия токининг миқдори $1,250 \text{ mA/cm}^2$ дан $0,188 \text{ mA/cm}^2$ гача камайиши кузатилди, МФГТ ингибитори иштирокида эса коррозия токининг миқдори $0,145 \text{ mA/cm}^2$ гача камайди, ДФГТ ингибитори киритилиши коррозия токининг миқдорини $0,088 \text{ mA/cm}^2$ гача камайишига олиб келди (12-расм).

Шу ўринда стационар коррозия потенциалининг миқдори ҳам ингибиторларнинг юқорида келтирилган навбати бўйича манфийдан

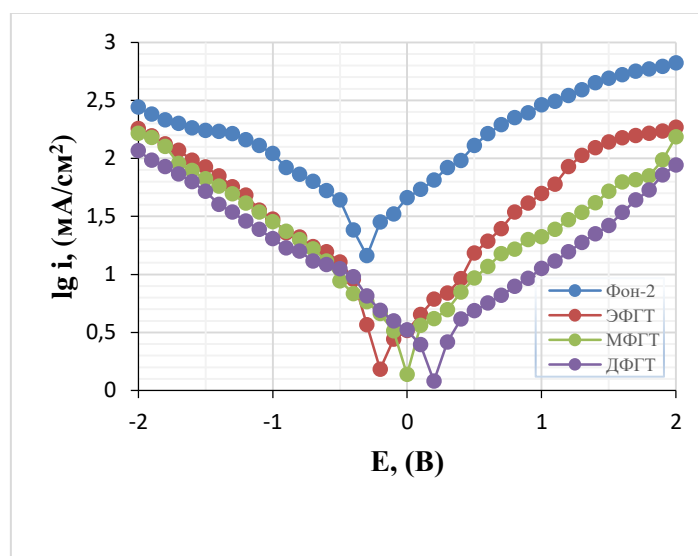
мусбатга қараб силжиши аниқланди. Шу билан бирга ингибиторлар иштирокида тормозлаш коэффициенти, сиртни тўла қоплаш даражаси ва ҳимоялаш самарадорликлари аниқланди. Жадвалдан кўришиб турибдики ингибиторлар турига қараб тормозлаш коэффициенти ҳам ортиб борганлигини кўриш мумкин, энг яхши кўрсаткич ДФГТ композит ингибиторида бўлиб тормозлаш коэффициенти 14.20 ни ташкил этди (3-жадвал).

3-жадвал

Фон-1 эритмадаги қутбланиш эгрлари усулида топилган ингибиторларнинг тормозлаш коэффициенти, сиртни тўла қоплаш даражаси ва самарадорлиги

Ингибиторлар	C, (мг/л)	i_c , (мА/см ²)	γ	θ	η , (%)
Фон-1	125	1,250	–	–	–
ЭФГТ		0,188	6,64	0,849	84,96
МФГТ		0,145	8,62	0,884	88,4
ДФГТ		0,088	14,20	0,929	92,96

ЭФГТ, МФГТ, ДФГТ композит ингибиторлари мос равишда 84,96%, 88,4%, 92,96% ҳимоялаш самарадорлигини кўрсатди. Ингибиторлар орасидан ДФГТ композит ингибиторида қолган ингибиторларга қараганда коррозия токининг қиймати кўпроқ камайиши кузатилди.



13-расм. Ишлаб чиқилган ингибиторларнинг 125 мг/л концентрациядаги эритмалари иштирокида, Фон-2 эритмада пўлат электродининг қутбланиш эгрлари.

Олинган композит ингибиторларнинг ишчи фон-2 эритмадаги қутбланиш эгрлари таҳлил қилиниб, коррозия токи қиймати ва стационар коррозия потенциалининг қийматлари силжиши аниқлаб борилди (13-расм).

Ингибиторларнинг ишчи фон-2 эритмада ўтказилган электрохимий таҳлил натижаларига асосан коррозия токининг миқдори 1,160 мА/см² га тенг бўлиб, стационар коррозия потенциалнинг миқдори эса 0,330 В га тенглиги

аниқланди. Ишчи фон-2 эритмага композит ингибиторлар қўшилганда коррозия токининг миқдори камайганлиги, стационар коррозион потенциалнинг миқдори манфийдан мусбат томонга оғиши содир бўлди (4-жадвал). Бундан шуни хулоса қилишимиз мумкинки, композит ингибиторлар аралаш таъсир қилиб, ҳам анод, ҳам катод жараёнларини секинлаштириши аниқланди. Ингибиторларнинг ҳимоялаш кўрсаткичи 84% дан 93% гача етди.

4-жадвал

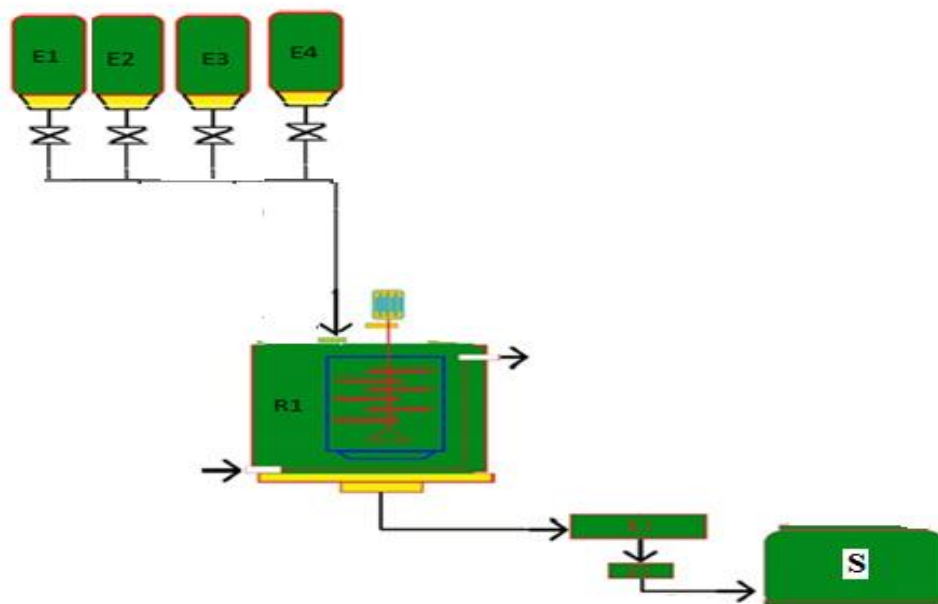
Фон-2 эритмадаги кутбланиш эгрлари усулида аниқланган ингибиторларнинг тормозлаш коэффициенти, сиртни тўла қоплаш даражаси ва самарадорлиги

Ингибиторлар	C, (мг/л)	$i_{c,2}$ (мА/см ²)	γ	θ	η , (%)
Фон-2	125	1,160	—	—	—
ЭФГТ		0,181	6,4	0,8439	84,39
МФГТ		0,137	8,47	0,8818	88,18
ДФГТ		0,079	14,68	0,9318	93,18

Бу жадвалда эса ишчи фон-2 эритмадаги ингибиторлар иштирокида тормозлаш коэффициенти, сиртни тўла қоплаш даражаси ва ҳимоялаш самарадорликлари аниқланди.

“Этилендиамин ва этаноламинлар асосида олинган композит коррозия ингибиторларининг олиш технологияси” га қаратилган тўртинчи бобда йиғилган ва тадқиқ қилиб чиқилган маълумотларга асосланган ҳолда этилендиамин ва этаноламинлар асосидаги коррозия ингибиторларини олишнинг қуйидаги принципиал технологик схемаси ишлаб чиқилди ва янги турдаги композит коррозия ингибиторларини олишнинг принципиал технологик схемаси (14-расм) да батафсил ифодаланган.

Ушбу усул билан ЭФГТ маркали композит ингибиторини олишда иситиш тизими, совутгич ва якорли аралаштиргич билан жиҳозланган реактор R-1 га E-1, E-2, E-3 ва E-4 сиғимли идишлардан керакли (эквивалент) миқдорларда этилендиамин, фосфат кислота ва глицерин моддаларидан солинади. Реактор R-1 га солинган моддалар жадал аралаштириб турилган ҳолда 120-130°C ҳароратда 0,5 соат давомида қиздирилади. Шундан сўнг реактордаги моддалар аралашмасига қисмлаб тиокарбамид солиб турилади, ва яна 180°C ҳароратда 1-1,5 соат давомида аммиак гази ажралиши бутунлай тугамагунча аралаштирилади. Бир жинсли гомоген аралашма ҳосил бўлади. Сўнгра реактор R-1 дан асосий маҳсулот K-1 қурилмада қурилади ва ундан F-2 майдалагичга юборилади. Майдаланган маҳсулот маҳсус қадоклаш қурилмаларида қопларга қадокланади. Ушбу ишлаб чиқариш технологияси қурилмаларнинг мураккаб бўлмаганлиги ва ресурс тежамкорлиги билан ажралиб туради.



R-1 реактор, E-1-этилендиамин учун резервуар, E-2 фосфат кислота учун резервуар, E-3 глицерин учун резервуар, E-4 тиомочевина учун резервуар, K-1 куришиш учун мослама, F-1 майдалаш учун курилма, S-гайёр махсулотни қадоқлаш.

14-расм. ЭФГТ маркали композит ингибиторини олишнинг принципиал технологик схемаси

Этилендиамин ва этаноламинлар асосида олинган коррозия ингибиторларининг амалиётда қўлланилишининг техник иқтисодий самарадорлиги: Ишлаб чиқилган коррозия ингибиторларининг амалиётда қўлланилишидан келиб чиқадиган умумий ва солиштирма иқтисодий самарадорлик бошқа турдаги ингибиторлар таннархидан келиб чиққан ҳолда қуйидагича ҳисоблаш ишлари олиб борилди. Шу бўйича ДФГТ коррозия ингибиторининг 1 тоннасини ишлаб чиқариш учун сарф бўладиган дастлабки хомашёларнинг нархи 1 т композит коррозия ингибиторини ишлаб чиқариш учун жами 12036000 сўм миқдорда дастлабки хомашёлар сарфланади.

Композит иингибиторнинг 1 тоннасини ишлаб чиқаришдаги умумий харажатлар миқдори 13927570 сўмни ташкил этди.

5-жадвал

ДФГК коррозия ингибиторининг нарх структураси

№	Номланиши	Ўлчов бирлиги	Миқдори, кг (ишчи эритма)	Бир бирлигининг нархи, сўм	Умумий йиғинди, сўм
1	ДФГК	кг	1000	13927	13927570
Жами					13927570

5-жадвалда диэтанолламин, ортофосфат кислота, карбамид асосида олинган металллар коррозиясини олдини олувчи самарадор бўлган янги турдаги ингибиторнинг 1 тоннасини ишлаб чиқариш учун 13927570 сўм миқдорда дастлабки хомашёлар сарфланиши юқоридаги жадвалда келтириб ўтилган. Кўпчилик ишлаб чиқариш ва қайта ишлаш корхоналарида фойдаланиб келинаётган ҳамда республикамиз саноат корхоналарида ҳам шу

кунга қадар қўлланилиб келган импорт FLOGARD MS6217 маркали коррозия ингибиторининг қуйидаги жадвалда таннархи кўрсатилган.

6-жадвал

Хорижий FLOGARD MS6217 маркали коррозия ингибиторининг нарх структураси

№	Номланиши	Ўлчов бирлиги	Миқдори	Бир бирлигининг нархи, сўм	Умумий йиғинди, сўм
1	FLOGARD MS6217	кг	1000	18480	18 480 000
Жами:					18 480 000

6-жадвалда келтирилгани каби, 1 тонна FLOGARD MS6217 маркали коррозия ингибиторининг республикамизга импорти учун жами 18480000 минг сўм миқдорда пул сарфланади.

Шу тариқа, моно ва диэтанолламинлар шунингдек, этилендиамин тиокарбамид, карбамид асосида пўлат коррозиясини олдини олувчи самарали композит ингибиторлар синтез қилиб олинди. Олинган ингибиторларнинг ГОСТ талаблари бўйича, тегишли шароитларда тажриба-синовлари ўтказилди. Шунингдек олинган ингибиторларнинг ишлаб чиқариш мажмуаси синовларидан “Sho‘rtan gaz kimyo majmuasi” МЧЖ да (“Sho‘rtan gaz kimyo majmuasi” МЧЖ нинг 2022 йил 27 апрелдаги № 030/1635-сон маълумотномаси) мувоффақиятли тарзда ўтди. Хисоблашларга асосан ДФГК, ДФГТ маркали ингибиторлардан фойдаланишда келадиган иқтисодий самарадорлик металл конструкциялари ва қувурларнинг эксплуатация муддатларини даврий равишда узайишга ва фойдаланиладиган импорт ингибиторлар ўрнини маҳаллий ингибиторлар эгаллаши натижасида ишлаб чиқариш корхоналарида иқтисодий самарадорлик нисбатан юқори бўлади.

Юқорида келтириб ўтилган илмий тадқиқотлар натижалари шуни кўрсатадики, моно ва диэтанолламинлар ҳамда этилендиамин тиокарбамид, карбамид асосида синтез қилинган ингибиторлар пўлат металл конструкциялари ва қувурларнинг коррозиясини сезирарли даражада секинлаштириши ҳамда химоя самарадорлигини юқори бўлиши ушбу ингибиторлардан амалда фойдаланиш мумкин бўлишини кўрсатмоқда.

ХУЛОСАЛАР

1. Компонентларнинг мол нисбатлари ва таркибини ўзгартириш орқали ҳар хил агрессив муҳитларга самарали турли хил коррозия ингибиторлари олиш технологияси ишлаб чиқилган. Барча олинган бирикмаларда янги ҳосил бўлган функционал гуруҳлар ИҚ-спектроскопик усули ёрдамида тасдиқланган.

2. ЭФГК, ЭФГТ, ДФГК, ДФГТ, МФГК, МФГТ маркали ингибиторларни олишнинг оптимал шароитлари ўрганилган ва реакция унуми юқори (80-87%) эканлиги аниқланган.

3. ЭФГТ ва ДФГТ типидagi ингибиторларнинг 0,5 М HCl ва 0,5 М H₂SO₄ эритмаларида 20°C ҳароратда 24 соат давомидаги самарадорлиги концентрация ва вақтнинг ошиши билан ортиб бориши ва ингибиторларнинг хлорид кислотадаги самарадорлиги сульфат кислотадагига нисбатан юқори эканлиги аниқланди. Шунингдек, ҳароратнинг 70°C гача бўлган оралиғида ингибиторларнинг ҳимоялаш самарадорлиги ҳар иккала агрессив муҳитда у даражада катта бўлмаган фарқ билан ошишини кўрсатса, ҳароратни 75°C га ва ундан юқorigа кўтарилиши сульфат кислота муҳитида барча ингибиторларнинг самарадорлиги пасайиш томонга силжиши аниқланди.

4. Коррозия тезлиги, ҳимоялаш самарадорлиги, тормозлаш коэффиценти, сиртни тўла қоплаш даражаси, коррозия токи ва стандарт потенциали, кутбланиш эгрлари ва адсорбция жараёни ҳамда мувозанат константалари орасидаги ўзаро боғлиқлик аниқланди.

5. Ишлаб чиқилган коррозия ингибиторларининг хлорид ва сульфат кислотали муҳитдаги концентрациясини 100 мг/л дан 500 мг/л га кўпайтирилиши, худди шу муҳитдаги коррозия тезлигини, 10 соатда, 18-42 мартадан 55-120 мартагача секинлаштириши аниқланган.

6. 100 мг/л концентрацияли ЭФГТ ва ДФГТ ингибиторлари, 0,5 М ли HCl ва 0,5 М ли H₂SO₄ муҳитида 24-120 соат давомида юқори ингибиторлик хусусиятларини (90-95%) намоён қилиши аниқланди.

7. ЭФГТ, ЭФГК, ДФГТ ва МФГТ композит ингибиторлари “Sho‘rtan gaz kimyo majmuasi” МЧЖ нинг ёпиқ сув айланма системаларида коррозия жараёнини секинлаштириш учун амалиётига жорий қилинган ва иқтисодий самарадорлиги асослаб берилган.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.16/30.12.2019.К/Т.87.01 ПО
ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЁНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ ТАШКЕНТСКОМ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОМ ИНСТИТУТЕ ХИМИЧЕСКОЙ
ТЕХНОЛОГИИ**

ТАШКЕНТСКИЙ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

МАХАММАДИЕВ ОЙБЕК РАМАЗОН УГЛИ

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ИНГИБИТОРОВ
КОРРОЗИИ, ПРЕДОТВРАЩАЮЩИХ КОРРОЗИЮ МЕТАЛЛОВ, НА
ОСНОВЕ МЕСТНОГО СЫРЬЯ**

02.00.14–Технология органических веществ и материалы на их основе

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

Ташкент – 2023

Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при министерстве Высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан за номером B2020.2.PhD/Г1725.

Диссертация выполнена в Ташкентском химико-технологическом институте.
Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице по адресу www.terstu.uz и информационно-образовательном портале ZIYONET по адресу www.ziyonet.uz

Научный руководитель: Бекназаров Хасан Сойибназарович
доктор технических наук, профессор

Официальные оппоненты: Каримов Маъсуд Убайдулла угли
доктор технических наук, профессор

Нарзуллаев Акмал Холлинович
доктор философии по техническим наукам, доцент

Ведущая организация: Бухарский инженерно-технологический институт

Защита диссертации состоится « 28 » 02 2023 г. в « 9⁰⁰ » часов на заседании Ученого совета DSc.16/30.12.2019.K/T.87.01 при Ташкентском научно-исследовательском институте химической технологии по адресу: 111116, Ташкентская область, Ташкентский р.-н, ул. Шурабазар, тел: (+99895) 144-67-83, E-mail: ooo_tniixt@mail.ru, TKTITI@exat.uz

Диссертация зарегистрирована в Информационно-ресурсном центре Ташкентского научно-исследовательского института химической технологии за № 2023/5, с которой можно ознакомиться в ИРЦ (111116, Ташкентская область, Ташкентский р.-н, п.о.Шурабазар, тел: (+99895) 144-67-83, E-mail: ooo_tniixt@mail.ru, TKTITI@exat.uz).

Автореферат диссертации разослан « 26 » 02 2023 года.
(протокол рассылки № 2023/5 от « 26 » 02 2023 г.).



А.Т. Джалилов
Председатель научного совета
по присуждению ученых степеней,
д.т.н., проф., академик

Ш.Д. Ширинов
Член секретарь научного совета
по присуждению ученых степеней,
PhD тех., с.н.с.

Ф.Н. Нуркулов
Председатель научного семинара
при научном совете по присуждению
ученых степеней, д.т.н., проф.

ВВЕДЕНИЕ (Аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. Важно разработать конкурентоспособные и высокоэффективные ингибиторы, защищающие металлоконструкции от коррозии в агрессивных средах в глобальном масштабе. Стремительный рост отрасли и высокий спрос на металлопродукцию вызывают увеличение потребности в эффективных ингибиторах, применяемых в кислых и щелочных средах. Особое внимание уделяется разработке экономичных и экологически безопасных композиционных ингибиторов с отказом от однокомпонентных ингибиторов высокой концентрации. Также анализ ингибиторных свойств имеет большое практическое значение в результате изучения механизма влияния состава ингибитора, количества, температуры и характера агрессивной среды на уровень защиты ингибиторов при ликвидации коррозионного процесса.

Сегодня в мире ведутся исследования по разработке эффективных ингибиторов коррозии металлов на основе органических и неорганических веществ, растворимых в воде и масле, на основе ароматических и алифатических соединений, содержащих азот, фосфор и серу, ароматических и алифатических соединений, содержащих аминоксигруппы, а также полисиликаты и комплексные соединения. Исходя из этого, вместо сложных, дорогих и токсичных ингибиторов особое внимание уделяется получению экологически безопасных, экологически чистых композиционных ингибиторов, состоящих из двух и более компонентов на основе местного сырья и промышленных вторичных продуктов.

В нашей республике достигаются определенные научные и практические результаты по разработке композиций и многофункциональных эффективных ингибиторов на основе местного сырья и промышленных вторичных продуктов. В Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан намечены важные задачи и планомерная работа по теме «на основе глубокой переработки местного сырья ускорить выпуск готовой продукции с высокой добавленной стоимостью, осваивать и совершенствовать технологии получения качественно новой продукции». В связи с этим были проведены практические исследования по получению олигомерных композиционных соединений, препятствующих коррозии металлических предметов. Это имеет большое значение при разработке и внедрении технологий получения новых видов ингибирующих соединений на основе промышленных отходов.

Работа выполнена на основании указа Президента Республики Узбекистан №УП-60 от 28 января 2022 года «О стратегии развития нового

Узбекистана на 2022-2026 годы»², №УП-6244 от 9 июня 2021 года «О дополнительных мерах по повышению промышленного потенциала регионов». Результаты исследования данной диссертации служат в определенной степени в реализацию задач, определенных в постановлении и указах от 12 августа 2020 года №ПП-4805 «О мерах по повышению качества непрерывного образования и результативности науки по направлениям химия и биология» и других нормативных правовых документов, относящиеся к данной деятельности.

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

Степень изученности проблемы. На протяжении многих лет ученые всего мира синтезируют различные виды ингибиторов, предотвращающих коррозию металлов и совершенствующих их состав. Сегодня можно ориентироваться на работы многих ученых, работающих над созданием ингибиторов для предотвращения коррозии металлов, в том числе: Branko N. Popov., W. Li., L.M. Calle., A.S.H. Makhlof., E. Cano., D. Lafuente., J. de Damborenea., M.A. Arenas., K. Kordesch., W. Taucher-Mautner., C L Page., Gianni Rondelli., Elmer Pérez., C. Monticelli и мировые ученые и исследователи из стран СНГ: А. Р. Фархутдинова., Н. И. Мукатдисов., И.А. Шипигузов., О.В. Колесова., Л.Е. Цыганкова., Е.А. Корякина., Рихсходжаева Г.Р., Ризаев А.Н., Чепкасова О.А., Кузнецов Ю.И., Е.А. Шитикова., Т.П. Дьячкова., Н. Г. Россина., Н.А. Попов., М.А. Жилиякова., А.В. Корелин и другие.

Узбекские ученые А.Т. Джалилов, Х.И. Акбаров, Х.С. Бекназаров, Р.С. Тиллаев, Ф.К. Курбанов, А. Икрамов, Х.И. Кадыров, Д. Юсупов, В.П. Гуро, А.Дж. Халиков также проводили исследования в этой области. Научные исследования Н.Б. Эшмаматовой и других основаны на создании высокоэффективных ингибиторов и изучении механизма их действия.

В настоящее время большое внимание уделяется созданию композиционных ингибиторов на основе местного сырья и вторичных продуктов, обладающих высокой эффективностью в активных коррозионных средах, существующих на предприятиях и заводах химической промышленности.

Соответствие диссертационного исследования исследовательским планам вуза, в котором выполнена диссертация. Диссертационное

² Указ Президента Республики Узбекистан №УП-60 от 28 января 2022 года «О стратегии развития нового Узбекистана на 2022-2026 годы»

исследование на тему «Создание и внедрение новых эффективных олигомерных ингибиторов коррозии на основе местного сырья» (2007 г.) плана НИР Ташкентского химико-технологического института и ООО Ташкентского научно-исследовательского института химических технологий Х/Ш №12/06 также выполнен хоздоговор в рамках практического проекта А12-005 «Разработка и применение новых эффективных ингибиторов коррозии на основе местного сырья» (2015-2017 гг.).

Цель исследования заключается в разработке технологии получения высокоэффективных композиционных ингибиторов на основе соединений азота и фосфора.

Задачи исследования:

определение оптимальных условий получения и переработки композиционных ингибиторов, содержащих соли аминогрупп и фосфатные группы;

выявление новых функциональных групп, образующихся в полученных ингибиторах коррозии, и их физико-химических свойств;

проведение лабораторных экспериментов, гравиметрических и электрохимических анализов для изучения эффективности полученных ингибиторов;

изучить зависимость скорости коррозии, степени защиты, коэффициента торможения от рН среды, температуры, концентрации ингибиторов и функциональных групп;

изучение морфологии поверхности стали методами СЭМ и атомно-силовой микроскопии;

разработка и внедрение технологии получения композиционных ингибиторов коррозии.

В качестве объекта исследования были взяты этаноламины, этилендиамины, карбамид, тиокарбамид.

Предмет исследования заключается в определении оптимальных условий получения ингибиторов коррозии на основе веществ, содержащих соли аминов и фосфатные группы, а также определение изменения уровней защиты разработанных новых ингибиторов в зависимости от окружающей среды, температуры и концентрации ингибитора.

Методы исследования. В диссертации использованы современные физико-химические методы, такие как инфракрасная спектроскопия (ИК-спектроскопия), сканирующая электронная микроскопия (СЭМ), атомно-силовая микроскопия (АСМ), гравиметрический и электрохимический анализы для определения коррозии поверхности металла и изучения структуры и свойств полученных образцов.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

получены композиционные ингибиторы коррозии нового состава на основе этаноламинов, этилендиамина, карбамида, тиокарбамида, а также определены оптимальные условия процесса;

определены новые функциональные группы, образующиеся в полученных ингибиторах коррозии, и определены их физико-химические свойства;

разработаны ингибиторы коррозии с многофункциональными ингибирующими свойствами;

показаны морфологические изменения ингибированной поверхности на основе микрофотографий, полученных методами сканирующего электронного микроскопа и атомно-силового микроскопа;

определены скорость коррозии, уровень защиты, степень покрытия поверхности и коэффициенты торможения разработанных новых композиционных ингибиторов;

композитные ингибиторы коррозии на основе этаноламинов доказали свою высокую эффективность в кислых, солевых и нейтральных средах.

Практические результаты исследования следующие:

получены композиционные ингибиторы коррозии нового состава на основе этаноламинов, этилендиамина, карбамида, тиокарбамида с многофункциональным действием;

разработана ресурсосберегающая технология получения ингибиторов коррозии;

разработана технология применения полученных ингибиторов коррозии и определена экономическая эффективность;

разработанные композиционные ингибиторы коррозии испытаны в различных средах на производственных объектах и доказана эффективность ингибиторов в щелочных и нейтральных средах;

определено многофункциональное ингибирующее свойство разработанных ингибиторов коррозии.

Достоверность результатов исследования. Это объясняется тем, что для определения физико-химических свойств и эффективности полученных ингибиторов коррозии, а также корреляции теоретических и экспериментальных результатов использовались современные термодинамические, кинетические и адсорбционные методы анализа.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость результатов исследований объясняется определением эффективности полученных композиционных ингибиторов, их состава, оптимальных пропорций и взаимозависимости их физико-

химических свойств, а также разработкой экологически безопасной технологии получения композиционных ингибиторов.

Практическая значимость результатов исследований объясняется тем, что полученные композиционные ингибиторы на высоком уровне защищают сталь от коррозии в кислотно-соленых и оборотных средах, служат для длительной эффективной эксплуатации металлоконструкций.

Внедрение результатов исследования. На основании научных результатов, полученных при разработке технологии получения ингибиторов коррозии, предотвращающих коррозию металлов, на основе местного сырья:

внедрены новые ингибиторные составы для замедления коррозионного процесса в средах с водооборотной системой на ООО «Шуртанский газохимический комплекс» (справка ООО «Шуртанский газохимический комплекс» № 030/1635 от 27.04.2022 г.). В результате стальные конструкции, передающие и хранящие щелочную воду во внутренних системах водооборота, защищены от коррозии;

успешно внедрены в практику ООО «Шуртанский ГХК» композиционные ингибиторы для замедления коррозии металлоконструкций в щелочных и нейтральных средах (справка ООО «Шуртанский ГХК» № 030/1635 от 27.04.2022). В результате стало возможным производить ингибиторы коррозии с высокой эффективностью в щелочных и нейтральных средах.

Апробация результатов исследования. Основные результаты диссертации обсуждались на 9 международных и 5 республиканских научных конференциях.

Публикация результатов исследования. Всего по теме диссертации опубликовано 19 научных работ, из них 5 научных статей опубликованы в научных журналах, 3 статьи в республиканских и 2 статьи в зарубежных журналах, рекомендованных Высшей Аттестационной Комиссией Республики Узбекистан.

Объем и структура диссертации. Содержание диссертации состоит из введения, 4 глав, заключения, списка литературы и приложений. Объем диссертации составляет 110 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении приведены научно-практические разработки, проведенные учеными нашей страны, Азии и Европы в последние годы по изучению получения и применения ингибиторов коррозии против агрессивных сред, вызывающих коррозию металлов, которые образуются в химических, нефтяных и газовых добывающих и перерабатывающих предприятиях.

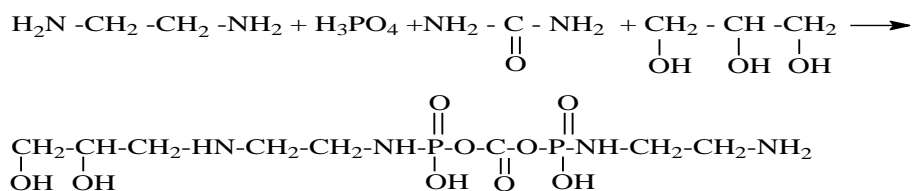


Схема взаимодействия ингибитора ДФГК с этаноламинами может быть представлена следующим образом:

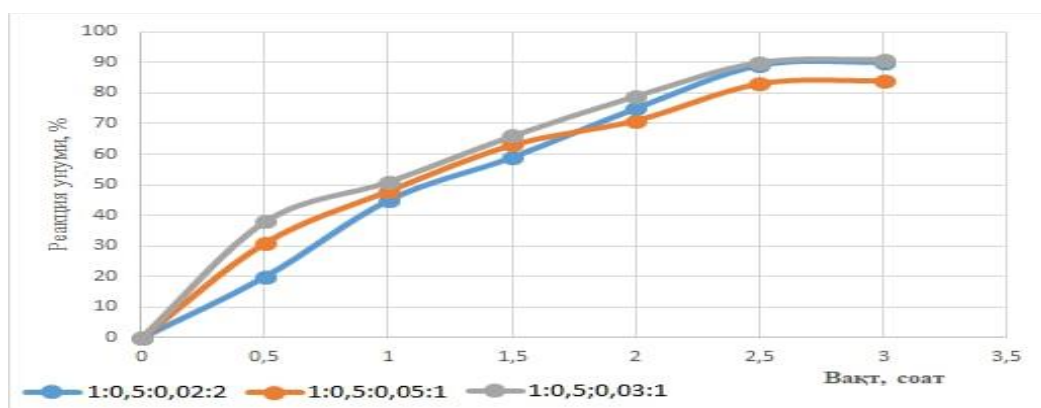
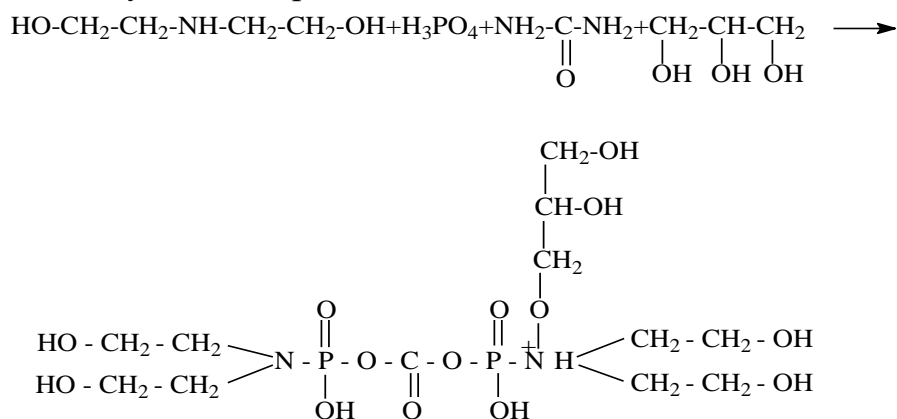


Рисунок 1. Зависимость выхода продуктов реакции от соотношения исходных веществ и времени.

На этом графике показан выход реакции в зависимости от соотношения исходных материалов и времени, и самый высокий выход реакции был достигнут при соотношении 1:0,5:0,03:1 в течение 3 часов.

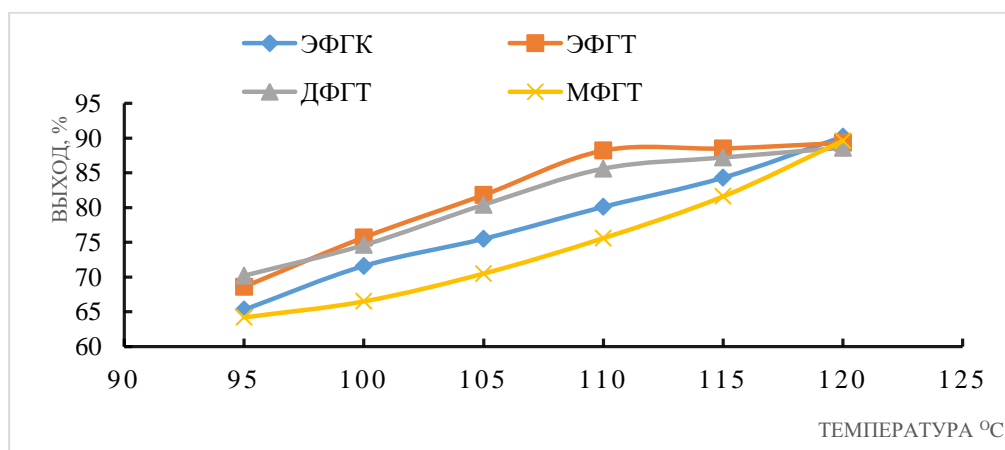


Рисунок 2. Зависимость реакционного выхода ингибиторов от температуры.

На данном графике показана температурная зависимость выхода ингибиторов: в ходе экспериментов выход реакции увеличивался с повышением температуры, причем наибольший выход достигался при температуре 120°C, и была определена оптимальная температура.

Морфологию поверхности стали в исходной, ингибированной и неингибированной средах (3D) исследовали с помощью атомно-силовой микроскопии.

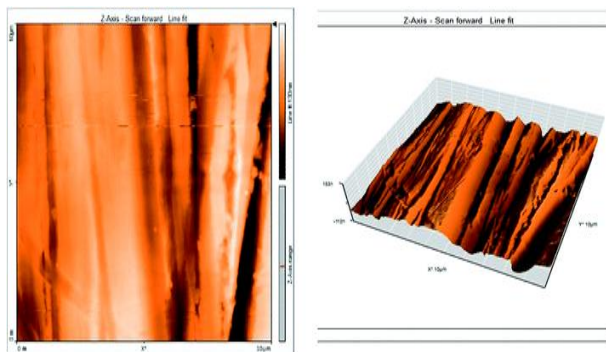


Рисунок 3. Исходный (3D) вид поверхности стали, полученный с помощью атомно-силовой микроскопии.

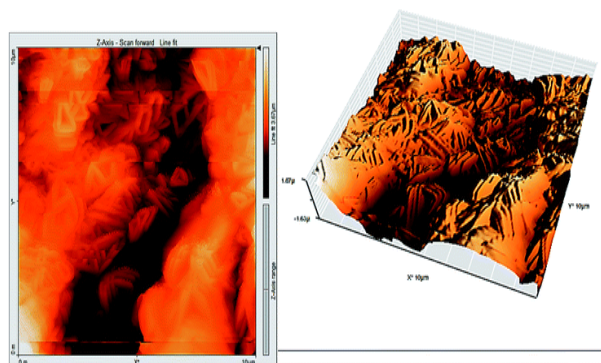


Рисунок 4. Изображение поверхности стального образца, полученное с помощью атомно-силового микроскопа (3D) после 24-часового погружения в 1М раствор HCl.

По рисунку 3 видно, что в исходном состоянии поверхность стали ровная и углублений нет. На следующем рисунке представлено (3D) изображение поверхности образца стали после погружения в 1М раствор HCl на 24 ч. В этом случае поверхность стали имеет явные вмятины, что означает, что процесс коррозии на поверхности перешел в эрозию.

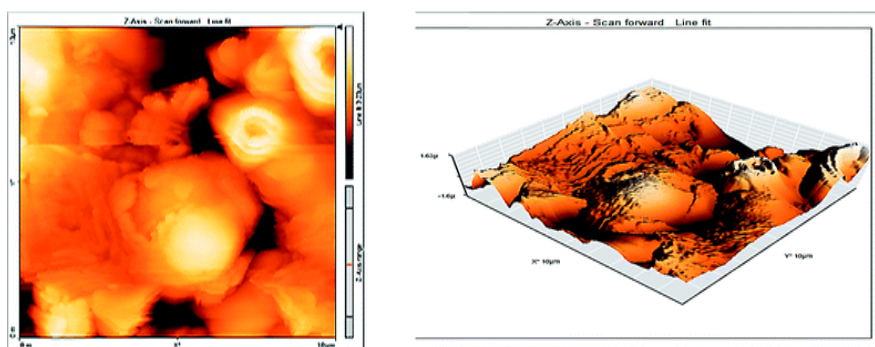


Рисунок 5. Снято атомно-силовым микроскопом (3D) изображение поверхности стального образца после погружения в 1М раствор HCl на 24 часа в присутствии композитного ингибитора ЭФГТ.

На рис. 5 показан внешний вид (3D) поверхности стального образца после погружения в 1М раствор HCl на 24 часа в присутствии композитного ингибитора ЭФГТ, в этом случае углубления на поверхности стали небольшие, а значит коррозионный процесс значительно снижается.

В третьей главе «посвященной изучению эффективности композиционных ингибиторов коррозии для защиты стали», представлен анализ результатов гравиметрических и электрохимических исследований композиционных ингибиторов и их антикоррозионных свойств. Исследовано влияние концентраций ингибиторов, температуры окружающей среды и уровня агрессивности окружающей среды на защитную эффективность ингибиторов. Определены оптимальные концентрации и температурные диапазоны применения ингибиторов. В результате кинетических исследований были рассчитаны энергии активации и термодинамические параметры с использованием теорий адсорбции. В результате СЭМ-анализа были сделаны микрофотографии поверхности стали и проанализированы внешний вид поверхности стали в исходном состоянии, в корродированном состоянии и в присутствии ингибитора.

Таблица-1

Скорости коррозии и эффективность защиты ингибиторов ЭФГТ иДФГТ в 0,5 М HCl + 200 мг/л NaCl кислотнo-солевой раствор

Ингибиторы	C, (мг/л)	W, гр/(м ² ·соат)	Z, (%)
Без ингибитора	-	1.0702	-
ЭФГТ	50	0,1906	82,24
	100	0,1421	86,72
	150	0,1138	89,43
	200	0,0754	92,25
ДФГТ	50	0,1714	84,11
	100	0,1295	87,89
	150	0,1058	90,11
	200	0,0721	93,26

В табл. 1 приведены скорости коррозии и уровни защиты ингибиторов ЭФГТ иДФГТ в кислотнo-солевых агрессивных растворах различных концентраций. Было обнаружено, что ингибитор ДФГТ обладает более высокой защитной эффективностью против коррозии Ст-20, чем ЭФГТ.

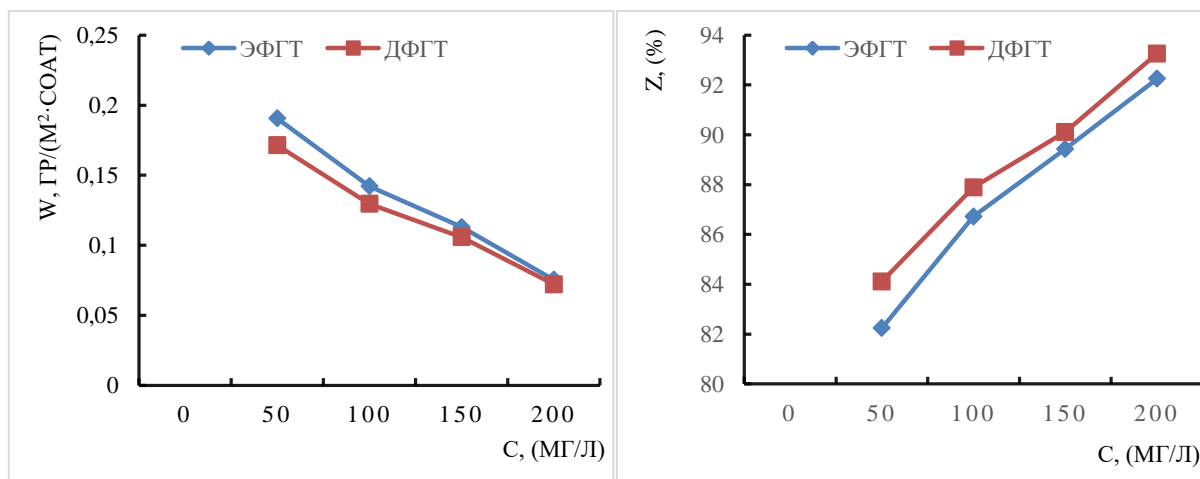


Рисунок 6. График зависимости скорости коррозии и уровня защиты ингибиторов ЭФГТ иДФГТ от концентрации ингибитора

На этом рисунке показано графическое представление уровней защиты ингибитора и скорости коррозии металла в зависимости от концентрации ингибитора.

Анализ проведенных исследований показал, что в зависимости от концентрации ингибитора и температуры окружающей среды изменяются скорость коррозии и эффективность действия ингибиторов.

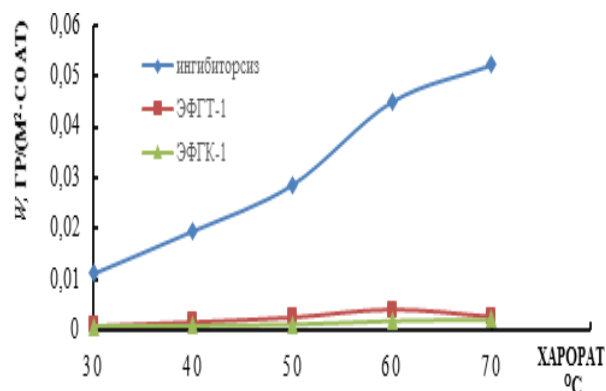


Рисунок 7. Температурная зависимость скорости коррозии в среде 0,5 М НСl с ингибиторами ЭФГТ-1, ЭФГК-1 и без них.

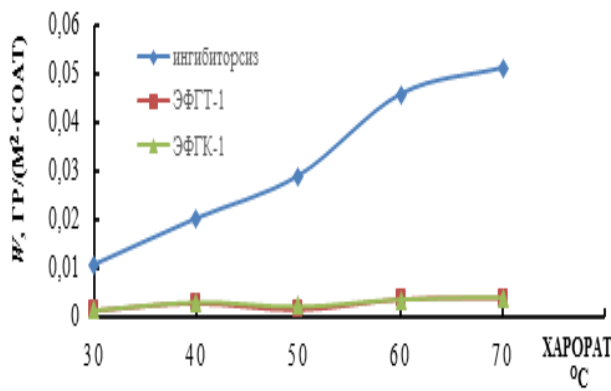


Рисунок 8. Температурная зависимость скорости коррозии в среде 0,5 М Н₂SO₄ с ингибиторами ЭФГТ-1, ЭФГК-1 и без них.

На этих графиках показана температурная зависимость скорости коррозии в солянокислых и сернокислых растворах с ингибиторами и без них, причем повышение температуры приводит к быстрому увеличению скорости коррозии в среде без ингибитора. При введении ингибитора в окружающую среду видно, что скорость коррозии значительно снижается.

Таблица 2
Скорости коррозии и уровни защиты ингибитора ДФГТ Фон-1 в растворе при различных температурах и концентрациях

Ингибитор	Т, (°C)	С, (мг/л)	W, гр/(см ² ·соат)	γ	η, (%)	θ
ДФГТ	20	-	0,264	-	-	-
		50	0,0498	5,3	81,13	0,8113
		100	0,0365	7,2	86,17	0,8617
		150	0,0142	18,6	94,62	0,9462
	30	-	0,303	-	-	-
		50	0,0525	5,7	82,67	0,8267
		100	0,0426	7,1	85,94	0,8594
		150	0,0227	13,3	92,50	0,9250
	40	-	0,341	-	-	-
		50	0,0449	7,6	86,83	0,8683
		100	0,0368	9,2	89,21	0,8921

		150	0,0236	14,4	93,08	0,9308
--	--	-----	--------	------	-------	--------

В таблице 2 показаны скорость коррозии, коэффициент ингибирования, полное покрытие поверхности и уровни защиты ингибиторов ДФГТ в растворе Фон-1 при различных температурах и концентрациях. Температуру брали в пределах 20-40°C. Наилучший результат – эффективность 93,08% при температуре 40°C и концентрации 150 мг/л.

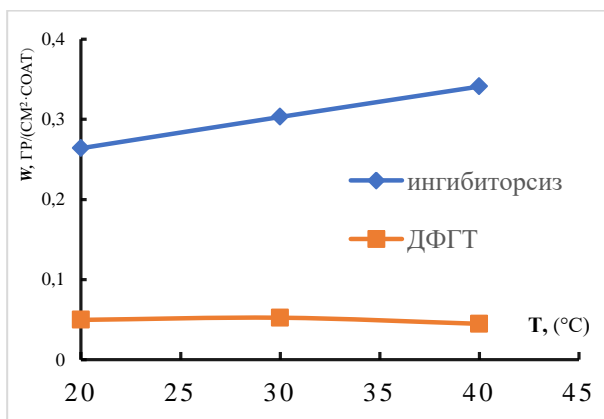


Рисунок 9. Скорость коррозии в растворе Фон-1 с ингибитором ДФГТ и без него в различных диапазонах температур

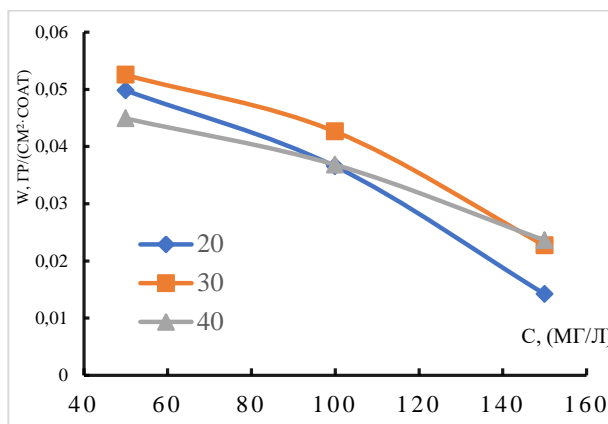


Рисунок 10. Скорость коррозии ингибитора ДФГТ в растворе Фон-1 при различных температурах и концентрациях

Эти графики показывают скорость коррозии и эффективность защиты ингибитором в растворе Фон-1 при различных температурах и концентрациях с ингибитором ДФГТ и без него.

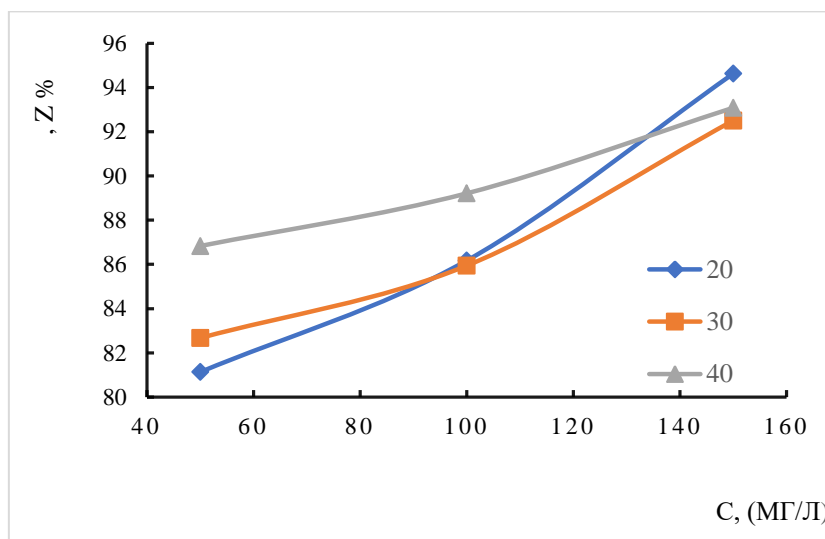


Рисунок 11. Защитная эффективность ингибитора ДФГТ Фон-1 в растворе при различных температурах и концентрациях

Электрохимические методы анализа, анализ результатов, полученных методом поляризационных кривых:

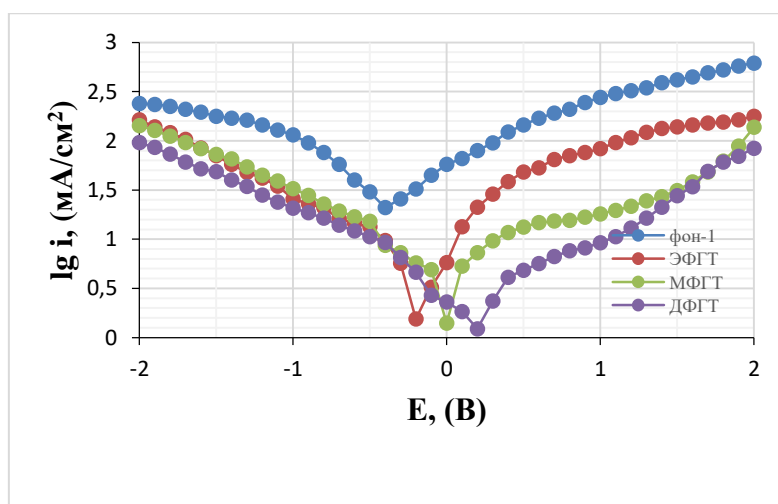


Рисунок 12. Поляризационные кривые стального электрода в растворе Фон-1 в присутствии растворов разработанных ингибиторов в концентрации 125 мг/л.

При добавлении композитного ингибитора ЭФГТ в среду рабочего раствора Фон-1 величина тока коррозии уменьшилась с $1,250 \text{ mA/cm}^2$ до $0,188 \text{ mA/cm}^2$, а в присутствии ингибитора МФГТ величина тока коррозии уменьшилась до $0,145 \text{ mA/cm}^2$, а добавление ингибитора ДФГТ уменьшило величину тока коррозии до $0,088 \text{ mA/cm}^2$ и привело к снижению (рис.12).

Таблица 3

Коэффициент ингибирования, степень полного покрытия поверхности и эффективность ингибиторов, полученных методом поляризационных кривых в растворе ФОН-1

Ингибитор	C, (мг/л)	i , (mA/cm ²)	γ	θ	η , (%)
Фон-1	125	1,250	—	—	—
ЭФГТ		0,188	6,64	0,849	84,96
МФГТ		0,145	8,62	0,884	88,4
ДФГТ		0,088	14,20	0,929	92,96

В этот момент было обнаружено, что величина стационарного коррозионного потенциала также изменяется от отрицательного к положительному в соответствии с указанным выше порядком ингибиторов (табл. 3).

Композитные ингибиторы ЭФГТ, МФГТ, ДФГТ показали эффективность 84,96%, 88,4%, 92,96% соответственно. Среди ингибиторов композитный ингибитор ДФГТ показал большее снижение значения тока коррозии, чем остальные ингибиторы.

Проанализированы поляризационные кривые полученных композиционных ингибиторов в растворе рабочего фон-2 и определен сдвиг значений коррозионного тока и стационарного коррозионного потенциала (рис.13).

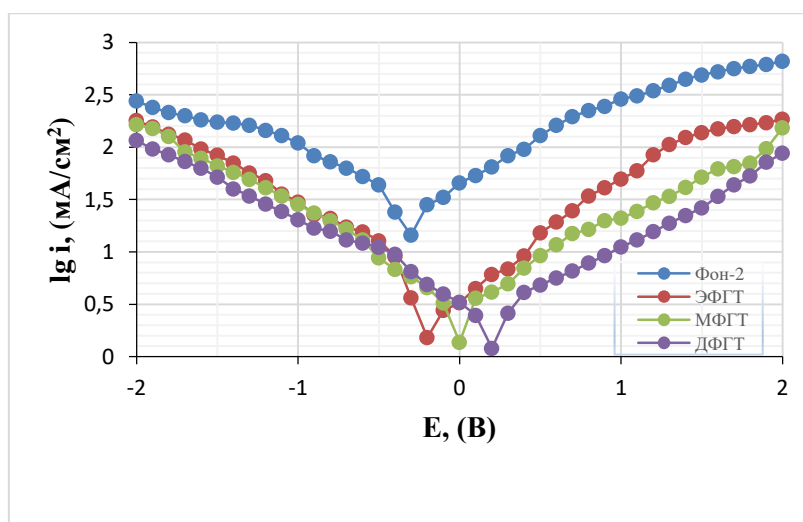


Рисунок 13. Поляризационные кривые стального электрода в растворе Фон-2 в присутствии растворов разработанных ингибиторов в концентрации 125 мг/л.

По результатам электрохимического анализа ингибиторов в растворе рабочего фон-2 определено, что величина тока коррозии равна 1,160 мА/см², а величина стационарного коррозионного потенциала равна 0,330 В. При добавлении композиционных ингибиторов к рабочему раствору фон-2 величина тока коррозии уменьшалась, а величина стационарного коррозионного потенциала сместилась с отрицательной на положительную (табл.4).

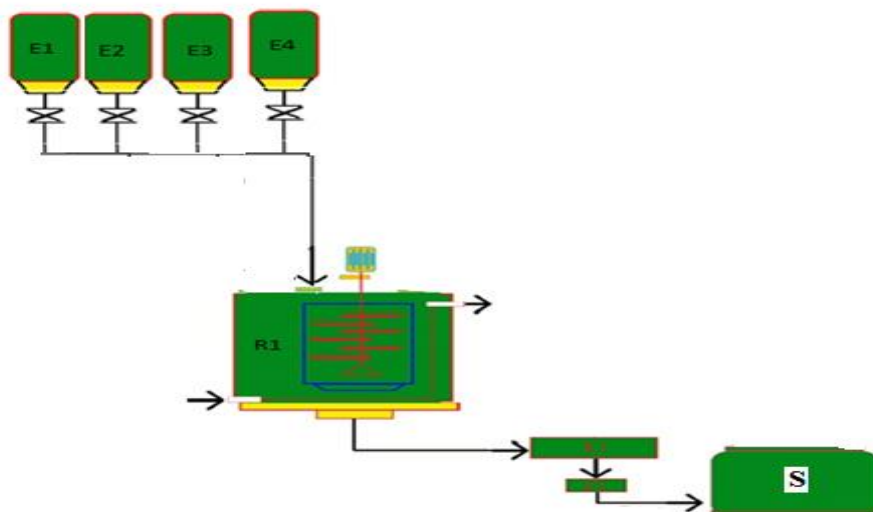
Таблица 4

Коэффициент ингибирования, степень полного покрытия поверхности и эффективность ингибиторов, определенные методом поляризационных кривых в растворе Фон-2.

Ингибитор	C, (мг/л)	i_c , (мА/см ²)	γ	θ	η , (%)
Фон-2	125	1,160	—	—	—
ЭФГТ		0,181	6,4	0,843	84,39
МФГТ		0,137	8,47	0,881	88,18
ДФГТ		0,079	14,68	0,931	93,18

Отсюда можно сделать вывод, что композиционные ингибиторы оказывают смешанное действие, замедляя как анодные, так и катодные процессы. Уровень защиты ингибитора увеличился с 84% до 93%.

На основании собранной и исследованной информации в четвертой главе, посвященной теме «**Технология получения композиционных ингибиторов коррозии на основе этилендиамина и этаноламинов**», была разработана следующая принципиальная технологическая схема получения ингибиторов коррозии на основе этилендиамина и этаноламинов. Подробно описано получение нового типа композиционных ингибиторов коррозии (рис.14).



R-1 реактор, E-1- ёмкость для этилендиамина, E-2 - ёмкость для фосфорной кислоты, E-3 – ёмкость для глицерина, E-4- ёмкость для тиомочевины, K-1 – аппарат сушки, F-1- дробилка, S-упаковка готовой продукции.

Рисунок 14. Принципиальная технологическая схема получения ингибитора ЭФГТ

Требуемые (эквивалентные) количества этилендиамина из ёмкости E-1, фосфорной кислоты из ёмкости E-2 и глицерина из ёмкости E-3 подаются в реактор R-1, оборудованный системой обогрева, охладителем и якорной мешалкой. Вещества, помещенные в реактор R-1, нагревают в течение 0,5 часа при температуре 120-130°C при интенсивном перемешивании. После этого к смеси веществ в реактор R-1 порциями добавляют тиомочевину из ёмкости E-4 и снова перемешивают при температуре 180°C в течение 1-1,5 часов до полного выделения газообразного аммиака. Образуется гомогенная смесь. Затем основной продукт из реактора R-1 подают в сушильный аппарат K-1 и далее направляют из него в дробилку F-1. Измельченный продукт подаётся на упаковочную установку S и упаковывают в мешки на специальных фасовочных устройствах.

Технико-экономическая эффективность практического применения ингибиторов коррозии на основе этилендиамина и этаноламинов.

Общая и сравнительная экономическая эффективность от практического использования разработанных ингибиторов коррозии рассчитывалась исходя из стоимости других видов ингибиторов. В соответствии с этим стоимость сырья, используемого для производства 1 тонны ингибитора коррозии ДФГТ, составляет 12 036 000 сумов для производства 1 тонны композитного ингибитора коррозии. Общая себестоимость производства 1 тонны композитного ингибитора составила 13927570 сум.

Таблица 5

Структура цен на ингибитор коррозииДФГК

№	Наименование	Единица измерения	Количество, кг (рабочий раствор)	Цена единицы, сум	Всего, сум
1	ДФГК	кг	1000	13927	13927570
Всего					13927570

В таблице 5 показан расход сырья в размере 13 927 570 сум на производство 1 тонны ингибитора нового типа, эффективного для предотвращения коррозии металлов на основе диэтанолamina, ортофосфорной кислоты и карбамида. В следующей таблице указана стоимость импортного ингибитора коррозии FLOGARD MS6217, который используется на промышленных предприятиях нашей страны до сегодняшнего дня.

Таблица 6

Структура цен на ингибитор коррозии иностранного бренда FLOGARD MS6217

№	Наименование	Единица измерения	Количество, кг (рабочий раствор)	Цена единицы, сум	Всего, сум
1	FLOGARD MS6217	кг	1000	18480	18 480 000
Всего					18 480 000

Как видно из таблицы 6 всего на ввоз 1 тонны ингибитора коррозии FLOGARD MS6217 в нашу республику будет затрачено 18480000 сум. Таким образом на основе моно- и диэтанолamina, тиокарбамида, этилендиаминa, карбамида были синтезированы эффективные ингибиторы коррозии стали, проведены экспериментальные испытания полученных ингибиторов в соответствующих условиях и в соответствии с требованиями ГОСТ. Также производственный комплекс полученных ингибиторов успешно прошел испытания на ООО «Шуртанский газохимический комплекс» (справка № 030/1635 от 27.04.2022 г. ООО «Шуртанский газохимический комплекс»). Согласно расчетам, экономическая эффективность применения ингибиторов ДФГК, ДФГТ приведет к периодическому продлению срока службы металлоконструкций и трубопроводов, а в результате замены отработанных импортных ингибиторов отечественными ингибиторами экономическая эффективность производственных предприятий будет относительно высокой. Результаты вышеуказанных научных исследований показывают, что ингибиторы, синтезированные на основе моно- и диэтанолaminов и тиомочевинy, этилендиаминa, карбамида, значительно замедляют коррозию стальных металлоконструкций и труб, а высокая эффективность защиты свидетельствует о возможности их применения на практике.

ВЫВОДЫ

1. Путем изменения мольного соотношения и состава компонентов разработана технология получения различных ингибиторов коррозии, эффективных для различных агрессивных сред. Новообразованные функциональные группы во всех полученных соединениях подтверждены методом ИК-спектроскопии.

2. Изучены оптимальные условия получения ингибиторов марок ЭФГК, ЭФГТ,ДФГК,ДФГТ,МФГК,МФГТ. В результате реакции установлено, что выход продукта высокий 80-87%.

3. Эффективность ингибиторов типа ЭФГТ иДФГТ в 0,5 М растворах HCl и 0,5 М H_2SO_4 при 20°C в течение 24 ч возрастает с увеличением концентрации и времени. Установлено, что эффективность ингибиторов в соляной кислоте выше, чем в серной. Также установлено, что защитная эффективность ингибиторов возрастает в интервале температур до 70°C в обеих агрессивных средах с небольшой разницей, при повышении температуры до 75°C и выше установлено, что эффективность всех ингибиторов в сернокислой среде движется в сторону понижения.

4. Показана зависимость скорости коррозии, эффективности защиты, коэффициента торможения, степени полного покрытия поверхности, тока коррозии и стандартного потенциала, поляризационных кривых и константы равновесия процесса адсорбции от различных параметров.

5. Установлено, что разработанные ингибиторы замедляют скорость коррозии в 18-42 раз, в количестве 100 мг/л в течение 10 часов в хлоридной и сернокислой средах и в 55-120 раз в тех же средах в количестве 500 мг/л.

6. Ингибиторы ЭФГТ иДФГТ в концентрации 100 мг/л проявляют высокие ингибирующие свойства (90-95%) в среде 0,5 М HCl и 0,5 М H_2SO_4 в течение 24-120 часов.

7 Внедрены в практику. и обоснована экономическая эффективность композиционных ингибиторов ЭФГТ, ЭФГК,ДФГТ иМФГТ для замедления коррозионных процессов в закрытых водооборотных системах ООО «Шуртанский газохимический комплекс».

**SCIENTIFIC COUNCIL DSc.16/30.12.2019.K/T.87.01 ON
ACADEMICATION OF ACADEMIC DEGREES AT THE TASHKENT
SCIENTIFIC RESEARCH INSTITUTE OF CHEMICAL TECHNOLOGY**

TASHKENT CHEMICAL-TECHNOLOGICAL INSTITUTE

OYBEK MAKHAMMADIYEV

**DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR PRODUCTION OF
CORROSION INHIBITORS THAT PREVENT METAL CORROSION
BASED ON LOCAL RAW MATERIALS**

02.00.14 – Technology of organic substances and materials based on them

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

Tashkent-2023

The topic of the dissertation of Doctor of Philosophy (PhD) in technical sciences is registered with the Higher Attestation Commission under the ministry of Higher education, science and innovation of the Republic of Uzbekistan under the number B2020.2.PhD/T1725.

The dissertation was completed at the Tashkent Chemical-Technological Institute.

The abstract of the dissertation in three languages (Uzbek, Russian, English (summary)) is posted on the web page at www.tersu.uz and on the information and educational portal «ZiyoNet» at www.ziyo.net/uz

Scientific supervisor:

Beknazarov Khasan Soyibnazarovich
Doctor of Technical Sciences, Professor

Official opponents:

Karimov Ma'sud Ubaydulla ugli
Doctor of Technical Sciences, Professor

Narzullayev Akmal Kholinorovich
Doctor of Philosophy in Technical Sciences, Associate Professor

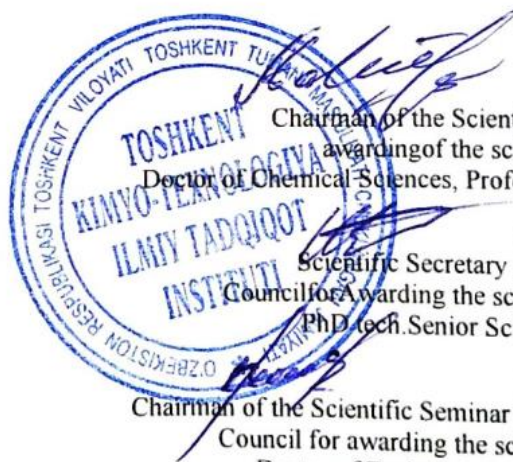
Lead organization:

Bukhara engineering and technological institute

The defense of the dissertation will take place on " 28 " 02 2023 at " 9⁰⁰ " hours at a meeting of the Scientific Council DSc.16/30.12.2019.K/T.78.01 at the Tashkent Research Institute of Chemical Technology at the address: 111116, Tashkent region, Tashkent district, pos. Ibrat n/a Shurabazar phone: (+99895) 144-67-83, E-mail: ooo_tniixt@mail.ru, TKTITI@exat.uz.

The dissertation was registered at the Information Resource Center of Tashkent Scientific Research Institute of Chemical Technology № 2023/5, which can be found at the IRC (111116, Tashkent region, Tashkent district, Shurabazar phone: (+99895) 144-67-83, E-mail: ooo_tniixt@mail.ru, TKTITI@exat.uz).

The abstract of the dissertation was sent out " 26 " 02 2023.
(distribution protocol № 2023/5 dated " 16 " 02 2023).



A. T. Djalilov
Chairman of the Scientific Council for awarding of the scientific degrees, Doctor of Chemical Sciences, Professor Akademik

Sh.D. Shirinov
Scientific Secretary of the Scientific Council for Awarding the scientific degrees, PhD Tech. Senior Scientific Scientist

F.N. Nurqulov
Chairman of the Scientific Seminar under Scientific Council for awarding the scientific degrees, Doctor of Technical Sciences, Professor

INTRODUCTION (abstract of doctor of philosophy PhD dissertation)

The aim of the research work it consists in the development of technology for obtaining highly effective composite inhibitors based on N and P compounds.

The object of research ethanolamines, ethylenediamine, urea, thiourea were taken.

The scientific novelty of the dissertation research is as follows:

composite corrosion inhibitors with a new composition based on ethanolamines, ethylenediamine, urea, thiourea were obtained. Also, the optimal conditions of the process have been determined;

new functional groups formed in the obtained corrosion inhibitors and their physicochemical properties were determined;

The multi-functional inhibitory property of the developed corrosion inhibitors was determined;

The morphology of the annealed steel surface was studied based on microphotographs obtained by scanning electron microscope and atomic force microscope methods;

the corrosion speed, protection level, full surface coverage level, and braking coefficients of the developed new composite inhibitors were determined;

composite corrosion inhibitors obtained on the basis of ethanolamines have been found to have high efficiency in acidic, saline and neutral environments.

Implementation of the research results. Based on the scientific results obtained on the development of the technology for obtaining corrosion inhibitors that prevent metal corrosion based on local raw materials:

new inhibitory compounds have been put into practice at "Shurtan Gas Chemical Complex" LLC to slow down the corrosion process in environments with a water circulation system ("Shurtan Gas Chemical Complex" LLC's reference № 030/1635 of April 27, 2022). As a result, it made it possible to extend the service life of water-conducting and storage steel structures in internal water circulation systems;

obtained corrosion inhibitors were put into practice at "Shurtan Gas Chemical Complex" LLC to protect metal structures from corrosion in alkaline and neutral environments ("Shurtan Gas Chemical Complex" LLC's reference №030/1635 dated April 27, 2022). As a result, it was possible to produce corrosion inhibitors with high efficiency in alkaline and neutral environments.

The structure and scope of the dissertation. The content of the dissertation consists of an introduction, four chapters, a conclusion, a list of references and appendices, the volume of the dissertation is 110 pages.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙЎХАТИ

Список опубликованных работ

List of publications

I бўлим (I часть; I part)

1. Махаммадиев О.Р., Бекназаров Х.С., Жалилов А.Т. Изучение ингибиторов коррозии ЭФГК-1 и ЭФГК-2 в HCL и H₂SO₄ средах // Научный вестник Наманганского государственного университета. 2021г. №10. С.103-107 (02.00.00. №18).

2. Махаммадиев О.Р., Бекназаров Х.С., Жалилов А.Т. Изучение влияние ингибиторов коррозии ЭФГТ-1 и ЭФГК-1 на металл Ст-20 // Научный вестник Наманганского государственного университета. 2021г. №10. С.51-57 (02.00.00. №18).

3. Махаммадиев О.Р., Бекназаров Х.С., Жалилов А.Т., Соқиева Қ.Ў. Сравнение ингибиторов коррозии ЭФГК, ЭФГТ, ФЛОГАРТ и ФЛЕК // Universum технически науки. № 9-2 (90) сентябрь. 2021г. С.5-8 (02.00.00. №1).

4. Махаммадиев О.Р., Бекназаров Х.С., Жалилов А.Т., Соқиева Қ.Ў. Ишлаб чиқилган ингибиторларнинг гравиметрик ва электрохимий таҳлилини ўрганиш // Ўзбекистон миллий университети хабарлари журнали. № 3/1/1 май, 2022 й. 385-388 бетлар (02.00.00. №12).

5. Махаммадиев О.Р., Бекназаров Х.С. IR spectroscopic analysis of newly formed functional groups in the obtained inhibitors // Universum технически науки. 2022 г. № 8-3 (101) август. С.55-58 (02.00.00. №1).

II бўлим (II часть; II part)

6. Makhammadiyev O.R., Beknazarov KH.S., Sokiyeva Q.U. Study of electrochemical analysis of developed inhibitors // 1st-International Congress on Modern Sciences Tashkent Chemical-Technological Institute. ISBN: 978-625 7464-90-1 by IKSAD Publications. Tashkent, May 10-11, 2022y. P. 280-285.

7. Махаммадиев О.Р., Бекназаров Х.С. Коррозия ингибиторларининг агрессив муҳитларда ингибирлаш хоссалари // Халқаро илмий-амалий онлайн-конференция Ўзбекистон Республикаси Тошкент ш. 28 май 2021 йил. -В.282 -283.

8. Махаммадиев О.Р., Бекназаров Х.С. Масса йўқотишни ўлчаш орқали химоялаш даражаси ва коррозия тезлиги // Халқаро илмий-амалий онлайн-конференция Ўзбекистон Республикаси Тошкент ш. 28 май 2021 йил. -В.284 -285.

9. Махаммадиев О.Р., Бекназаров Х.С., Соқиева Қ.Ў. Ekologik xavfsiz ingibitorlar tuzilishining IQ-spektr tahlillari // “Ekologiya va atrof-muhitni muhofaza qilish va biotexnologiyaning zamonaviy muammolari” xalqaro ilmiy-texnik konferensiyasi. Тошкент. 15-16 июнь 2022 йил. - В.535-536.

10. Махаммадиев О.Р., Бекназаров Х.С., Соқиева Қ.Ў. Результаты кинетического анализа процесса торможения // Международной научно-технической конференции «Современные проблемы экологии и охраны окружающей среды и биотехнологии. Тошент. 15-16 июнь 2022 йил. -С.818-819.

11. Махаммадиев О.Р., Бекназаров Х.С., Соқиева Қ.Ў. Сканерловчи электрон микроскоп ёрдамида пўлат сиртини ўрганиш таҳлили // “Neft va gaz sohasida ta’lim-ishlab chiqarish klasterini rivojlantirishga innovasion yondashuvlar” mavzusidagi xalqaro konferensiya. Tashkent, 30 апрель 2022 й. - В.155-156.

12. Махаммадиев О.Р., Бекназаров Х.С., Соқиева Қ.Ў. Ингибитор синовларини ўтказишда ишчи эритмаларни танлаш // “Neft va gaz sohasida ta’lim-ishlab chiqarish klasterini rivojlantirishga innovasion yondashuvlar” mavzusidagi xalqaro konferensiya. Tashkent, 30 апрель 2022 й. - В.446-447.

13. Махаммадиев О.Р., Бекназаров Х.С., Соқиева Қ.Ў. Диметилформаид иштирокида стеарин кислота амиди синтези // Республика илмий-техника анжуманинг мақолалар тўплами. Тошкент 2021й. 77-78 бетлар.

14. Махаммадиев О.Р., Бекназаров Х.С. Ингибиторлар олиш учун стеарин кислота амиди синтези // Замонавий кимёнинг долзарб муаммолари мавзусидаги Республика миқёсидаги хорижий олимлар иштирокидаги онлайн илмий-амалий анжумани. Бухоро. 297 -298 бетлар.

15. Махаммадиев О.Р., Бекназаров Х.С., Соқиева Қ.Ў. Стеарамидни натрий гипохлорит иштирокида стеариламинга ўтказиш ва сифат реакцияси // “Кимё-технология фанларининг долзарб муаммолари” мавзусидаги Халқаро олимлар иштирокидаги Республика илмий-амалий анжумани. Тошкент 2021 ТКТИ. 79-80 бетлар.

16. Махаммадиев О.Р., Соқиева Қ.Ў. Фталимид ва кратональдигиди асосида каррозия ингибиторлари олиш // Ўзбекистонда илмий-амалий тадқиқотлар мавзусидаги Республика 18-кўп тармоқли илмий масофавий онлайн конференция материаллари тўплами, Тошкент 2020 й. 9-10 бетлар.

17. Махаммадиев О.Р., Бекназаров Х.С. Фталимид ва альдигидлар асосида каррозия ингибиторлари олиш // Ўзбекистонда илмий-амалий тадқиқотлар мавзусидаги Республика 18-кўп тармоқли илмий масофавий онлайн конференция материаллари тўплами. Тошкент 2020й. 15-16 бетлар.

18. Махаммадиев О.Р., Бекназаров Х.С., Соқиева Қ.Ў. Стеарамид тузилишини инфрақизил спектр таҳлили // “Neft va gaz sanoatidagi innovatsiyalar, zamonaviy energetika va dolzarb muammolar” 2-xalqaro konferensiya materiallari. october 29-30, 2021, Tashkent, Uzbekistan.147-148 betlar.

19. Махаммадиев О.Р., Бекназаров Х.С., Соқиева Қ.Ў. Стеарамид ва бошланғич моддалар ИҚ-спектр таҳлили // Proceedings of the 2-international conference «Innovations in the oil and gas industry, modern power engineering and actual problems» october 29-30, 2021, Tashkent, Uzbekistan. 148-149 betlar.

Автореферат «Ўзбекистон кимё журналы» тахририятида тахрир қилинди.

Босишга рухсат этилди: 15.02.2023 йил
Бичими 60x84 ¹/16, «Times New Roman»
гарнитурада рақамли босма усулида босилди.
Шартли босма табағи 2,8. Адади 100. Буюртма №45
Тел: (99) 832 99 79, (97) 815 44 54
Гувоҳнома reestr № 10-3279
“IMPRESS MEDIA” МЧЖ босмаҳонасида чоп этилган.
100031, Тошкент ш., Яккасарой тумани, Қушбеги кўчаси, 6-уй