

**УМУМИЙ ВА НООРГАНИК КИМЁ ИНСТИТУТИ ҲУЗУРИДАГИ  
ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ DSc. 02./30.12.2019.К/Т.35.01  
РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

---

**ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТРАНСПОРТ УНИВЕРСИТЕТИ**

**РИХСИХОДЖАЕВА ГУЛЧЕХРА РАШИДХОДЖАЕВНА**

**АЙЛАНМА СУВ ТАЪМИНОТИ УЧУН КОРРОЗИЯ ВА ТУЗ  
ТЎПЛАНИШИГА ҚАРШИ ИНГИБИТОРЛАР ЁРДАМИДА СУВГА  
ИШЛОВ БЕРИШ**

**02.00.11 – Коллоид ва мембрана кимёси**

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

**Тошкент–2020 йил**

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

**Рихсходжаева Гулчехра Рашидходжаевна**

Айланма сув таъминоти учун коррозия ва туз тўпланишига карши ингибиторлар ёрдамида сувга ишлов бериш.....3

**Рихсходжаева Гулчехра Рашидходжаевна**

Обработка воды для оборотного водоснабжения с использованием ингибиторов коррозии и солеотложения .....21

**Rikhsikhodjaeva Gulchekhra Rashidkhodjaevna**

Treatment of water for recycled water supply by using corrosion and scaling inhibitors .....39

**Эълон қилинган илмий ишлар рўйхати**

**Список опубликованных работ**

**List of published works.....43**

**УМУМИЙ ВА НООРГАНИК КИМЁ ИНСТИТУТИ ҲУЗУРИДАГИ  
ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ DSC.02./30.12.2019.К/Т.35.01  
РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

---

**ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТРАНСПОРТ УНИВЕРСИТЕТИ**

**РИХСИХОДЖАЕВА ГУЛЧЕХРА РАШИДХОДЖАЕВНА**

**АЙЛАНМА СУВ ТАЪМИНОТИ УЧУН КОРРОЗИЯ ВА ТУЗ  
ТЎПЛАНИШИГА ҚАРШИ ИНГИБИТОРЛАР ЁРДАМИДА СУВГА  
ИШЛОВ БЕРИШ**

**02.00.11 – Коллоид ва мембрана кимёси**

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

**Тошкент–2020 йил**

Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси **Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси хузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2020.А.PhD/Т1906** рақам билан рўйхатга олинган.

Диссертация Тошкент давлат транспорт университетида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (Ўзбек, рус ва инглиз (резюме) Илмий кенгаш веб-саҳифаси [www.ionx.uz](http://www.ionx.uz) ва «ZiyoNet» ахборот таълим тармоғига ([www.ziynet.uz](http://www.ziynet.uz)) жойлаштирилган.

**Илмий раҳбар:**

**Ризасев Абдумалик Набиевич**  
техника фанлари доктори, профессор

**Расмий оппонентлар:**

**Ахмедов Улуг Каримович**  
кимё фанлари доктори, профессор

**Адизов Бобиржон Замирович**  
техника фанлари доктори

**Етакчи ташкилот:**

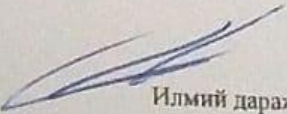
**Бухоро муҳандислик технологиялари институти**

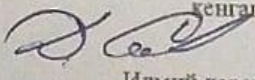
Диссертация ҳимояси Умумий ва ноорганик кимё институти хузуридаги илмий даражалар берувчи DSc.02/30.12.2019 К/Т.35.01 рақамли Илмий кенгашнинг 2020 йил «29» 12 соат 10<sup>60</sup> да ўтадиган мажлисида бўлади (Манзил: 100170, Тошкент ш., Мирзо Улугбек кўчаси 77-а Тел.: (+99871) 262-56-60, факс: (+99871) 262-76-90, e-mail: [ionxanuz@nu.uz](mailto:ionxanuz@nu.uz)).

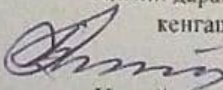
Диссертация билан Умумий ва ноорганик кимё институти Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (26 рақам билан рўйхатга олинган). (Манзил: 100170, Тошкент ш., Мирзо Улугбек кўчаси 77-а Тел.: (+99871) 262-56-60, факс: (+99871) 262-76-90.

Диссертация автореферати 2020 йил «16» 12 куни тарқатилди.  
(2020 йил 16 12 № 26 рақамли ресстр баённомаси)



  
**Б.С. Закиров**  
Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш раиси, к.ф.д., проф.

  
**Д.С. Салиханова**  
Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш котиби, т.ф.д., проф.

  
**С.А. Абдурахимов**  
Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш қошидаги илмий семинар раиси, т.ф.д., проф.

## КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертация аннотацияси)

**Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати.** Жаҳонда нефт-кимё корхоналари айланма сув таъминоти тизимларини узлуксиз ишлатиш натижасида унинг таркибида агрессив компонентларнинг ошиши иссиқлик алмашиш ускуналари ва технологик қувурларда бир қатор муаммолар пайдо бўлади, бу коррозия ва туз тўпланишидир. Технологик муҳитнинг юқори агрессивлиги ва улар таркибида эриган газлар ( $H_2S$ ,  $CO_2$  ва  $O_2$ ), механик аралашмалар, туз ионлари ( $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Na^+$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $Cl^-$ ) мавжудлиги айланма сув таъминоти тизимлари ускуналарининг фаол металл коррозиясига сабаб бўлади. Буни олдини олишда коллоид барқарор ингибиторлар ишлаб чиқариш муҳим аҳамиятга эгадир.

Бугунги кунда айланма сув таъминоти тизимларини коррозиядан ҳимоялаш учун ингибиторлар олишда қуйидаги илмий ечимларни асослаш, жумаландан: ингибиторларни синтез қилишда керакли маҳаллий хом ашёларни танлаб олиш; айланма сув таъминоти тизими ва иссиқлик алмашинув қурилмаларида ингибиторлардан фойдаланиб эксплуатацион хусусиятларини ошириш; реагентли ишлов беришда синергетик таъсирга эга бўлган янги композицияларни ишлаб чиқариш; айланма сув таъминоти тизимида содир бўладиган коллоид-кимёвий жараёнларни ҳисобга олган ҳолда коррозия қонуниятларини аниқлаш лозим.

Бугунги кунда Ўзбекистонда маҳаллий хом ашё асосида янги юқори самарали коррозия ва туз тўпланишига қарши ингибиторлари ва уларнинг композицияларини ишлаб чиқишда муайян назарий ва амалий натижаларга эришилмоқда. Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантиришга қаратилган Ҳаракатлар стратегиясининг учинчи йўналишида «...саноатни юқори технологияли қайта ишлаш тармоқларини, энг аввало, маҳаллий хом ашё ресурсларини чуқур қайта ишлаш асосида юқори қўшимча қийматли тайёр маҳсулот ишлаб чиқариш»<sup>1</sup> вазифалари белгиланган. Бу борада, жумладан юқори самарали ингибиторлар олиш ва уларни айланма сув таъминоти тизимларида қўллаш бугунги кунда муҳим аҳамият касб этади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини ривожлантиришнинг бешта устувор йўналиши бўйича ҳаракатлар стратегияси тўғрисида» ги, Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 30 октябрдаги ПФ-5863-сон «2030 йилгача бўлган даврда Ўзбекистон Республикасининг атроф-муҳитни муҳофаза қилиш концепциясини тасдиқлаш тўғрисида» ги Фармонлари, Ўзбекистон Республикасининг 2009 йил 25 декабрдаги 240-сон «Сув ва сувдан фойдаланиш тўғрисида» ги Қонуни ҳамда мазкур соҳа фаолиятига тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

<sup>1</sup>Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 й. 7 февралдаги ПҚ-4947 «2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини ривожлантиришнинг бешта устувор йўналишлари бўйича Ҳаракатлар стратегияси» тўғрисидаги қарори

**Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишини устувор йўналишларга боғлиқлиги.** Мазкур тадқиқот республика фан ва технологиялар ривожланишининг IX. «Кимёвий технологиялар ва нанотехнологиялар» устувор йўналишига мувофиқ бажарилган.

**Муаммони ўрганилганлик даражаси.** Айланма сув таъминотини химоя қилиш учун коррозия ва туз тўпланишига қарши ингибиторларини ишлаб чиқиш бўйича дунёда илмий тадқиқотларни Яковлев Д.Г. (Санкт-Петербург Давлат Политехника университети, Санкт-Петербург шаҳри), Негреев Б.Ф. (Бутуниттифоқ илмий-тадқиқот кимё ва фармацевтика институти), Абрамов В.С. (Қозон кимё технологиялар институти), Орехов А.П. (Москвадаги илмий-тадқиқот кимё ва фармацевтика институти), Гудин Н.В. (Қозон давлат технологик университети), Князев Б.И. (Н.И. Лобачев номидаги Миллий тадқиқот Нижний Новгород давлат университети), Дриккер Б.Н. (Урал давлат ўрмон муҳандислик университети, Екатеринбург шаҳри) ва бошқалар олиб борган.

Маҳаллий хом ашё асосида айланма сув тизимлари учун коррозия ва туз тўпланишига қарши ингибиторларини яратиш бўйича олиб борилган тадқиқотлар натижасида уларни ишлаб чиқариш ва сувни тозалаш иншоотларида қўллаш технологиялари ишлаб чиқилди. Шу билан бирга, амалга ошириш босқичида бўлган туз тўпланиш ва коррозияга қарши ингибиторлари ёрдамида айланма сув тизимларини химоя қилиш жараёнини такомиллаштиришнинг бир қатор ноанъанавий усуллари таклиф этилган.

Бироқ, нефт-кимё саноати айланма сув таъминотида ҳосил бўладиган тузларнинг индивидуал таркибини ўрганиш, маҳаллий хом ашё асосида коррозия ва туз тўпланишига қарши ингибиторлар ва уларнинг композициясини олиш керак. Бу жиҳатдан В.П. Гуро, Б.Н. Хамидов ва У.К. Ахмедов, И.Д. Эшметовларнинг (Ўзбекистон Республикаси Фанлар академияси Умумий ва ноорганик кимё институти) ишларида асосан Ўзбекистон кимё саноатининг чиқиндилари ёки иккиламчи ресурсларидан фойдаланилган Импорт аналогларидан фарқли ўлароқ, бу ингибиторлар арзон, захарли эмас ва нефт-кимё саноати айланма сув тизимларини химоя қилишда кам сарфланади. Нефт-кимё саноатининг айланма сув тизимларида ишлатиладиган қайта ишланадиган сувнинг таркиби ва коллоид-кимёвий хоссаларини ҳисобга олган ҳолда янги коррозия ва туз тўпланишига қарши ингибиторларни ишлаб чиқиш муҳим аҳамиятга эга.

**Диссертация мавзусининг диссертация бажарилган илмий-тадқиқот муассасанинг илмий тадқиқот ишлари билан боғлиқлиги.** Диссертация тадқиқоти Умумий ва ноорганик кимё институти илмий тадқиқот ишлари режасининг ИПП-12 «Органик, ноорганик, полимер ва бошқа табиий материалларни ишлаб чиқаришнинг янги технологиялари» (2017-2020 йй.) ва №17-05 «Иссиқлик алмашиниш ускуналарининг самарадорлигини ошириш мақсадида Фарғона нефтни қайта ишлаш заводининг ички сув таъминоти учун туз тўпланиши ва коррозияни олдини

олиш ингибиторларини ишлаб чиқиш ва жорий етиш» (2017-2019 йй.) инновацион ва хўжалик шартномалари доирасида бажарилган.

**Тадқиқотнинг мақсади** қаттиқлик тузларининг ва коррозион маҳсулотлари тўпланишини камайтириш учун айланма сув тизимларида ишлатиладиган коррозия ва туз тўпланишига қарши ингибитор композициясини ишлаб чиқишдан иборат.

**Тадқиқотнинг вазифалари:**

айланма сув тизимидаги қаттиқлик тузларнинг кимёвий таркиби ва коллоид-кимёвий хоссаларини ўрганиш;

кимё саноати чиқиндилари асосида айланма сув тизимлари учун коррозия ва туз тўпланишига қарши ингибиторини ишлаб чиқиш;

коррозия ва туз тўпланишига қарши ингибитор билан сувни тайёрлаш жараёнини тадқиқ қилиш;

коррозия ва туз тўпланишига қарши ингибиторини тайёрлаш учун маҳаллий реагентини танлаш;

маҳаллий хом ашёдан коррозия ва туз тўпланишига қарши ингибитор олиш технологиясини ишлаб чиқиш;

нефт кимёси айланма сув тизимларини муҳофаза қилишда ингибитор олиш ва қўллаш бўйича ишлаб чиқилган технологиялардан фойдаланиш самарадорлигини техник-иқтисодий таҳлил қилиш.

**Тадқиқотнинг объекти** нефтни қайта ишлаш заводларининг айланма сув тизимларидаги сув, қаттиқлик тузлари ва коррозия ҳосил қилувчи компонентлари, шунингдек, коррозия ва туз тўпланишига қарши ишлаб чиқилган ингибиторларидан фойдаланилган.

**Тадқиқотнинг предмети** маҳаллий хом ашё асосида янги коррозия ва туз тўпланишига қарши ингибиторни ишлаб чиқиш. Ишлаб чиқилган янги ингибиторни айланма сув тизимларида туз тўпланиши ва коррозиядан ҳимоя қилишда тадқиқ қилиш иборат.

**Тадқиқотнинг усуллари.** Замоनावий физик, кимёвий, физик-кимёвий ва коллоид-кимёвий усуллар (ИҚ ва бошқалар.) таҳлили, шунингдек олинган тажриба маълумотларини статистик қайта ишлашнинг математик усулларида фойдаланилади.

**Тадқиқотнинг илмий янгиллиги** қуйидагилардан иборат:

нефтни қайта ишлаш заводларининг айланма сув тизимларида қаттиқлик тузларининг ва коррозия маҳсулотларининг кимёвий таркиби ва коллоид – кимёвий хоссалари аниқланган;

айланма сув таъминоти тизимида сув ҳаракатланишида оқим потенциали ингибирланмаган намунада ток зичлиги  $0,187 \text{ А/мм}^2$  га, ингибирланган намунада эса  $0,08 \text{ А/мм}^2$  эканлиги аниқланган;

олинган реагентда туз тўпланишини ингибирлаш бўйича қийматлари  $91,76 \%$  ва коррозиядан ҳимоя қилиш самарадорлиги бўйича  $68,71 \%$  эканлиги исботланган;

қувур деворида ҳимоя плёнка (қоплама) ҳосил қилувчи туз тўпланиши ва коррозияга қарши кимё саноати чиқиндилари асосида полимерли

ингибитор ишлаб чиқилган;

нефт-кимё корхоналарининг айланма тизимларида қувурларни химоя қилишда ишлаб чиқилган ингибитордан фойдаланилганда синергетик таъсир аниқланган;

гидролизланган полиакрилонитрил ва карбамиднинг ўзаро комплексли бирикмаси углеродли пўлат учун туз йиғилишини ва коррозияга учрашини олдини олишда ингибитор тажриба орқали самарадорлиги исботланган;

туз тўпланиши ва коррозияга қарши ингибитори билан сувни тайёрлаш жараёнининг механизмлари аниқланган.

**Тадқиқотнинг амалий натижаси** қуйидагилардан иборат:

металл сиртларда коррозия ва туз тўпланишини камайтирадиган коррозия ва туз тўпланишига қарши ингибитор яратилган;

туз тўпланиши ва коррозияга қарши ингибиторини олиш жараёнининг принципиал технологик схемаси яратилган ва ундан фойдаланишнинг методикаси ишлаб чиқилган.

**Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги** шундан иборатки, айланма сувнинг сифат кўрсаткичларини таҳлил қилишда замонавий физик-кимёвий услубларидан фойдаланилганлиги билан, шунингдек республиканинг нефтни қайта ишлаб чиқариш соҳавий корхоналарида тадқиқот натижаларини тасдиқланганлиги билан исботланади.

**Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.**

Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти шундаки, маҳаллий хом ашёлардан фойдаланиб, коррозия ва туз тўпланишига қарши ингибиторини олиш имконини беради. Синтез қилинган ингибитор бошқа соҳаларда ҳам химоя қилишда ишлатилиши учун асос бўлади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти кимё саноатининг иккиламчи маҳсулотлари асосида коррозия ва туз тўпланишига қарши арзон маҳаллий ингибиторини ишлаб чиқишдан иборат. Ишлаб чиқилган ингибитордан фойдаланиш айланма сув тизимлари учун сувни тозалаш харажатларини 1,6-1,8 баробар камайтиради, бу эса муҳим материал, энергия ва бошқа харажатларни тежашга хизмат қилади.

**Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши.** Тадқиқот натижалари асосида ишлаб чиқилган коррозия ва туз тўпланишига қарши ингибитори ёрдамида айланма сув таъминоти тизимларини муҳофаза қилиш бўйича:

карбамид ва «Нитрон» толаси чиқиндиси асосида коррозия ва туз тўпланишини камайтирувчи ингибитор олиш технологияси «ФНҚИЗ» МЧЖда амалиётга жорий этилган («Ўзбекнефтгаз» АЖ нинг 2020 йил 12 мартдаги 03-17-5/29-сони маълумотномаси). Натижада айланма сув таъминоти тизимидаги туз тўпланиши ва коррозияни олдини олишда импорт ўрнини босувчи маҳаллий ингибиторни синтез қилиб олиш имконини берган;

ишлаб чиқилган коррозия ва туз тўпланишига қарши ГПМШ ингибитори ёрдамида айланма сув таъминоти тизимларини химоялаш технологияси «ФНҚИЗ» МЧЖда амалий жорий этилиши 2021-2022 йилларга истиқболли ишланмалар режаларига киритилган («Ўзбекнефтгаз» АЖ нинг



2020 йил 12 мартдаги 03-17-5/29-сони маълумотномаси). Натижада туз тўпланиши ва коррозияга қарши яратилган ингибитор айланма сув таъминоти тизимидаги сувга ишлов имконини берган.

**Тадқиқот натижаларининг апробацияси.** Мазкур тадқиқот натижалари маъруза кўринишида 5 та халқаро ва 1 та республика илмий-техника анжуманларида апробациядан ўтказилган.

**Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги.** Диссертация мавзуси бўйича жами 11 та илмий иш чоп этилган, шулардан Ўзбекистон Республикаси Олий Аттестация комиссиясининг диссертациялари илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий нашрларда 5 та мақола, жумладан 3 таси республика ва 2 таси хорижий журналларда нашр этилган.

**Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми.** Диссертация таркиби кириш, тўртта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертация ҳажми 114 бетни ташкил этган.

## ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ ҚИСМИ

**Кириш** қисмида диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурийлиги келтирилган, мақсад ва вазифалар, шунингдек, муаммонинг ўрганилганлик даражаси, тадқиқотнинг усуллари, объекти ва предмети ифодаланган, тадқиқотнинг Ўзбекистон Республикаси фан ва технологияларни ривожлантириш йўналишига мувофиқлиги келтирилган, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари баён қилинган, олинган натижаларнинг ишончлилиги асосланган, натижаларнинг назарий ва амалий аҳамияти очиб берилган, тадқиқот натижаларини амалиётга жорий этиш рўйхати келтирилган, чоп этилган ишлар ва диссертациянинг ҳажми, тузилиши бўйича маълумотлар берилган.

Диссертациянинг **«Айланма сув таъминотида коррозия ва туз тўпланишига қарши коллоид сирт фаол моддаларнинг тузилиши ва физик кимёвий хоссалари»** деб номланган биринчи бобида, айланма сув таъминоти тизимлари учун ишлаб чиқарилган коррозия ва туз тўпланишига қарши сирт фаол моддаларнинг тахлили, атроф муҳитга ва нефт-кимё sanoатида ишлатиладиган жиҳозларга таъсири ҳақида дунё олимлари турли хил усулларда аниқлаганлар.

Коррозия ва туз тўпланишига қарши ингибиторлар турлари, физик-кимёвий хоссалари ва уларни ишлатилиш соҳалари тахлили тўғрисидаги олиб борилган хорижий ва республикамиз олимларининг изланишлари ҳам шу бобдан ўрин эгаллаган.

Диссертациянинг **«Тадқиқот объектлари ва методлари»** деб номланган иккинчи бобида, туз тўпланиши ва коррозияга қарши самарадорлигини аниқлаш усуллари тўғрисида батафсил ёритилган.

Диссертациянинг **«Саноатда сув таъминоти тизимларида қўлланиладиган туз тўпланиши ва коррозияга қарши ингибиторларнинг коллоид-кимёвий қонуниятлари асосида тахлили»** деб номланган учинчи бобида нефт-кимё корхоналари шароитида углеродли

пўлатлар коррозияланиши жараёнлари, ингибиторларнинг таъсир қилиш механизми ва металлларда коррозия ва туз тўпланишига қарши ингибиторларни қўллаган ҳолларда химоя қатлами ҳосил бўлиши қонуниятлари таҳлили батафсил баён қилинган.

Диссертациянинг «Синтез қилинган коррозия ва туз тўпланишига қарши ингибиторини кимёвий усулларда таҳлили» деб номланган тўртинчи бобида маҳаллий хом-ашёлар асосида коррозия ва туз тўпланишига қарши ГПМЦ ингибитори олиш жараёни ва унинг импорт қилинаётган ОЭДФК ингибиторига нисбатан самарадорлиги, коррозия ва туз тўпланишига қарши ГПМЦ ингибитори ИҚ спектроскопик таҳлили ҳамда коррозия ва туз тўпланишига қарши ГПМЦ ингибитори олишнинг технологияси берилган.

Комплекс таъсир этувчи туз тўпланиши ва коррозияга қарши ингибиторини ишлаб чиқиш давомида унинг физик-кимёвий ва технологик хоссаларини назорат қилишга алоҳида эътибор қаратилди. Юқори химоя хусусиятларидан ташқари реагент технологик ва ФНҚИЗ нинг айланма сув таъминоти тизими шароитида қўлланилган.

ГПМЦ нинг физик - кимёвий ва технологик хусусиятлари ҳамда уларни суюқ ингибиторларга қўйиладиган умумлаштирилган талаблар билан таққослаш 1-жадвалда келтирилган.

1-жадвал

### ГПМЦ нинг физик-кимёвий ва технологик хусусиятлари

№ т.р.	Параметрларнинг номланиши	Нефт компанияларининг умумлаштирилган талаблари	ГПМЦ параметрлари
<b>Физик – кимёвий хусусиятлари</b>			
1.	Ташқи кўриниш	Бир жинсли суюқлик, ўлчамсиз ёки лойка заррачаларсиз	Оқ рангли бир жинсли суюқлик
2	20°C даги зичлиги, г/см <sup>3</sup>	- 0,95 г/см <sup>3</sup> дан кам бўлмаган сувда эрувчан ингибиторлар учун - нефтда эрувчан учун меъёрлаштирилмайди	0,986
3	+20°C даги кинематик қовушқоклиги, мм <sup>2</sup> /с	800 мм <sup>2</sup> /сек дан кўп бўлмаган	6,8
	-40°C даги кинематик қовушқоклиги, мм <sup>2</sup> /с	800 мм <sup>2</sup> /сек дан кўп бўлмаган	132
4	Айланма ҳароратидаги иссиқлик барқарорлиги (83°C)	Чўкиш ва табақаланиш ҳажмида пайдо бўлишига рухсат этилмайди	барқарор
6	20°C даги водород кўрсаткичи (рН), ед.рН	меъёрланмаган	9,54
7	Асосий модданинг масса улуши, %	меъёрланмаган	27,7
8	20°C даги боғланмаган аминларнинг амин сони, мг HCl/г	меъёрланмаган	0,73
9	20°C даги, ФНҚИЗ айланма сув таъминоти модели билан мувофиқлиги, 83°C	Чўкма ҳажмида, табақаланиш ва гел ҳосил бўлишининг пайдо бўлишига рухсат этилмайди	мос келади

Келтирилган натижалар шуни кўрсатадики, ГИПАН ва мочевино асосида ишлаб чиқилган туз тўпланиши ва коррозияга қарши комплекс таъсир ингибитори ФНҚИЗ айланма сув таъминоти тизими модели билан мос, айланма ҳароратда барқарор ва салбий ҳароратга (минус 50°С) чидамли мақбул қовушқоқ қиймати билан бир жинсли суюқлик эканлигини кўрсатади.

Шундай қилиб, келтирилган суюқ ингибиторларнинг физик-кимёвий ва технологик хусусиятларига нефт компанияларининг умумлаштирилган талабларига жавоб берадиган реагент аниқланган.

Фарғона нефтни қайта ишлаш заводи шароитида коррозия ва туз тўпланишига қарши ингибиторларининг янги тузилишини ички сув таъминоти тизимида синовлар ўтказилди. Па тизимидан фойдаланилган сувнинг кимёвий таркиби, №2 сув блоки 2- ва 3-жадвалларда кўрсатилган.

2- жадвал

**Фарғона нефтни қайта ишлаш заводининг сув таъминоти тизимларида ишлатиладиган сувнинг кимёвий таркиби (баҳор ва ёз ойлари)**

Номланиши	pH	Қаттиқлиги мг-экв/л	Ca <sup>++</sup> мг-экв/л	Mg <sup>++</sup> мг-экв/л	Ишқорийлиги мг-экв/л	Cl мг-л	PO <sub>4</sub> мг/л
II – сув блоки							
I- совуқ	7,95	12,08	7,8	4,28	3,99	38,31	1,38
II - совуқ	7,95	27,9	20,2	7,7	5,46	73,9	1,92
IIa тизим	7,88	27,9	20,2	7,7	5,46	73,9	1,92
III тизим	8,22	15,2	11,72	3,48	5,36	45,45	0,88
Қўшимча	8,16	12,55	9,15	3,4	5,17	42,34	1,41

3– жадвал

**Фарғона нефтни қайта ишлаш заводининг сув таъминоти тизимларида ишлатиладиган сувнинг кимёвий таркиби (куз ва қиш ойлари)**

Номланиши	pH	Қаттиқлиги мг-экв/л	Ca <sup>++</sup> мг- экв/л	Mg <sup>++</sup> мг- экв/л	Ишқорийлиги мг-экв/л	Cl мг-л	PO <sub>4</sub> мг/л
I – сув блоки							
I – совуқ сув	8,21	12,05	7,75	4,3	4,59	35	0,35
III - тизим	-	-	-	-	-	-	-
Ia – сув блоки							
I – тизим	8,31	13,53	11,03	2,5	5,61	38,99	0,62
II – совуқ	8,16	12,18	8,33	3,85	4,92	32,99	0,73

сув							
II – сув блоки							
I – совук сув	7,82	14,38	9,1	5,28	4,46	38,13	1,09
II – совук сув	7,82	14,38	9,1	5,28	4,46	38,13	1,09
II а – тизим	8,49	18,35	12,95	5,4	6	20,75	0,2
III – тизим	-	-	-	-	-	-	-
Қўшимча	7,54	13,1	9,68	3,42	5,56	33	1,01

Коррозия ва туз тўпланишига қарши ГПМЦ ингибиторлари ва ОЭДФК (оксиэтилидендифосфонли кислота) туз тўпланиши импорт ингибитори билан солиштириш синовлари ўтказилди. Туз тўпланиши бўйича ИСО-1 қурилмасидаги усулдан фойдаланиб коррозияланишнинг ингибирлаш даражасини аниқлаш учун гравиметрик усулдан фойдаланилди. Олинган натижалар 4-жадвалда кўрсатилган.

4-жадвал

**ИСО-1 қурилмасида "ГПМЦ" ва "ОЭДФК" реагентлари ёрдамида туз тўпланишини ингибирлашнинг солиштирма самарадорлиги ва коррозиянинг ингибирлаш самарадорлиги**

Ингибитор	Ингибитор концентрацияси, мг/л	Трилон-Б Эритманинг титрланган хажми (0,025 н), мл	Электроддаги тўпланишлар миқдори, (CaCO <sub>3</sub> ), мг	Туз тўпланиш ингибирлашнинг самарадорлиги, (Э <sub>исо</sub> ), %	Коррозия тезлиги V <sub>k</sub> , г/м <sup>2</sup> ·час	Коррозиядан ҳимояланиш даражаси, %
Ингибиторсиз	-	8,5	10,625	-	-	-
ГПМЦ	20	0,8	1	90	-	-
	40	0,75	0,9375	91,17	-	-
	50	0,7	0,875	91,76	0,0000064287	68,71
ОЭДФК	20	0,6	0,75	92,94	-	-
	40	0,6	0,75	92,94	-	-
	50	0,5	0,625	94,11	0,0007720368	0

Олинган натижаларга кўра, коррозия ва туз тўпланишига қарши ингибитори ГПМЦ энг самарали бўлиб, туз тўпланишини ингибирлаш бўйича қийматлари 91,76 % ва коррозиядан ҳимоя қилиш самарадорлиги бўйича 68,71 % ташкил этади.

Шундай қилиб, барча ўтказилган тадқиқотлар натижаларига кўра, ГПМЦ дозаси 45 мг/дм<sup>3</sup> га тенг, таянч дозаси сифатида 90% дан ортиқ ҳимоя таъсирини таъминлаши аниқланди.

ЎзР ФА УНКИ шароитида олинган коррозия ва туз тўпланишига қарши ГПМЦ ингибиторларининг сувдаги модел эритмасида туз тўпланишига қарши импорт қилинадиган ОЭДФК ингибиторига нисбатан саноат синовлари ўтказилди. Туз тўпланишига қарши ингибиторларининг самарадорлиги модел эритмалари ёрдамида аниқланди. Модел эритмалари туз эритмалари кўринишида келтирилган:  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{NaHCO}_3$  умумий қаттиқлиги  $J_{\text{умум}}$  – 29,25 мг·экв/л. Келтирилган эритмалар иссиқлик алмашилиш ускуналари юзасида кальций ва магний карбонатлари тўпланишини, чўкма ҳосил қилиш ва туз тўпланишига олиб келади. Коррозия ва туз тўпланишига қарши ГПМЦ ва ОЭДФК ингибиторлари синовларининг натижалари 5-жадвалда келтирилган.

5-жадвал

**Модел эритмасида термостатлаш методи бўйича ГПМЦ ва ОЭДФК реагентларининг туз тўпланиши ингибирлашнинг самарадорлиги**

Ингибитор	Ингибитор концентрацияси, мг/л	Трилон-Б эритманинг титрланган хажми (0,1 н), мл	Концентрация $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ ( $J_{\text{умум}}$ ), мг·экв/л	Туз тўпланишининг ингибирлаш самарадорлиги, (% <sub>иссо</sub> ), %
Ингибиторсиз, термостатлашгача	–	3,9	29,25	–
Ингибиторсиз, термостатлашдан кейин	–	2	15	0
ГПМЦ	50	2,2	16,5	82,85
ОЭДФК	50	2,5	18,75	80,31

Жадвал натижалари 50 мг/л концентрацияси модел эритмаси сувда термостатлаш усули ёрдамида туз тўпланишига қарши ГПМЦ ингибиторлари қиёсий синовлар, уларнинг ингибирлаш самарадорлиги мос равишда 82,85% да кўрсатди ва модел эритмасига сув шу 50 мг/л концентрациясини туз тўпланишига қарши ОЭДФК импорт ингибитори кўрсаткичи ингибирлаш самарадорлиги 80,31% етди.

15; 30; 45; 50 мг/дм<sup>3</sup> концентрациялаш учун ГПМЦ нинг химоя таъсирини аниқлаш амалга оширилди.

6-жадвалда ГПМЦ композициясида кальций карбонат тўпланишларини ингибирлаш самарадорлигини баҳолаш натижалари келтирилган.

Олинган натижаларга кўра, концентрациянинг 15 дан 55 мг/дм<sup>3</sup> гача ортиши билан реагент самарадорлигининг аста-секин ошиши кузатилганлиги аниқланди. 45 мг/дм<sup>3</sup> дан юқори концентрацияларда ишлаб чиқилган комплекс таъсирли ингибитори химоя таъсири 90% дан ошган.

6-жадвал

**ГПМЦ нинг кальций карбонат тўпланишларини ҳосил бўлишига нисбатан химоя самараси**

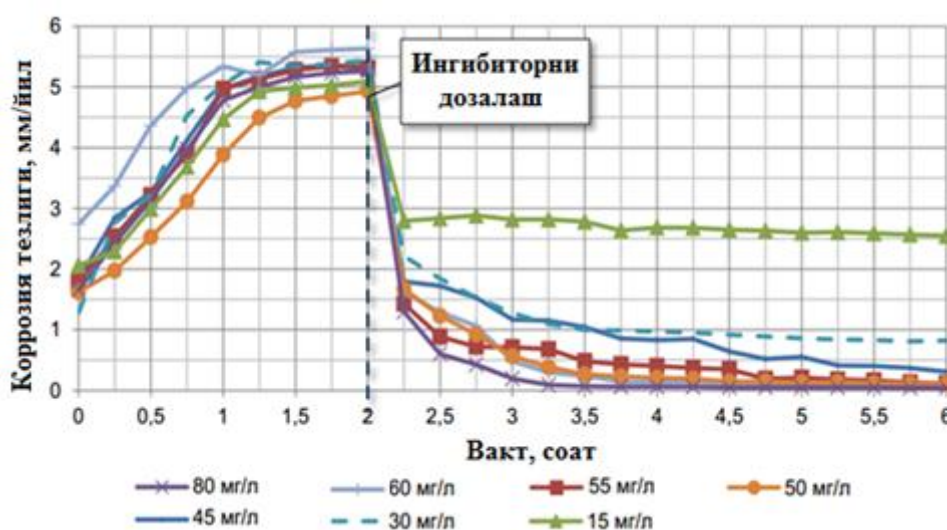
№ п/п	Концентрация, мг/дм <sup>3</sup>	Химоя самараси, %
1.	15	84

2.	30	88
3.	45	91
4.	50	93
5.	55	95

Кейинги босқич ГПМЦ дан фойдаланганда зудлик билан карбонат ангидрид коррозиясининг олдини олиш самарадорлиги баҳоланди. Ўтказилган синовларда умумий ва маҳаллий коррозияни ингибирлаш самарадорлиги баҳоланди.

1-расмда турли концентрацияларда ГПМЦ дозалангандан кейин пўлатнинг коррозияланиш тезлигини камайтириш динамикаси келтирилган.

Олинган натижаларга кўра, 30 мг/дм<sup>3</sup> дан паст концентрацияларда ГПМЦ 90% дан кам самарадорликни кўрсатган. Қийматини оширган сари ингибирланиш самарадорлигини 93-99% гача ошириш мумкин (7-жадвалга қаранг).



1-расм. ГПМЦ қийматини оширгандан кейин коррозия тезлигининг камайиш динамикаси

7 – жадвал

Турли концентрацияларда карбонат ангидрид коррозиясини олдини олишда ГПМЦ самарадорлиги

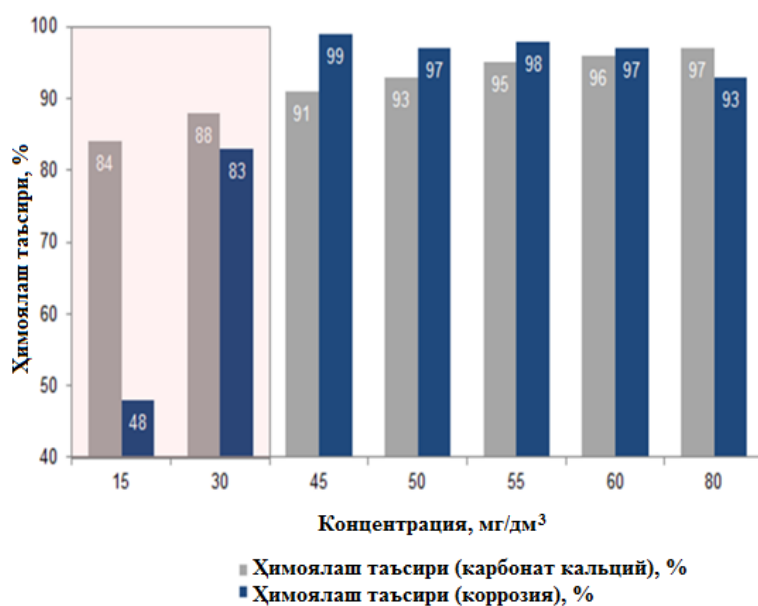
№ п/п	Концентрация, мг/дм <sup>3</sup>	Ҳимоя эффекти, %
1.	15	48
2.	30	83
3.	45	99
4.	50	97
5.	55	98

Бир вақтнинг ўзида камида 90% ли унумдорлик билан туз тўпланишини ва тезкор коррозияни олдини олувчи ГПМЦ нинг оптимал самарали концентрацияси 45 мг/дм<sup>3</sup> эканлиги аниқланди (2-расм).

Ишчи электроднинг тўғри ва тескари қутбланишини тадқиқот натижасида олинган ток боғлиқликлари ингибитор плёнкасининг металл сиртидаги барқарорлигини ва унинг маҳаллий коррозияни сусайтиришга

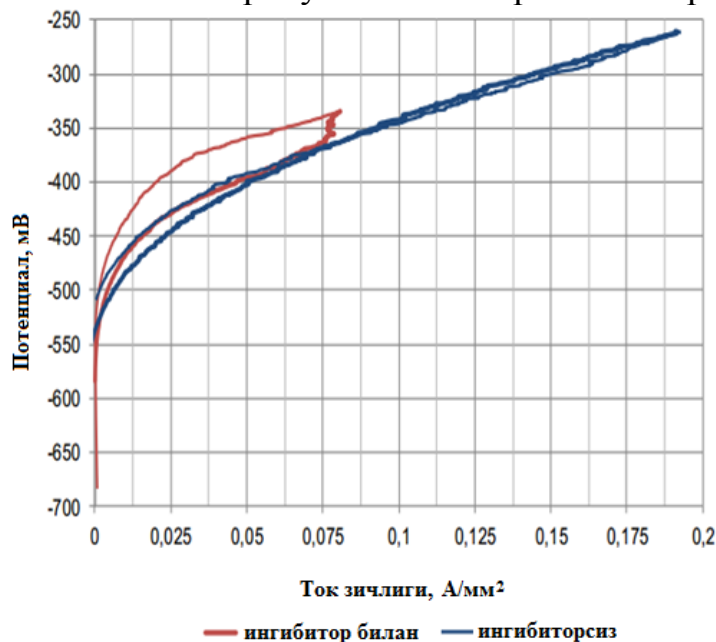
таъсирини баҳолашга имкон берувчи сифат ва миқдорий хусусиятларини аниқлашга имкон беради.

Ингибиторсиз ва  $45 \text{ мг/дм}^3$  ишлаб чиқилган ГПМЦ концентрацияси билан намуна учун қутбланган эгри солиштириш тадқиқот олиб борилди.



2-расм. ГПМЦ самарадорлигини баҳолаш бўйича умумлаштирилган натижалари.

Индукцияланган ток ва потенциал қийматининг баҳолаш мезонлари: юқори потенциал қийматларда индукцияланган ток қанчалик паст бўлса, маҳаллий коррозияни ингибитор шунчалик самарали бостиради.



3-расм. Ток потенциали ток зичлигига боғлиқлиги

Маҳаллий коррозияни сусайтириш туз тўпланиши ва коррозияга қарши комплекс таъсири ишлаб чиқилган ингибиторининг тадқиқотлар 3-расмда келтирилган.

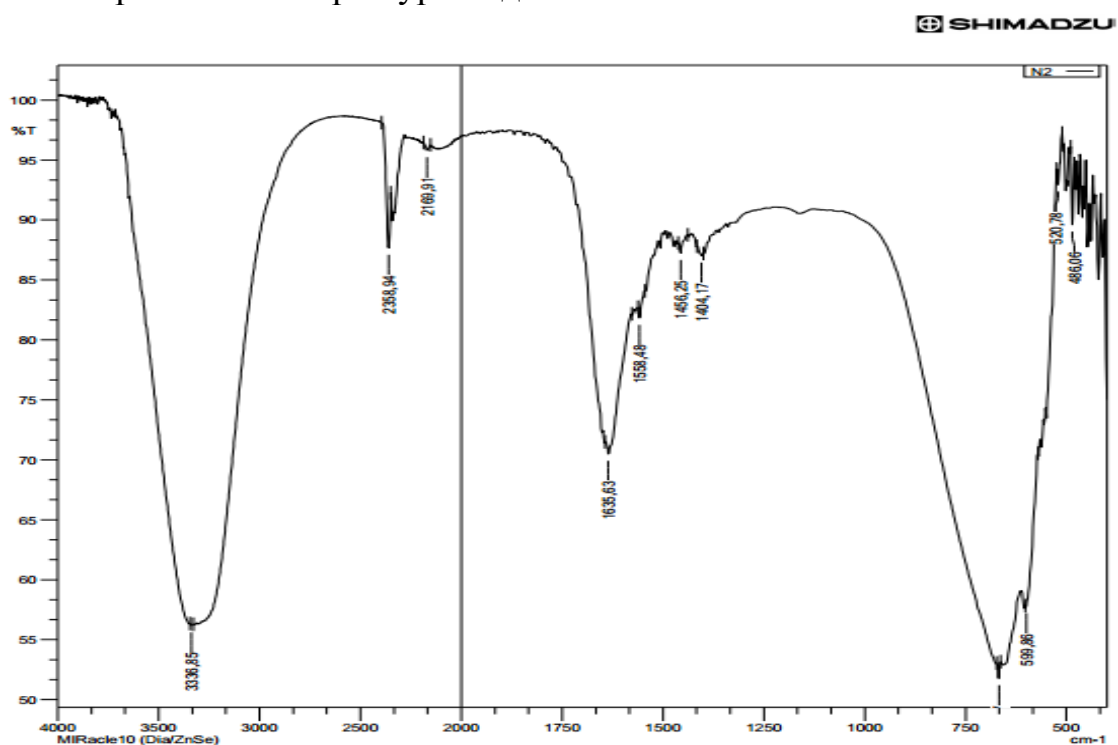
Натижаларни таҳлил қилиш шуни кўрсатдики, потенциалнинг ошиши билан ингибиторсиз намунада ток ўсиши дарҳол бошланади. Ингибиторлар

иштирокида металл сиртидан плёнка парчаланишининг маълум бир "инкубацион даври" кузатилади. Потенциалнинг ортиши билан ингибирланмаган намунадаги ток зичлиги  $0,187 \text{ A/mm}^2$  га, ингибирланган намунада эса –  $0,08 \text{ A/mm}^2$  га етади, бу маҳаллий коррозияни бостириш учун ишлаб чиқилган реагентнинг самарадорлигини кўрсатади.

Шундай қилиб, барча тадқиқотлар натижалари бўйича туз тўпланиши ва коррозиянинг ҳосил бўлишини олдини олиш нуқтаи назаридан  $45 \text{ мг/дм}^3$  миқдорида ГПМЦ оптималлиги юқори бўлди. Кейинги синовлар тўпланини ўтказишда таянч миқдори сифатида 90% дан ортиқ ҳимоя таъсирини таъминлаган ГПМЦ концентрацияси  $45 \text{ мг/дм}^3$  га тенг.

Олинган маҳсулотларнинг функционал таркибини аниқлаш учун улар кимёвий ва ИҚ-спектроскопик тадқиқот ўтказилди. Намунадаги  $1635 \text{ см}^{-1}$  ютилиш чизиқларнинг пайдо бўлиши иккиламчи амид,  $1558 \text{ см}^{-1}$  карбоксилат гуруҳларининг ва  $3336 \text{ см}^{-1}$  ютилиш чизиқларининг пайдо бўлиши углеродга боғланган гидрооксил гуруҳлари мавжудлигини кўрсатади.  $\text{CH}_2$ -гуруҳларининг валент тебранишларининг юқори интенсивлиги ( $3036 \text{ см}^{-1}$ ) уларнинг ён радикалларда кўплигини кўрсатади. Қўшбоғли углерод ва водород боғлари ютилиш чизиқлари  $1404 \text{ см}^{-1}$  да оддий ( $\text{C}=\text{C}$ ) ва  $1456 \text{ см}^{-1}$  да мураккаб ( $-\text{C}=\text{C}-$ ) ҳам топилган.

Шундай қилиб, сувда-эрувчан полимер реактиви (боғлаш даражаси 93,4%, молекуляр массаси 50580-50618) амид сақлаган, карбоксилатли, метоксилли ва нитро гуруҳлари мавжуд. Полифункционал полиэлектролитларга тегишли эканлигини потенциометрик титрлаш ва вискозиметрик натижалари кўрсатади.



4-расм. Коррозия ва туз тўпланишига қарши ГПМЦ ингибитори таркибининг ИҚ-спектроскопик таҳлили



Фарғона нефтни қайта ишлаш заводининг технологик имкониятларини таҳлил қилиш натижасида ГПМЦ маркасидаги коррозия ва туз тўпланишига қарши ингибиторини олиш учун янги тажрибавий қурилмани қурмасдан, ингибитор ишлаб чиқариш блокдан фойдаланиш мумкин деган хулосага келдик. Бу эса янги коррозия ва туз тўпланишига қарши ингибитори маҳсулотлари ишлаб чиқаришни ҳамда жорий этишни тезлаштиради.

Гидролизланган полиакрилонитрил ва карбамид асосида СФМ бирикмаси бўлган коррозия ва туз тўпланишига қарши ингибитор тури "ГПМЦ" икки босқичли метод билан олинади. Биринчи босқичда гидролизланган полиакрилонитрилнинг қўшимча маҳсулотини чиқинди полиакрилонитрил "Нитрон" толасини натрий гидроксид ишқори NaOH ни сувли эритмаси ёрдамида гидролизланади. Иккинчи босқичда гидролизланган полиакрилонитрилнинг концентрацияли эритмасини дистилланган сув билан керакли концентрацияда карбамид қўшилиб, модификацияланган комплекс бирикмали тайёр маҳсулот олинади.

Технологик жараённинг қисқача тавсифи. Технологик жараён қуйидагиларни кўзда тутган:

- хом-ашё ва реактивларни тайёрлаш
- хом-ашё ва реактивларни М-1 реакторига юклаш
- гидролизланган полиакрилонитрилнинг оралиқ маҳсулотини М-1 реакторидан, хом-ашё ва реактивларни М-2 аралаштириш аппаратида (реакторга юклаш)
- тайёр маҳсулотни идишга тўкиб ташлаш.

Коррозия ва туз тўпланишига қарши "ГПМЦ" ингибиторини тайёрлаш жараёни гидролизланган полиакрилонитрил (ГИПАН) синтези, полиакрилонитрил (ПАН) ни натрий гидроксид NaOH эритмаси билан гидролизлаш, гидролизланган полиакрилонитрил (ГИПАН) ни дистилланган сув билан аралаштириш ва карбамид билан аралаштиришдан иборат.

Хом-ашё ва реагентларни тайёрлаш. Хом-ашё ва реактивларни тайёрлаш компонентларни уларнинг сифат талабларига мувофиқлигини текшириш, керакли концентрацияли эритмаларини тайёрлаш ва уларни ўлчаш дозаторларига юклашдан иборат.

Қурилма қуйидаги жараёнлардан иборат:

- натрий гидроксид NaOH ишқори эритмасини Е-1 идишидан М-1 реакторга етказиб бериш жараёни.

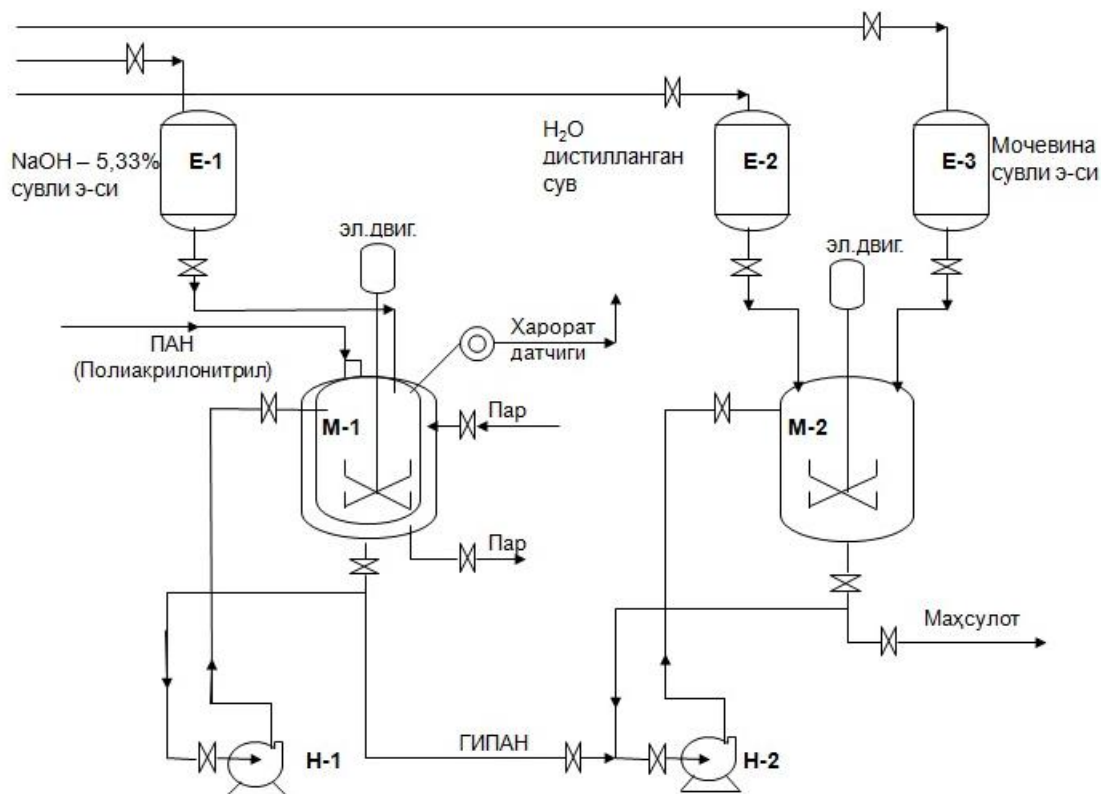
- полиакрилонитрил (ПАН) толали чиқиндиларни М-1 қайнатгичга юклаш.

- гидролизланган полиакрилонитрилни (ГИПАН) М-2 реакторига юбориш М-1 → кўра Н-2 → М-2 схемаси.

- Е-2 ўлчагичдан М-2 реакторига дистилланган сув H<sub>2</sub>O ни етказиб бериш.

- Е-3 ўлчов идишидан М-2 реакторига Карбамид эритмасини етказиб бериш.

М-1 реакторга хом-ашё ва реактивларни юклаш. Хом-ашё компонентлар тегишли насослар ёрдамида хом-ашё идишлардан ўлчов идишларига ҳайдалади.



**5-расм. Туз тўпланиши ва коррозия қарши ГПМЦ ингибиторини олиш учун принципиал технологик схемаси**

Компонентлар қуйидаги тартибда ўзиоқар ўлчагичдан реакторга юборилади:

- аппаратга полиакрилонитрил (ПАН) толали чиқиндиларнинг аниқ миқдори юкланади.
- сўнгра аралаштирувчи қурилма ёқилганда қурилма E-1 ўлчаш стаканидан натрий гидроксид NaOH эритмасининг ҳисобланган миқдори юборилади.

М-1 реактордаги ҳарорат 85-90°C га М-1 қобиғига сув буғини етказиб турилади.

М-2 реакторига хом-ашё ва реактивларни юклаш. Тегишли насослар ёрдамида хом-ашё компонентлари хом-ашё идишлардан ўлчов идишларига юклатилади.

Ўлчов идишидан ўз оқими билан компонентларни реакторга қуйидаги тартибда юборилади:

- тайёрланган гидролизланган полиакрилонитрил (ГИПАН) нинг ҳисобланган миқдори H-2 насос ёрдамида М-1 реакторидан М-2 реакторига ҳайдалади.

- E-2 ўлчов идишидан ҳисобланган дистилланган сув миқдори ёқилган аралаштирувчи ускунали реакторига киради.

- сўнгра Е-3 ўлчаш идишидан карбамид эритмасининг ҳисобланган миқдори реакторга берилади.

Барча хом-ашё ва реактивларни М-1 реакторига юклагандан сўнг 4 соат давомида 85-90°C ҳароратда қайнаш жараёни бошланади. Реакцион аралашма аралаштиргич ёрдамида яхшилаб аралаштирилади ва реактор қобиғига (М-1) берилган буғ ёрдамида реакцион аралашманинг ҳарорати 85-90°C га келтирилади. Тегишли ҳароратга эришилганда аралаштириш 4 соат давомида амалга оширилади. Реакция давомида аммиак NH<sub>3</sub> ажралиб чиқади ва маҳсулот рангини оқдан тўқ қизилгача ва ниҳоят апельсиндан сариқ ранггача ўзгартиради. Реакцион аралашма хона ҳароратигача совитилади. Жараённинг охири 1000-1070 кг/м<sup>3</sup> зичлиги ва 1% сувли эритманинг қовушқоқлиги, ҳосил бўлган маҳсулотнинг 10-40 сп (сантипуаз) ичида ҳамда аммиакнинг ўткир ҳидининг йўқотилиши билан аниқланади.

Иккинчи босқичда реакторда (М-2) тайёрланган гидролизланган полиакрилонитрил (ГИПАН) керакли миқдорда дистилланган сув билан суюлтирилади ва аралаштирилади. (Е-3) ўлчов идишидан карбамид билан берилётган сувли эритмаси аралаштирилади.

1 соат давомида реакцион масса аралаштирилади. Карбамид аралаштириш жараёнида тўлиқ эриши керак. Олинган маҳсулот ўз ҳолатда ёрқин-сариқ очик рангли сувли гомоген эритма ҳисобланади. Олинган тадқиқотдан сўнг ТШ (рН, зичлик, қовушқоқлик) асосий талабларга жавоб берадиган, коррозия ва туз тўпланишига қарши ГПМЦ ингибитори идишларига куйилади.

Моддий баланс. Хом-ашёнинг сарф меъёрлари. Коррозия ва туз тўпланишига қарши "ГПМЦ" ингибиторини олиш битта тайёргарлик билан 1000 гр олиб ишлаб чиқаришга асосланган. Йўқотишлар 0,5-0,6% сифатида қабул қилинди ва шартлар охирги тайёрлов операциясига боғлиқ эди.

8-жадвал

#### Бир марта юклатилган моддий баланс

№	Кираётган	Масса, гр.
1	Полиакрилонитрил (чиқинди тола "Нитрон")	37
2	Натрий гидроксид (NaOH)	28
3	Сув	500
4	Сув аралаштириш учун	365
5	Карбамид (мочевина)	70
<b>Жами: <math>\Sigma</math> 1000</b>		

### ХУЛОСА

1. Фарғона нефтни қайта ишлаш заводининг айланма сув таъминоти тизимининг кимёвий таркиби рН, сувнинг қаттиқлиги, сувда кальций, магний, фосфатлар миқдори, сувнинг ишқорийлиги таҳлил қилинди ҳамда коррозия ҳосил бўлишига олиб келувчи омиллар ва уларнинг коллоид – кимёвий хоссалари билан изоҳланди.

2. Маҳаллий хом ашё асосида туз тўпланиши ва коррозияга қарши комплекс таъсирли (ГПМЦ) ингибитори синтез қилинганлиги билан изоҳланади.

3. Синтез қилинган коррозия ва туз тўпланишига қарши (ГПМЦ) ва импорт қилинган ОЭДФК ингибиторлари модел эритмали сувда термостатлаш усули ёрдамида туз тўпланишига қарши қиёсий тажриба ўтказилди, уларнинг ингибирлаш самарадорлиги 50 мг/л концентрациясида ГПМЦ - 82,85% ва ОЭДФК - 80,31% га етганлигини кўрсатади.

4. ИСО-1 қурилмасида ГПМЦ ва ОЭДФК реагентлари солиштирма самарадорлиги тажрибада аниқланганда, коррозия ва туз тўпланишига қарши ГПМЦ ингибитори энг самарали бўлиб, туз тўпланишини ингибирлаш бўйича қийматлари 91,76 % ва коррозиядан ҳимоя қилиш самарадорлиги бўйича 68,71 % ташкил этиши билан изоҳланади.

5. Айланма сув таъминоти тизимга кейинги синов ва технологияга мослаштириш учун максимал самарадорликни кўрсатиб турувчи, коррозия ва туз тўпланишига қарши ГПМЦ композицияси танланди. Туз тўпланиши ва коррозияга қарши ГПМЦ ингибиторининг физик-кимёвий ва технологик хусусиятларини ўрганиш натижаларига кўра суюқ ингибиторларнинг физик-кимёвий ва технологик хусусиятлари реагенти нефт компанияларининг умумлаштирилган талабларига жавоб бериши билан изоҳланади.

6. Импорт қилинган ОЭДФК-га нисбатан коррозия ва туз тўпланишига қарши ГПМЦ ингибитори фойдаланиш самарадорлиги аниқланди. Коррозия тезлиги даражаси билан ГПМЦ учун –  $0,0000064287 \text{ г/м}^2 \cdot \text{соат}$  ва ОЭДФК –  $0,0007720368 \text{ г/м}^2 \cdot \text{соат}$  ташкил қилди, коррозияга ҳимоялаш самарадорлиги эса ГПМЦ – 68,71% га тенглигини кўрсатади.

7. Ишлаб чиқилган туз тўпланиши ва коррозияга қарши ингибиторини қўллашга асосланган «ФНҚИЗ» МЧЖ тизимидаги кальций карбонат тўпланиши ҳамда коррозияни олдини олиш технологияси ишлаб чиқилди ва саноатда амалга ошириш учун таклиф қилинди. Ишлаб чиқилган технологиянинг иқтисодий самарадорлигини таҳлили "ФНҚИЗ" МЧЖ да ингибиторни қўллаш истиқболларини кўрсатади.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc. 02./30.12.2019.К/Т.35.01 ПО  
ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ И  
НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ**

---

**ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТРАНСПОРТНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ**

**РИХСИХОДЖАЕВА ГУЛЧЕХРА РАШИДХОДЖАЕВНА**

**ОБРАБОТКА ВОДЫ ДЛЯ ОБОРОТНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ С  
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНГИБИТОРОВ КОРРОЗИИ И  
СОЛЕОТЛОЖЕНИЙ**

**02.00.11 – Коллоидная и мембранная химия**

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

**Ташкент–2020**

Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за B2020.4.PhD/T1906.

Диссертация выполнена в Ташкентском государственном транспортном университете.

Автореферат диссертации на трёх языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице по адресу [www.iopx.uz](http://www.iopx.uz) и на информационно-образовательном портале «ZiyoNet» по адресу ([www.ziynet.uz](http://www.ziynet.uz)).

Научный руководитель:

Ризаев Абдумалик Набиевич  
доктор технических наук, профессор

Официальные оппоненты:

Ахмедов Улуг Каримович  
доктор химических наук, профессор

Адизов Бобиржон Замирович  
доктор технических наук

Ведущая организация:

Бухарский инженерно-технологический институт

Защита диссертации состоится "29" 12 2020 года в 10<sup>00</sup> часов на заседании Научного совета DSc.02./30.12.2019.K/T.35.01 при Институте общей и неорганической химии (Адрес: 100170, Ташкент, Мирзо Улугбек, 77-а тел.: (+99871) 262-56-60, факс: (+99871) 262-76-90, e-mail: [iopxanruz@nuu.uz](mailto:iopxanruz@nuu.uz)).

С докторской диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Института общей и неорганической химии (Зарегистрировано № 26) Адрес: 100170, Ташкент, Мирзо Улугбек, 77-а тел.: (+99871) 262-56-60, факс: (+99871) 262-76-90.

Автореферат диссертации разослан "16" 12 2020 года  
(реестр протокола рассылки № 26 от "16" 12 2020 года).



Б.С. Закиров  
Председатель научного совета  
по присуждению ученых степеней, д.х.н., проф

Д.С. Салиханова  
Ученый секретарь научного совета по  
присуждению ученых степеней, д.т.н., проф

С.А. Абдурахимов  
Председатель научного семинара при  
разовом научном Совете по присуждению  
ученых степеней, д.т.н., проф

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

**Актуальность и востребованность темы диссертации.** В мире постоянного использовании холодной воды в системах оборотного водоснабжения нефтехимических предприятий в результате увеличения в ее составе агрессивных компонентов возникает ряд проблем в теплообменном оборудовании и технологических трубопроводах, вызывающих коррозию и накопление соли. Высокая агрессивность технологических сред и наличие в них растворенных газов ( $H_2S$ ,  $CO_2$  и  $O_2$ ), механических примесей, ионов солей ( $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Na^+$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $Cl^-$ ) вызывает активную коррозию металлов оборудования систем оборотного водоснабжения. Для предотвращения этого важно производить стабильные коллоидные ингибиторы.

На сегодняшний день при получении ингибиторов для защиты систем оборотного водоснабжения от коррозии необходимо исходить из обоснования следующих научных решений, в том, числе: подбор необходимого местного сырья при синтезе ингибиторов; повышение эксплуатационных свойств ингибиторов при использовании их в системах оборотного водоснабжения и теплообменных устройствах; получение новых композиций с синергетическим эффектом.

На сегодняшний день в Узбекистане достигнуты определенные теоретические и практические результаты в разработке новых высокоэффективных ингибиторов коррозии и солеотложения и их составов на основе местного сырья. В третьем направлении стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан, намечена «дальнейшая модернизация и диверсификация промышленности путем перевода ее на качественно новый уровень, направленные на опережающее развитие высокотехнологичных обрабатывающих отраслей, прежде всего по производству готовой продукции с высокой добавленной стоимостью на базе глубокой переработки местных сырьевых ресурсов»<sup>1</sup>. В связи с этим, в том числе, получение высокоэффективных ингибиторов и их применение в системах оборотного водоснабжения имеет сегодня большое значение.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных в Указах Президента Республики Узбекистан №УП-4947 от 7 февраля 2017 года «Стратегия действий по пяти приоритетным направлениям развития Республики Узбекистан в 2017-2021 годах», Указ Президента РУз от 30.10.2019 г. №УП-5863 «Концепция охраны окружающей среды Республики Узбекистан до 2030 года», Закон Республики Узбекистан № 240 от 25 декабря 2009 года «О воде и водопользовании», а также в других нормативно-правовых документах, принятых в данной сфере.

**Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики.** Данное исследование выполнено в

---

<sup>1</sup> Указ Президента Республики Узбекистан от 7 февраля 2017 г. УП-4947 «О Стратегии действий по пяти приоритетным направлениям развития Республики Узбекистан в 2017-2021 годах»

соответствии приоритетного направлениям развития науки и технологий республики VII. «Химические технологии и нанотехнологии».

**Степень изученности проблемы.** В мире научные исследования по разработке ингибиторов солеотложения и коррозии для защиты водооборотных систем проведены Яковлевым Д.Г. (Санкт-Петербургский Государственный Политехнический Университет, Г. Санкт-Петербург), Негреевым Б.Ф. (Всесоюзный научно-исследовательский химико - фармацевтический институт), Абрамовым Д.М. (Казанский химико-технологический институт), Ореховым А.И. (Научно-исследовательский институт химии и фармакологии в Москве), Гудиным Н.В. (Казанский Государственный Технологический Университет), Князевым Б.И. (Национальный Исследовательский Нижегородский Государственный Университет Им. Н. И. Лобачева), Дрикером Б.Н. (Уральский Государственный Лесотехнический Университет, Екатеринбург) и другими.

В результате проведенных научно – исследовательских работ по созданию ингибиторов солеотложений и коррозии для водооборотных систем на основе местных сырьевых ресурсов разработаны технологии их получения и применения в установках водоподготовки. Вместе с тем предложены ряд нетрадиционных способов интенсификации процесса защиты водооборотных систем с помощью ингибиторов солеотложений и коррозии, которые находятся на стадии внедрения.

Однако, в нефтехимической отрасли, актуальным является изучение в индивидуального состава солей, образующихся в потребляемой воде оборотных систем водоснабжения, разработка и получение ингибиторов солеотложений и коррозии и их композиции на основе местных сырьевых ресурсов. В этом аспекте известны работы Гуро В.П., Хамидова Б.Н., Ахмедов У.К. (Институт общей и неорганической химии Академии Наук Республики Узбекистан), где в основном используются отходы или вторичные ресурсы химической промышленности Узбекистана. В отличие от импортных аналогов данные ингибиторы дешевые, нетоксичные и мало расходуются при защите водооборотных систем в нефтехимической промышленности. При этом разработка новых ингибиторов солеотложений и коррозии с учетом состава и коллоидно-химических свойств оборотной воды используемой в водооборотных системах нефтехимической отрасли имеет важное значение.

**Связь диссертационного исследования с тематическим планом научно-исследовательских работ.** Диссертационное исследование выполнено в рамках плана научно – исследовательских работ Института общей и неорганической химии по инновационному проекту: ППИ-12 «Новые технологии получения органических, неорганических, полимерных и других естественных материалов» (2017-2020 гг.) и было реализовано в рамках хозяйственного договора «Разработка и внедрение ингибиторов коррозии и солеотложений для внутреннего водоснабжения Ферганского НПЗ с целью повышения эффективности работы теплообменного



оборудования» (2017-2019 гг.).

**Целью исследования** является разработка композиции ингибитора коррозии и солеотложения, для использования в системах оборотного водоснабжения в целях уменьшения отложения солей жесткости и продуктов коррозии.

**Задачи исследования:**

изучение химического состава и коллоидно-химических свойств солей жесткости водооборотных систем;

разработка ингибитора солеотложения и коррозии для водооборотных систем на основе отходов химической промышленности;

исследование процесса водоподготовки с использованием ингибитора солеотложения и коррозии;

подбор местного реагента для приготовления ингибитора солеотложения и коррозии;

разработка технологии получения ингибитора солеотложения и коррозии из местного сырья;

технико-экономический анализ эффективности использования разработанных технологий получения и применения ингибитора при защите водооборотных системах нефтехимических производств.

**Объектом исследования** являются вода, используемая в системах оборотного водоснабжения нефтеперерабатывающих заводов, соли жесткости и компоненты, вызывающие коррозию, а также разработанный ингибитор коррозии и солеотложения.

**Предметом исследования** является разработка нового ингибитора солеотложения и коррозии на основе местных сырьевых ресурсов, а также изучение его при защите от солеотложения и коррозии в водооборотных системах.

**Методы исследования.** В диссертации использованы современные физические, химические, физико-химические и коллоидно-химические способы (ИК и т.п.) анализов, а также математические методы статистической обработки полученных экспериментальных данных.

**Научная новизна исследования** заключается в следующем:

определен химический состав и коллоидно – химические свойства солей жесткости и продуктов коррозии в системах оборотной воды нефтеперерабатывающих заводов;

определен в системе оборотного водоснабжения потенциал потока при движении воды был равным  $0,187 \text{ А/мм}^2$  в образце, который не был ингибирован, и  $0,08 \text{ А/мм}^2$  в образце, который был ингибирован;

доказано, что значения ингибирования солеотложения полученным реагент составляют  $91,76\%$ , а эффективность коррозионной защиты  $68,71\%$ ;

разработан полимерный ингибитор солеотложения и коррозии на основе отходов химической промышленности, способствующий образованию защитной пленки (покрытия) на стенке трубы;

выявлен синергетический эффект при использовании разработанного

ингибитора для защиты трубопроводов в оборотных системах нефтехимических предприятий;

установлен опытным путем эффективность использования ингибитора, представляющего комплексное соединение гидролизованного полиакрилонитрила и мочевины для предотвращения солеотложения и коррозии, встречающихся для углеродного стали;

выявлен механизм процесса подготовки воды с использованием ингибитора солеотложения и коррозии.

**Практические результаты исследования** заключается в следующем:

создан ингибитор солеотложения и коррозии, который снижает коррозию и солеотложения на поверхностях металла;

создана принципиальная технологическая схема получения ингибитора солеотложения и коррозии, разработана методика его применения.

**Достоверность результатов исследования** доказана использованием современных методов физико-химического анализа качественных показателей оборотной воды, а также подтверждением результатов исследования на предприятиях нефтеперерабатывающей отрасли республики.

**Научная и практическая значимость результатов исследования.**

Научная значимость результатов исследования заключается в том, что данная работа заложила основу для получения ингибиторов солеотложения и коррозии с использованием местных сырьевых ресурсов. Синтезированный ингибитор также может быть использован при защите в других отраслях.

Практическая значимость научно-исследовательской работы заключается в разработке дешевого местного ингибитора коррозии и солеотложения на основе вторичных продуктов химической промышленности. Применение разработанного ингибитора снижает затраты на очистку воды для систем оборотного водоснабжения в 1,6-1,8 раза, что служит существенной экономией материальных, энергетических и других затрат.

**Внедрение результатов исследования.** На основе полученных результатов исследования по защите водооборотных систем с применением разработанного ингибитора солеотложения и коррозии:

технология получения ингибиторов, снижающих коррозию и солеотложение на основе карбамида и отходов Нитроноволокна, внедрено в практику в ООО «ФНПЗ» (03-17-5/29-й справка АО «Узбекнефтегаз» от 12 марта 2020 года). В результате синтез местного ингибитора позволил получить заменяющий импортные ингибиторы для предотвращения коррозии и накопление солей в системах оборотного водоснабжения;

технология защиты оборотных систем водоснабжения от солеотложения и коррозии с помощью ингибитора ГПМЦ включена в планы будущих разработок, которые будут внедрены в практику в ООО «ФНПЗ» (03-17-5/29-й справка АО «Узбекнефтегаз» от 12 марта 2020 года). В результате был создан ингибитор, препятствующий накоплению солей и коррозии, что

позволило обрабатывать воду в системах оборотного водоснабжения.

**Апробация результатов исследования.** Результаты данного исследования были обсуждены на 5 международных и 1 республиканской научно-практических конференциях.

**Опубликованность результатов исследования.** По теме диссертации опубликованы всего 11 научных работ. Из них 5 статей, в том числе 3 в республиканских и 2 в зарубежных журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов диссертаций.

**Структура и объем диссертации.** Структура диссертации состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации составляет 114 страниц.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ**

**Во введении** диссертации обоснована актуальность и необходимость исследований, задачи и цель исследований, объект и предмет исследований, показано соответствие исследований приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики Узбекистан, изложены практические результаты и научная новизна исследований. Широко раскрыто теоретическое и практическое значение полученных результатов, внедрение результатов исследований, приведены сведения по изданным работам и структуре диссертации.

**В первой главе** диссертации «**Структура и физико-химические свойства коллоидного поверхностно-активного вещества против коррозии и солеотложения в оборотном водоснабжении**» приведен анализ влияния поверхностно-активных веществ на коррозию и накопление солей, полученных для систем оборотного водоснабжения, рассмотрены разработанные учеными всего мира различные методы получения ингибиторов коррозии и солеотложений, используемых в циркуляционном водоснабжении, а также их классификация, современные методы их производства, их влияние на окружающую среду и оборудование, используемое в нефтехимической промышленности.

В данной главе также приведены исследования зарубежных и республиканских ученых по анализу типов ингибиторов коррозии и солеотложения, физико-химических свойств и рассмотрены области их применения.

**Во второй главе** диссертации, озаглавленной «**Объекты и методы исследования**», подробно рассматриваются методы определения эффективности защиты от солеотложения и коррозии.

**В третьей главе** диссертации под названием «**Анализ ингибиторов солеотложения и коррозии, применяемых в промышленных системах водоснабжения, на основе коллоидно – химических закономерностей**» подробно анализируются процессы коррозии углеродистых сталей в условиях нефтехимических предприятий, механизм действия ингибиторов и

закономерности дательство об образовании защитного слоя в случае применения ингибиторов против коррозии и солеотложения металлов.

В четвертой главе диссертации под названием «Анализ синтезированного ингибитора коррозии и солеотложения химическими методами» описан процесс получения ингибитора солеотложения и коррозии ГПМЦ на основе местного сырья и его эффективность по отношению ингибитора импортного производства ОЭДФК, проведен ИК-спектроскопический анализ ингибитора ГПМЦ, приведена технология получения ингибитора.

Особое внимание уделено контролю физико-химических и технологических свойств разработанного ингибитора коррозии и солеотложений. Помимо установленных высоких защитных свойств реагент применялся в условиях технологического и оборотного водоснабжения ФНПЗ.

Физико-химические и технологические свойства ГПМЦ, а также их сравнение с обобщенными требованиями к жидким ингибиторам представлены в Таблице 1.

Таблица 1

**Физико-химические и технологические свойства ГПМЦ**

№ п.п.	Наименование параметров	Обобщенные требования нефтяных компаний	Параметры ГПМЦ
Физико-химические свойства			
1.	Внешний вид	Однородная жидкость, без взвешенных и оседающих частиц	Однородная жидкость белого цвета
2	Плотность при 20°C, г/см <sup>3</sup>	- для водорастворимых ингибиторов не менее 0,95 г/см <sup>3</sup> ; - для нефтерастворимых не нормируется	0,986
3	Кинематическая вязкость при 20°C, мм <sup>2</sup> /с	Не более 800 мм <sup>2</sup> /сек	6,8
	Кинематическая вязкость при минус 40°C, мм <sup>2</sup> /с	Не более 800 мм <sup>2</sup> /сек	132
4	Термостабильность при оборотной температуре (83°C)	Не допускается появление в объеме осадка и расслоение	стабилен
6	Водородный показатель (рН) при 20°C, ед.рН	Не нормируется	9,54
7	Массовое доля основного вещества, %	Не нормируется	27,7
8	Аминное число несвязанных аминов при 20°C, мг HCl/г	Не нормируется	0,73
9	Совместимость с моделью оборотного водоснабжения ФНПЗ,	Не допускается появление в объеме осадка, расслоение и образования геля	совместим

	при 20°C, 83°C	
--	----------------	--

Приведенные результаты показывают, что разработанный ингибитор солеотложения и коррозии комплексного действия на основе ГИПАНа и мочевины представляет собой однородную жидкость с допустимым значением вязкости, стабильную при оборотной температуре и устойчивую к отрицательной температуре (минус 50°C), совместимость с моделью оборотного водоснабжения ФНПЗ.

Таким образом, установлено, что реагент удовлетворяет обобщенным требованиям нефтяных компаний, предъявляемым к физик-химическим и технологическим свойствам жидких ингибиторов.

Были проведены испытания новых составов ингибиторов коррозии и солеотложения в условиях Ферганского НПЗ на воде внутреннего водоснабжения. Химический состав используемой воды от системы Па, водоблок №2 приведён в таблице-2 и 3.

Таблица 2

**Химический состав воды, используемой в системах водоснабжения Ферганского нефтеперерабатывающего завода (весенне-летний период)**

Наименование	pH	Жесткость мг-экв/л	Ca <sup>++</sup> мг- экв/л	Mg <sup>++</sup> мг- экв/л	Щелочность мг-экв/л	Cl мг-л	PO <sub>4</sub> мг/л
II - водоблок							
I- холодная	7,95	12,08	7,8	4,28	3,99	38,31	1,38
II - холодная	7,95	27,9	20,2	7,7	5,46	73,9	1,92
Па система	7,88	27,9	20,2	7,7	5,46	73,9	1,92
III система	8,22	15,2	11,72	3,48	5,36	45,45	0,88
Добавок	8,16	12,55	9,15	3,4	5,17	42,34	1,41

Таблица 3

**Химический состав воды, используемой в системах водоснабжения Ферганского нефтеперерабатывающего завода (осеннее - зимние месяцы)**

Наименование	pH	Жесткость мг-экв/л	Ca <sup>++</sup> мг- экв/л	Mg <sup>++</sup> мг- экв/л	Щелочность мг-экв/л	Cl мг-л	PO <sub>4</sub> мг/л
I – водоблок							
I – холодная	8,21	12,05	7,75	4,3	4,59	35	0,35
III - система	-	-	-	-	-	-	-
Ia – водоблок							
I – система	8,31	13,53	11,03	2,5	5,61	38,99	0,62
II – холодная	8,16	12,18	8,33	3,85	4,92	32,99	0,73
II – водоблок							
I – холодная	7,82	14,38	9,1	5,28	4,46	38,13	1,09
II – холодная	7,82	14,38	9,1	5,28	4,46	38,13	1,09
II a – система	8,49	18,35	12,95	5,4	6	20,75	0,2

III – система	-	-	-	-	-	-	-
Добавок	7,54	13,1	9,68	3,42	5,56	33	1,01

Испытывались ингибитор коррозии и солеотложения ГПМЦ в сравнении с импортным ингибитором солеотложений ОЭДФК (оксиэтилидендифосфоновая кислота). По солеотложению испытания проводились на приборе ИСО-1, а для определения степени ингибирования коррозии использовали гравиметрический метод. Полученные результаты приведены в таблице 4.

Таблица 4

**Сравнительная эффективность ингибирования солеотложения реагентами «ГПМЦ» и «ОЭДФК» на приборе ИСО-1 и эффективность ингибирования коррозии**

Ингибитор	Концентрация ингибитора, мг/л	Объём титр-го раствора Трилон-Б (0,025 н), мл	Количество отложений на электроде, (CaCO <sub>3</sub> ), мг	Эффективность ингибирования солеотложения, (% <sub>ИСО</sub> ), %	Скорость коррозии $V_k$ , г/м <sup>2</sup> ·час	Степень защиты, (Z) от коррозии, %
Без ингибитора	-	8,5	10,625	-	-	-
ГПМЦ	20	0,8	1	90	-	-
	40	0,75	0,9375	91,17	-	-
	50	0,7	0,875	91,76	0,0000064287	68,71
ОЭДФК	20	0,6	0,75	92,94	-	-
	40	0,6	0,75	92,94	-	-
	50	0,5	0,625	94,11	0,0007720368	0

Как свидетельствуют полученные результаты наиболее эффективным ингибитором коррозии и солеотложения является ГПМЦ, значения которого, по ингибированию солеотложения составляет 91,76 %, а по эффективности защиты от коррозии составляет 68,71 %.

Таким образом, по результатам всех проведенных исследований было установлено, что дозировка ГПМЦ равная 45 мг/дм<sup>3</sup>, как базовая дозировка, обеспечивает защитный эффект более 90%.

Провели промышленные испытания ингибиторов коррозии и солеотложения полученных в условиях ИОНХ АН РУз – ГПМЦ в сравнении с импортным ингибитором солеотложения ОЭДФК на воде модельного раствора. Эффективность действия ингибиторов солеотложения определялась с использованием модельных растворов. Модельные растворы представлены в виде растворов солей: CaCl<sub>2</sub>, MgCl<sub>2</sub>, NaHCO<sub>3</sub> с общей жёсткостью Ж<sub>общ.</sub> – 29,25мг·экв/л. Представленные растворы имитируют отложения карбонатов кальция и магния, накипеобразование и солеотложение на поверхности теплообменной аппаратуры. Результаты проведённых испытаний ингибиторов коррозии и солеотложения ГПМЦ и ОЭДФК представлены в таблице-5.

Таблица 5

**Сравнительная эффективность ингибирования солеотложений реагентов ГПМЩ и ОЭДФК по методике термостатирования в модельном растворе**

Ингибитор	Концентрация ингибитора, мг/л	Объём титр-го раствора Трилон-Б (0,1 н), мл	Концентрация $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ ( $\text{Ж}_{\text{общ.}}$ ), мг·экв/л	Эффективность ингибирования солеотложений, ( $\text{Э}_{\text{исо}}$ ), %
Без ингибитора, до термостатирования	–	3,9	29,25	–
Без ингибитора, после термостатирования	–	2	15	0
ГПМЩ	50	2,2	16,5	82,85
ОЭДФК	50	2,5	18,75	80,31

Результаты сравнительных испытаний ингибиторов солеотложения ГПМЩ методом термостатирования в воде модельного раствора при концентрации ингибитора 50 мг/л, показали, что эффективность ингибирования составляет 82,85 %, а для импортного ингибитора солеотложения ОЭДФК, при той же концентрации в модельном растворе 50 мг/л эффективность ингибирования составляет 80,31%.

Определение защитного действия ГПМЩ проводилось для концентраций 15; 30; 45; 50 мг/дм<sup>3</sup>.

В таблице 6 представлены результаты оценки эффективности ингибирования отложений карбоната кальция композицией ГПМЩ.

Таблица 6

**Защитный эффект ГПМЩ по отношению к образованию отложений карбоната кальция**

№ п/п	Концентрация, мг/дм <sup>3</sup>	Защитный эффект, %
1.	15	84
2.	30	88
3.	45	91
4.	50	93
5.	55	95

Согласно полученным результатам установлено, что при увеличении концентрации от 15 до 55 мг/дм<sup>3</sup> наблюдается постепенный рост эффективности реагента. При концентрации свыше 45 мг/дм<sup>3</sup>, защитный эффект разработанного ингибитора комплексного действия превысил 90%.

Следующим этапом производилась оценка эффективности предотвращения ускоренной углекислотной коррозии при использовании ГПМЩ. В рамках проводимых испытаний оценивалась эффективность ингибирования как общей, так и локальной коррозии.

На рисунке 1 представлена динамика снижения скорости коррозии стали, после дозирования ГПМЩ при различных концентрациях.

Согласно полученным результатам установлено, что при концентрациях ниже 30 мг/дм<sup>3</sup>, эффективность ГПМЩ составляет менее 90%. Последующее

увеличение дозировки позволяет повысить эффективность ингибирования до 93-99% (Таблица 7).

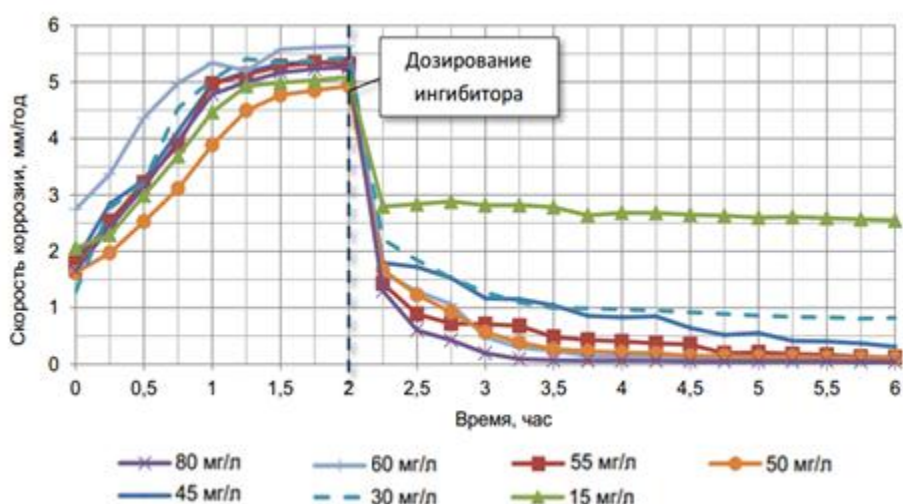


Рисунок 1. Динамика снижения скорости коррозии после дозирования ГПМЦ

Таблица 7

**Эффективность ГПМЦ по предотвращению углекислотной коррозии при различных концентрациях**

№ п/п	Концентрация, мг/дм <sup>3</sup>	Защитный эффект, %
1.	15	48
2.	30	83
3.	45	99
4.	50	97
5.	55	98

Установлено, что оптимальной эффективной концентрацией ГПМЦ, позволяющей одновременно предотвращать солеотложения и ускоренную коррозию с эффективностью не менее 90%, является значение 45 мг/дм<sup>3</sup> (Рисунок 2).

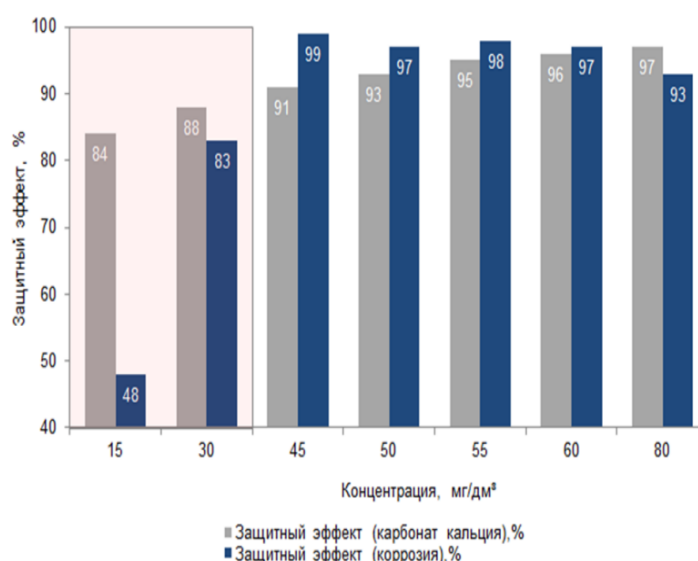


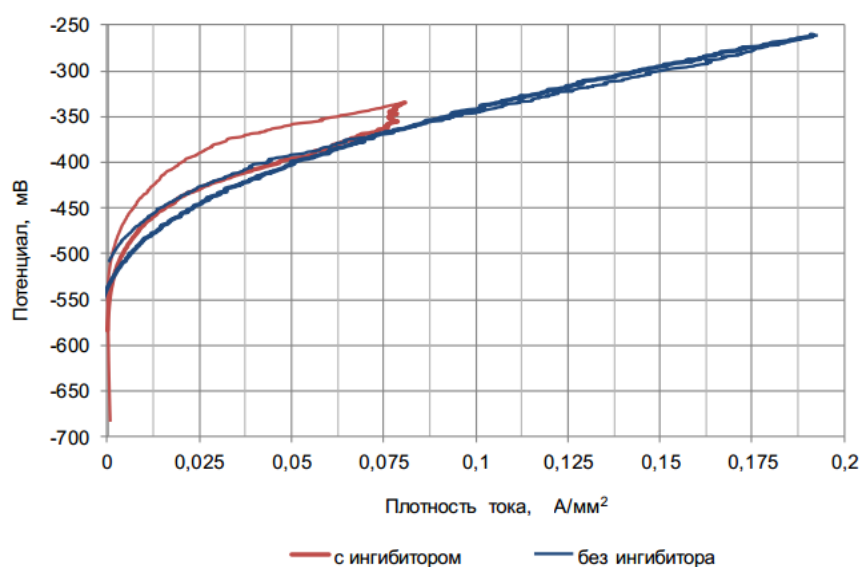
Рисунок 2. Обобщённый результаты по оценке эффективности ГПМЦ.



Получаемые в результате исследования токовые зависимости при прямой и обратной поляризации рабочего электрода дают возможность определить качественные и количественные характеристики, позволяющие оценить устойчивость пленки ингибитора на поверхности металла и его влияния на замедление локальной коррозии.

В ходе исследования проводилось сравнение поляризационных кривых для пробы без ингибитора и с разработанным ГПМЩ концентрацией 45 мг/дм<sup>3</sup>.

Критериями оценки является значение индуцированного тока и потенциала: чем ниже индуцированный ток при высоких значениях потенциала, тем эффективнее ингибитор подавляет локальную коррозию.



**Рисунок 3. Зависимость потенциала тока от плотности тока**

На рисунке-3 представлены исследования способности разработанного ингибитора солеотложений и коррозии комплексного действия замедлять локальную коррозию.

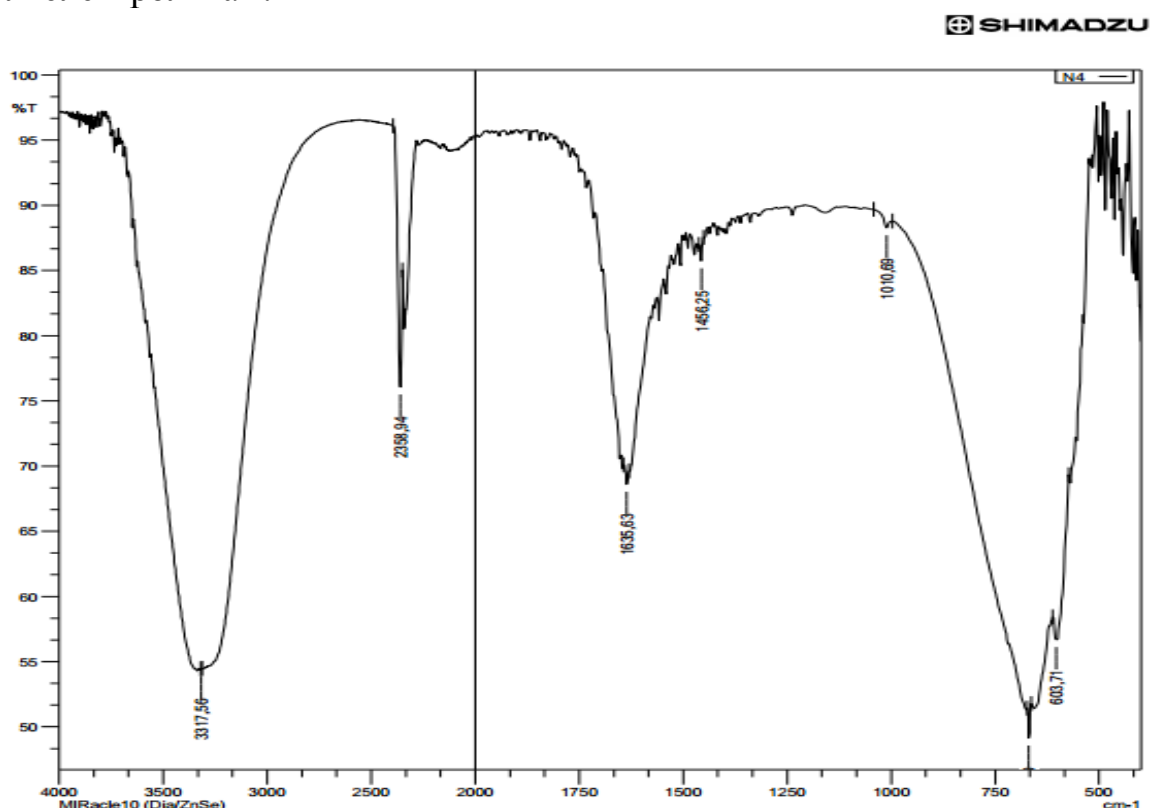
Анализ полученных результатов показал, что в пробе без ингибитора рост тока начинается сразу же с ростом потенциала. В присутствии ингибиторов наблюдается определенный «инкубационный период» срыва пленки с поверхности металла. С увеличением потенциала плотность тока в не ингибированном образце достигает 0,187 А/мм<sup>2</sup>, а в ингибированной пробе – 0,08 А/мм<sup>2</sup>, что говорит об эффективности разработанного реагента подавлять локальную коррозию.

Таким образом, по результатам всех проведенных исследований было установлено, что дозировка ГПМЩ равная 45 мг/дм<sup>3</sup>, является наиболее оптимальной с точки зрения предотвращения образования солеотложений и коррозии. При проведении дальнейшего комплекса испытаний, концентрация ГПМЩ принималась равной 45 мг/дм<sup>3</sup>, как базовая дозировка, обеспечивающая защитный эффект более 90%.

Для определения функционального состава полученных продуктов были проведены их химико- и ИК-спектроскопические исследования. Появление

линий поглощения  $1635\text{ см}^{-1}$  в образце указывает на наличие вторичных амидных групп, линий поглощения  $1558\text{ см}^{-1}$  - наличие карбоксилатных групп и появление линий поглощения  $3336\text{ см}^{-1}$  указывает на наличие гидрооксильных групп, связанных с углеродом. Высокая интенсивность валентных колебаний  $\text{SN}_2^-$  групп ( $3036\text{ см}^{-1}$ ) указывает на их обилие в боковых радикалах. Абсорбирующие линии двойного углеродного и водородных связей также обнаружены в комплексе ( $-\text{C}=\text{C}-$ ) при  $1404\text{ см}^{-1}$  и простом ( $\text{C}=\text{C}$ ) и при  $1456\text{ см}^{-1}$ .

Таким образом, существуют группы карбоксилированных, метоксилированных и нитро группы, которые сохраняют амидорастворимую реакцию полимера (скорость связывания  $93,4\%$ , молекулярная масса  $50580-50618$ ) в воде. Потенциметрическое титрование и вискозиметрические результаты свидетельствуют о том, что полифония относится к полиэлектролитам.



**Рисунок 4. Анализ ИК – спектра состава солевого раствора ингибитора коррозии и солеотложителя ГПМЦ**

В результате проведенного анализа технологических возможностей Ферганского нефтеперерабатывающего завода, мы пришли к выводу, что для получения ингибитора коррозии и солеотложения марки ГПМЦ можно использовать установку производства ингибитора без строительства новой опытной установки. Это позволит ускорить внедрение и выпуск новой продукции ингибитора коррозии и солеотложения.

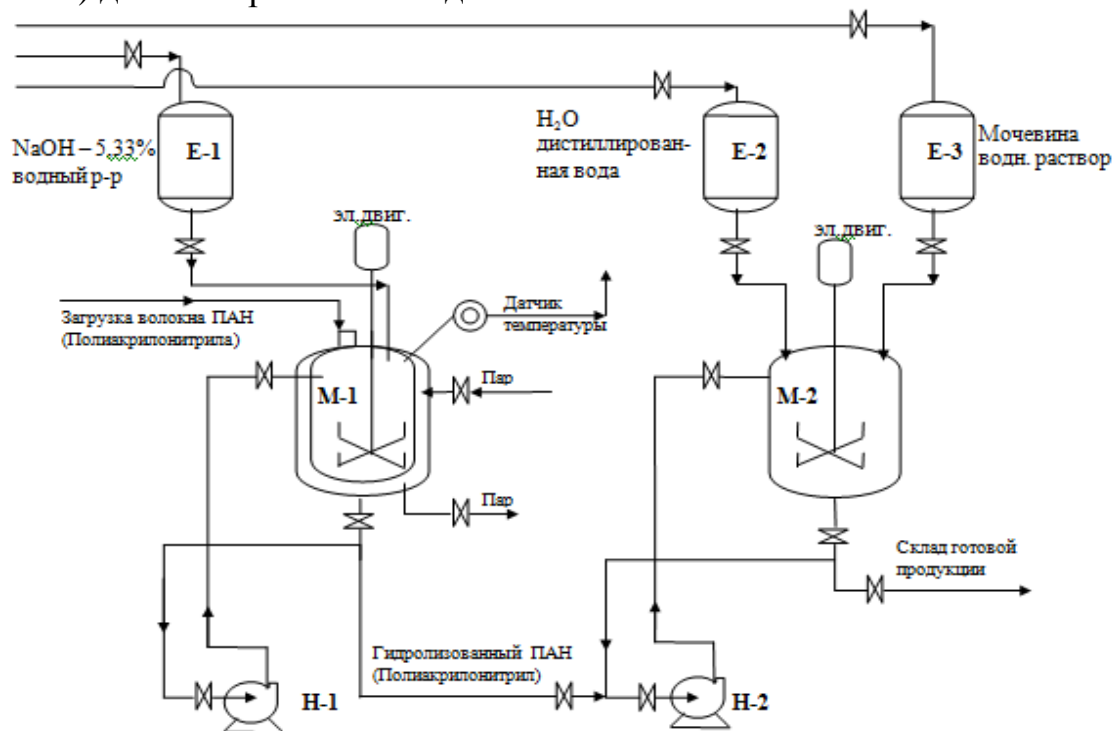
Ингибитор коррозии и солеотложений типа «ГПМЦ» представляющий из себя ПАВ соединение на основе гидролизованного полиакрилонитрила и

мочевины, получают 2-х стадийным методом. Первая стадия состоит из получения побочного продукта гидролизованного полиакрилонитрила гидролизом отхода волокна полиакрилонитрила «Нитрон» с применением водного раствора щёлочи гидроксид натрия NaOH. Вторая стадия состоит в растворении концентрированного раствора гидролизованного полиакрилонитрила дистиллированной водой до необходимой концентрации и введением в композицию ингибитора коррозии мочевины.

Краткое описание технологического процесса. Технологическим процессом предусмотрено проведение следующих технологических операций:

- подготовка сырья и реагентов
- загрузка сырья и реагентов в варочный аппарат М-1
- перекачка промежуточного продукта гидролизованного полиакрилонитрила из варочного аппарата М-1 и загрузка сырья и реагентов в смешивающий аппарат (реактор) М-2
- слив готовой продукции в тару.

Процесс приготовления ингибитора коррозии и солеотложений «ГПМЩ» заключается в синтезе гидролизованного полиакрилонитрила (ГИПАН), гидролизом полиакрилонитрила (ПАН) раствором щёлочи гидроксид натрия NaOH, разбавлении гидролизованного полиакрилонитрила (ГИПАН) дистиллированной водой и смешение с мочевиной.



**Рис.5.Принципиальная технологическая схема установки получения ингибитора солеотложения и коррозии «ГПМЩ»**

Подготовка сырья и реагентов. Подготовка сырья и реагентов заключается в проверке компонентов на соответствие их требованиям качества, приготовлении их растворов требуемой концентрации и загрузке в дозаторы мерники.

Установка состоит из следующих линий:

- линия подачи раствора щёлочи NaOH (гидроксид натрия) из емкости E-1 в варочный аппарат M-1.
- загрузка отхода волокна полиакрилонитрил (ПАН) в варочный аппарат M-1.
- линия перекачки гидролизованного полиакрилонитрила (ГИПАН) в реактор M-2 по схеме M-1→H-2→M-2.
- линия подачи дистиллированной воды H<sub>2</sub>O в реактор M-2 из мерника E-2.
- линия подачи раствора карбамид из мерника E-3 в реактор M-2.

Загрузка сырья и реагентов в варочный аппарат M-1. Закачка сырьевых компонентов в мерники осуществляется из сырьевых ёмкостей при помощи соответствующих насосов.

Подача компонентов в варочный аппарат из мерников производится самотеком в следующем порядке:

- сначала в аппарат загружается определенное количество отхода волокна полиакрилонитрил (ПАН).
- затем при включенном перемешивающем устройстве в аппарат поступает расчётное количество раствора гидроксид натрия NaOH из мерника E-1.

Температуру в аппарате M-1 поднимают до 85-90°C при помощи подачи водяного пара в рубашку M-1.

Загрузка сырья и реагентов в аппарат M-2. Закачка сырьевых компонентов в мерники осуществляется из сырьевых ёмкостей при помощи соответствующих насосов.

Подача компонентов в варочный аппарат из мерников производится самотеком в следующем порядке:

- сначала в аппарат M-2 перекачивается из аппарата M-1 при помощи насоса H-2 расчётное количество приготовленного гидролизованного полиакрилонитрила (ГИПАН).
- далее при включенном перемешивающем устройстве в аппарат поступает расчётное количество дистиллированной воды из мерника E-2.
- затем из мерника E-3 в аппарат поступает расчётное количество раствора мочевины.

После загрузки всех сырьевых компонентов и реагентов в варочный аппарат M-1 начинают процесс варки при температуре 85-90°C в течении 4-х часов. Реакционную смесь тщательно перемешивают с помощью мешалки и доводят температуру реакционной смеси до 85-90°C с помощью пара подаваемого в рубашку реактора (M-1). При достижении соответствующей температуры производят перемешивание в течении 4 часов. В процессе реакции происходит выделение аммиака NH<sub>3</sub> и продукт меняет свой цвет от белого до темно-красного и, наконец, до оранжево-желтого. Реакционную смесь охлаждают до комнатной температуры. Конец процесса определяется по плотности 1000-1070 кг/м<sup>3</sup> и вязкости 1 % водного раствора, в пределах,

10-40 сП (сантипуаз) получаемого продукта, а также исчезновением резкого запаха аммиака.

На второй стадии приготовленный гидролизованный полиакрилонитрил (ГИПАН) в реакторе (М-2), разбавляется необходимым количеством дистиллированной воды и перемешивается. Далее происходит смешение с подаваемым водным раствором мочевиной из мерника (Е-3).

Реакционную массу перемешивают в течение 1 часа. В процессе перемешивания мочевины должен полностью раствориться. Полученный продукт представляет собой водный однородный раствор светло-жёлтого прозрачного цвета. рН=12. После получения анализов, отвечающим основным требованиям ТУ (рН, плотность, вязкость), можно приступить к сливу ингибитора коррозии и солеотложения «ГПМЦ» самотеком в расфасовочную тару.

Материальный баланс. Расходные нормы сырья. Получение ингибитора коррозии и солеотложения «ГПМЦ» производили исходя из получения 1000 гр., при разовом приготовлении. Потери приняты за 0,5-0,6 % и условия отнесены к последней операции фасования.

Таблица 8.

#### Материальный баланс на одну загрузку

№	Приход	Масса, гр.
1	Полиакрилонитрил (отход волокна «Нитрон»)	37
2	Гидроксид натрия (NaOH)	28
3	Вода	500
4	Вода для разбавления	365
5	Мочевина	70
<b>Итого: <math>\Sigma</math> 1000</b>		

### ВЫВОДЫ

1. Проанализирован химический состав оборотной системы водоснабжения Ферганского нефтеперерабатывающего завода и её коллоидно – химические свойства, определены жесткость воды, содержание в ней кислорода, магния, фосфатов, щелочность воды, а также факторы, приводящие к образованию коррозии.

2. На основе местного сырья синтезирован ингибитор солеотложения и антикоррозионного действия (ГПМЦ).

3. Сравнительный эксперимент, проведенный по солеотложению в модельном растворе воды с помощью термостатирующего метода ингибиторов синтезированного коррозионно – солевого (ГПМЦ) и импортного ингибитора ОЭДФК, показал, что эффективность их ингибирования при концентрации 50 мг/л, достигала для ГПМЦ - 82,85% и для ОЭДФК - 80,31%.

4. При экспериментальном сравнении эффективности реагентов "ГПМЦ" и "ОЭДФК" на приборе ИСО-1, наиболее эффективным ингибитором оказался ингибитор ГПМЦ, значения ингибирования

солеотложения составили 91,76%, а эффективность защиты от коррозии - 68,71%.

5. Для перехода к следующим испытаниям и увязки технологии с системой обратного водоснабжения был выбран ГПМЩ ингибитор, показавший максимальную эффективность. Результаты исследования физико-химических и технологических свойств ингибиторов показали, что физико-химические и технологические свойства жидких ингибиторов отвечают обобщенным требованиям нефтяных компаний.

6. Определена эффективность применения ингибитора ГПМЩ против коррозии и солеотложения по отношению к импортному ОЭДФК. Скорости коррозии составила для ГПМЩ – 0,0000064287 г/м<sup>2</sup>•ч и для ОЭДФК – 0,0007720368 г/м<sup>2</sup>•ч, а эффективность защиты от коррозии составила для ГПМЩ-68,71%.

7. Разработана и предлагается к промышленному внедрению технология предупреждения коррозии и отложений карбоната кальция в системе ООО «ФНПЗ», основанная на применении разработанного ингибитора солеотложений и коррозии ГПМЩ. Проведенный анализ экономической эффективности разработанной технологии показывает перспективы ее применения в ООО «ФНПЗ».

**SCIENTIFIC COUNCIL ON AWARDING OF SCIENTIFIC DEGREE  
DSC.02./30.12.2019.K/T.35.01 AT INSTITUTE OF GENERAL AND  
INORGANIC CHEMISTRY**

---

**TASHKENT STATE TRANSPORT UNIVERSITY**

**RIKHSIKHODJAEVA GULCHEKHRA RASHIDKHODJAEVNA**

**WATER TREATMENT FOR RECYCLED WATER SUPPLY BY USING  
CORROSION AND SALT DEPOSIT INHIBITORS**

**02.00.11 – Colloidal and membrane chemistry**

**DISSERTATION ABSTRACT OF DOCTORAL OF PHILOSOPHY (PHD) ON  
TECHNICAL SCIENCES**

**Tashkent–2020**

The theme of doctoral dissertation (PhD) was registered at the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Minister of the Republic Uzbekistan under number B2020.4.PhD/T1906.

The doctoral dissertation has been prepared at the Tashkent state transport university.

The abstract of the dissertation in three languages (uzbek, russian, english (resume)) on the website [www.ionx.uz](http://www.ionx.uz) and information-educational portal Ziyonet at the address ([www.ziyonet.uz](http://www.ziyonet.uz)).

Scientific supervisor:

**Rizaev Abdumalik Nabievich**  
doctor of technical sciences, professor

Official opponents:

**Axmedov Ulug Karimovich**  
doctor of chemical sciences, professor

**Adizov Bobirjon Zamirovich**  
doctor of technical sciences

Leading organization:

**Bukhara Institute of engineering technology**

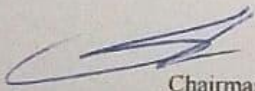
The defense will take place "29" 12 2020 at 10<sup>00</sup> at the meeting of single scientific council No DSc.02/30.12.2019.K/T.35.01 at the Institute of general and inorganic chemistry (Address: 100170, Tashkent, Mirzo Ulugbek, 77-a, Tel.: (+99871) 262-56-60, fax: (+99871) 262-76-90, e-mail: [ionxanruz@nuu.uz](mailto:ionxanruz@nuu.uz))

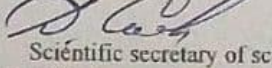
The dissertation can be reviewed at the Information Resource of Institute of general and inorganic chemistry (registration No 26).

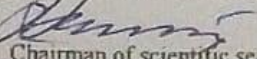
Address: 100170, Tashkent, Mirzo Ulugbek, 77-a, Tel.: (+99871) 262-56-60.

Abstract of dissertation send out on "16" 12 2020y.  
(mailing report No 26 on "16" 12 2020y.)



  
**B.S. Zakirov**  
Chairman of scientific council on awarding of scientific degree, doctor of technical sciences, prof.

  
**D.S. Salixanova**  
Scientific secretary of scientific council awarding of scientific degree, doctor of technical sciences, professor

  
**S.A. Abduraximov**  
Chairman of scientific seminar at scientific council on awarding of scientific degree, doctor of technical sciences, professor



## INTRODUCTION (abstract of PhD dissertation)

**The aim of research** development of compositions of salt deposition and corrosion inhibitors used in water circulation systems to reduce the deposition of hardness salts and corrosion products.

**The objects of research** they are water, hardness salts and corrosion products in the water circulation systems of oil refineries, as well as developed salt deposition and corrosion inhibitors.

**Scientific novelty of the study is as follows:**

the chemical composition and colloidal – chemical properties of hardness salts and corrosion products in the recycled water systems of oil refineries are determined;

in a recycled water supply system, the flow potential during water movement was determined to be 0,187 A/mm<sup>2</sup> in the sample that was not swallowed, and 0,08 A/mm<sup>2</sup> in the sample that was swallowed;

it is proved that the values of salt accumulation in the obtained inhibition reagent are 91,76% and 68,71% in the effectiveness of anti-corrosion protection;

a polymer inhibitor based on the accumulation of salts that form a protective film (coating) on the pipe wall and anticorrosive waste from the chemical industry has been developed;

a synergistic effect was revealed when using the developed inhibitor to protect pipelines in the circulating systems of petrochemical enterprises;

it has been proven that the mutual complex combination of isolated polyacrylonitrile and urea is effective in preventing the accumulation of salts and corrosion encountered for carbon steel, thanks to the experience of inhibitors;

the mechanism of the water treatment process with salt accumulation and corrosion inhibitor is revealed.

**Implementation of research results.**

Based on the results of a study on the protection of water circulation systems using the developed salt deposition and corrosion inhibitor:

the technology for producing inhibitors that reduce corrosion and salt deposition based on urea and Nitron Fiber waste is included in the list of promising developments for 2021-2023, which will be put into practice at fnpz LLC (03-17-5/29th certificate of Uzbekneftegaz JSC dated March 12, 2020). As a result of the synthesis of a local inhibitor, it was possible to obtain a substitute for imported ones in preventing corrosion and salt accumulation in the recycled water supply system;

the technology of protection of circulating water supply systems using a GPMSH inhibitor from developed corrosion and salt deposition is included in the plans for future developments that will be put into practice at fnpz LLC (03-17-5 / 29th certificate of Uzbekneftegaz JSC dated March 12, 2020). As a result, an inhibitor was created that prevents the accumulation of salts and corrosion, which made it possible to process water in the recycled water supply system.

**Dissertation composition and volume.** The structure of the dissertation consists of an introduction, four chapters, a conclusion, a list of references and appendices. The volume of the dissertation is 114 pages.

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

**I бўлим (I часть; I part)**

1. Рихсиходжаева Г.Р., Ризаев А.Н., Ганиева С.Х. Влияние состава охлаждающей воды на коррозию, солеотложения и эффективность работы теплообменного оборудования. \\\ Меъморчилик ва курилиш муаммолари, илмий-техник журнали, 2018, №2, Самарқанд-2018, 85-87 стр. (05.00.00; № 14)

2. Рихсиходжаева Г.Р., Ризаев А.Н., Убайдуллаев Б.Х., Ганиева С.Х., Сманов Б.А. Разработка ингибиторов коррозии и солеотложений для защиты стальных конструкций нефтеперерабатывающих предприятий. Меъморчилик ва курилиш муаммолари, илмий-техник журнали, 2018, №4, Самарқанд-2018, 50-53 стр. (05.00.00; № 14)

3. Рихсиходжаева Г.Р., Б.А. Сманов, Б.Х. Убайдуллаев, А.Н. Ризаев, Б.Н. Хамидов. Повышение эффективности работы теплообменного оборудования с использованием ингибиторов коррозии и солеотложений. \\\ O'zbekiston kimyo jurnali. 3/2019. Tashkent 2019. ISSN 0042-1707. (02.00.00; № 6)

4. G. Rikhsikhodzhaeva, B. Smanov, B. Ubaidullaev, A.N. Rizaev, B. Khamidov, V. Guro. Improving The Efficiency Of Heat Exchange Equipment Using Corrosion And Scale Inhibitors. \\\ INTERNATIONAL JOURNAL OF SCIENTIFIC & TECHNOLOGY RESEARCH VOLUME 9, ISSUE 02, FEBRUARY 2020 ISSN 2277-8616. p. 922-925

5. Рихсиходжаева Г.Р., А.Н. Ризаев / Технология получения ингибитора коррозии и солеотложения для теплообменного оборудования. UNIVERSUM: ХИМИЯ И БИОЛОГИЯ научный журнал. – № 8(74). Часть 2. М., Изд. «МЦНО», 2020. – 72 с. – Электрон. версия печ. публ. – <http://7universum.com/ru/nature/archive/category/8-74>. ISSN: 2311-5459. (02.00.00; № 2)

**II бўлим (II часть; II part)**

1. Рихсиходжаева Г.Р., А.Н. Ризаев, Б.Х. Убайдуллаев, С.Х. Ганиева, Б.А. Сманов. Разработка ингибиторов коррозии и солеотложений для промышленных вод. \\\ MONOGRAFIA POKONFERENCYJNA, Science, Research, Development #13, V.02, Berlin (Берлин), 30.01.2019-31.01.2019, стр. 157-162

2. Г.Р. Рихсиходжаева, А.Н. Ризаев, А.А. Фазилов, Б.Ж. Мустафоев. Разработка и внедрение импортозамещающей технологии получения реагента ингибиторов коррозии и солеотложений для оборотной воды Бухарского НПЗ. \\\ Республиканская научно-техническая конференция, Ресурсо- и энергосберегающие, экологически безвредные композиционные материалы, 25-26 апреля 2019 г. Ташкент-2019, 219-221 с.

3.Сманов Б.А., Рихсиходжаева Г.Р., Убайдуллаев Б.Х., Хамидов Б.Н., Файзуллаев Ф.И. Сравнительные антикоррозионные испытаний ингибиторов коррозии и солеотложений «ГПУЩ», «ИОНХ-1» и «ФЕНИАМИН-95Т». \\\nСборник докладов и тезисов III Международной научно-технической конференции Инновационные разработки в сфере химии и технологии топлив и смазывающих материалов (19-20 сентябрь 2019) Ташкент-2019.

4. Рихсиходжаева Г.Р., Ризаев А.Н., Хамидов Б.Н. Коррозионная стойкость конструкционных материалов в оборотной воде. \\\nMaterially XVI Międzynarodowej naukowo-praktycznej konferencji, “Naukowa myśl informacyjnej powieki – 2020”, 07-15 marca 2020 roku. Przemysl Nauka i studia, Czech, 2020. 127-129 с.

5. Рихсиходжаева Г.Р., Ризаев А.Н., Хамидов Б.Н. Повышение эффективности работы теплообменного оборудования с использованием ингибиторов коррозии и солеотложений. \\\nMateriály XVI mezinárodní vědecko-praktická conference, Dny vědy, 27 března – 05 dubna 2020 r. Praha Publishing House “Education and Science” 2020. 64-67 с.

6. Rikhsikhodjayeva G.R., Rizayev A.N. Corrosion resistance of structural materials in recycled water. \\\nMaterials of the XVI international scientific and practical conference Science without borders - 2020, March 30 - April 7, 2020: Sheffield. Science and education LTD., England,167-169 с.

Автореферат “Ўзбекистон кимё журналі” тахририятида тахрир қилинди.

Бичими: 84x60 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. «Times New Roman» гарнитураси.  
Рақамли босма усулда босилди.  
Шартли босма табоғи: 3. Адади 100. Буюртма № 237.

Гувоҳнома № 10-3719  
“Тошкент кимё технология институти” босмаҳонасида чоп этилган.  
Босмаҳона манзили: 100011, Тошкент ш., Навоий кўчаси, 32-уй.