

ИСЛОМ КАРИМОВ номидаги **ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА**
УНИВЕРСИТЕТИ «ФАН ВА ТАРАҚҚИЁТ» ДАВЛАТ УНИТАР
КОРХОНАСИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
DSc.03/30.12.2019.К/Т.03.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ

ИСЛОМ КАРИМОВ номидаги **ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА**
УНИВЕРСИТЕТИ «ФАН ВА ТАРАҚҚИЁТ» ДАВЛАТ УНИТАР
КОРХОНАСИ

ШОДИЕВ ХАМЗА РЎЗИҚУЛОВИЧ

НЕФТЬ-ГАЗ САНОАТИ УСКУНАЛАРИ УЧУН
АНТИКОРРОЗИОН КОМПОЗИЦИОН МАТЕРИАЛЛАР ВА УЛАР
АСОСИДАГИ ҚОПЛАМАЛАРНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ ВА УЛАРНИ
ОЛИШ ТЕХНОЛОГИЯСИ

02.00.07 – Композицион, лок-бўёқ ва резина материаллари кимёси ва технологияси
05.02.01. - Машинасозликда материалшунослик. Қўймачилик. Металларга термик ва
босим остида ишлов бериш. Қора, рангли ва ноёб металлар металлургияси.
Радиоактив, камёб ва нодир элементлар технологияси (техника фанлари)

ТЕХНИКА ФАНЛАРИ БЎЙИЧА ФАЛСАФА ДОКТОРИ (PhD)
ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ

Тошкент - 2021

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

Шодиев Хамза Рўзикулович

Нефть-газ саноати ускуналари учун антикоррозион композицион материаллар ва улар асосидаги қопламаларни ишлаб чиқиш ва уларни олиш технологияси.....3

Шодиев Хамза Рузикулович

Разработка антикоррозионных композиционных материалов и покрытий на их основе для оборудования нефтегазовой промышленности и технология их получения.....20

Shodiev Khamza Ruzikulovich

Development of anti-corrosion composite materials and coatings based on them for equipment of the oil and gas industry and technology for their production...38

Эълон қилинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ

List of published works.....41

КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурияти. Дунёда нефть ва газ саноати иқтисодий ривожига улкан хисса қўшувчи соҳалардан биридир. Коррозия муаммосининг асоси бўлган металл фондининг кескин емирилиши, режалаштирилган ресурс тузилмаларнинг сезиларли йўқотилишига олиб келмоқда. Шу сабабли, металл ускуналари ва механизмларнинг коррозияга учраш сабабларини аниқлаш, маҳаллий хомашё ва иккиламчи маҳсулотлар асосида, нефть ва газ қудуқлари ускуналари ва механизмларини коррозиядан ҳимоя қилиш имконини берувчи самарали антикоррозион композицион кимёвий ингибирловчи материаллар ва улар асосида қопламаларни яратиш, техноген чиқиндаларни қайта ишлаш учун энергия тежамкор ва экологик хавфсиз технологияларни ишлаб чиқиш ва такомиллаштириш муҳим аҳамиятга эгадир.

Жаҳон миқёсида нефть-газ саноати ускуналари ва қурилмаларининг коррозияга учрашига таъсир этувчи омилларини аниқлаш, уларга нисбатан самарали кураш чораларини ишлаб чиқиш, адгезион-мустаҳкамлик хусусиятлари яхши бўлган антикоррозион композицион материаллар ва улар асосидаги қопламаларни яратишнинг самарали усулларини ишлаб чиқиш ва такомиллаштириш бўйича илмий изланишлар олиб борилмоқда. Бу борада, жумладан, антикоррозион композицион материаллар асосидаги қопламалар ёрдамида коррозия жараёнини секинлаштириш усулларини ишлаб чиқиш, яратилаётган антикоррозион ингибирловчи материаллар ва улар асосидаги қопламаларнинг адгезион мустаҳкамлигини ошириш, металлларни ҳимоялаш даражасини, физик-механик ва эксплуатацион хусусиятлари яхшилаш усулларини ишлаб чиқиш натижасида нефть-газ, металлургия ва қурилиш соҳалари учун хомашё базаларини яратишга алоҳида эътибор берилмоқда.

Республикамизда нефть-газ саноатининг ривожланиши бўйича чора тадбирлар олиб борилмоқда ва ишлатиладиган механизм ва қурилмаларнинг ишлаш қувватини ошириш, агрессив муҳитда ишлайдиган металл конструкцияларнинг коррозияга учрашини олдини олишга катта эътибор қаратилиб, жумладан, нефть-газ саноатида ишлатиладиган бурғулаш эритмалари таркибига қўшилаётган ускуна ва қурилмаларнинг ишлаш тезлигини оширувчи кимёвий реагентларни ишлаб чиқиш усуллари, металл конструкциялари ва механизмлари учун антикоррозион композицион материаллар асосидаги агрессив муҳитга чидамли қопламаларни самарали таркибларини яратиш, уларни олиш технологиялари ишлаб чиқишда маълум бир натижаларга эришилмоқда. Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегиясида «...илмий-тадқиқот ва инновация фаолиятини рағбатлантириш, илмий ва инновация ютуқларини амалиётга жорий этишнинг самарали механизми...»¹ бўйича муҳум вазифалар

¹ Ўзбекистон Республикаси Президентининг «2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини ривожлантиришнинг бешта устувор йўналиши бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида»ги Фармони

белгилаб берилган. Ушбу вазифалардан келиб чиқган ҳолда, жумладан, республикамизнинг нефть-газ саноатида коррозияга учраган асбоб-ускуналарни коррозиядан ҳимоя қилиш учун самарали антикоррозион композицион материаллар яратиш, улар асосида қопламалар олиш технологияларини ишлаб чиқиш ва такомиллаштириш, олинган қопламаларнинг физик-кимёвий ва эксплуатацион хоссаларини яхшилаш, маҳаллий хомашё ва техноген чиқиндиларни қайта ишлашнинг самарали усулларини ишлаб чиқиш муҳим илмий аҳамият касб этади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида»ги, 2020 йил 2 мартдаги ПФ-5953-сон «Илм, маърифат ва рақамли иқтисодиётни ривожлантириш йили» Фармонлари, 2018 йил 25 октябрдаги ПҚ-3983-сон «Ўзбекистон Республикасида кимё саноатини ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги, 2019 йил 24 августдаги ПҚ-4426-сон «Давлат ва хўжалик бошқаруви ҳамда маҳаллий ижроия ҳокимияти органларининг ишлаб чиқаришни маҳаллийлаштириш ва саноат тармоқларида кооперация алоқаларини жадаллаштиришнинг янги тизимини жорий этиш бўйича масъулиятини янада ошириш тўғрисида»ги қарорлари ҳамда мазкур фармонга тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

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

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Нефть-газ саноати ускуналари учун антикоррозион композицион материаллар ва улар асосида қопламаларни ишлаб чиқиш ҳамда уларни олиш технологиясини яратиш борасидаги илмий тадқиқотларга куйидаги олимлар ўз хиссаларини кўшганлар: А. Hayashi, S. Hulemand, R. Morgen, A. D'Amore, D. Jully, G. Akevali, Н.С. Ениколопов, С.Н. Журков, В.В. Коршак, А.А. Берлин, М.С. Акутин, Ю.С. Липатов, А.Д. Яковлев, И.Л. Розенфельд, А.В. Малинин, А.А. Кравцов, К.С. Минскер, М.И. Карякина, Дж.Х. Халиков, С.С. Негматов, А.Т. Джалилов, М.А. Аскарлов, С.Ш. Рашидова, А.Х. Юсупбеков, Ф.А. Магруппов, М.Г. Алимухамедов, Р.С. Тиллаев, Х.И. Акбаров, З.А. Таджиходжаев, М.Ж. Жуманиёзов, Ш.Р. Курамбаев ва бошқалар.

Мавжуд ишларни таҳлилига кўра шуни таъкидлаш керакки, нефть ва газ саноати ускуналари ва механизмлари учун ҳимояловчи композицион полимер материаллар ва улар асосида қопламаларни ишлаб чиқишда уларнинг адгезион, антикоррозион ва бошқа физик-механик хусусиятлари, нефть ва газ қудуқларини бурғулашда агрессив шароитларда уларнинг ишлаши ва чидамлилиги батафсил ёритилмаган. Мазкур диссертация ишида ушбу муаммони ечимига доир масалалар кенг ёритиб берилган.

Диссертация тадқиқотининг диссертация бажарилган илмий-тадқиқот муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқоти Ислом Каримов номидаги Тошкент давлат техника университети «Фан ва тараққиёт» давлат унитар корхонасининг илмий ишлари режаларининг №ОИТ–1012-7-18 «Нефть соҳасида ишлатиладиган ускуналар, қувурлар учун занг ингибиторлари ва улар асосида композицион полимер қопламаларни ишлаб чиқаришга жорий этиш», №А-6-213 «Маҳаллий хомашё ва саноат чиқиндилари асосида стабиллаштирилган композицион қопламалар олишнинг самарали технологиясини ишлаб чиқиш», №ЁА-12-001 «Самарали антикоррозион композицион полимер материаллар ва улар асосида қопламалар яратиш» мавзуларидаги лойиҳалар доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади нефть-газ саноати ускуналари учун антикоррозион композицион материаллар ва улар асосидаги қопламаларни яратиш ҳамда уларни олиш технологиясини ишлаб чиқишдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

асбоб-ускуналар ва механизмларни коррозиядан ҳимоя қилишга имкон берувчи антикоррозион композицион ингибирловчи материаллар ва коррозиядан ҳимоя қилиш усулларининг ҳозирги ҳолатини аниқлаш ва таҳлил қилиш;

ишлаб чиқилган композицион ингибирловчи материалларнинг физик-кимёвий ва мустаҳкамлик хусусиятларини аниқлаш учун тадқиқот объектлари ва усулларини танлаш ва асослаш;

антикоррозион композицион ингибирловчи материаллар ва улар асосида қопламалар учун органоминарал ингредиентларни таҳлили ва физик-кимёвий ва мустаҳкамлик хоссаларини аниқлаш;

маҳаллий хомашё ва саноат чиқиндиларидаги органоминарал ингредиентлар асосида антикоррозион композицион ингибирловчи материаллар ва улардан қопламаларнинг самарали таркибини ва олиш технологияларни ишлаб чиқиш;

ишлаб чиқилган антикоррозион композицион ингибирловчи материаллар ва улар асосида қопламалар олиш учун ташкилот стандарти (техник шарт) ва технологик регламентни ишлаб чиқиш;

яратилган антикоррозион композицион ингибирловчи материаллар ва улар асосидаги қопламаларни лаборатория - ишлаб чиқариш ва тажриба-саноат синовларидан ўтказиш;

нефть ва газ саноати ускуналарида яратилган антикоррозион композицион қопламалардан фойдаланишдаги техник-иқтисодий самарадорликни ҳисоблаш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида ёғ-мой ишлаб чиқариш саноатининг чиқиндиси-госсипол смоласи, суёқ аммиак, аминспиртлар-моноэтанолламин ($\text{H}_2\text{NCH}_2\text{CHOH}$), диэтанолламин ($\text{HN}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH})_2$), триэтанолламин ($\text{N}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH})_3$), сиккативлар - металл оксидлари, пластификаторлар ва тўлдирувчилар танланган.

Тадқиқотнинг предмети бўлиб композиция компонентларининг таркиби, тузилиши ва физик-кимёвий хоссалари, органоминерал ингредиентларнинг комплекс хоссаларига боғлиқ қонуниятларни изоҳлаш ва уларни эксплуатация қилиш шароитлари, технологик режимлари, яратилаётган композицион ингибирловчи материаллар ҳамда нефть-газ саноати механизмлари ва қурилмаларини ҳимояловчи коррозияга чидамли қопламалар ҳисобланади.

Тадқиқотнинг усуллари. Диссертация ишини бажаришда замонавий физик-кимёвий, ИҚ-Фурье (ИҚ) спектроскопия, рентгенфазавий (РФТ), энергия-дисперсияли сканерловчи электрон микроскопия (SEM-EDX) ва ЭПР таҳлил усулларидан фойдаланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

коррозияга қарши композициянинг органоминерал ингредиентлари ўртасида юзага келадиган физик-кимёвий жараёнларнинг хусусиятлари аниқланган;

ишлаб чиқилган антикоррозион композицион кимёвий ингибирловчи материалларнинг физик-кимёвий, физик-механик ва технологик хоссаларини шакллантиришда компонентларнинг самарали таркиби ишлаб чиқилган;

импорт ўрнини босувчи янги самарали таркиблар яратиш имконини берадиган ингредиентларнинг табиати, тузилиши, таркиби, миқдори ва нисбатига қараб қопламаларнинг хусусиятлари ўзгаришининг асосий омиллари аниқланган;

нефть ва газ саноати ускуналари ва механизмларини коррозиядан ҳимоя қилиш учун композицион ингибирловчи материаллар ва улардан қопламалар олиш технологияси ишлаб чиқилган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

нефть ва газ саноати ускуналари ва механизмларини коррозиядан ҳимоя қилиш учун маҳаллий хомашё ва саноат чиқиндилари асосида антикоррозион композицион ингибирловчи материалларнинг оптимал таркиби ишлаб чиқилган;

ишлаб чиқилган импорт ўрнини босувчи композицион ингибирловчи материаллар билан қопланган ускуналар ва механизмларнинг кимёвий ва абразив мустаҳкамлиги туфайли уларга техник хизмат кўрсатиш даври 2-2,5 мартага камайганлиги аниқланган.

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги замонавий компьютер ва дастурий воситаларидан фойдаланган ҳолда нефть ва газ саноати ускуналари ва механизмларини коррозиядан ҳимоя қилиш учун маҳаллий хомашё ва саноат чиқиндилари асосида антикоррозион композицион ингибирловчи материаллар ва улар асосидаги қопламаларнинг самарали таркибини аниқлаш учун муаллиф томонидан замонавий физик-кимёвий усулларни қўллаб, бир қанча лаборатория ва саноат тажрибаларидан олинган натижалар билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти. Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти нефть-газ саноати ускуналари ва

механизмларини коррозиядан ҳимоя қилиш учун маҳаллий хомашё ва саноат чиқиндилари асосида антикоррозион композицион материалларни янги самарали таркибини яратиш ва улар асосида қопламалар олиш технологиясини ишлаб чиқишнинг илмий асосларини назарий жиҳатидан умумлаштириш ва ривожлантириш асосида яратилганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти ишлаб чиқилган импорт ўрнини босувчи композицион ингибирловчи материаллар ва улар асосидаги қопламаларни нефть ва газ саноати ускуналари ва механизмларида қўллаш натижасида ускуналар ва механизмларнинг кимёвий ва абразив мустаҳкамлигини ошириш туфайли уларга техник хизмат кўрсатиш даври 2-2,5 мартага камайганлиги, нефть ва газ қудуқларини ишлаш қобилиятини, самарадорлигини ошириши ҳамда насос-компрессор трубаларни кислотали коррозиядан ҳимоялаш ва уларнинг умрбоқийлигини ошириши билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Нефть-газ саноати ускуналари учун антикоррозион композицион материаллар ва улар асосидаги қопламаларни яратиш ва уларни олиш технологиясини ишлаб чиқиш бўйича олинган илмий натижалар асосида:

«Антикоррозион композицион ингибирловчи материаллар ва улар асосидаги қопламалар» учун ташкилот стандарти «Нефть ва газ қудуқларини синаш» АЖда билан ўртатилган тартибда келишилган ҳолда ишлаб чиқилган (Ts 14952796-016:2019). Натижада, антикоррозион композицион ингибирловчи материаллар ва улар асосидаги қопламаларни олиш, нефть ва газ саноати асбоб ускуналарни агрессив муҳит таъсиридан ҳимоялаш имконини берган;

антикоррозион композицион ингибирловчи материаллар ва улар асосидаги қопламалар «Нефть ва газ қудуқларини синаш» АЖда амалиётга жорий этилган («Узбекнефтегаз» АЖнинг 2021 йил 26 январдаги 03-17-5/14-сон маълумотномаси). Натижада, нефть ва газ саноати ускуналарини коррозиядан ҳимоялаш ҳамда нефть ва газ қудуқларини ишлаш қобилияти ва самарадорлигини ошириш имконини берган;

ишлаб чиқилган антикоррозион композицион ингибирловчи материаллар ва улар асосидаги қопламалар «Бурғулаш ва тампонаж эритмалари бўйича хизмат кўрсатиш» участкасидаги насос-компрессор қувурларини хлорид кислотали коррозиядан ҳимоялашда жорий этилган («Узбекнефтегаз» АЖнинг 2021 йил 26 январдаги 03-17-5/14-сон маълумотномаси). Натижада, насос-компрессор трубаларни кислотали коррозиядан ҳимоялаш ва уларнинг умрбоқийлигини ошириш имконини берган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Мазкур тадқиқот натижалари 2 та республика илмий-техник ва 5 та халқаро конференцияларида муҳокама қилинган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги. Диссертация мавзуси бўйича жами 19 та иш эълон қилинган. Шулардан 12 таси илмий

мақола бўлиб, улар Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссияси томонидан тавсия қилинган илмий нашрларда 10 та республика ва 2 та хорижий журналларда нашр этилган.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация таркиби кириш, бешта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан ташкил топган. Диссертация ҳажми 124 бетни ташкил этади.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Кириш қисмида диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурияти асосланган, тадқиқотнинг мақсади ва вазифалари тавсифланган, объекти ва предмети белгиланган, тадқиқотнинг Ўзбекистон Республикасида фан ва технологияларни ривожлантиришнинг устивор йўналишларига мослиги кўрсатилган, олинган натижаларнинг илмий янгилиги ва амалий аҳамияти баён қилинган, тадқиқот натижаларининг амалиётга жорий қилиш келтирилган, натижаларнинг апробацияси, чоп этилган ишлар ва диссертация тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг **«Ускуналар ва механизмларини коррозиядан химоялаш усулларининг замонавий ҳолати ва уларни коррозиядан химояловчи ингибирловчи антикоррозион материаллар»** деб номланган биринчи бобида сўнгги йилларда кенг қамровли таҳлил асосида ишлаб чиқилган турли хил антикоррозион ва полимер композитларнинг ҳолати ва қўлланилиши бўйича замонавий адабий манбаларни таҳлил қилиш ва антикоррозион композицион ингибирловчи материаллар ва қопламаларни олиш учун самарали композициялар ва технологияларни яратиш талаблари бўйича юқори физик - механик хоссаларга эга, айниқса, адгезион мустаҳкам қопламаларнинг ҳолати ва қўлланилиши бўйича замонавий адабиёт манбалари таҳлилининг натижалари келтирилган.

Адабиётлар таҳлилидан агрессив муҳитда ишлатиладиган антикоррозион композицион ингибирловчи материаллар ва улар асосидаги қопламалар ишлаб чиқаришда композиция таркибига киритилаётган органоминерал тўлдирувчиларнинг табиати, тури, миқдори ва нисбатига боғлиқлиги ҳамда уларнинг самарали таркиби ва олиш технологияси бўйича илмий асосланган ёндашув етарлича ўрганилмаган. Ушбу диссертация иши ана шу вазифаларни хал этишга бағишланган.

Диссертациянинг **«Тадқиқот объекти ва ишлаб чиқилган антикоррозион композицион ингибирловчи материаллар ва улар асосидаги қопламаларнинг физик-кимёвий ва мустаҳкамлик хоссаларини ўрганиш усуллари»** деб номланган иккинчи бобида объектларни танлаш таърифланган ва асослаб берилган, улар асосида композицион ингибитор материаллар ва қопламалар олиш усуллари ҳамда композицион ингибитор материаллар ва улардан тайёрланган қопламаларнинг антикоррозион ва физик-механик хоссаларини ўрганиш

усуллари баён этилган. Композицион ингибирловчи материалларнинг антикоррозион ва физик-механик параметрларини ўрганиш натижаларини статистик қайта ишлаш усули кўриб чиқилган.

Диссертациянинг «**Антикоррозион композицион ингибирловчи материаллар ва улар асосида қопламалар олиш учун маҳаллий хомашё ва турли саноат чиқиндилари асосидаги органоминарал ингредиентларнинг физик-кимёвий хоссаларини тадқиқ этиш ва таҳлил қилиш**» деб номланган учинчи бобида нефть ва газ саноатида ишлатиладиган композицион ингибирловчи материалларни ишлаб чиқиш учун ишлатиладиган органоминарал ингредиентларни таҳлил қилиш бўйича назорат ва экспериментал тадқиқотлар натижалари келтирилган.

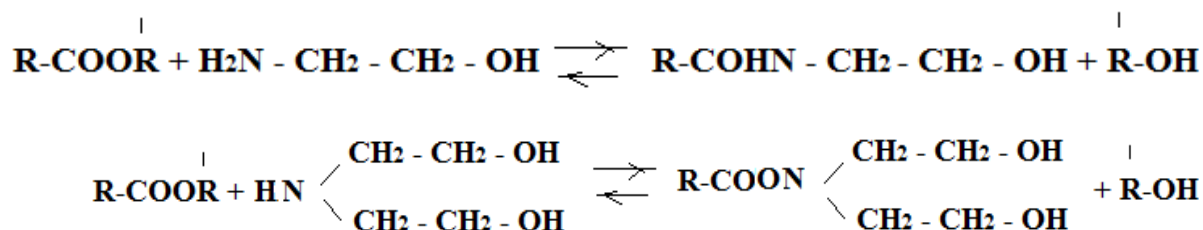
Антикоррозион композицион ингибирловчи материалларни ишлаб чиқариш учун композиция компонентлари, яъни, тўртламчи аммоний тузлари, аминлар ва ацетилен қаторидаги диаминлар, ацетиленли аминспиртлар ва уларнинг хосилалари (моноэтанолламин ($\text{H}_2\text{NCH}_2\text{CHOH}$), диэтанолламин ($\text{HN}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH})_3$), триэтанолламин ($\text{N}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH})_3$, (C_2H_5) $_2\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$), аминокарбон хосилалари ва «Навой-Азот» АЖнинг чиқиндиси - ацетиленнинг гидратланишидаги ацетальдегиднинг хосилалари-иккиламчи махсулот бўлган кротон фракцияси ўрганилди. Ўрганиш натижасида кротон фракциясининг таркибида 57,4-66,95% кротон альдегиди, 13,45-24,47 % паральдегид, 0,63-2,26 % ацетальдегид, 7,79-10,56 % ацетон ва 1,43-5,26 % сув борлиги маълум бўлди.

Коррозия ингибиторини ишлаб чиқишда ушбу бирикмаларнинг тахлили шуни кўрсатдики, металл юзасида юқори адсорбцион хоссалиги асосан икки ва уч боғли углеводородлар эканлиги аниқланди. Темир олефинларнинг ва ацетилен углеводородларнинг полимерланишини тезлаштиради ва полимер плёнка ҳосил қилади, бу эса агрессив муҳитнинг металл юзасига киришига тўсқинлик қилади. Республикамизда коррозия ингибиторларини ишлаб чиқариш йўқлиги сабабли, бошқа давлатлардан катта ҳаражатлар ҳисобига импорт қилинади. Ҳозирда республикамизда нефтни қазиб олиш корхоналарида Додикор 4543, 4712 (Германия, тоннаси учун 3180 ва 2090 АҚШ доллари), Виктор нефтехим, 1 тн. 2693,7 АҚШ доллари, В-2, В-3 (Россия) антикорлар ҳамда четдан келтириладиган CORTEC VPCI-337 (Россия) 1 тн. 20526,0 АҚШ доллари, «Кватрамин 1001» (Россия) 1 тн. 11095,2 АҚШ доллари ва SikaCor Zinc R (Friezinc R) 16317,2 АҚШ доллари ишлатилмоқда.

Шундай қилиб, самарали ингибиторларни ишлаб чиқариш учун таркибида иккиламчи, учламчи альдегид ва альдеминли функционал гуруҳлар бўлиши ёки уларнинг аралашмалари керак бўлади.

Бундай таркибли система сифатида ёғ-мой комбинатининг чиқиндиси – госсипол смоласи (гудрон) ва аминспиртлар - моноэтанолламин ва диэтанолламинлар таклиф этилди. Композицион кимёвий антикоррозион ингибиторларни олиш учун ноорганик, органик ва юқоримолекуляр бирикмалар ишлатилди, уларнинг физик-кимёвий характеристикалари

ўрганилди. Тадқиқот натижалари шуни кўрсатдики, газ конденсати конида углеводород қазиб олиш жараёнида минераллашган резервуар сувлари металл қувурлар юзасида адсорбцияланади ва коррозиянинг намоён бўлишига олиб келади. Асбоб-ускуналар юзасида тузларни ҳосил бўлишининг олдини олиш учун уни химоя қатламлари билан қўшилган ҳолда кимёвий усул билан қоплаш керак. 1 ва 2 - жадвалларда госсипол смоласи ва аминоспиртларнинг физик-кимёвий характеристикалари берилган. 1-жадвалдан кўришиб турибдики, госсипол смоласининг таркибида маълум бир қисмини тўйинмаган юқоримолекулар оғирликдаги кислоталар ташкил қилган тахминан 52%гача ёғ кислоталари ташкил қилади, коррозия ингибиторини олиш учун ишлатиладиган аминоспиртлар бифункционал ҳисобланади, уларнинг гудрон таркибидаги юқори карбон кислоталар эфирларининг моноэтаноламином билан бирикиши қуйидаги схема бўйича боради:



1-жадвал

Госсипол смоласининг алоҳида фракцияларининг физик-кимёвий характеристикалари

Фракциялар	Госсипол смоласига нисбатан чиқиши, %	T _{пл.} , C ⁰	Ранги	Фракциялар таркиби
Совунланмаган қисми	21-24		Тўқ-жигарранг	Углеводородлар C ₂₇ , C ₂₈ , C ₂₉ , C ₃₀ , C ₃₁ , C ₃₂ ,
Ёғ-кислотали қисми	52-57		Қора, ёғсимон модда	Спиртлар ва цитостерин ёғ кислоталари C ₁₆ - C ₁₈
Фенол қисми	22-24	180-181	Жигаррангдан тўқ жигаррангача	Феноллар

2-жадвал

Аминоспиртларнинг физик-кимёвий характеристикалари

Аминоспиртлар	Солиштирама оғирлиги, г/см ³	Қайнаш температураси, C ⁰	Эрувчанлиги
Моноэтаноламин	1,017	170,5	Сув ва спиртларда эрийди
Диэтаноламин	1,0966	269,0	Сув ва спиртларда эрийди
Триэтаноламин	1,1242	360	Сув ва спиртларда эрийди

Қудукда минералланган тузли сувнинг борлиги, насос-компрессор қувурларнинг коррозияланиши туфайли емирилишига олиб келишидан композицион қопламанинг Қашқадарё регионидаги (м/р ҚашПи) минералланган тузли сувга таъсири ўрганилди. Тузли сувнинг кимёвий таркиби 3-жадвалда берилган.

Диссертациянинг «**Антикоррозион композицион ингибиторловчи материаллар ва улар асосидаги қопламаларнинг самарали таркибини ишлаб чиқиш**» деб номланган тўртинчи бобида танланган маҳаллий хомашё ва саноат чиқиндилари асосидаги органоминерал ингредиентлардан антикоррозион ингибиторловчи материаллар ва улардан қопламалар олиш борасидаги олиб борилган тажриба натижалари келтирилган.

Олинган ингибиторлар орасида энг яхши коррозия ингибитори бўлиб моноэтаноламин асосидаги ҳисобланади. Бу ўз навбатида коррозия ингибитори таркибига кирувчи амид ва гидроксил гуруҳларнинг нисбатига боғлиқ. Антикоррозион композицион ингибиторловчи материаллар олишда турли нисбатдаги аминоспиртлар ва гудрон ишлатилди – 1:2, 1:4, 1:10.

Олиб борилган тажрибалардан кўриниб турибдики, моноэтаноламин билан олинган ингибитор ингибиторловчи хоссаси бошқаларга қараганда анча юқори экан. Бу эса ўз навбатида коррозия ингибиторининг таркибига кирувчи амид ва гидроксиль гуруҳларнинг нисбатларига боғлиқ.

3-жадвал

ҚашПи сувининг кимёвий таркиби

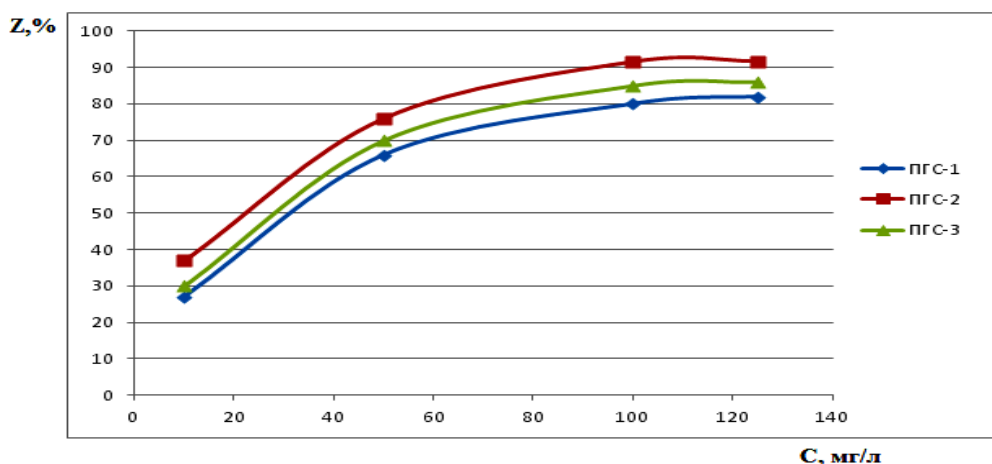
Катионлар	Таркиб, литрда			Анионлар	Таркиб, литрда		
	мг/л	мг-экв/л	%-экв/л		мг/л	мг-экв/л	%-экв/л
Na ⁺	1758	76,47	61	Cl ⁻	1994	56,25	45
K ⁺	5	0,13	-	SO ₄ ²⁻	3275	68,24	54
NH ₄ ⁺	<0,1	-	-	NO ₃ ⁻	19	0,31	-
Ca ²⁺	530	26,50	21	CO ₃ ⁻	Ист		
Mg ²⁺	279	23,00	18	HCO ₃ ⁻	79	1,30	1
Итого		126,10	100	Итого		126,10	100
Бошқа кўрсаткичлар							
Қаттиқлик, мг-экв/л		Қурудаги қолдиқ		Физик хоссалари			
Умумий	49,50	тажрибавий	8292 мг/л	тиниклиги	тиник		
Карбонатли	1,30	ҳисобланган	7899 мг/л	Таъми	Ўтқир тузли		
Карбонатсиз	48,20			Ранги	Рангсиз		
рН	6,7			Хиди	Хидсиз		
				Қолдиқ	Қолдиксиз		
				туриб ўзгариши	Ўзгаришсиз		
				Na ⁺ оловга фотометрда	1722 мг/л		
Сувнинг тузли таркиб формуласи							
$8,29 \frac{SO_4^{54} Cl^{45}}{Na^{61} Ca^{21} Mg^{18}}$							

Аввал 90-100 °С температурада госсипол смоласи қиздириб олинди ва аммиакнинг сувли эритмасида моноэтаноламин ҳисобланган миқдорда амидланди. 40 минут давомида яхшилаб аралаштирилади. Бир хил масса

ҳосил бўлди ва газоконденсат билан керакли қовушқоқликка эришгунча суюлтирилди ва яна 20-30 минут давомида аралаштирилди. Ҳосил бўлган композиция газоконденсат ва сувли муҳитда коррозия ингибитори сифатида ГОСТ 9.506 бўйича 40x20x2 ҳажмли пўлат «Д» синфли металл плиталари устида гравиметрик усули билан ўрганилди ва келгусида коррозия ингибиторини ишлаб чиқиш учун оптимал таркиб топилди. Металл юзасини коррозиядан ҳимояловчи энг самарали ҳимоялаш даражаси 1:4 нисбатдаги таркиб бўлиб, уни ПГС-1 деб номладик.

1-расмда ҳимоялаш даражасининг ГС:МЭА компонентлари нисбатларига ва ингибитор концентрациясига боғлиқлиги кўрсатилган.

Газоконденсат: сув 1:1 нисбатда бўлган, температура 20-25⁰Сда «Д» маркали метал пластинкаларда ПГС-2 коррозияга чидамлилиги лаборатория шароитида ўрганилди. Газ конденсатидаги «Д» маркали пўлатга T=20-25⁰С да ишлаб чиқилган коррозияга қарши ингибирловчи композицион материалларнинг ПГС-2 коррозияга чидамлилиги бўйича лаборатория текширувлари натижалари газоконденсат:сув муҳити (1:1) 4 ва 5-жадвалларда кўрсатилган. Лаборатория тажрибалари шуни кўрсатдики, 0,5 г/л концентрацияли ингибитор 24-72 соат давомида ҳимоялаш даражаси 91-94%ни ташкил этади. Водород сульфид концентрациясининг ҳимояловчи хусусиятини таъсирини баҳолаш учун газоконденсатли муҳитда ўргандик.



1-расм. ГС:МЭА компонентлари нисбатларининг ва ингибитор концентрациясининг «Д» маркали металнинг ҳимоялаш даражасига боғлиқлиги

Жадвал маълумотларидан кўришиб турибдики, нормал шароитда 0.5-2.0 г/л водород сульфид концентрациясида маълум синергизм кузатилади, муҳитдаги водород сульфид концентрациясининг янада ошиши ингибиторнинг ҳимоя даражасини пасайтиради, водород сульфиднинг концентрацияси 1 г/л бўлганда ҳимоя даражаси 97,7%, карбонат ангидрид эса 82% ни ташкил қилади.

Антикоррозион қоплама ҳосил қилиш учун турли сиккативли пластификаторли госсипол смоласидан ҳам фойдаланилади. Металл оксидли сиккативлар-кобалт, калций, рух, алюминий. 20 дан ортиқ композициялар ишлатилган компонентларнинг турли нисбатларида синаб кўрилган ва тажриба натижалари энг самарали сиккатив-рух оксиди эканлигини

кўрсатади.

4-жадвал

Хона ҳароратида ишлаб чиқилган коррозияга қарши ингибирловчи материал ПГС-2 нинг ҳимоя хусусиятларига синов вақтининг таъсири

Ингибитор концентрацияси, г/л	Таҷрибанинг давомийлиги, вақт	Коррозия тезлиги, г/м ² ·соат	Ҳимоялаш даражаси, %	Қўлланилиши
0,25	24	0,023	86,0	
0,25	72	0,047	83,0	
0,50	24	0,035	94,0	
0,50	72	0,024	91,0	
1,0	24	0,026	93,0	
1,0	72	0,018	93,0	

Олинган композиция 40x20x2 мм. ўлчамдаги «Д» маркали метал пластинкаларда турли концентрацияли газоконденсатларда ва сувли муҳитда ГОСТ 9.506 бўйича гравиметрик усулда синовдан ўтказилганда компонентларнинг оптимал таркиб топилди ва у кейинчалик композицион ингибирловчи материаллар олишда асос бўлди. Металларни ҳимоялаш даражаси учун энг самарали таркиб топилди, у 1:4 нисбат бўлиб, уни шартли равишда ПГС-2 деб номладик.

5-жадвал

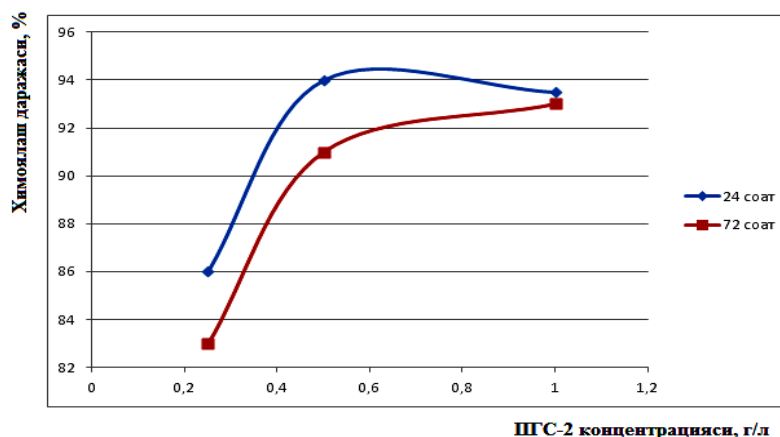
Водородсульфид концентрациясининг ишлаб чиқилган антикоррозион ингибирловчи материал ПГС-2 нинг ҳимояловчи хоссаларига таъсири, Т-20-25 °С

H ₂ Sнинг газоконденсатдаги концентрацияси, г/л	Ўртача масса йўқотиш, г	Коррозиянинг ўртача тезлиги, г/м ² ·соат	Ингибиторсиз коррозия тезлиги, г/м ² ·соат	Ҳимоялаш даражаси, %
0,5	0,00091	0,0230	0,69	96,6
1,0	0,00083	0,0200	0,90	97,7
2,0	0,00065	0,0160	0,84	96,0
3,0	0,0011	0,0275	0,51	95,0
5,0	0,0012	0,0285	0,70	95,0

2-расмда ишлаб чиқилган антикоррозион ингибирловчи материал ПГС-2 нинг ҳимояловчи хоссасининг вақт бўйича концентрацияга боғлиқлиги кўрсатилган.

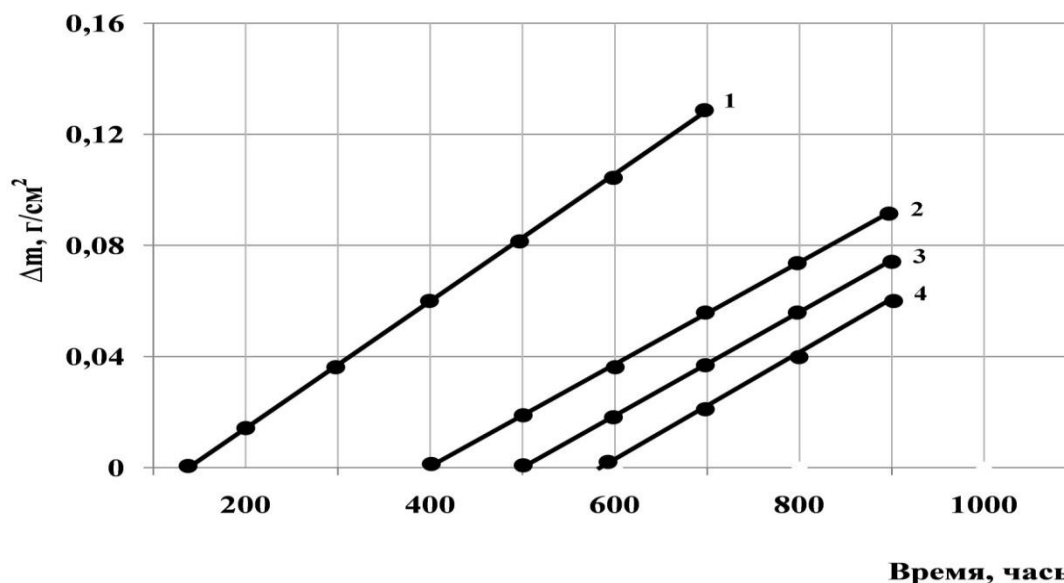
Графикдан кўриниб турибдики, ингибитор конценрацияси 0,5 г/л бўлганда, давомийлик 24-72 соатда ҳимоялаш даражаси 91-94% ни ташкил этади. Водородсульфид конценрациясининг ҳимоялаш даражасига боғлиқлигини баҳолаш учун таҷрибани газокнденсат муҳитада олиб бордик.

Резурвуарлар, цистерналар, таралар ва қувурларнинг ички юзасини коррозиядан ҳимоялаш учун госсипол смоласи ГС асосидаги сиккативли, турли тўлдирувчилар билан тўлдирилган қоплама ишлаб чиқилди.



2-расм. ПГС-2 концентрациясининг вақт бўйича химоялаш даражасига боғлиқлиги

3-расмда «Д» маркали пўлат массасининг (Δm) NaClнинг 3%ли сувли эритмасида водород сульфид билан тўйинган эритмадаги емирилиши кўрсатилган (1800-2000 мг/л).



3-расм. «Д» маркали пўлат массасининг (Δm) водород сульфидли эритмадаги емирилиши
 1- қопламасиз пўлат пластинка; 2 – тўлдирувчиларсиз антикоррозион қоплама билан қопланган пўлат пластинка; 3 – микрокальцит билан тўлдирилган қоплама билан қопланган пўлат пластинка; 4 – сиккативли қоплама (рух оксиди)

Расмдан кўриниб турибдики, сиккатив ва микрокальцит билан тўлдирилган қопламада коррозия йўқотиш кам бўлар экан.

6-жадвалда ишлаб чиқилган антикоррозион ингибиторларнинг композицион материалининг ва улар асосидаги қопламанинг характеристикалари келтирилган.

Диссертациянинг «Маҳаллий хомашё ва саноат чиқиндилари асосида импорт ўрнини босувчи антикоррозион композицион ингибиторлар ва улардан қопламалар олиш учун ишлаб чиқилган таркиблар ва технологияларнинг амалий ва иқтисодий

самарадорлиги» деб номланган бешинчи бобида антикоррозион ингибирловчи композицион материаллар ва қопламаларнинг амалий ва иқтисодий аспекти кўриб чиқилган.

Антикоррозион ингибирловчи композицион материалларни олиш учун ишлаб чиқилган илмий-методик прициплар қуйидаги технологик жараёнларни ўз ичига олади:

1. Ингредиентларни тайёрлаш ва қабул қилиш;
2. Компонентларни ўлчаш (ҳажмий ўлчагич, тортиш ўлчагич);
3. Антикоррозион композицияни тайёрлаш;
4. Тайёр маҳсулотни қуйиш ва қадоқлаш;
5. Омборхонага жўнатиш.

6-жадвал

Ишлаб чиқилган антикоррозион ингибирловчи композицион материалнинг ва улар асосидаги қопламанинг характеристикалари

Кўрсаткичлар номи	Меъёр	Ўрганиш усуллари
Механик чиқиндиларнинг мавжудлиги	йўқ	ГОСТ 64-77 п.3.3
Қоплама плёнкасининг ранги ва ташки кўриниши	Тўқ жигаррангдан кўра силлиқ ранггача, юза ғижимларсиз силлиқ	ГОСТ 14871-76
Нисбий қовушқоқлик, 20 ± 5^0 Сда, с	70-80 с	ГОСТ 8420-74
Қуриш вақти 3 даражагача, 20 ± 5^0 Сда, мин.	30-60	ГОСТ19007-73
Адгезия, балл	1-2	Решётка симон тилинганда
20 ± 2^0 С плёнканинг чидамлиги - сувга - кислоталарга	Чидамли Чидамли	

изох: сақлаш пайтида қовушқоқликнинг ошишига йўл қўйилади, агар газоконденсат 50-70 с қовушқоқликда 20 ± 5^0 С да қопламага қўйилган талабга жавоб беради.

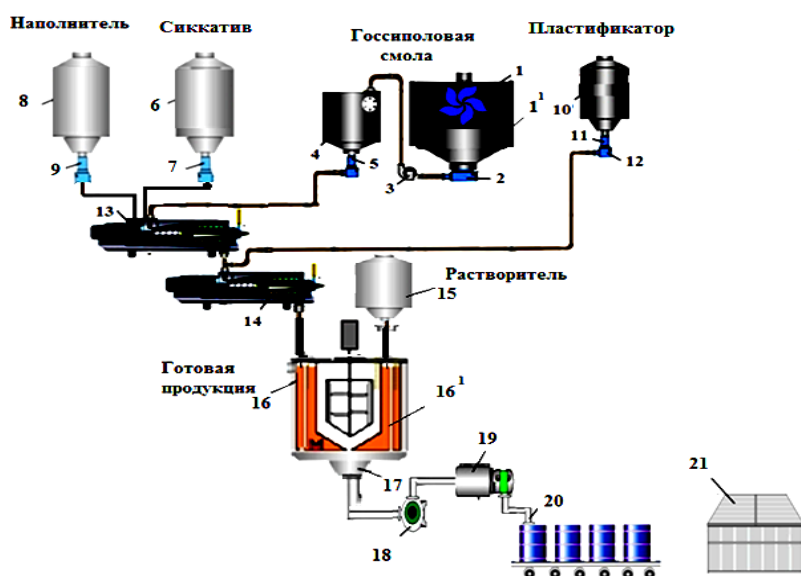
4-расмда антикоррозион ингибирловчи композицион материални олиш технологик линияси келтирилган.

Ёғ-мой ишлаб чиқариш чиқиндиси бўлган госсипол смоласи парли ўрамли йиғувчи –сиғимга тушади (1-поз.), (1¹ - поз.), керакли ҳажмда ўлчувчи сиғимга тушади (4-поз.). Сўнгра йиғувчи сиғимнинг вентили ёпилади. Госсипол смоласини ($160-220^0$ Сда қиздирилган) ўлчовчи сиғимнинг вентилни очиб (5-поз.) ўзи оқиб тушадиган маълум бир тезликда шнекли аралаштиргичга тушади (13-поз.), худди шу ерга аралаштириб турган холда сиғимда маълум бир ҳажмда вентилни очиб (7-поз.) сиккатив тушади (6-поз.), яхшилаб аралаштирилади ва бир вақтнинг ўзида вентил очирилиб)11-поз.) пластификатор тушади (10-поз.), ўлчагич орқали аралаштирилиб (12-поз.) шнекли аралаштиргичга ўтади (14-поз.). Ҳамма компонентлар солиб бўлингандан кейин 30 минут давомида яхшилаб аралаштирилади, тайёр маҳсулот парли ўрамли (16¹-поз.) сиғимга тушади (16-поз.). Ҳамма

махсулотлар солиб бўлингандан кейин иситиш асбоби ва мешалка ёкилади. Жараён 50-60С⁰ температурада 30-40 минут давомида боради. Сўнгра маълум бир ҳажмда керакли тўлдирувчи қўшилади. Аралаштириш тугагандан сўнг гелъ кўринишдаги бир хил масса ҳосил бўлгандан кейин эритувчи қўшилади (15-поз.), керакли қовушқоқликдаги махсулот дозатор (18-поз.) (19-поз.) орқали қабул қилувчи сиғимга тушади (20-поз), тайёр махсулот бочкаларга жойлаштирилиб, омборхонага жўнатилади (21-поз.).

Ишлаб чиқилган технологик линияда «КОМПОЗИТ NANOTEХNOLOGIYASI» МЧЖнинг ишлаб чиқариш базасида антикоррозион ингибирловчи композицион материалнинг 5 кг тажриба партияси чиқарилди.

«Бурғулаш ва тампонажлаш ишлари бўйича хизмат кўрсатиш» АЖда лаборатория ва ишлаб чиқариш синовлари ўтказилган ва «Ўзбекнефтьгаз» АЖ билан ҳамкорликда тажриба синов ишлари олиб борилган. Турли сиккативлар билан антикоррозион ингибирловчи композицион материаллар қувурларни коррозиясини камайтирувчи қопламалар сифатида 10 соат давомида ўрганилди. Хлорид кислота билан (қуритиш вақти 30-40 дақиқа) ишлов бериладиган қудуқлардан хлорид кислота олиб келинди, хлорид кислотанинг концентрацияси 23%.



1- госсипол смола учун сиғим; 1¹ – буғли ўрам; 2, 5, 7, 9,11,17-вентиллар; 3- госсипол смоласини ўлчовчи сиғимга узатувчи насос; 4-госсипол смоласини ўлчовчи сиғим; 6- сиккативлар учун сиғим; 8- тўлдирувчилар учун сиғим; 10- пластификатор учун сиғим; 12, 18- дозаторлар; 13- 14 шнекли аралаштиргич; 15- эритувчи учун сиғим; 16- тайёр махсулот учун сиғим; 16'-буғли ўрам; 19- барботёр; 20- тара учун бочкалар; 21-тайёр махсулот учун омборхона

4-расм. Антикоррозион ингибирловчи композицион материаллар олиш технологик линияси

Антикоррозион ингибирловчи композицион материалларнинг учта тури қирқилган қувурларда (НКТ) ва «Д» маркали 40x20x2 мм. Ўлчамли пўлат пластинкаларда тажрибалар ўтказилди. Қоплама билан ишлов берилган

материаллар 23%ли хлорид кислотаси ва шўр сувга солиб қўйилди. Намуналарнинг юзасида ўзгаришлар бўлмади. Металл қувурлар юзасида ва пўлат пластинкаларда ҳеч қандай нуқсонлар сезилмади. Ишлаб чиқариш шароитида нефть ва газ қудуқларида саноат синов ва тажрибалар амалга оширилди, натижада ижобий натижалар олинди.

Ишлаб чиқилган композицион антикоррозион материални қўллашдан олинган иқтисодий самарадорлик ҳимояловчи махсулотнинг таннархининг пасайиши ҳисобига олинди.

Иқтисодий самарадорлик:

$$\mathcal{E} = (\mathcal{C}_{\text{Россия}} - \mathcal{C}_{\text{янги ишлаб чиқилган}}) \cdot V$$

Бу ерда V- миқдор

$$\mathcal{E} = (28054000 - 12500000) \cdot 10 \text{ тн.} = 155540000 \approx 156000000$$

Бунда, 10 тонна ишлаб чиқилган композиция билан нефть ва газ қувурларини қопланганда иқтисодий самарадорлик қимматбаҳо импорт қилинувчи кимёвий ингибиторлар билан алмаштирилганда йилига 156 млн (бир юз эллик олти миллион) сўмни ташкил қилди.

ХУЛОСАЛАР

1. Маҳаллий хомашё ва саноат чиқиндилари ва уларнинг физик-кимёвий модификацияси асосида органоминарал ингредиентларнинг тури ва таркибини танлаш орқали нефть ва газ саноати усқуналари учун антикоррозион композицион материаллар ва қопламалар яратишга асосланган ёндашув тавсия этилди.

2. Олдинги тажриба синовлари ва уларни таҳлил қилиш асосида ацетилен аминлар ва уларнинг ҳосилалари, алкилфеноллар, кротон алдегидли тўртламчи аммоний тузлари каби органик бирикмалар агрессив муҳитда пўлатнинг коррозияси вақтида юқори самарали ингибиторлар ҳосил қилиши аниқланди.

3. Органик бирикмаларнинг кимёвий таркибини, тузилишини ва физик-кимёвий хоссаларини уларнинг ингибитор хусусиятларига қараб таҳлил қилиш асосида моддалар синтезида коррозия ингибиторининг ҳимоя таъсирини ошириш учун таркибида азот атоми билан қўшимча функционал гуруҳлар ҳамда узун алкил радикаллар (C₉-C₁₉) бўлган бирикмалар таклиф этилди.

4. Антикоррозион ингибиторловчи антикоррозион материалларнинг физик-кимёвий хоссаларини шакллантиришда органоминарал ингредиентлар ва композицион кимёвий коррозия ингибиторларини олишда асосий хомашёлар сифатида таркибида полимерланган ёғ кислоталари, фенол бирикмалари мавжуд бўлган ёғ-мой ишлаб чиқариш чиқиндиси - госсипол смоласи ва азот тутувчи моддалар, «Навоиазот» АЖда ацетальдегид ишлаб чиқаришда ҳосил бўладиган кротон альдегидлардан фойдаланиш тавсия этилди.

5. Ишлаб чиқилган антикоррозион ингибирловчи композицион материаллар билан насос ва компрессор қувурлари қопланганда металл қувурлар ва пўлат плиталарнинг ишчи юзасида ҳеч қандай нуқсон кузатилмаганлиги изоҳланди.

6. Металл қувурлар ва бошқа ускуналарни ҳимоялаш учун металл юзасида гидрофоб хоссали ҳимояловчи пленка – антикоррозион ингибирловчи композицион қопламанинг ПГС деб номланган янги таркиби тавсия этилди.

7. Маҳаллий хомашё ва саноат чиқиндилари асосидаги антикоррозион ингибирловчи композицион кимёвий материалларни олиш учун ташкилот стандарти (техник шарт) ва технологик регламент ишлаб чиқилди ва антикоррозион ингибирловчи материалларни 0,5-5 мг/л водород сульфидли эритмада газоконденсат муҳитда 95-97,7%, карбонат ангидридли муҳитда эса 82% коррозиядан ҳимоялаши аниқланиб, водород сульфидли, карбонат ангидридли ва тузли сувларда қўллаш учун тавсия этилди.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.03/30.12.2019.К/Т.03.01 ПО
ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ГОСУДАРСТВЕННОГО
УНИТАРНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ «ФАН ВА ТАРАККИЁТ» ПРИ
ТАШКЕНТСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ ТЕХНИЧЕСКОМ
УНИВЕРСИТЕТЕ имени ИСЛАМА КАРИМОВА**

**ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
«ФАН ВА ТАРАККИЁТ» ТАШКЕНТСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА имени ИСЛАМА КАРИМОВА**

ШОДИЕВ ХАМЗА РУЗИКУЛОВИЧ

**РАЗРАБОТКА АНТИКОРРОЗИОННЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ
МАТЕРИАЛОВ И ПОКРЫТИЙ НА ИХ ОСНОВЕ ДЛЯ
ОБОРУДОВАНИЙ НЕФТЬЕГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И
ТЕХНОЛОГИЯ ИХ ПОЛУЧЕНИЯ**

02.00.07 – Химия и технология композиционных, лакокрасочных и
резиновых материалов

05.02.01 – Материаловедение в машиностроении. Литейное производство. Термическая
обработка и обработка металлов давлением. Металлургия черных, цветных и редких
металлов. Технология радиоактивных, редких и благородных элементов
(технические науки)

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

Ташкент – 2021

Тема диссертации доктора философии (PhD) зарегистрирована под номером В2020.4.PhD/T1910 в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан.

Диссертация выполнена в Государственном унитарном предприятии «Фан ва тараккиёт» Ташкентского государственного технического университета имени Ислама Каримова.

Автореферат диссертации размещен на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) на веб-странице Научного совета по адресу www.gurft.uz и Информационно-образовательном портале «Ziyonet» по адресу www.ziyonet.uz.

Научные руководители:

Негматов Сайибжан Садилович
доктор технических наук, профессор,
академик АН РУз

Негматова Комила Сайибжановна
доктор технических наук, профессор

Официальные оппоненты:

Розиков Комил Холикович
доктор химических наук, профессор

Тешабаева Элмира Убайдуллаевна
доктор технических наук, доцент

Ведущая организация

Бухарский государственный университет

Защита диссертации состоится « 14 » июля 2021 года в 11:00 часов на заседании научного совета DSc.30/30.12.2019. К/Т.03.01 при ГУП «Фан ва тараккиёт» Ташкентского государственного технического университета имени Ислама Каримова. (Адрес: 100174, г. Ташкент ул. Мирзо Голиба 7а тел.: (99871) 246-39-28; факс: (99871) 227-12-73; e-mail: fan va taraqqiyot@mail.ru) в здании «Фан ва тараккиёт» ГУП, 2 этаж, зал конференций).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре ГУП «Фан ватараккиёт» (зарегистрированный номером №1-21). (Адрес: 100174, г. Ташкент, ул. Мирзо Голиба 7а тел.: (99871) 246-39-28; факс: (99871) 227-12-73).

Автореферат диссертации разослан « 5 » июля 2021 г.
(протокол реестра №1-21 от 7 января 2021г.)



А.В. Умаров

Зам.председатель научного совета по присуждению
ученых степеней, д.т.н., профессор

М.Э. Икрамова

Ученый секретарь научного совета по присуждению
ученых степеней, к.х.н., с.н.с.

А.М. Эминов

Председатель научного семинара при научном
совете по присуждению ученых степеней,
д.т.н., профессор.

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. На сегодняшний день нефтегазовая промышленность является одним из основных факторов развития мировой экономики. Внезапная эрозия металлической массы, являющаяся основой проблемы коррозии, приводит к значительной потере запланированных ресурсных структур. В связи с этим особое внимание уделяется выявлению причины коррозии металлического оборудования и механизмов, создать эффективные антикоррозионные композиционные химические ингибиторы на основе местного и вторичного сырья, позволяющих эффективно защитить от коррозии рабочие органы оборудования и механизмов нефтегазовых скважин.

В мире уделяется большое внимание выявлению факторов, влияющих на коррозию оборудования и устройств нефтегазовой отрасли, разработке эффективных мер борьбы с ними, а также разработке и совершенствованию эффективных методов создания с улучшенными адгезионными свойствами антикоррозионных композиционных материалов и покрытий на их основе. Поэтому в нефтегазовой отрасли и в металлургии для замедления процесса коррозии используются покрытия на основе антикоррозионных композиционных материалов, повышается прочность сцепления и степень защиты металлов и другие физико-механические и эксплуатационные свойства, а также исследования по приоритетным направлениям, таким как создание сырьевой базы для строительной отрасли.

В Республике проводятся мероприятия и достигнуты определенные результаты по развитию нефтегазовой отрасли и большое внимание уделяется увеличению мощности используемых механизмов и оборудования и для предотвращения коррозии металлических конструкций, работающих в агрессивных средах. В этом аспекте разработаны эффективные методы разработки и производства оптимальных составов устойчивых к агрессивным средам покрытий на основе антикоррозионных композиционных материалов для металлических конструкций и механизмов, в том числе методы разработки химических реагентов, добавляющих в буровой раствор для повышения механической скорости оборудования и устройств, используемых при бурении нефтегазовых скважин. В Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан отмечены важные задачи по «...эффективные механизмы стимулирования научно-исследовательской и инновационной деятельности, применения научных и инновационных разработок...»². Исходя из этих целей, разработка и совершенствование технологии получения эффективных ингибирующих антикоррозионных композиционных материалов и покрытий на их основе для защиты корродированного оборудования в нефтегазовой отрасли страны, а также улучшение физико-химических и эксплуатационных свойств полученных покрытий имеет большое научное и практическое значение.

² Указ Президента Республики Узбекистан № ПФ-4947 «О стратегии действий по пяти приоритетным направлениям развития Республики Узбекистан в 2017-2021 годах»

Данное диссертационное исследование, в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных в Указах Президента Республики Узбекистан от 7 февраля 2017 года № ПФ-4947 «О Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан», № ПП-3983 от 25 октября 2018 г. «О мерах по развитию химической промышленности в Республике Узбекистан», от 24 августа 2019 г. № ПП-4426 «О локализации производства и дальнейшем увеличении ответственность за внедрение новой системы ускорения кооперации в отраслях промышленности», а также других нормативно-правовых документах, принятых в данной сфере.

Соответствие исследования основным приоритетным направлениям развития науки и технологий республики. Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологий республики VII. «Химические технологии и нанотехнологии».

Степень изученности проблемы. В области развития производства композиционных полимерных материалов (КПМ) и покрытий на их основе внесли свой значительный вклад следующие ученые: А. Hayashi, S. Hulemand, R. Morgen, A. D'Amore, D. Jully, G. Akovali, Н.С. Ениколопов, С.Н. Журков, В.В. Коршак, А.А. Берлин, М.С. Акутин, Ю.С. Липатов, А.Д. Яковлев, И.Л. Розенфельд, А.В. Малинин, А.А. Кравцов, К.С. Минскер, М.И. Карякина, Дж.Х. Халиков, С.С. Негматов, А.Т. Джалилов, М.А. Аскарлов, С.Ш. Рашидова, А.Х. Юсупбеков, Ф.А. Магрупов, М.Г. Алимухамедов, Р.С. Тиллаев, Х.И. Акбаров, З.А. Таджиходжаев, М.Ж. Жуманиёзов, Ш.Р. Курамбаев и др.

Исходя из анализа существующих работ, необходимо отметить, что при разработке защитных композиционных полимерных материалов и покрытий на их основе для оборудований и механизмов нефтегазовой отрасли практически не достаточно учтены их адгезионные, антикоррозионные и другие физико-механические свойства, определяющие их работоспособность и долговечность в агрессивных условиях при бурении нефтегазовых скважин. Необходимо отметить, что разработка эффективных составов антикоррозионных ингибирующих композиционных материалов и покрытий на их основе с высокими физико-механическими свойствами и технология их получения ещё далеки от своего завершения. Диссертация охватывает широкий круг вопросов, связанных с решением данной проблемы.

Связь темы диссертации с научно-исследовательскими работами, где выполняется диссертация. Диссертационное исследование выполнено в рамках плана научно-исследовательских работ в государственном унитарном предприятии «Фан ва тараккиёт» Ташкентского государственного технического университета имени И. Каримова в следующих проектах: №ИОТ-2012-7-18 «Организация производства ингибитора коррозии и композиционных полимерных покрытий на их основе для защиты трубопроводов и нефтегазопромыслового оборудования»; №А-6-2013– «Разработка эффективных технологий получения стабилизированных

композиционных покрытий на основе местного сырья и отходов производства»; №ЕА-12-001 «Создание эффективных антикоррозионных композиционных полимерных материалов и покрытий на их основе», договор №4 «Разработка ингибиторов, снижающих коррозионность насосно-компрессорных труб (НКТ) при испытаниях скважин»(2018-2019).

Целью исследования является разработка технологии создания и производства антикоррозионных композиционных материалов и покрытий на их основе для оборудования нефтегазовой отрасли.

Задачи исследования:

изучение и анализировать современное состояние способов защиты от коррозии оборудования и механизмов и антикоррозионных композиционных ингибирующих материалов, позволяющие защищать их от коррозии;

выбор и обоснование объектов исследований и методики изучения физико-химических и прочностных свойств разрабатываемых композиционных ингибирующих материалов;

исследование физико-химических и прочностных свойств и анализ органоминеральных ингредиентов для получения антикоррозионных композиционных ингибирующих материалов и покрытий на их основе;

разработка эффективных составов и технологии получения антикоррозионных композиционных ингибирующих материалов и покрытий из них на основе органоминеральных ингредиентов из местного сырья и отходов производств;

разработка стандарт организации (технических условий) и технологического регламента на получение разработанных антикоррозионных композиционных ингибирующих материалов и покрытий на их основе;

проведение лабораторно-производственных и опытно-промышленных испытаний созданных антикоррозионных композиционных ингибирующих материалов и покрытий из них;

расчет технико-экономической эффективности от применения созданных антикоррозионных композиционных покрытий в оборудовании нефтегазовой промышленности.

Объектом исследования были выбраны госсиполовая смол-являющихся отходом масложирового производства, жидкий аммиак, аминспирты - моноэтаноламин ($\text{H}_2\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$), диэтаноламин ($\text{HN}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH})_2$), триэтаноламин ($\text{N}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH})_3$), сиккативы - окиси металлов, пластификаторы и наполнители.

Предметом исследования являются состав, структура и физико-химические свойства компонентов композиции, интерпретация закономерностей, связанных со комплексными свойствами органоминеральных ингредиентов и условиями их эксплуатации, технологических режимов, композиционных ингибиторных материалов и антикоррозионных покрытий для оборудования нефтегазовой промышленности.

Методы исследования. В диссертации использованы современные физико-химические методы, ИК-спектроскопии (ИК), рентгенофазового (РФА), энергодисперсионного сканирующего электронного микроскопа (SEM-EDX) и ЭПР-анализ.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

определены характеристики физико-химических процессов, протекающих между органоминеральными компонентами антикоррозийного состава, приводящих к проявлению синергетического эффекта;

разработан эффективный состав компонентов при формировании физико-химических, физико-механических и технологических свойств разрабатываемых антикоррозионных композиционных ингибирующих материалов;

выявлены основные факторы изменения свойств покрытий в зависимости от природы, структуры, состава, количества и соотношения ингредиентов, позволяющие создавать новые эффективные ингредиенты для замещения импортных;

разработан технология получения композиционных ингибирующих материалов и покрытий из них для защиты оборудования и механизмов нефтегазовой отрасли от коррозии.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

разработаны оптимальные составы антикоррозионных композиционных ингибирующих материалов на основе местного сырья и отходов производств для защиты от коррозии оборудования и механизмов нефтегазовой отрасли промышленности;

выявлено, что срок безремонтной эксплуатации оборудования и механизмов, покрытых разработанными импортозамещающими композиционными ингибирующими материалами, увеличивается в 2-2,5 раза за счет повышенной химической и абразивной устойчивости.

Достоверность полученных результатов обоснована совокупностью использованием современных физико-химических методов для определения эффективного состава антикоррозионных композиционных ингибирующих материалов и покрытий на основе местного сырья и промышленных отходов для защиты оборудования и механизмов нефтегазовой отрасли от коррозии с использованием современных компьютеров и программное обеспечение на основе результатов лабораторных и промышленных экспериментов.

Научная и практическая значимость результатов исследования. Научная значимость полученных результатов исследований обуславливается возможностью создания эффективных импортозамещающих составов композиционных материалов на основе местного сырья и отходов производств и технологии получения покрытий на их основе для защиты от коррозии оборудования и механизмов нефтегазовой отрасли промышленности.

Практическая значимость результатов исследования заключается в применении разработанных импортозамещающих композиционных

ингибирующих материалов и покрытий из них в оборудовании и механизмах нефтегазовой отрасли промышленности.

Внедрение результатов исследований. На основе полученных научных результатов по разработке антикоррозионных композиционных материалов и покрытий на их основе для оборудования нефтегазовой промышленности и технология их получения:

разработан и утвержден технологический регламент получения антикоррозионных композиционных ингибирующих материалов и покрытий на их основе для защиты оборудования и механизмов нефтегазовой отрасли промышленности и стандарт организации Ts 14952796-016:2019 «Антикоррозионные композиционные ингибирующие материалы и покрытий на их основе». В результате, дано возможность получения антикоррозионных композиционных ингибирующих материалов и покрытий на их основе для защиты оборудования нефтегазовой промышленности от воздействия агрессивных сред;

антикоррозионные композиционные ингибирующие материалы и покрытия на их основе применены в скважине АО «Нефть ва газ кудукларини синаш» (справка АО «Узбекнефтегаз» №03-17-5/14 от 26 января 2021 года). В результате, дано возможность защищать оборудования нефтегазовой промышленности от коррозии, а также увеличить мощность и эффективность нефтяных и газовых скважин;

разработанные антикоррозионные композиционные ингибирующие материалы и покрытия на их основе прошли лабораторно-производственные испытания в лаборатории «Сервисная служба по буровым и тампонажным растворам» и внедрены для защиты насосно-компрессорных труб от солянокислотной коррозии (справка АО «Узбекнефтегаз» №03-17-5/14 от 26 января 2021 года). В результате, дано возможность защитить трубы от кислотной коррозии и повысить их долговечность.

Апробация результатов исследования. Результаты исследования оглашены на 2 республиканских научно-технических и 5 международных конференциях.

Опубликованность результатов исследования. По теме диссертации опубликовано всего 19 научных работ. Из них 12 научных статей, в том числе 10 статьи в республиканских и 2 в зарубежных журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов докторских диссертаций.

Объем и структура диссертации. Диссертационная работа изложена на 124 страницах и состоит из введения, пяти глав, заключения, списка использованных литератур, приложений.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснована актуальность и востребованность темы диссертации, сформулированы цель и задачи, выявлены объект и предмет исследования, определено соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики Узбекистан, изложены научная новизна и практические результаты исследования, обоснована их достоверность, раскрыты теоретические и практические значимости полученных результатов, приведены результаты внедрений разработок, результаты апробации работы, сведения по опубликованным работам и структуре диссертации.

В первой главе диссертации **«Современное состояние способов и защиты от коррозии оборудования и механизмов и ингибирующие антикоррозионные материалы, позволяющие защищать их от коррозии»** приведен анализ современных литературных источников о состоянии и применении разработанных в последние годы множества различных антикоррозионных и полимерных композитов на основе комплексного анализа и сформулированы требования, предъявляемые к созданию эффективных составов и технологии получения антикоррозионных композиционных ингибирующих материалов и покрытий на их основе с высокими физико-механическими свойствами, особенно прочностями и адгезионной прочностью.

Из анализа литературы установлено, что при разработке антикоррозионных композиционных ингибирующих материалов и покрытий из них, эксплуатирующихся при агрессивных средах недостаточно рассматриваются влияния природы, вида, содержания и соотношения органоминеральных наполнителей, вводимых в состав композиции, а также отсутствие научно-обоснованных подходов к созданию их эффективных составов и технологии получения. Данная диссертационная работа посвящена решению этих задач.

Во второй главе диссертации **«Объект и методики изучения физико-химических и прочностных свойств разрабатываемых антикоррозионных композиционных ингибирующих материалов и покрытий на их основе»** изложен и обоснован выбор объектов, описаны методики получения композиционных ингибирующих материалов и покрытий на их основе, а также методика изучения антикоррозионных и физико-механических свойств композиционных ингибирующих материалов и покрытий из них. Рассмотрена методика статистической обработки результатов исследований антикоррозионных и физико-механических показателей композиционных ингибирующих материалов.

В третьей главе диссертации **«Исследование физико-химических свойств и анализ органоминеральных ингредиентов на основе местного сырья и отходов различных производств для получения антикоррозионных композиционных ингибирующих материалов и**

покрытий на их основе» приведены результаты контрольных и экспериментальных исследований физико-химических свойств и анализ выбранных органоминеральных ингредиентов применительно к разработке композиционных ингибирующих материалов в нефтегазовой промышленности.

Для разработки антикоррозионных композиционных ингибирующих материалов были изучены как компоненты композиции: четвертичные аммониевые соли, амины и диамины ацетиленового ряда, ацетиленовые аминспирты и их производные (моноэтоноламин ($\text{H}_2\text{NCH}_2\text{CHOH}$), диэтанолламин ($\text{HN}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH})_2$), триэтанолламин ($\text{N}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH})_3$), аминокарбонильные производные и отходы АО «Навои-Азот» образующаяся при производстве ацетальдегида гидратацией ацетилена - кротоновая фракция в качестве побочного продукта.

Исследованием установлено, что состав кротоновой фракции состоит из 57,4-66,95 % кротоновой альдегида, 13,45-24,47 % паральдегида, 0,63-2,26 % ацетальдегида, 7,79-10,56 % ацетона и 1,43-5,26 % воды.

Анализ этих соединений, используемых для производства ингибиторов коррозии показал, что наиболее высокой адсорбционной способностью на поверхности металла обладают углеводороды, имеющие двойные и тройные связи. Железа катализирует процесс полимеризации олефиновых и ацетиленовых углеводородов, способствуя образованию полимерной пленки, препятствующей доступу агрессивных сред к поверхности металла.

Из-за отсутствия производства ингибиторов коррозии в Республике последние импортируются, из других стран затрачивая на это значительные средства. В настоящее время нефтегазодобывающая промышленность Республики использует ингибиторы коррозии Додикор 4543, 4712 (Германия, 3180 и 2090 доллар за тонну), Виктор нефтьехим. В-2, В-3 (Россия) за 1 тн. 2693,7 доллар США, а также привозимые из-зарубежа антикоррозионные покрытия, как CORTEC VPCI-337 (Россия) за 1 тн. 20526,0 доллар США, «Кватрамин 1001» (Россия) за 1 тн. 11095,2 доллар США и SikaCor Zinc R (Friazinc R) 16317,2 доллар США.

Таким образом, для создания эффективного ингибитора необходимо сырью, в котором присутствуют двойные, тройные, альдегидные и альдеминовые функциональные группы, либо их смесь. В качестве основы таких систем предлагается использовать для этой цели отходы масложиркомбината содержащих эти соединения – госсиполовая смола (гудрон) и аминспирты – моноэтанолламины и диэтанолламины.

Для получения композиционных химических ингибиторов коррозии были использованы неорганические и органические высокомолекулярные соединения, были исследованы их физико-химические характеристики.

В таблицы 1 и 2 приведены физико-химические характеристики госсиполовой смолы и аминспиртов.

Как видно, что из таблицы 1 в состав госсиполовой смолы входит примерно 52% жирных кислот, значительную часть которого составляют

ненасыщенные высокомолекулярные кислоты, а используемые для получения ингибиторов коррозии аминспирты являются бифункциональными, при их взаимодействии высших карбоновых кислот эфиров в состав гудрона с моноэтаноламином протекает по схеме:

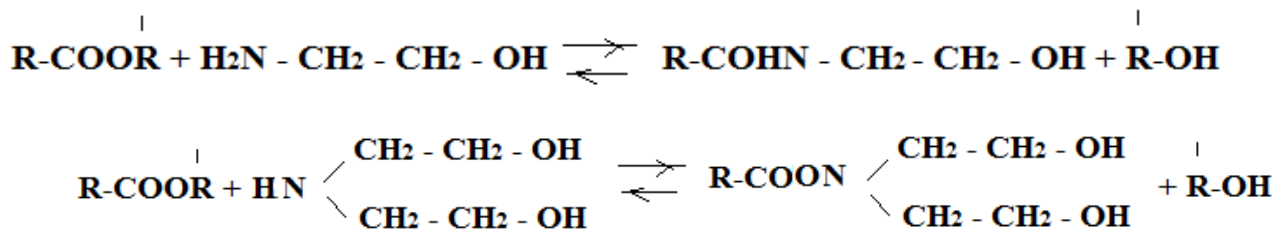


Таблица 1

Физико-химические характеристики отдельные фракции
госсиполовой смолы

Фракции	Выход, % к весу госсипола	T _{пл} , С ⁰	Цвет	Состав фракции
Не омыляемая часть	21-24		Темно- коричневый	Углеводороды С ₂₇ , С ₂₈ , С ₂₉ , С ₃₀ , С ₃₁ , С ₃₂ ,
Жирно- кислотная часть	52-57		Черное, масло образное в-во	Спирты и цито стерин Жирные кислоты С ₁₆ - С ₁₈
Фенольная часть	22-24	180-181	От коричневого до темно- коричневого	Фенолы

Таблица 2

Физико-химические характеристики аминспиртов

Аминспирты	Удельный вес, г/см ³	Температура кипения, С ⁰	Растворимость
Моноэтаноламин	1,017	170,5	Растворяются в воде и спиртах
Диэтаноламин	1,0966	269,0	Растворяются в воде и спиртах
Триэтаноламин	1,1242	360	Растворяются в воде и спиртах

Учитывая, что в скважине присутствует минерализованная пластовая вода, она оказывает влияние на коррозионные поражения насосно-компрессорных труб и было исследованы и устойчивость композиционных покрытий на действие минерализованной пластовой воды Кашкадарьинского региона (КашПИ). Химический состав пластовой воды представлен в таблице 3.

Результаты исследования показали, что минерализованная пластовая вода в процессе добычи углеводородов в газоконденсатных месторождении адсорбируются на поверхности металлических труб и способствуют проявлению коррозии. Для предотвращения образования солевых отложений

на поверхности оборудования следует покрывать защитными слоями, также химическим методом при добавлении ингибиторов солеотложения.

В четвертой главе диссертации «Разработка эффективных составов и технологии получения антикоррозионных композиционных ингибирующих материалов и покрытий на их основе» приведены результаты экспериментальных работ в области исследования и разработки антикоррозионных ингибирующих материалов на основе выбранных органоминеральных ингредиентов из местного сырья и отходов производств и покрытий из них.

Наилучшими ингибиторами коррозии среды полученных ингибиторов обладает полученных на основе моноэтаноламина. Это по все вероятности связано с соотношением амидных и гидроксильных групп, входящих в структуру ингибиторов коррозии.

Таблица 3

Химический состав воды КашПИ

Катионы	Содержание в литре			Анионы	Содержание в литре		
	мг/л	мг-экв/л	%-экв/л		мг/л	мг-экв/л	%-экв/л
Na ⁺	1758	76,47	61	Cl ⁻	1994	56,25	45
K ⁺	5	0,13	-	SO ₄ ²⁻	3275	68,24	54
NH ₄ ⁺	<0,1	-	-	NO ₃ ⁻	19	0,31	-
Ca ²⁺	530	26,50	21	CO ₃ ⁻	ист		
Mg ²⁺	279	23,00	18	HCO ₃ ⁻	79	1,30	1
Итого		126,10	100	Итого		126,10	100
Другие определения							
Жесткость, мг-экв/л		Сухой остаток		Физические свойства			
Общая	49,50	эксперим.	8292 мг/л	Прозрачность	прозрачная		
Карбонатная	1,30	вычислен.	7899 мг/л	Вкус	Сильно солен.		
Некарбонатная	48,20			Цвет	Безцвет.		
pH	6,7			Запах	Без запаха.		
				Осадок	Без осадок		
				Изм. при стоянки	Без изм.		
				Na ⁺ на пламен. фотометре	1722 мг/л		
Формула солевого состава воды: $8,29 \frac{SO_4^{54} Cl^{45}}{Na^{61} Ca^{21} Mg^{18}}$							

Для получения антикоррозионных композиционных ингибирующих материалов использованы различные соотношения аминспиртов и гудрона – 1:2, 1:4, 1:10.

Нами исследованы зависимость степень защиты от концентрации ингибиторов. Эксперименты показали, что ингибирующие свойства, полученные с моноэтаноламином, намного выше, чем у других. Это, в свою очередь, зависит от соотношения амидных и гидроксильных групп, составляющих ингибитор коррозии.

Сначала нагревали госсиполовую смолу при температуре 90-100 °С и

амидировали водным раствором аммиаком добавляли расчетной количеством моноэтаноламина. Хорошо перемешивали 30-40 минут. Получилось однородная масса, и разбавляли газоконденсатом до нужного вязкости и перемешивали 20-30 минут. Данная методика получения композиционных ингибирующих материалов подробно приведены в главе 2.

Полученная композиция было исследовано в качестве ингибитора коррозии газоконденсатной и водных средах согласно ГОСТ 9.506 гравиметрическим методом металлических пластинках стали марки Д размером 40x20x2 мм при различных концентрациях и нашли оптимальные соотношенные компонентов для дальнейший разработке ингибитора коррозии. Самый эффективный степень защиты металла от коррозии показал состав 1:4, условно названный ПГС-2 (рис. 1).

На рисунке 1 показано зависимость степень защиты от концентрации ингибитора.

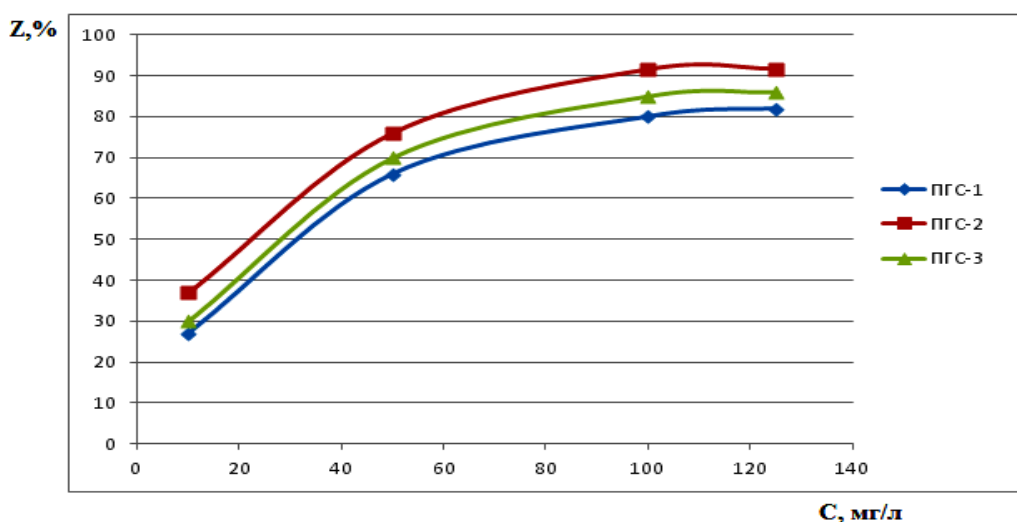


Рис.1. Влияние соотношении компонентов ГС:МЭА и концентрации ингибиторов на степень защиты металла марки «Д»

Результаты лабораторных испытаний на коррозионностойкость разрабатываемых антикоррозионных ингибирующих композиционных материалов марки ПГС-2 при T-20-25 °С на стали марки «Д» в среде газоконденсат: вода (1:1) приведены в таблице 4 и 5.

Лабораторные исследования показывает, что при концентрации ингибитора 0,5 г/л продолжительности 24-72 ч степень защиты составляет 91-94%. Для оценки влияния концентрации сероводорода на защитные свойства исследования провели в газоконденсатном среде. Как видно из данных таблицы при концентрации сероводорода 0,5-2,0 г/л при нормальных условиях наблюдается определенный синергизм, дальнейшее возрастание концентрации сероводорода в среде снижает степень защиты ингибитора, концентрации сероводорода 1 г/л степень защиты составляет 97,7%, а в углекислотную среде 82%.

Таблица 4

Влияние время испытаний на защитные свойства разрабатываемого антикоррозионного ингибирующего материала ПГС-2 при комнатной температуре

Концентрации ингибитора, г/л	Продолжительность эксперимента, час	Скорость коррозии, г/м ² ·ч	Степень защиты, %	Примечание
0,25	24	0,023	86,0	
0,25	72	0,047	83,0	
0,50	24	0,035	94,0	
0,50	72	0,024	91,0	
1,0	24	0,026	93,0	
1,0	72	0,018	93,0	

Таблица 5

Влияние концентрации сероводорода на защитные свойства разрабатываемого антикоррозионного ингибирующего материала ПГС-2 при T-20-25 °С

Концентрация H ₂ S в газоконденсате, г/л	Средняя потеря массы, г	Средняя скорость коррозии, г/м ² ·ч	Скорость коррозии без ингибитора, г/м ² ·ч	Степень защиты, %
0,5	0,00091	0,0230	0,69	96,6
1,0	0,00083	0,0200	0,90	97,7
2,0	0,00065	0,0160	0,84	96,0
3,0	0,0011	0,0275	0,51	95,0
5,0	0,0012	0,0285	0,70	95,0

Для создания антикоррозионного покрытия использованы также госсиполовая смола с различными сиккативами, пластификаторами и наполнителями. Сиккативы - окисы металлов – кобальт, кальций, цинк, алюминий. Опробовано более 20 композиций в различных соотношениях используемых компонентов, по результатам экспериментальных данных самый эффективный сиккатив это окись цинка.

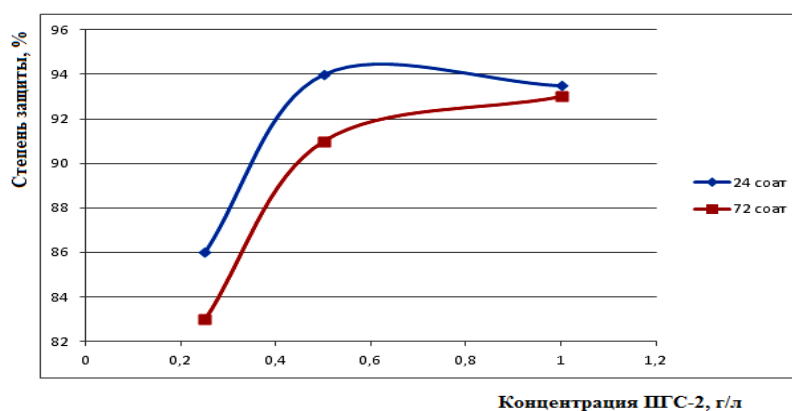


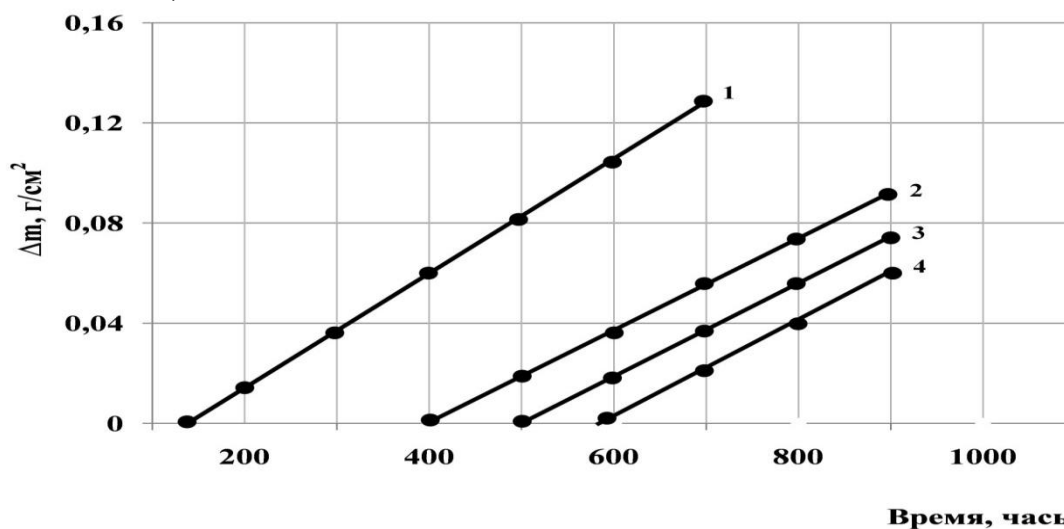
Рис. 2. Влияние концентрации ПГС-2 на защитные свойства от времени воздействия

На рисунке 2 показано зависимость степени защиты разработанного антикоррозионного ингибирующего материала ПГС-2 от концентрации от времени воздействия. Как видно из графика, что при концентрации ингибитора 0,5 г/л продолжительность защиты 24-72 часа, степень защиты составляет 91-94%.

Для оценки зависимости концентрации сероводорода от степени защиты мы провели эксперимент в газоконденстаной среде. На основе полученных результатов установлено, что полученный нами композиционный ингибитор коррозии ПГС-2 при концентрации 0,5-1 г/л эффективно выявил защитное действие на металлическое оборудование скважин и степень защиты от агрессивных сред составляет 82-97%.

Для защиты от коррозии внутренней поверхности резервуаров, цистерн, тары и трубопроводов могут быть использованы только определенные виды покрытий. Согласно существующей классификации, такие покрытия относятся к группе бензостойких. Разработанная нами покрытия на основе ГС с сиккативом, наполненные различными наполнителями, относятся к этой группе. Они обеспечивают противокоррозионную защиту металла за счёт длительного сохранения в эксплуатационных условиях с достаточно высокой адгезией, затрудняющей адсорбции среды на поверхности металла и уменьшающей его реакционную способность.

На рисунке 3 изображены зависимости коррозионных потерь стали «Д» под покрытиями на основе различных пленкообразователей от времени пребывания в 3%-ном водном растворе NaCl насыщенном сероводородом (1800-2000 мг/л).



1- стальная пластинка без покрытия; 2 – стальная пластинка покрытый с ненаполненным покрытием 3 – стальная подложка покрытый с наполненным микрокальцитом; 4 – покрытия с сиккативом (оксид цинка)

Рис. 3. Зависимость коррозионных потерь массы Δm стали марки «Д» под полимерным покрытием от времени воздействия сероводородсодержащей водной средой

Из рисунка 3 видно, что наименьшие коррозионные потери, под покрытиями наполненные сиккитивом и микрокальцитом по сравнению с ненаполненным покрытием водопроницаемость на один-два порядка ниже, что обуславливает их более высокие противокоррозионные свойства.

Характеристика разработанного антикоррозионного ингибирующего композиционного материала и покрытий на их основе приведено в таблице 6.

Таблица 6

Характеристика разработанного антикоррозионного ингибирующего композиционного материала и покрытия из них

Наименования показателя	Норма	Метод испытаний
Наличие механических примесей	отсутствует	ГОСТ 64-77 п.3.3
Цвет и внешний вид пленки покрытия	От темно-коричневого до черного гладкая, поверхность без морщин	ГОСТ 14871-76
Условная вязкость при $20 \pm 5^{\circ}\text{C}$, с	70-80 с	ГОСТ 8420-74
Время высыхания до степени 3, при $20 \pm 5^{\circ}\text{C}$, мин.	30-60	ГОСТ 19007-73
Адгезия, балл	1-2	Метод реметчатых надрезов
Стойкость пленки при $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$ - к действию воды - к действию кислоты	устойчив устойчив	

Примечание: допускается повышение вязкости при хранении, если разбавлении газоконденсатом до вязкостью 50-70 с при $20 \pm 5^{\circ}\text{C}$ покрытие соответствует требованиям.

В пятой главе диссертации «**Практические и экономические эффекты разработанных составов и технологии получения импортозаменимых антикоррозионных композиционных ингибирующих материалов и покрытий из них на основе местного сырья и отходов производств**» рассмотрены технологический процесс получения антикоррозионных ингибирующих композиционных материалов и покрытий, практические и экономические их аспекты.

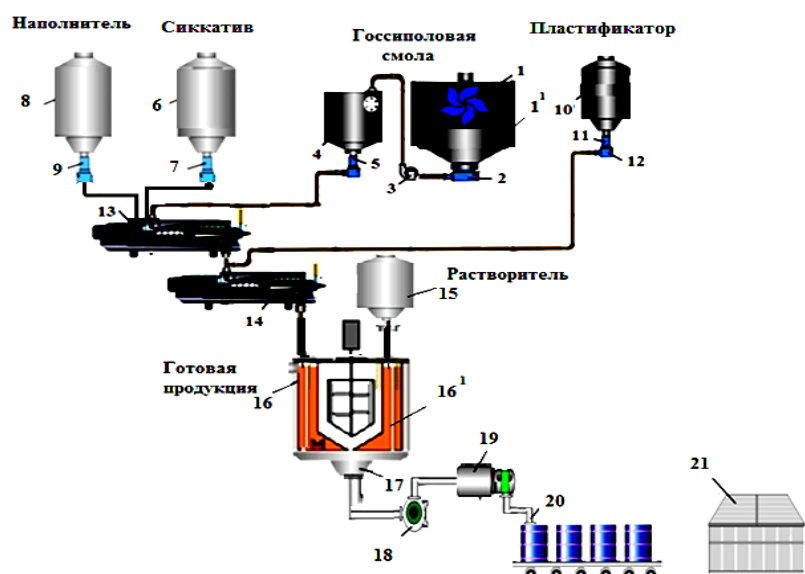
Разработанные научно-методические принципы получения антикоррозионных ингибирующих композиционных материалов состоит из следующих технологических стадий:

1. Прием и подготовка ингредиентов;
2. Дозировка компонентов (объемный мерник, весовой мерник);
3. Приготовление антикоррозионной композиции;
4. Разлив, упаковка готовой продукции;
5. Складирование.

На рисунке 4 приведены схема технологической линии получения антикоррозионного ингибирующего композиционного материала.

Она заключается в том, что госсиполовая смола, являющаяся, отходом масложирового производства, поступают в ёмкость-сборник (поз. 1), снабженную паровой рубашкой (поз. 1¹), (нагретая при температуре 160-

220⁰C) поступает в ёмкость мерник (поз. 4) до необходимого объема. После чего вентиль сборника закрывается. Открывая вентиль (поз. 5) мерника госсиполовая смола самотеком с определенной скоростью поступает в шнековый смеситель (поз. 13), при перемешивании туда же поступает расчетное количество сиккатива из емкости (поз. 6) открывая вентиль (поз. 7) смеси хорошо перемешиваются, и одновременно загружается из емкости пластификатор (поз. 10) открывая вентиль (поз. 11) перемешивая через дозатор (поз. 12) поступает с рецептурным количеством в шнековый смеситель (поз. 14). После загрузки все компоненты хорошо перемешиваются в течение 30 минут, готовая продукция поступает в ёмкость (поз. 16) снабженную паровой рубашкой (поз. 16'). После загрузки всех компонентов включается мешалка и обогрев. Процесс проводится при температуре 50-60С⁰ в течение 30-40 минут. При необходимости порциями добавляется наполнитель. После завершения процесса смешения и получения однородной гелеобразной продукции антикоррозионное покрытие разбавляется с растворителем из ёмкости (поз. 15) для необходимой вязкости и готовая продукция перекачивается, проходя через дозатор (поз. 18), (поз. 19) в приемные емкости (поз. 20), готовая продукция в бочках поступает на склад (поз. 21).



1- ёмкость сборник госсиполовой смолы; 1¹ – паровая рубашка; 2, 5, 7, 9, 11, 17- вентили; 3- насос для подачи госсиполовой смолы в ёмкостный мерник; 4- ёмкостной мерник для госсиполовой смолы; 6- ёмкость для сиккативов; 8- ёмкость для наполнителя; 10- ёмкость для пластификаторов; 12, 18- дозаторы; 13- 14 шнековые смесители; 15- ёмкость для растворителя; 16- ёмкость для готовой продукция; 16'- паровая рубашка; 19- барботёр; 20- бочки тара, 21- склад готовой продукции

Рис.4. Схема технологической линии получения антикоррозионных ингибирующих композиционных материалов

Далее были осуществлены выпуск 5 кг опытной партии антикоррозионных ингибирующих композиционных материалов на созданной модульной технологической линии в производственной базе ООО «КОМПОЗИТ NANOTECHNOLOGIYASI». Проведено лабораторно-

производственные испытания совместно с «Сервисная служба по буровым и тампонажным растворам» АО «Узбурнефтьгаз». Были исследованы в течение 10 часов антикоррозионные ингибирующие композиционные материалы с разными сиккативами, в качестве покрытий снижающих коррозионность насосно-компрессорных труб (НКТ) при солянокислотной обработке (время высыхания 30-40 минут). Соляная кислота привезена из скважин, где проводится, кислотная обработка, концентрации соляной кислоты 23%.

Исследованы три вида антикоррозионных ингибирующих композиционных материалов изучен на резенной трубу (НКТ) и стальные пластинки Марки «Д» 40x20x2 мм. Обработанные покрытием материалов, помещались в 23%-ный раствор соляной кислоты и пластовой воды. Изменение поверхности образцов покрытий не наблюдалось. На поверхности металлических труб и стальных пластинок не было дефекты.

Были проведены промышленные испытания применение антикоррозионного покрытий в нефтяных и газовых скважинах в производственных условиях, в результате чего получили положительные результаты.

Экономический эффект от применения разработанного композиционного антикоррозионного материала получен за счет снижения стоимости защитных средств.

Экономический эффект: $\Delta = (C_{Россия} - C_{разработанный}) \cdot V$

где V- количества

$\Delta = (28054000 - 12500000) \cdot 10 \text{ тн.} = 155540000 \approx 156000000$

При этом экономический эффект от применения композиционных антикоррозионных покрытий в рабочих органах оборудованиях нефтегазовых скважинах при применении 10 тонн составляет только за счет замены дорогостоящих импортируемых химических ингибирующих реагентов составляет 156 млн (сто пятьдесят шесть миллионов) сум в год.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Рекомендован обоснованный подход создания антикоррозионных композиционных материалов и покрытий на их основе для оборудований нефтегазовой промышленности путем подбора вида и состава органоминеральных ингредиентов на основе физико-химических модификации местного сырья и отходов производств.

2. На основе ранее проведенных экспериментальных испытаний и их анализа было установлено, что органические соединения, такие как ацетиленамины и их производные, алкилфенолы, четвертичные аммониевые соли кротоновых альдегидов, образуют высокоэффективные ингибиторы при коррозии стали в агрессивных средах.

3. На основании анализа химического состава, структуры и физико-химических свойств органических соединений на их ингибирующие свойства при синтезе веществ для повышения защитного действия ингибитора

коррозии предложены дополнительные функциональные группы с атомом азота и соединения, содержащие длинные алкильные радикалы (C₉-C₁₉) для усиления защитного действия ингибиторов коррозии в синтезе веществ.

4. Рекомендовано в качестве основного сырья использование отходов масложирового производства, содержащие полимеризованные жирные кислоты, фенольные соединения - госсиполовую смолу и азотсодержащие вещества, использование кротоновых альдегидов, образующихся при производстве ацетальдегида в ОАО «Навоиазот» для производства антикоррозионных композиционных ингибиторов и содержание органоминеральных ингредиентов при формировании физико-химических свойств антикоррозионных композиционных ингибиторов.

5. Установлено, что при покрытии насосных и компрессорных труб разработанными антикоррозионными ингибирующими композитными материалами на рабочей поверхности металлических труб и стальных листов дефектов не наблюдалось.

6. Предложен новый состав антикоррозионного ингибирующего композиционного материала, который на поверхности металла образует гидрофобную защитную пленку – покрытия для защиты металлических труб и других оборудования, который условно назван ПГС.

7. Разработан стандарт организации (технические условия) и технологический регламент производства антикоррозионных ингибиторов на основе местного сырья и промышленных отходов и определена защитная способность от коррозии в растворе сероводорода 0,5-5 мг / л в 95-97,7% в углекислой среде 82% защита от коррозии в окружающей среде, который рекомендован для защиты материалов от сероводородной, углекислой среды и минерализованных пластовых вод.

**TASHKENT STATE TECHNICAL UNIVERSITY
NAMED AFTER ISLAM KARIMOV
SCIENTIFIC COUNCIL AWARDING SCIENTIFIC DEGREES
DSc.03/30.12.2019.K/T.03.01 AT STATE UNITARY ENTERPRISE
«FAN VA TARAKKIYOT»**

**STATE UNITARY ENTERPRISE «FAN VA TARAKKIYOT»
TASHKENT STATE TECHNICAL UNIVERSITY
NAMED AFTER ISLAM KARIMOV**

SHODIEV KHAMZA RUZIKULOVICH

**DEVELOPMENT OF ANTI-CORROSION COMPOSITE MATERIALS
AND COATINGS BASED ON THEM FOR EQUIPMENT OF THE OIL
AND GAS INDUSTRY AND TECHNOLOGY FOR THEIR PRODUCTION**

**02.00.07 – Chemistry and technology of composite, paint and varnish and rubber materials
05.02.01 – Materials science in mechanical engineering. Foundry. Heat treatment and
processing of metals under pressure. Metallurgy of ferrous, non-ferrous and rare metals.
Technology of radioactive, rare and noble elements (technical science)**

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

Tashkent – 2021

The theme of dissertation doctor of philosophy (PhD) was registered at the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under number B2020.4.PhD/T1910.

The dissertation has been prepared at the Tashkent State technical university named after Islam Karimov at State unitary enterprise «Fan va tarakkiyot».

The abstract of the dissertation is posted in three languages (uzbek, russian, english (resume)) on the scientific council website www.gupft.uz and on the website of «Ziyonet» Information and educational portal www.ziyonet.uz.

Research supervisor:

Negmatov Saibjan Sadikovich
doctor of technical sciences, professor
academician of the Academy of sciences,

Negmatova Kamila Soyibjanovna
doctor of technical sciences, professor

Official opponents:

Razikov Komil Khalikovich
doctor of chemical sciences, professor

Teshabaeva Elmira Ubaidullaevna
doctor of technical sciences, dosent

Leading organization:

Bukhara State University

The defense will take place « 14 » July 2021 at 11⁰⁰ at the meeting of Scientific council No.DSc.03/30.12.2019.K/T.03.01 at Tashkent State technical university named after Islam Karimov at State unitary enterprise «Fan va tarakkiyot», (Address: 100174, Tashkent city, Almazar district, Mirzo Golib street, 7a. Tel./fax: (+99871) 246-39-28/(+99871) 227-12-73 e-mail: [fan va taraqqiyot@mail.ru](mailto:fan_va_taraqkiyot@mail.ru)).

The dissertation can be reviewed at the Information Resource Centre of the State unitary enterprise «Fan va tarakkiyot», (is registered under No.1-21). Address: 100174, Tashkent city, Almazar district, Mirzo Golib street, 7a. Tel./fax: (+99871) 246-39-28 / (+99871) 227-12-73).

Abstract of dissertation sent out on « 5 » July 2021 y.
(mailing report No. 1-21 on «7» 1.2021 y.).



A.V. Umarov

Chairman of the scientific council awarding scientific degrees, doctor of technical sciences, professor

M.E. Ikramova

Scientific secretary of the scientific council awarding scientific degrees, candidate of chemical sciences, senior researcher

A.M. Eminov

Chairman of the academic seminar under the scientific council awarding scientific degrees, candidate of technical sciences, professor

INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

The aim of the research work is to develop anticorrosive composite materials and coatings based on them for equipment in the oil and gas industry and the technology for their production.

The object of the research work: selected gossypol resin, which is a waste of fat and oil production, liquid ammonia, amino alcohols-monoethanolamine ($\text{H}_2\text{N}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH})$), diethanolamine ($\text{HN}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH})_2$), triethanolamine ($(\text{N}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}))_3$), driers - metal oxides, plasticizers and fillers.

Scientific novelty of the research work:

the properties of physicochemical processes occurring between the organomineral components of the anti-corrosion composition were determined;

an effective composition of components has been developed for the formation of physicochemical, physicomechanical and technological properties of the developed anticorrosive composite inhibiting materials;

the main factors of changes in the properties of coatings, depending on the nature, structure, composition, quantity and ratio of ingredients, have been identified, which make it possible to create new effective ingredients to replace imported ones;

a technology has been developed for obtaining composite inhibiting materials and coatings from them to protect equipment and mechanisms of the oil and gas industry from corrosion.

Implementation of the research results. Based on the scientific results obtained on the development of anti-corrosion composite materials and coatings based on them for equipment of the oil and gas industry and the technology for their production:

the organizational standard for «Anti-corrosion composition inhibitory materials and coatings based on them» was developed in agreement with JSC «Testing of oil and gas wells» (Ts. 14952796-016: 2019).

As a result, the production of anticorrosive composite inhibitory materials and coatings based on them has allowed the oil and gas industry to protect equipment from the effects of aggressive environments;

anti-corrosion composite inhibiting materials and coatings based on them were used in the well of JSC «Oil va Gaz Kuduklarini Sinash» (certificate of JSC «Uzbekneftegaz» No. 03-17-5 / 14 dated January 26, 2021). As a result, it is possible to protect oil and gas industry equipment from corrosion, as well as to increase the capacity and efficiency of oil and gas wells;

introduced anti-corrosion composite inhibitory materials and coatings based on them in the protection of pump-compressor pipes from hydrochloric acid corrosion in the section «Drilling and tamponing services» (reference of JSC «Uzbekneftegaz» dated January 26, 2021 No 03-17-5 / 14). As a result, the pump-compressor allowed to protect the pipes from acid corrosion and increase their durability.

The structure and volume of the thesis. The thesis structure consists of an introduction, five chapters, conclusion, list of literature applications. The dissertation volume consists 124 pages.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I бўлим (I часть, part I)

1. Шодиев Х.Р., Мирсагатов М.Т., Негматов С.С. Исследование процесса физико-химического разрушения полимерных и лакокрасочных композиционных материалов и покрытий на их основе агрессивных средах. // Композиционные материалы. Ташкент, 2011, №1, -С. 25-28 (02.00.00. №4).
2. Шодиев Х.Р., Мирсагатов М.Т., Негматов С.С. Исследование защитных свойств композиционных полимерных покрытий в агрессивных средах // Композиционные материалы. Ташкент, 2011, №1, -С. 23-24 (02.00.00. №4).
3. Мирсагатов М.Т., Шодиев Х.Р., Негматов С.С. Об актуальности разработки антикоррозионных полимерных и лакокрасочных композиционных материалов и покрытий на их основе для защиты различных технологических оборудований и изделий от коррозии // Композиционные материалы. Ташкент, 2011, № 1, –С. 74-76 (02.00.00. №4).
4. Шодиев Х.Р. Разработка и исследование антикоррозионных композиционных полимерных материалов // Композиционные материалы. Ташкент, 2011, №3, –С. 76 (02.00.00. №4).
5. Шодиев Х.Р. Технология получения антикоррозионных эпоксидных композиционных материалов с использованием промышленных отходов // Композиционные материалы. Ташкент, 2011, №4, –С. 49-50 (02.00.00. №4).
6. Шодиев Х.Р., Кобулов Б.Дж., Негматов С.С., Бабахонова М.Г. Исследование прочностных свойств и электрофизических свойств композиционных полимерных материалов и покрытий на их основе // Композиционные материалы. Ташкент, 2011, №4, –С. 65-66 (02.00.00. №4).
7. Шодиев Х.Р., Кобулов Б.Дж., Негматов С.С., Бабахонова. М.Г. Исследование влияние агрессивных сред на дегидратационные изменения композитов и покрытий // Композиционные материалы. Ташкент, 2011, №4, –С. 66 (02.00.00. №4).
8. Шодиев Х.Р., Негматов С.С., Бабахонова М.Г. Адгезионная прочность композиционных полимерных покрытий с металлическим субстратом // Композиционные материалы. Ташкент, 2012, №1, –С. 4-5 (02.00.00. №4).
9. Shodiyev H.R., Negmatov S.S., Negmatova K.S., Abed N.S. Anti-corrosion composition materials based on organomineral ingredients for protecting wholesale corrosion of metal products. International journal of advanced research in science, engineering and technology. Vol. 7, Issue 12, December 2020, P. 16197-16200. (05.00.00. №8).
10. Шодиев Х.Р., Негматов С.С., Машарипова М.М., Рахимов Х.Ю., Султанов С.У. Разработка импортозамещающих антикоррозионных композиционных материалов на основе органоминеральных ингредиентов из местного сырья и отходов производств // Композиционные материалы. Ташкент, 2020, №4, –С. 68-70. (02.00.00. №4).
11. Шодиев Х.Р., Негматов Ж.Н., Негматов С.С., Рахимов Х.Ю., Машарипова М.М. Технологический процесс получения композиционных химических ингибирующих материалов // Композиционные материалы. Ташкент, 2020, №4, –С. 211-212 (02.00.00. №4).
12. Шодиев Х.Р., Негматова К.С., Негматов.С.С., Абед Н.С., Насириддинов А.Ш., Султанов С.У., Камолова Д.И. Антикоррозионные композиционные

материалы на основе органоминеральных ингредиентов. UNIVERSUM: Технические науки. Январь, 2021, №1, (82) (02.00.00. №1).

II бўлим (II часть, part II)

13. Шодиев Х.Р., Негматов С.С., Махаммаджанов З.У., Садыкова М.М., Бабаханова М.Г., Аскарлов К. Влияние наполнителей на физико-механические свойства эпоксидных композиционных материалов. Международная узбекско-белорусская научно-техническая конференция композиционные и металлополимерные материалы для различных отраслей промышленности и сельского хозяйства. Ташкент, 2020, 21-22 мая, -С. 81-83.

14. Шодиев Х.Р., Негматов С.С., Толипов Х., Кодиров Х.И., Негматов К.С., Анваров М.Т., Икрамова М.Э., Рахимов Ю.К., Раупова Д.Н., Султанов С.У., Насриддинов А.Ш. Изучение синергетической эффективности аминокротонла и пиридиновых оснований при ингибировании коррозии. Международная узбекско-белорусская научно-техническая конференция композиционные и металлополимерные материалы для различных отраслей промышленности и сельского хозяйства. Ташкент, 2020, 21-22 мая, -С. 168-172.

15. Султанов С.У., Бабаханова М.А., Негматова К.С., Шодиев Х.Р., Насриддинов А.Ш., Аскарлов К., Негматов С.С. Умирова Н.О. Эффективные антикоррозионные полимер-полимерные композиционные материалы для защиты металлических конструкций // «Новые функциональные материалы, современные технологии и методы исследования» / VI Республиканская научно-техническая конференция молодых ученых, посвященная памяти члена-корреспондента НАН Беларуси С.С.ПЕСЕЦКОГО, 9-11 ноября, Гомел-2020, -С. 64-65.

16. Бабаханова М.А., Негматова К.С., Шодиев Х.Р., Негматов С.С., Насриддинов А.Ш., Султонов С.У., Умирова Н. О. Исследование процесса химического разрушения композиционных эпоксидных материалов под воздействием агрессивных сред // «Совершенствование и внедрение инновационных идей в области химии и химической технологии» / Международная научно-техническая конференция, Фергана, 2020, 23-24 октября, -С. 24-28.

17. Бозорбоев Ш.А., Халимжанов Т.С., Негматов С.С., Абед Н.С., Эминов Ш.О., Гулямов Г., Тухташева М.Н., Улмасов Т.У., Султонов С.У., Шодиев Х.Р. Разработка технология получения композиционных полимерных материалов и деталей из них машиностроительного назначения. // «Совершенствование и внедрение инновационных идей в области химии и химической технологии» / Международная научно-техническая конференция, Фергана, 2020, 23-24 октября, -С. 485-488.

18. Халимжанов Т.С., Абед Н.С., Негматов С.С., Садикова М.М., Бозорбоев Ш.А., Султонов С.У., Наврузов Я.М., Улмасов Т.У., Эминов Ш.О., Шодиев Х.Р., Махаммаджанов З.У. Антифрикционно-износостойкие композиционные полиэфировые материалы для применения в рабочих органах хлопкоперерабатывающих машин и механизмов // «Совершенствование и внедрение инновационных идей в области химии и химической технологии» / Международная научно-техническая конференция, Фергана, 2020, 23-24 октября, -С. 488-491.

19. Негматова К.С., Бабаханова М.А., Шодиев Х.Р., Насриддинов А.Ш., Султанов С.У., Умирова Н.О. Исследование влияния состава композиций на физико-механические свойства полимерных покрытий // «Современные проблемы науки о полимерах» Республиканская научная конференция, 25-26 ноябр, 2020, -С. 102-103.

Автореферат Композицион материаллар журналичан 25.12.2020 йилда
тахрирдан ўтказилди.