

**ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТРАНСПОРТ УНИВЕРСИТЕТИ ҲУЗУРИДАГИ
ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ DSc 15/27.02.2020.Т.73.02 РАҚАМЛИ
ИЛМИЙ КЕНГАШ АСОСИДАГИ БИР МАРТАЛИК ИЛМИЙ КЕНГАШ**

ҚАРШИ МУҲАНДИСЛИК ИҚТИСОДИЁТ ИНСТИТУТИ

РАХМАТОВ ЭРКИН АБДИҲАФИЗОВИЧ

**МАҲАЛЛИЙ ОРГАНОМИНЕРАЛ КОМПОНЕНТЛАР АСОСИДА
ТЕХНОЛОГИК ЖИҲОЗЛАР УЧУН ПОЛИФУНКЦИОНАЛ ҚОПЛА-
МАЛАР ХОССАЛАРИ ВА ТЕХНОЛОГИЯСИ**

**05.02.01 – Машинасозликда материалшунослик. Қуймачилик. Металларга термик ва
босим остида ишлов бериш. Қора, рангли ва ноёб металлар металлургияси.
Камёб, нодир ва радиоактив элементлар технологияси, 02.00.14 – Органик моддалар
ва улар асосидаги материаллар технологияси.**

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

Тошкент–2020

**Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD)диссертацияси
автореферати мундарижаси**

Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD)

Contents of dissertation abstract of doctor of philosophy (PhD)

Рахматов Эркин Абдихафизович

Маҳаллий органоминерал компонентлар асосида технологик жиҳозлар
учун полифункционал қопламалар хоссалари ва технологияси..... 3

Рахматов Эркин Абдихафизович

Свойства и технология полифункциональных покрытий для техноло-
гических оборудований на основе местных органоминеральных компо-
нентов 21

Rakhmatov Erkin Abdikhafizovich

Properties and technology of multifunctional coatings for technological
equipment based on local organomineral components..... 39

Эълон қилинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ
List of published works..... 42

**ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТРАНСПОРТ УНИВЕРСИТЕТИ ҲУЗУРИДАГИ
ИЛМий ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ DSc 15/27.02.2020.Т.73.02 РАҚАМЛИ
ИЛМий КЕНГАШ АСОСИДАГИ БИР МАРТАЛИК ИЛМий КЕНГАШ**

ҚАРШИ МУҲАНДИСЛИК ИҚТИСОДИЁТ ИНСТИТУТИ

РАХМАТОВ ЭРКИН АБДИҲАФИЗОВИЧ

**МАҲАЛЛИЙ ОРГАНОМИНЕРАЛ КОМПОНЕНТЛАР АСОСИДА
ТЕХНОЛОГИК ЖИҲОЗЛАР УЧУН ПОЛИФУНКЦИОНАЛ ҚОПЛА-
МАЛАР ХОССАЛАРИ ВА ТЕХНОЛОГИЯСИ**

**05.02.01– Машинасозликда материалшунослик. Қуймачилик. Металларга термик ва
босим остида ишлов бериш. Қора, рангли ва ноёб металлар металлургияси. Камёб,
нодир ва радиоактив элементлар технологияси, 02.00.14 – Органик моддалар ва улар
асосидаги материаллар технологияси.**

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

Тошкент–2020

Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2019.4.PhD/Т911 рўйхатга олинган.

Диссертация Қарши муҳандислик иқтисодиёт институтида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий Кенгаш веб-саҳифасида (www.tashiit.uz) ва «Ziyonet» Ахборот таълим порталида (www.ziyonet.uz) жойлаштирилган.

Илмий раҳбарлар:

Зиямухамедова Умида Алижоновна
техника фанлари доктори, профессор

Бозоров Отабек Нашвандович
техника фанлари номзоди, доцент

Расмий оппонентлар:

Раҳманбердиев Гаппар
кимё фанлари доктори, профессор,
Қозоғистон Республикаси табиий фанлар
миллий академиясининг академики

Рискулов Алимжон Аҳмаджонович
техника фанлари доктори, профессор

Етакчи ташкилот:

Бухоро муҳандислик технология институти

Диссертация ҳимояси Тошкент давлат транспорт университети ҳузуридаги DSc.15/27.02.2020.Т.73.02 рақамли Илмий Кенгашнинг 2020 йил _____ соат ____ даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 100167, Тошкент, Темирийўлчи кўчаси 1-уй. Тел.:(99871) 299-00-01; факс: (99871) 293-57-54; e-mail: tashiit_rektorat@mail.ru).

Диссертация билан Тошкент давлат транспорт университетининг Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (_____ рақами билан рўйхатга олинган). (Манзил: 100167, Тошкент, Темирийўлчи кўчаси 1-уй. Тел.: (99871)299-05-66)

Диссертация автореферати 2020 йил « _____ » _____ кун тарқатилди.
(2020 йил « ____ » _____ даги _____ рақамли реестр баённомаси).

А.В. Умаров

Илмий даражалар берувчи
бир марталик илмий кенгаш раиси, т.ф.д., профессор

Э.У. Тешабаева

Илмий даражалар берувчи бир марталик илмий
кенгаш илмий котиби, т.ф.д., доцент

Ш.С. Файзибаев

Илмий даражалар берувчи бир
марталик илмий кенгаш ҳузуридаги
илмий семинар раиси, т.ф.д., профессор

КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзуининг долзарблиги ва зарурияти. Жаҳонда нефть ва газ саноатининг технологик жиҳозлари ва техник ускуналарининг 80% агрессив муҳит таъсирида коррозияга учрайди ва технологик режим, маҳсулотлар сифатини бузилишига олиб келади. Шу сабабдан технологик жиҳозларининг эксплуатацион ишончилигини таъминлашда уларнинг конструкцияларини такомиллаштириш билан бир қаторда юқори самарали янги органоминерал материаллар-қопламалар, ҳамда уларнинг олиш ва ишлатиш технологияларини яратиш муҳим аҳамиятга эга.

Бугунги кунда дунёда нефть ва газни қайта ишлаш ва кимё саноатини жадал ривожланиши даврида полимер материаллар асосида олинадиган, янги органоминерал материаллар ва улар асосида олинган қопламаларнинг тўлдирувчи, боғловчи фазалараро структурани, сирт фаол моддалар ва синчловчи ва мустаҳкамловчи тўлдирувчилар ёрдамида олдиндан берилган хоссали материаллар олиш бўйича тадқиқотлар олиб бориш орқали қопламаларни олиш технологияларини ишлаб чиқиш зарур.

Республикамизда нефть ва нефть-газ маҳсулотларининг таркибидаги агрессив ташкил этувчилари таъсирини металл конструкциялар ва жиҳозларга таъсирини камайтириш мақсадида, технологик машина ва конструкцияларни ишчи сиртларида маҳаллий хомашёлардан фойдаланиб самарали материаллар ва улар асосида олинган қопламаларни мақсадли қўллаш билан технологик жиҳозлар ишончилигини таъминлаш, иш унумдорлиги ва энергия тежамкорлигини ошириш борасида бир қанча ишлар олиб борилмоқда. Республикамизни янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегиясида, жумладан «...макроиқтисодий барқарорликни мустаҳкамлаш ва юқори иқтисодий ўсиш суръатларини сақлаб қолиш, миллий иқтисодиётнинг рақобатбардошлигини ошириш, ... иқтисодиётда энергия ва ресурслар сарфини камайтириш, ишлаб чиқаришга энергия тежайдиган технологияларни кенг жорий этиш» вазифаси белгилаб берилган. Бу борада, жумладан, нефть ва газ саноатининг технологик машина ва конструкцияларни ишчи сиртларида маҳаллий хомашё ва ресурслардан фойдаланиб самарали материаллар ва улар асосида олинган қопламаларни мақсадли қўллаш билан технологик жиҳозлар ишончилигини таъминлаш, иш унумдорлиги ва энергия тежамкорлигини ошириш муҳим вазифалардан бири ҳисобланади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича ҳаракатлар стратегияси тўғрисида»¹ги, 2018 йил 17 январдаги ПҚ-3479-сонли «Мамлакат иқтисодиёти тармоқларининг талаб юқори бўлган маҳсулот ва хомашё турлари билан барқарор таъминлаш чора-тадбирлари тўғрисида»²ги, 2018 йил 27

¹Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида» ги ПФ-4947-сон Фармони.//Халқ сўзи, 2017 йил 8 феврал

² Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2018 йил 27 апрелдаги «Инновацион ғоялар, технологиялар ва лойиҳаларни амалий жорий қилиш тизимини янада такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги ПҚ-3682-сон Қарори/ <https://iiv.uz/ru/pages/ozbekiston-respublikasi-prezidentining-farmonlari>

апрелдаги ПҚ-3682-сон «Инновацион ғоялар, технологиялар ва лойиҳаларни амалий жорий қилиш тизимини янада такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги қарорлари ҳамда мазкур фаолиятга 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 республикада фан ва технологиялар ривожланишининг II.«Энергетика, энергия ва ресурсларни тежаш» ҳамда «VII. Кимёвий технология ва нанотехнологиялар» устувор йўналишларига мувофиқ бажарилган.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Нефть ва газ соҳасида қўлланиладиган жиҳозларни коррозиядан ҳимояловчи композицион полимер материаллар яратиш бўйича етук, чет эл ва республикамиз олимлари A.Gandhi, M.Alexandre, P.Dubois, M.I.Abdou1, H.El-Sayed Ahmed M.A.Wahab, J.Xu, Y.Cao, L.Fang, J.Hu, J.Su, J.Zhang, M.Raji, M.El, M.Mekhzoum, D.Rodrigue, A.Elkasem, Q.Rachid, X.Liu, Ch.Gu, Z.Wen, B.Hou, M.M.Stack, H.C.Ениконов, Г.Н.Бартенев, А.А.Берлин, В.А.Белый, Ю.С.Липатов, А.И.Свириденок, В.А.Струк, М.А.Аскарров, А.Т.Жалилов, С.С.Негматов, С.Ш.Рашидова, А.С.Ибодуллаев, А.В.Умаров, А.А.Рискулов, У.А.Зиямухамедова, Э.У.Тешабаева ва бошқалар илмий ишлар олиб боришган.

Улар томонидан нефть, газни қайта ишлаш ва кимё саноати маҳсулотларининг таркибидаги агрессив ташкил этувчиларини металл конструкциялар ва жиҳозларга таъсирини камайтириш мақсадида, технологик машина ва конструкцияларни ишчи сиртларида композицион материалларни қўллаш, ва уларни олиш технологиялари яратиш борасида бир қанча илмий ишлар қилинган ва ишлаб чиқаришга жорий этилган.

Шу билан бирга ҳозирда нефть ва нефть-газ маҳсулотларини сақлаш, йиғиш ва ташиш жиҳозларини ишончлилигини ошириш учун янги материаллар ва технологиялар ишлаб чиқишда минерал тўлдирувчиларни механик модификациялаш, органоминерал материалларидан полифункционал гетерокомполит қопламалар олишда фазалараро структура шаклланиш механизмининг ўрганиш бўйича изланишлар олиб борилмоқда.

Диссертация тадқиқотининг диссертация бажарилган олий таълим муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги.

Диссертация тадқиқоти Қарши муҳандислик иқтисодиёт институти ва Тошкент давлат техника университети илмий тадқиқот режасининг ОТ-Ф-2-41-сон «Машинасозлик учун маҳаллий ашёлар ва маҳаллий энергетик ресурслар асосидаги гетерокомполит полимер материалларнинг структуравий шаклланиш жараёнлари ва функционал хусусиятларининг тадқиқотлари» (2017-2020 йй.) фундаментал лойиҳа доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади нефть ва нефть-газ маҳсулотларини йиғиш, ташиш ва сақлаш жиҳозларининг эксплуатацион ишончлилигини маҳаллий хомашё ва ресурслар асосида модификацияланган органоминерал материаллар ва улардан полифункционал гетерокомполит полимер қопламаларни олиш ва мақсадли қўллаш технологияларини яратишдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

минералларни майдаланиш табиат моҳиятини аниқлаш;

гидроабразив ейилишни технологик жиҳозлар ишончилигига таъсирини аниқлаш;

йирик ўлчамли, мураккаб конструкцияли технологик жиҳозларнинг ишчи сиртларида коррозия ва гидроабразив ейилишдан сақлаш имконини берадиган механик модификациялаш билан маҳаллий хомашёлар асосида самарали органоминарал материаллар ва улардан полифункционал гетерокомпозит қопламалар олиш;

яратилган органоминарал материалларнинг технологик, механик ва ейилишга бардошли хоссаларини аниқлаш;

органоминарал материаллар таркиби ва улардан полифункционал гетерокомпозит қопламалар олиш технологик режимларини ишлаб чиқиш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида нефть ва нефть-газ маҳсулотларини йиғиш, сақлаш ва ташишда ишлатиладиган йирик ўлчамли жиҳозлар ва техник воситалари эксплуатацион ишончилигига таъсир этувчи омиллар.

Тадқиқотнинг предмети маҳаллий ашё (Ангрен каолинининг турли маркалари, синчловчи тўлдирувчилар) ва улар асосида олинган органоминарал материаллар ва полифункционал гетерокомпозит қопламаларда боғлови-тўлдирувчи фазалараро жараён.

Тадқиқотнинг усуллари. Тадқиқот жараёнида органоминарал полимер материалларнинг ИК-спектроскопия, ДТА, ТСТ-анализлари, атом-куч микроскопия (АСМ), деформация, мустаҳкамлик, қаттиқлик, адгезия, гидроабразив, коррозиябардош хоссаларни аниқлашнинг усуллари ва воситаларидан фойдаланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

нефть ва нефть-газ маҳсулотларини йиғиш, сақлаш ва элтишда жиҳозларнинг эксплуатацион ишончилигини яхшилашда ва уларни маҳаллий хомашёлар асосидаги самарали органоминарал материаллар ва полифункционал қопламалар билан қоплашга асосланган активацион-гелиотехнология усули яратилган;

минералларни механик фаоллаштириб модификациялашда физик-кимёвий ҳодисалар, мусбат ва манфий зарядланган заррачаларни ҳосил бўлиши ва уларни боғловичи-тўлдирувчи фазалараро хоссаларига таъсири аниқланган;

яратилган композициянинг технологик, ейилишга бардошли ва коррозияга бардошли хоссалари аниқланган;

органоминарал материаллар таркиби, улардан жиҳоз сиртларида коррозия ва ейилишдан ҳимояловчи полифункционал қопламалар олиш режимлари ишлаб чиқилган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари:

боғловчи – тўлдирувчи фазалараро қатламда структура ҳосил бўлишида майдаланишнинг физик хусусияти минералларни майдаланиш табиати моҳиятига муҳим таъсир кўрсатиши аниқланган;

минералларни механик фаоллаштириш билан модификациялаш усулида оптимал структурали қоплама олиш имкони яратилган;

айланувчи цилиндрсимон идиш, оғир пўлат шарлар ўрнига ўлчамлари 50x50x50мм бўлган шарсимон тошлардан иборат экспериментал қурилма ва механоактивация усули ишлаб чиқилган;

коррозия ва ейилишга бардошли органоминерал материаллар ва улардан полифункционал қопламалар олиш технологияси ишлаб чиқилган.

Тадқиқот натижаларининг ишончилиги. Тадқиқот натижаларининг ишончилиги стандарт қурилма ва усулларни қўллаш, олинган натижаларга математик ишлов бериш ва уларни мавжуд натижаларга таққослаш билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.

Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти нефть ва нефть-газ маҳсулотларини йиғиш, сақлаш ва ташишда жиҳозларнинг эксплуатацион ишончилигини баҳолаш ва уни самарали органоминерал материаллар ва полифункционал қопламалар ишлаб чиқиб, маҳаллий хомашё ва энергия ресурсларини рационал қўллашга асосланган активацион-гелиотехнология усули илмий асоси яратилганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти нефть ва нефть-газ маҳсулотларини йиғиш, сақлаш ва ташиш жиҳозларида коррозия ва ейилишга бардошли органоминерал материаллар ва улар асосидаги полифункционал қопламаларни қўлланганлиги билан асосланади.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Маҳаллий органоминерал компонентлар асосида технологик жиҳозлар учун полифункционал қопламалар хоссалари ва технологиясини ишлаб чиқиш бўйича олинган натижалар асосида:

яратилган органоминерал материаллар ва улар асосидаги коррозияга бардош полифункционал қопламаларни «GISSARNEFTGAZ» ОАЖ ҚҚсида технологик жиҳози-газ конденсатини йиғиш резервуарлари ички сиртида амалиётга жорий этилган («O'ZBEKNEFTEGAZ»АЖнинг 2020 йил 30 октябрьдаги 05-17-5/113-сон маълумотномаси). Натижада, корхона технологик жиҳозининг эксплуатацион иш муддати коррозиядан сақлаш ҳисобига 35% ошириш имконини берган;

олинган органоминерал материаллар асосидаги ейилишга бардошли қопламалар «GISSARNEFTGAZ» ОАЖ ҚҚсининг нефтни йиғиш резервуарлари ички сиртига жорий этилган («O'ZBEKNEFTEGAZ»АЖнинг 2020 йил 30 октябрьдаги 05-17-5/113-сон маълумотномаси). Натижада, корхона технологик жиҳозининг иш унумдорлиги 25% га ошириш имконини берган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Диссертациянинг тадқиқот натижалари 8 та, жумладан 4 та ҳалқаро ва 4 та Республика илмий-амалий анжуманларида муҳокамадан ўтказилган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги. Диссертация мавзуси бўйича жами 18 та илмий иш чоп этилган. Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссияси томонидан докторлик диссертацияларининг асосий илмий натижаларини чоп этилиши тавсия қилинган илмий нашрларда 8 та мақола, жумладан 5 таси Республика ва 3 таси (2 таси Scopus базасидаги) ҳорижий журналларда нашр этилган, 2 та ЭҲМ дастурига гувоҳнома олинган.

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

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Кириш қисмида диссертация мавзу бўйича ўтказилган тадқиқотнинг долзарблиги ва зарурати асосланган, Ўзбекистон Республикаси фан ва технологияси тараққиётининг устувор йўналишларига мослиги кўрсатилган, тадқиқот мақсади ва вазифалари шакллантирилган, объекти ва предметлари тавсифланган, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва асосий натижалари баён қилинган, олинган натижаларнинг ишончлилиги асосланган, илмий ва амалий аҳамияти очиб берилган, тадқиқот натижаларини амалиётга жорий қилиш, нашр этилган ишлар ва диссертация тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг **«Органоминерал материаллар, хоссалари, таркиби, олиниши ва ишлатилиши»** деб номланган биринчи бобида ҳозирда мавжуд бўлган технологик жиҳозларнинг эксплуатация жараёнида гидроабразив ейилиш таъсирларига дуч келиши оқибатида эксплуатацион ишончилигига таъсир этувчи омиллар ва металл сиртларида нуқсонлар, масалан коррозия яралар, питтинг ёки механик жароҳатлар пайдо бўлган вазиятларда полимер ва органоминерал материаллари асосида олинган қопламалар қўллаш орқали эксплуатацион муддатини узайтириш мумкинлиги таҳлил қилинган.

Адабиётларнинг критик таҳлили ҳамда ингредиентлар ва композицион органик материаллар модификацияси жараёнининг замонавий ҳолатини ўрганиб чиқиш асосида, маҳаллий минералларни механик фаоллаштириш билан, улар асосида самарали органоминерал материаллар, полифункционал қопламалар яратиш нефть ва нефть-газ маҳсулотларини йиғиш, сақлаш ва ташиш технологик жиҳозлари учун эксплуатацион ишончилигини таъминлаш имкониятлари аниқланган.

Диссертациянинг **«Органоминерал материаллардан юқори самарали полифункционал қопламалар олиш учун тадқиқот объекти ва уларнинг хусусиятларини ўрганиш методлари»** деб номланган иккинчи бобида органоминерал материаллар ва улар асосида полифункционал қопламаларни олиш учун тадқиқот объекти ва уларнинг хусусиятларини аниқлаш усуллари батафсил ёритилган.

Тадқиқотнинг мақсад ва вазифаларидан келиб чиқиб, терморезистив полимер боғловчи – ЭД-20 эпоксид смоласи, полиэтилен полиамин қотиргич (ПЭПА), пластификатор–дибутилфталат (ДФФ), ишлаб чиқарилиши саноат миқёсида йўлга қўйилган, ҳар хил маркали «Ангрен каолин» ОАЖ маҳсулотларидан (АКФ–78, АКС–30, АКТ–10) фойдаланилди (1 жадвал).

Келтирилган материаллар асосида нефть ва нефть-газ маҳсулотларини йиғиш, сақлаш ва ташиш технологик жиҳозларни коррозия ва гидроабразив ейилишдан химояловчи органиоминерал материаллар ва улар асосида полифункционал қопламалар олиниб, уларнинг физик-механик ва

эксплуатацион хусусиятларини мавжуд стандарт метод ва воситалар орқали аниқлаш назарда тутилган. Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги шу тариқа таъминланган.

1-жадвал

Тадқиқот объекти материаллари

№	Материаллар номлари	ГОСТ ёки ТУ	Изоҳ
1	Эпоксид смоласи (ЭД–20)	ГОСТ 10587–72	Терморреактив боғловчи
2	Дибутилфталат (ДБФ)	ГОСТ 8728–76	Пластификатор
3	Госсипола смоласи	Tsh 86-38:2001	Модификацияловчи пластификатор
4	Полиэтиленполиамин (ПЭПА)	ТУ 6–02–594–70	Қотиргич
5	АКФ–78	О’з DSt 1056:2004	Тўлдирувчи
6	АКС–30	О’з DSt 1056:2004	Тўлдирувчи
7	АКТ–10	О’з DSt 1056:2004	Тўлдирувчи
8	Волластонит	-	Тўлдирувчи
9	Шиша пахтаси	ГОСТ 319132011	Тўлдирувчи
10	Базальт пахтаси	ГОСТ 4640-2011	Тўлдирувчи
11	Графит (уваланувчи)	ГОСТ 44404-88	Тўлдирувчи

Диссертациянинг «**Нефть ва нефть-газ маҳсулотларини йиғиш, сақлаш ва ташиш технологик жиҳозлари учун самарали органоминерал материаллар ва полифункционал қопламалар яратиш**» деб номланган учинчи бобида минерал заррачаларни механик фаоллаштириш учун мавжуд қурилмаларнинг ишлашини таҳлили асосида уларнинг айрим камчиликлари аниқланди, яъни ушбу қурилмаларнинг ишлаш принципида дисперсиялаш асосан геометрик ўлчамларнинг камайиши ва дисперсион таркибининг кўпайишига асосланган.

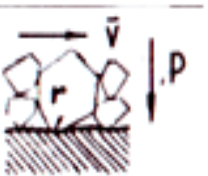
Бундай ҳолларда, турли хил таъсир этувчи воситаларда минералларнинг сирти физик-кимёвий фаоллаштириш самараларини минералларни майдаланиш табиатини ва ҳар хил таъсир этувчи муҳитларда гидроабразив ейилиш механизмларини (2-жадвал) ҳисобга олган ҳолда кенгайтириш йўллари топиш зарур эканлиги таъкидланган.

Маълумки, ҳар қандай ишқаланиш турида мусбат ва манфий электростатик зарядлар ҳосил бўлади. Табиий минераллар, хусусан каолиннинг зарядланган электронлари мозаик тузилишда жойлашган бирикмалар турига киради, деб тахминлаш мумкин. Бунда ҳосил бўладиган электростатик зарядлар тўпланмасдан ўзаро рекомбинацияланади. Тўлдирувчи сиртларидаги зарядланган заррачаларни композит материаллар боғловчи-тўлдирувчи фазалар

аро қатламга ижобий таъсирини ўрганишга, тадқиқотчилар томонидан майдаланиш табиати механизмлари таҳлилидан келиб чиқиб зарур эътибор берилмаган.

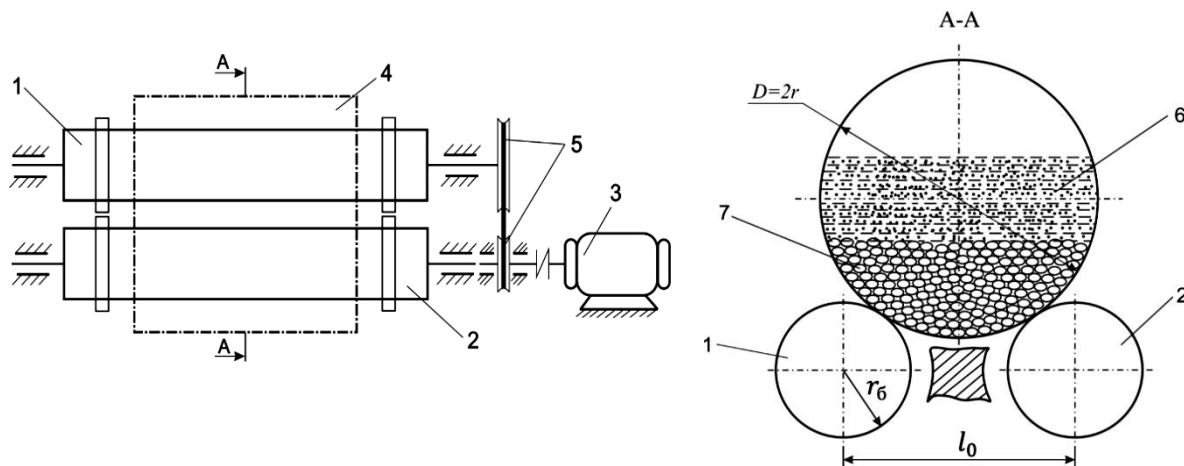
2-жадвал.

Хар хил муҳитлардаги гидроабразив ейилиш турлари классификацияси

Ташқи муҳит	Фрикцион тегишув схемаси	Қаттиқ заррачаларсиз ейилиш тури	Абразив ейилиш турлари
Вакуум		-----	Абразив космик эрозия
Газ		Абляция, газ эрозияси	Газ-абразив ейилиш
Суюқлик		Гидравлик эрозия, кавитацион ейилиш	Газ-абразив ейилиш
Газ, суюқлик		Думалаш ишқаланишида ейилиш, питтинг коррозия, фреттинг коррозия	Сирпаниб ишқаланишида тегишув абразив ейилиши
Газ, суюқлик		Қуруқ ишқаланиш ва чегаравий мойланишда ишқаланиш фреттинг – коррозия	Сирпаниб ишқаланишида тегишув абразив ейилиши
Газ+суюқлик+минерал заррачалар		-----	Қаттиқ заррачалар массасида абразив ейилиш
Газ+суюқлик+минерал заррачалар+органик муҳит		Органик муҳитда ишқаланишдаги ейилиш	Қаттиқ заррачалар массасида абразив ейилиш

Ушбу мулоҳазалардан келиб чиқиб, биз геометрик ўлчамларининг оз ўзгариши билан тўлдирувчиларни механик равишда фаоллаштириш усулини танладик, бунда минерал заррачалар фаоллаштириш юзасида зарядланган электронлар ҳосил бўлади, ва улар фазалараро структура ҳосил қилинишида ижобий натижа беради.

Қарши муҳандислик иқтисодиёт институтининг «Нефть ва газ конларини ишга тушириш ва улардан фойдаланиш» кафедрасида ўлчамлари 50x50x50мм атрофида бўлган тошлардан ташкил топган цилиндрсимон югурувчи барабанлар тизимига асосланган механоактиватор илк бор таклиф этилди (1-расм).



1-етақловчи барабан; 2-етақланувчи барабан; 3-электромотор; 4 – цилиндрсимон идиш; 5-гасмали узатма; 6-фаоллаштириладиган полимер ва минерал компонентлар; 7-шарсимон табиий тошлар.

1-расм. Югурувчи барабанлар тизими ва цилиндрсимон идишдан иборат механоактиватор схемаси

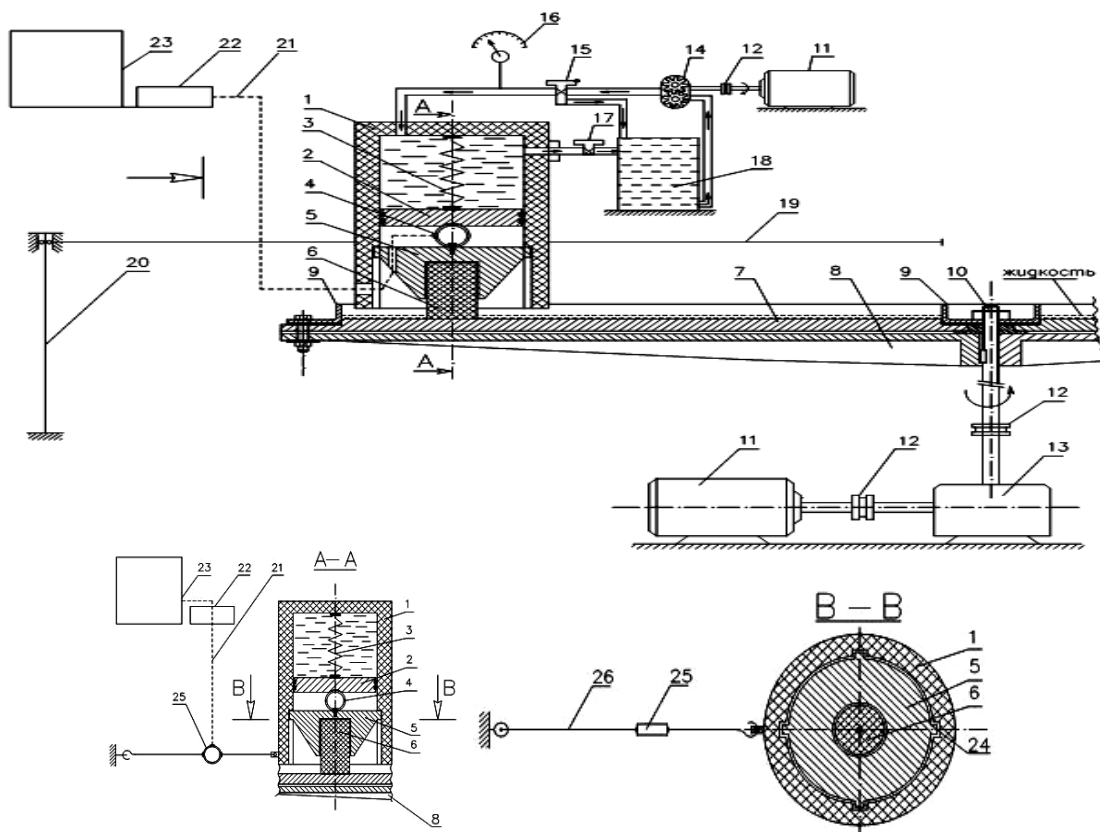
Синовлар гидроабразив муҳитда горизонтал айланадиган диск юзаси билан вертикал жойлашган полимер материалнинг цилиндрсимон намуналарни орасидаги ишқаланишининг ўзаро таъсирини ўлчаган ҳолда ФАР 01039 «Дискли трибометр-релаксометр» қурилмасида олиб борилган (2-расм).

Шуни таъкидлаш лозимки, танланган модернизация қилинган қурилма деформация ва чизиқли ейилиш жадаллиги бўйича ишонарли ва аниқроқ реал натижа олиш имконини беради. Синаш учун қурилма режимлари барча турдаги тадқиқот материаллари учун доимий бўлиб сирпаниш тезлиги $v = 2$ м/с, босим $p = 1,0$ МПа ташкил этди. Тадқиқотлар ҳам қуруқ ҳам суюқлик режимларида, яъни ҳаво ва ҳар хил агрессив сувли муҳит режимларида ўтказилди. Нисбий ейилишга бардошли қуйидаги формула орқали аниқланди:

$$i_{om} = \frac{I_{ca}}{I_{ca}}, \quad (1)$$

бу ерда: I_{ca} и $I_{га}$ – қуруқ абразив ва гидроабразив ишқаланиш режимларида чизиқли ейилиш жадаллиги;

i_{om} – нисбий ейилишга бардошли.



1-гидроцилиндр; 2-поршень; 3-поршень усти бўшлиғидаги пружина; 4-тензометрик ҳалқа; 5-кесик конус кўринишидаги қисгич; 6-синаладиган намуна; 7-қоплама; 8-таянч диски; 9-суяқлик узатиш мосламаси; 10-юритма вали; 11- ўзгармас ток электромотори; 12-муфта; 13-редуктор; 14-шестереняли насос; 15-редукцион клапан; 16-манометр, 17-кран, 18-суяқлик учун идиш; 19-стрела; 20-таянч; 21-электр сим; 22-“Spider 8”дастурий – аппарат комплекси; 23-компьютер; 24-ярим призмасимон чиқик; 25-тензометрик ҳалқа; 26-трос

2-расм. Дискли трибометр-релаксометр

Тадқиқот натижаларидан кўриш мумкинки АКФ–78, АКС–30, АКТ–10 маркали каолинлар билан тўлдирилган қопламаларда сувли муҳитдаги нисбий гидроабразив ейилишга бардошлилиги миқдори куруқ ишқаланишдаги миқдорига нисбатан анча юқори (3-жадвал). Сувли муҳитдаги ишқаланишда гидроабразив ейилишга бардошликни энг юқори миқдори сувда ва энг кам миқдори H_2SO_4 муҳитидалиги кузатилди.

Тадқиқот натижаларига математик ишлов беришда Ньютоннинг интерполяцион формуласи 3-жадвал натижалари учун информатсион параметрлар: X_i , Δy_0 , $\Delta^2 y_0$, $\Delta^3 y$, $\Delta^4 y$ фарқланиш жадвалларини тузиб қуйидагича аналитик ифодаланди.

$$P(x) = y_0 + \frac{\Delta y_0}{1!h}(x - x_0) + \frac{\Delta^2 y_0}{2!h^2}(x - x_0)(x - x_1) + \frac{\Delta^3 y}{3!h^3}(x - x_0)(x - x_1)(x - x_2) + \frac{\Delta^4 y}{4!h^4}(x - x_0)(x - x_1)(x - x_2)(x - x_3) \quad (2)$$

Ҳар хил муҳитлардаги нисбий гидроабразив ейилишга бардошлик

Қопламалар	Ушлаш вақти, (сутка)				
	5	10	15	20	25
	Сув муҳитида				
Тўлдирувчисиз	0,366	0,365	0,364	0,364	0,364
КПМ+АКТ-10	0,389	0,388	0,388	0,387	0,387
КПМ+АКС-30	0,238	0,236	0,233	0,232	0,232
КПМ+АКФ-78	0,114	0,114	0,113	0,112	0,111
NaCl 5% ли муҳитида					
Тўлдирувчисиз	0,266	0,267	0,266	0,265	0,264
КПМ+АКТ-10	0,271	0,272	0,272	0,271	0,271
КПМ+АКС-30	0,182	0,178	0,172	0,168	0,167
КПМ+АКФ-78	0,105	0,104	0,103	0,102	0,102
H ₂ SO ₄ 5% муҳитида					
Тўлдирувчисиз	0,254	0,255	0,254	0,253	0,252
КПМ+АКТ-10	0,261	0,262	0,263	0,261	0,261
КПМ+АКС-30	0,152	0,151	0,150	0,149	0,149
КПМ+АКФ-78	0,093	0,093	0,092	0,091	0,091

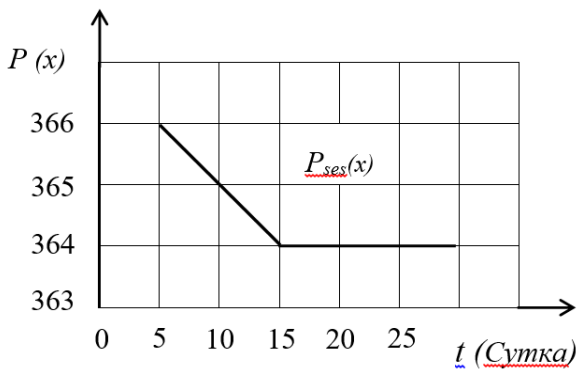
Диссертацияда тадқиқотланган барча (тўлдирувчисиз ва АКТ-10, АКС-30 АКФ-78 тўлдирувчили) қопламалар учун алоҳида математик ифодалар мавжуд. Афторефератда мисол тариқасида АКТ-10 тўлдирувчили қоплама учун интерполяцион формула тенгламаси ифодаларини намоиш этамиз.

$$h = x_1 - x_0 = t_{i+1} - t_i \quad (3)$$

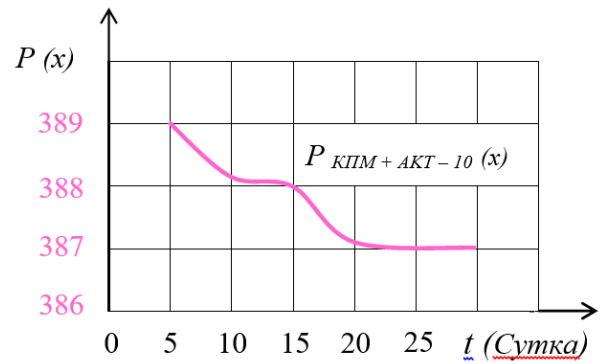
$$\begin{aligned}
 P_{\text{КПМ+АКТ-10}}(x) &= 0,389 - \frac{0,001}{1!5}(x-5) + \frac{0,001}{2!5^2}(x-5)(x-10) + \frac{0,002}{3!5^3}(x-5)(x-10)(x-15) + \\
 &+ \frac{0,004}{4!5^4}(x-5)(x-10)(x-15)(x-20) = 0,389 - 0,005x + 0,01 + 0,00002(x^2 - 15x + 50) + \\
 &+ 0,0000032(x-5)(x^2 - 35x + 300) + 2,6 \cdot 10^{-7}(x^2 - 15x + 50)(x^2 - 35x + 300) = \\
 &= 0,389 - 0,005x + 0,01 + 0,00002x^2 - 0,0003x + 0,001 + 0,0000032(x^3 - 40x^2 + 475x - 1500) + \\
 &+ 0,0000002(x^4 - 20x^3 + 875x^2 - 6250x + 15000)
 \end{aligned}$$

$$P_{\text{КПМ+АКТ-10}}(x) = 0,00000026x^4 - 0,000002x^3 + 0,0001195x^2 - 0,005405x + 0,3895 \quad (4)$$

Тадқиқот натижаларини Ньютоннинг интерполяцион формуласи ҳамда Лагранж методини қўллаш билан композит материаллар таркибидаги каолин тўлдирувчисининг самарали тури (3,4-расм) ва эксплуатацион муҳит таъсирини сон жиҳатдан муҳимлигини аниқлашда АКТ-10 тўлдирувчи қўшилган қопламанинг гидроабразив ейилиш шароитида афзаллиги аниқланди (5,6-расм).



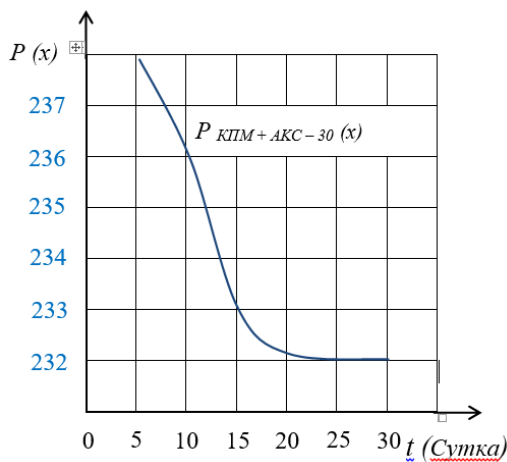
а)



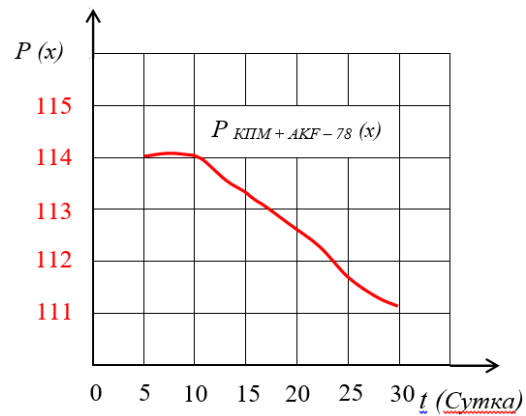
б)

Тўлдирувчисиз (а) ва АКТ-10 тўлдирувчили (б)

Расм 3. Қопламалар гидрообразив ейилишга бардошлилигининг сув муҳиtida вақтга боғлиқлиги



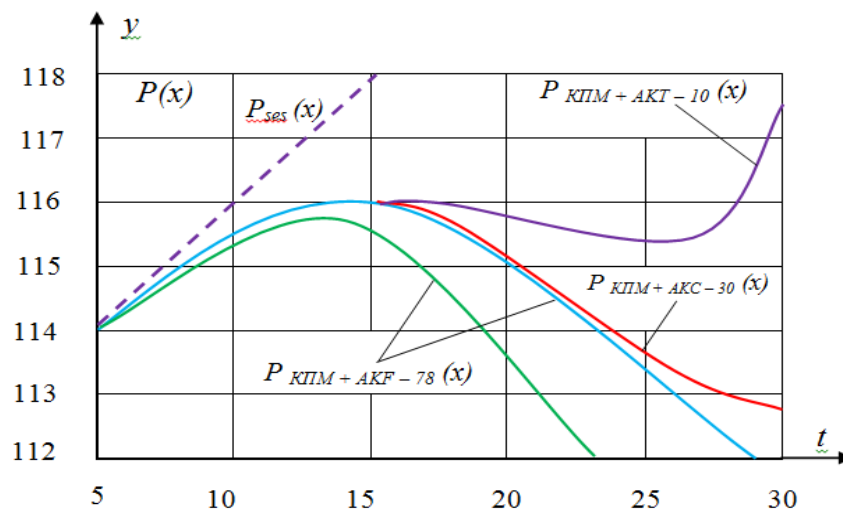
а)



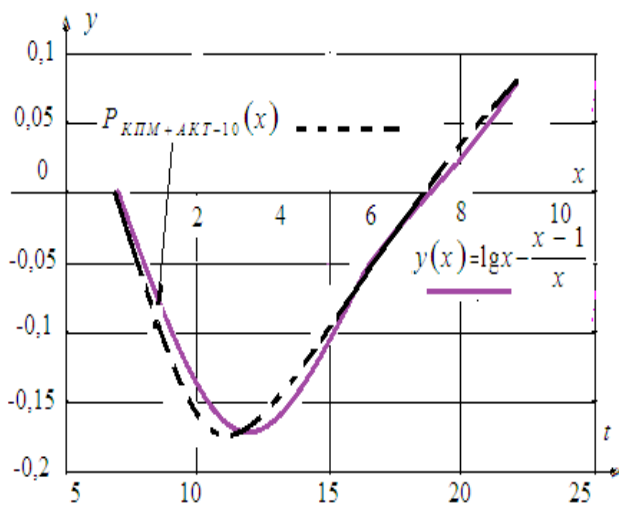
б)

АКС-30 (а) ва АКФ-78 тўлдирувчили (б)

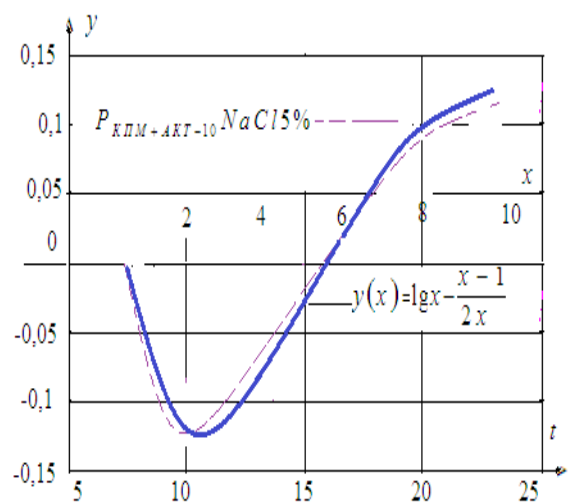
Расм 4. Қопламалар гидрообразив ейилишга бардошлилигининг сув муҳиtida вақтга боғлиқлиги



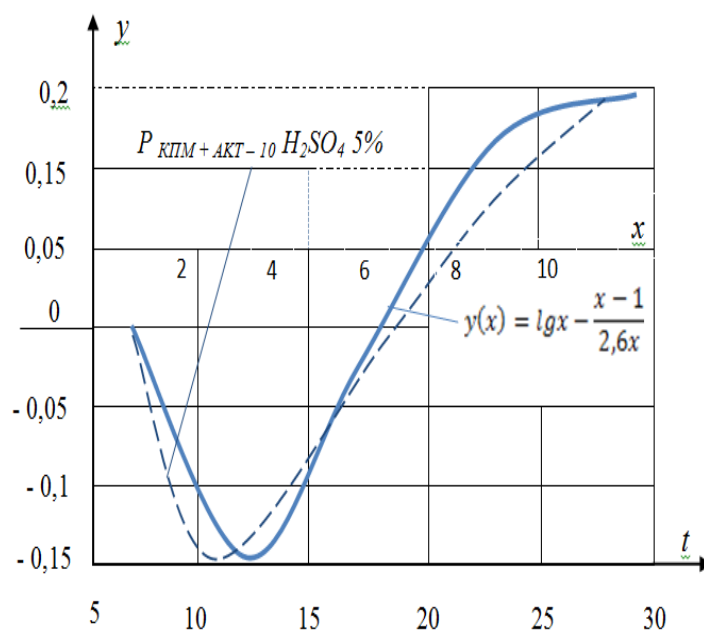
5-расм. Қопламаларнинг сув муҳиtida сақлаш давомида гидрообразив ейилишга бардошлилигининг логарифмик ва тригономеррик кўрсаткичларининг таққослаш натижалари



а)



б)



в)

а - сув; б- NaCl ; в- H_2SO_4 муҳитларида.

Расм 6. Полифункционал гидроабразив гетерокомпозит қопламаларнинг ҳар хил муҳитдаги nisбий ейилишга бардошлилигининг логарифмик функционал боғлиқлиги

Тригонометрик ва функционал факторлар аниқланди ва регрессия тенгламалари чиқарилди. Шундай қилиб, тадқиқот натижаларининг стандарт ноаниқлик (хатолик) 5%гача чегарасида ишончилиги таъминланди. Табиий минераллардан рационал фойдаланиш бўйича назарий ва амалий тадқиқот натижалари таҳлили, ҳамда ушбу бобда олиб борилган тадқиқотларимиз натижаларини ҳисобга олиб, физик-кимёвий ҳодисаларнинг устувор факторларни, хусусан мусбат ва манфий зарядланган заррачаларни ҳосил бўлиши ва уларни боғлови-тўлдирувчи фазалараро хоссаларига таъсирини мақсадли қўлашни илмий асос сифатида қабул қилиш мумкин.

Танланган илмий асоснинг амалий татбиғи биз илгари таклиф қилган усул ва мосламани такомиллаштириш орқали ишлаб чиқиши мумкин, бу ерда майдалаш принципи шарсимон табиий тошларнинг ўзаро нисбий ҳаракатлари билан амалга оширилади.

Диссертациянинг «**Органоменерал материаллар ва полифункционал гетерокомполит қопламаларни ишлаб чиқиш, жорий этиш ва қўлланилишининг техник-иқтисодий самарадорлиги**» деб номланган тўртинчи боби тадқиқот натижаларини амалда қўлланилишига қаратилган. Жиҳозларнинг эксплуатацион ишончилигини ошириш борасида саноатда олиб борилган таҳлиллар шуни кўрсатдики резервуарларнинг ҳар қисмида, ташқи ва ички томонидан ҳам кучли коррозия таъсирига дучор бўлиши аниқланди. Резервуарларнинг ички томонида юзага келадиган локал коррозия жараёнининг ривожланиши туфайли содир бўлади. Кўпгина ҳолатларда бу ярасимон коррозия турида намоён бўлиб тўсатдан авария вазиятларни пайдо бўлишига олиб келади.

Умумий коррозия тезлиги йилига 0,1дан 1,1 мм гача ўзгариши ва ярасимон коррозияда бу кўрсаткич 5 мм ва ундан ортиқ бўлиши таъкидланган. Бу вертикал пўлат резервуарларини капитал таъмирлаш оралиқ даврини уч йилдан ошмаслигига олиб келади. Аммо уларни иш муддатини турли мақсадлар учун тўлдирувчиларни қўллаб эпоксид боғловчилар асосида коррозиябардош қопламаларни қўллаш орқали узайтириш мумкинлиги таъкидланган.

Резервуарларда коррозия-гидроабразив ҳодисаларни ривожланишини ўрганиш билан биз резервуарларни 1-3 сатҳлари асосан гидроабразив ейилишга дучор бўлиши ва қолган 4-6 сатҳлар асосан товар ости суви, нефть ва нефть маҳсулотлар буғлари таъсирида коррозияга учраши белгиланди. Шу муносабат билан, тажриба-саноат синовлари ва тадқиқотлари пайтида резервуарларнинг бутун ички қисми коррозиябардош таркиб билан, 1-3 сатҳлар эса жиҳоз эксплуатацияси муҳим жиҳатларини ҳисобга олиб ейилишга бардошли органоменерал таркибнинг полифункционал ейилишга бардошли қопламаси билан иккинчи қатлам қопланди. Коррозияга чидамлилигини аниқлаш бўйича синовлар «GISSARNEFTGAZ» ОАЖ ҚҚнинг «Shimoliy Guzor» конидаги газ конденсатини йиғиш резервуарлари ички юзаларида ўтказилди. Жорий этиш ишлари жиҳозлар ва резервуарларни таъмирлаш жараёнида олиб борилди. Қопламалар терморреактив боғловчи ЭД-20 ва механик фаоллаштирилган ангрэн каолинлари асосида тайёрланган коррозиябардош қопламалар суртилди. Коррозиябардош ва ейилишга бардошли қопламалар таркиби 4-жадвалда келтирилган.

Органоменерал материалларнинг коррозиябардош хусусиятлари ҳар хил стандарт муҳитларда синаш билан ижобий натижалар олинди, улар диссертация ишида батафсил келтирилган. Қопламаларнинг коррозия ва ейилишга бардошлилигини химоялаш хусусиятларини баҳолаш бўйича намуналар «Шакарбулоқ» конининг технологик резервуарларида Ст3 металл материалларидан ясалган конструкцияларни абразив ейилишга олиб келувчи эксплуатация шароитида агрессив, механик аралашмалари бўлган сувли нефть муҳитида олиб борилди.

Тажриба-синов ишларини ўтказиш учун икки қатламли органоминерал материаллар асосидаги полифункционал гетерокомпозит қопламалар «Шакарбулок» конининг ишчи хажми 428 м³ (стандарт 500 м³) баландлиги h = 7,5 м, R = 4,263 м бўлган технологик жиҳозларнинг сиртида терморреактив боғловчи, пластификатор, Ангрен каолинлари турли маркалари ва қотиргичдан таркиб топган пастки-коррозиябардош-адгезион қатлам (КГПМ) ва синчлов билан мустаҳкамловчи ҳар хил тўлдирувчилардан иборат устки – ейилишга бардош қатлам (ИГПМ) синовдан ўтказилди.

4-жадвал.

Коррозияга ва ейилишга бардошли органоминерал қопламалар таркиби

Қопламалар компонентлари	Миқдори (мас.к.) ва таркиби					
	КГПМ-1	КГПМ-2	КГПМ-3	ИГПМ-1	ИГПМ-2	ИГПМ-3
ЭД-20	100	100	100	100	100	100
ДФФ+ГС	10	10	10	10	10	10
ПЭПА	10	10	10	10	10	10
АКФ-78	10	-	15	-	-	-
АКС-30	-	10	15	-	-	-
АКТ-10	20	20	-	10	10	10
Графит	-	5	-	2	3	4
Волластонит	-	-	-	20	-	-
Базальт пахтаси	-	-	-	-	20	-
Шиша пахтаси	-	-	-	-	-	20

Келтирилган натижалар асосида, ейилишга бардошли қопламаларнинг қўлланиши билан жиҳозларнинг иш муддатини узайтиришни реал имкониятларини кўриш мумкин (5-жадвал).

5-жадвал

Қоплама қалинлигини эксплуатация муддатига боғлиқ ўзгариши

Қоплама тури	Қоплама қалинлиги, мм.						
	дастлабки	2 ой	4 ой	6 ой	8 ой	10 ой	12 ой
ИГПМ-1	2,99	2,82	2,64	2,50	2,22	2,02	1,6
ИГПМ-2	3,01	2,85	2,67	2,47	2,31	2,15	2,0
ИГПМ-3	3,00	2,87	2,75	2,61	2,48	2,32	2,2

Бунда, путирсиз баҳолаш усулида (ультратовуш ва магнитли қалинлик ўлчагичлар) икки ой даврийлигида бир йил мобайнида кузатиб борилди. Синов натижалари 5-жадвалда келтирилган бўлиб энг кўп ейилишга бардошлили базальт (ИГПМ-2) ва шиша пахталар (ИГПМ-3) билан синчланган қопламаларда кузатилди, бунда ейилиш тезлиги йилига ўртача 0,8-1 ммга тенг

бўлди, икки қатламли қопламани фақатгина бир мартада суришда резервуар эксплуатация муддатини камида 35%га оширди.

Шундай қилиб органоминерал материаллардан икки қатламли қопламалар етарли даражада нефть ва нефть-газ маҳсулотларини йиғиш, сақлаш ва элтиш жиҳозларини кимёвий-агрессив муҳитларда ҳимоя қилувчи юқори ейилишга бардошли қопламалар сифатида жорий этилиши мумкин.

2017-2019 йилларда тадқиқот натижаларини ишлаб чиқариш корхонасида синовдан ўтказиш ва жорий этиш бўйича амалий ишлар олиб борилиши натижасида нефть ва нефть-газ маҳсулотларини йиғиш, сақлаш ва ташиш жиҳозларини эксплуатацион ишончлилигини ошириш учун асосий сабаблари ва таъсир этувчи омиллари аниқланиб, коррозиябардош ва ейилишга бардошли материаллар ва улардан полифункционал қопламалар олиш технологик регламентини ишлаб чиқилиб «GISSARNEFTGAZ» ОАЖ ҚҚга фойдаланиш учун топширилди.

Иқтисодий самарадорлик полифункционал органоминерал қопламаларни мақсадли қўллаш билан амалга оширилди ва куйидаги стандарт усулда ҳисобланди:

$$Kp = 1 - \frac{Lp}{Ln} = 1 - \frac{9}{12} = 0.25 \quad (5)$$

Бу ерда: Kp – коррозияга чидамли ва ейилишга бардошли қопламани қўллашда технологик жиҳоз ишлаш муддатини узайтириш коэффициенти; Lp – жиҳозларнинг коррозион-гидроабразив шароитда ишлаш муддати, сон жиҳатдан ўртача 9га тенг; Ln – икки қатламли коррозия ва ейилишга бардошли органоминерал полифункционал қопламаларнинг ишлатилиши натижасида жиҳозларнинг йиллик иш муддати ўртача 12га тенг бўлса $Kp=25\%$ ни ташкил этади. Корхона мутахассислари томонидан ўтказилган ҳисоблар бўйича 56 807 309 сўм (битта резервуар учун) реал ва 114 млн сўм кутилаётган иқтисодий самарадорликка эришилди. Бундай корхоналарни мамлакатимиз ҳудудида 100 дан зиёдлигини инобатга олиб тадқиқот натижаларини кенг жорий этилса бу салмоқли иқтисодий тармоқдан мамлакатимизда янада кўп миқдорда самарадорликка эришиш имкони бор.

ХУЛОСА

1. Нефть ва нефть-газ маҳсулотларини йиғиш, сақлаш ва ташишда жиҳозларнинг эксплуатацион ишончлилигини баҳолаш ва уни самарали органоминерал машинасозлик материаллари ва улар асосида полифункционал қопламаларни турли тўлдирувчилар жумладан табиий минераллардан мақсадли фойдаланиб ишлаб чиқиш илмий асосланди.

2. Минералларни механик фаоллаштириб модификациялашда физик-кимёвий ҳодисаларнинг устувор факторларни, хусусан мусбат ва манфий зарядланган заррачаларни ҳосил бўлиши ва уларни боғловчи-тўлдирувчи фазалараро хоссаларига таъсирини мақсадли қўллаш тавсия этилди.

3. Минералларни фаоллаштиришда майдалаш принципи шарсимон табиий тошларнинг ўзаро нисбий ҳаракатлари билан амалга ошириш таклиф қилган усул ва мосламани такомиллаштириш орқали эришиш тавсия этилди.

4. Олинган натижаларни Ньютоннинг интерполяцион формуласи ва Лагранж методини қўллаш билан, композит қоплама таркиби ва эксплуатацион муҳит таъсирлари миқдорий муҳимлиги аниқланди, бунда АКТ-10 тўлдирувчи полифункционал қопламанинг афзаллироқлиги аниқланди. Тригонометрик ва функционал омиллар аниқланиб регрессия тенгламалари чиқарилди, натижаларнинг ишончилиги 5% стандарт хатолик чегарасида таъминланди.

5. Товароти сувларининг ионли таркиби таъсирида конструкцион пўлатларнинг эксплуатацион ишончилигини камайтиришда нотекис коррозион жараёнининг ярасимон емирилишининг устуворлиги аниқланди емирилишнинг жиҳозлар эксплуатацион ишончилигига салмоқли таъсир этиши аниқланди. Олинган натижаларни нефть ва нефть-газ маҳсулотларини йиғиш, сақлаш ва ташиш жиҳозларида қўлланганда энг кўп ейилишга бардошлилик базальт ва шиша толалар билан синчанган қопламаларда кузатилди, бунда ейилиш тезлиги йилига ўртача 0,8-1 ммга тенг бўлди, икки қатламли қопламани фақатгина бир марта суришда резервуар эксплуатация муддатини камида 35%га ошиши кўрсатилди.

6. Жиҳозлар ва техник воситалар ишончилигига таъсир этувчи муҳим фактор сифатида гидроабразив ейилиш жараёни аниқланиб, органоминерал материаллар таркиби, улардан полифункционал қопламалар олиш режимлари ва жиҳоз сиртларида мақсадли қўллаш тартиблари тавсия этилди.

**РАЗОВЫЙ НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЕНОЙ
СТЕПЕНИ ДОКТОРА НАУК DSc 15/27.02.2020.Т.73.02 ПРИ
ТАШКЕНТСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ ТРАНСПОРТНОМ
УНИВЕРСИТЕТЕ**

КАРШИНСКИЙ ИНЖЕНЕРНО ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

РАХМАТОВ ЭРКИН АБДИҲАФИЗОВИЧ

**СВОЙСТВА И ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПОКРЫ-
ТИЙ ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОБОРУДОВАНИЙ НА ОСНОВЕ
МЕСТНЫХ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ КОМПОНЕНТОВ**

**05.02.01 – Материаловедение в машиностроении. Литейное дело. Термическая обработ-
ка и обработка металлов давлением. Металлургия чёрных, цветных и редких металлов.**

Технология редких, ценных и радиоактивных элементов

02.00.14 – Технология органических веществ и материалов на их основе

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

Тема диссертации доктора философии по техническим наукам (PhD) зарегистрирована Высшей аттестационной комиссией при Кабинете Министров Республики Узбекистан за номером B2019.4.PhD/T911

Диссертация выполнена в Каршинском инженерно экономическом институте.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-сайте Научного Совета (www.tashiit.uz) и Информационно-образовательном портале «Ziyonet» (www.ziyonet.uz).

Научные руководители: **Зиямухамедова Умида Алижоновна**
доктор технических наук, профессор

Бозоров Отабек Нашвандович
кандидат технических наук, доцент

Официальные оппоненты: **Рахманбердиев Гаппар**
доктор химических наук, профессор, академик
Национальной академии естественных наук
Республики Казахстан

Рискулов Алимжон Ахмаджонович
доктор технических наук, профессор

Ведущая организация: **Бухарский инженерно-технологический институт**

Защита диссертации состоится «_____» _____ 2020 г. в _____ часов на заседании разового Научного совета DSc.15/27.02.2020.T.73.02 при Ташкентском государственном транспортном университете. (Адрес: 100167, г. Ташкент, ул. Адылходжаева, 1. Тел.: (99871) 299-00-01; факс: (99871) 293-57-54; e-mail: tashiit_rektorat@mail.ru).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Ташкентского государственного транспортного университета (регистрационный номер - _____). (Адрес: 100167, Ташкент ул. Адылходжаева, 1. Тел.: (99871) 299-05-66).

Автореферат диссертации разослан «_____» _____ 2020 года.
(протокол реестра № _____ от «_____» _____ 2020 года).

А.В. Умаров
Председатель разового научного совета
по присуждению ученых степеней,
д.т.н., профессор

Э.У. Тешабаева
Ученый секретарь разового научного совета
по присуждению ученых степеней, д.т.н., доцент

Ш.С. Файзибаев
Председатель разового научного семинара,
при научном совете по присуждению
учёных степеней, д.т.н., профессор

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. В мире 80% из общего числа технологического оборудования и технического оснащения, эксплуатируемых нефтегазовой промышленностью, подвержены коррозионному процессу под воздействием агрессивных сред, что приводит к ухудшению качества продукции. Поэтому для обеспечения эксплуатационной надежности технологического оборудования, наряду с совершенствованием его конструкции, важно создавать новые высокоэффективные органоминеральные материалы и покрытия, а также технологии их изготовления и использования.

На сегодняшний день в мировом масштабе в период интенсивного развития нефтегазоперерабатывающей и химической промышленности, необходимость разработки новых органоминеральных материалов на основе полимеров и покрытий на их основе, а также проведение исследований структуры материалов по влиянию поверхностно – активных веществ и различных армирующих и упрочняющих наполнителей на межфазном уровне, являются важной.

В нашей республике ведутся работы целевого использования эффективных материалов и покрытий на их основе с применением местного сырья в целях уменьшения воздействия агрессивных компонентов нефти и нефтегазопродуктов на металлические конструкции, обеспечения надежности технологического оборудования. Стратегия действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан на 2017-2021 годы включает «... укрепление макроэкономической стабильности и поддержание высоких темпов экономического роста, повышение конкурентоспособности национальной экономики, повышение энергоэффективности, ... экономию энергии и ресурсов в экономике». Реализация этих задач, в том числе разработка ресурсосберегающих технологий с использованием местных ресурсов является одной из важных задач.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных в Указе Президента Республики Узбекистан №УП-4947 от 7 февраля 2017 года «О Стратегии действий по пяти приоритетным направлениям развития Республики Узбекистан на 2017-2021 годы»¹, а также за №ПП-3479 от 17 января 2018 года «О мерах по стабильному обеспечению отраслей экономики страны востребованными видами продукции и сырья», ПП-3682 от 27 апреля 2018 года «О мерах по дальнейшему совершенствованию системы практического внедрения инновационных идей, технологий и проектов»² и другими нормативно-правовыми документами, принятыми в данной сфере.

¹Указ Президента Республики Узбекистан №УП-4947 от 7 февраля 2017 года «О Стратегии действий по пяти приоритетным направлениям развития Республики Узбекистан на 2017-2021 годы»//Народное слово, 8 февраля 2017г.

²Постановление Президента Республики Узбекистан №ПП-3682 от 27 апреля 2018 года «О мерах по дальнейшему совершенствованию системы практического внедрения инновационных идей, технологий и проектов»/ <https://iiv.uz/ru/pages/ozbekiston-respublikasi-prezidentining-farmonlari>

Соответствие исследований приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики. Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологий «II Энергетика и энергосберегающая технология», а также «VII Химические технологии и нанотехнологии».

Степень изученности проблемы. Исследования по созданию полимерных композиционных материалов антикоррозионного назначения, используемых в нефтегазовой отрасли, проводились как видными зарубежными, так и отечественными учёными: A. Gandhi, M. Alexandre, P. Dubois, M.I. Abdoul, H.El-Sayed Ahmed M.A. Wahab, J.Xu, Y.Cao, L.Fang, J.Hu, J.Su, J.Zhang, M.Raji, M. El, M. Mekhzoum, D. Rodrigue, A. Elkacem, Q.Rachid. X. Liu, Ch.Gu, Z. Wen, B.Hou, M.M. Stack, H.C. Ениколоповым, Г.Н. Бартневым, А.А. Берлиным, В.А. Белым, Ю.С. Липатовым, А.И. Свиридёноковым, В.А. Струком, М.А. Аскарковым, А.Т. Джалиловым, С.С. Негматовым, С.Ш. Рашидовой, А. Ибодуллаевым, А.В. Умаровым, А.А. Рискуловым, У.А. Зиямухамедовой, Э.У. Тешабаевой и другими.

Ими достигнуты научно-практические результаты по защите технологических машин и конструкций от коррозии и износа, по применению и разработке технологии получения металлополимерных систем и композиционных материалов в различных экстремальных условиях в целях уменьшения воздействия агрессивных компонентов.

В то же время ведутся исследования по изучению механизма формирования межфазной структуры при производстве полифункциональных гетерокомпозиционных покрытий из органоминеральных материалов, механической модификации минеральных наполнителей в разработке новых материалов и технологий для повышения надежности оборудования для хранения и транспортировки нефтегазопродуктов.

Связь темы диссертации с научно-исследовательскими работами высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация.

Диссертационное исследование проводилось в рамках плана научно-исследовательских работ Каршинского инженерно экономического института и Ташкентского государственного технического университета по фундаментальному проекту ОТФ-2-41 «Исследование процессов структурообразования и функциональных свойств гетерокомпозиционных полимерных материалов для машиностроения на основе местных сырьевых и энергетических ресурсов» (2017-2020 гг.).

Целью исследования является разработка технологии получения и целенаправленного применения модифицированных органоминеральных материалов и многофункциональных гетерокомпозиционных полимерных покрытий на основе местного сырья для обеспечения эксплуатационной надежности оборудования для сбора, транспортировки и хранения нефтегазопродуктов.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить **следующие задачи:**

определение природы измельчения минералов;

определение влияния гидроабразивного износа на надежность технологического оборудования;

получение эффективных органоминеральных материалов и полифункциональных гетерокомпозитных покрытий из них на основе местных материалов с применением метода механической модификации, что позволяет предотвратить коррозию и гидроабразивный износ рабочих поверхностей крупногабаритного, сложно-конструкционного технологического оборудования;

определение технологических, механических и износостойких свойств разработанных составов органоминеральных материалов;

разработка состава органоминеральных материалов и технологических режимов получения, полифункциональных гетерокомпозитных покрытий из них.

Объектами исследования являются факторы, влияющие на эксплуатационную надежность крупногабаритного оборудования и технических средств, используемых при сборе, хранении и транспортировке нефти и нефтегазовых продуктов.

Предметами исследования являются местное сырьё (различные марки Ангренского каолина, армирующие наполнители) и межфазный процесс при получении органоминеральных материалов и полифункциональных гетерокомпозитных покрытий на их основе.

Методы исследования. В работе использованы термомеханические, физические и физико-химические методы исследования структуры и свойств полученных материалов. В числе таких методов: ИК спектральный анализ, сканирующая электронная микроскопия, термогравиметрия, а также методы определения электрофизических и механических свойств.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

разработан активационно-гелиотехнологический метод, основанный на повышении эксплуатационной надежности оборудования для сбора, хранения и транспортировки нефти и нефтегазовых продуктов с применением полифункциональных покрытий на основе эффективных органоминеральных материалов из местного сырья;

выявлено влияние физико-химических явлений при механоактивации и модификации минералов при образовании положительно и отрицательно заряженных частиц на межфазные свойства слоя «связующее-наполнитель»;

определены технологические, износостойкие и коррозионностойкие свойства разработанных органоминеральных материалов;

разработаны составы органоминеральных материалов и режимы получения полифункциональных покрытий из них на поверхности оборудования для защиты их от коррозии и износа.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

выявлена сущность природы помола минералов, заключающаяся в существенном влиянии физических свойств дробления на формирование структуры в межфазном слое «связующее-наполнитель»;

разработаны возможности получения покрытия с оптимальной структурой при механоактивационном методе модификации минералов;

разработаны метод и экспериментальная установка механоактивации, состоящая из вращающегося цилиндрического сосуда и природных камней размером 50x50x50 мм в качестве шароподобного элемента, где впервые вместо массивных стальных шаров использованы камни.

разработана технология получения коррозионно-износостойких органоминеральных материалов и полифункциональных покрытий из них.

Достоверность результатов исследования подтверждена результатами примененных термомеханических анализов, физико-химических методов анализа, математической модели оценки достоверности, а также испытаниями на опытно-промышленных установках и внедрением результатов исследования.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость результатов исследования определяется разработкой научной основы применения эффективных органоминеральных материалов и полифункциональных покрытий активационно-гелиотехнологическим методом на основе оценки эксплуатационной надежности оборудования для сбора, хранения, транспортировки нефти, нефтегазовых продуктов и рационального использования местного сырья и энергоресурсов.

Практическая значимость результатов исследования основана на использовании коррозионно и износостойких органоминеральных материалов и полифункциональных покрытий для оборудования сбора, хранения и транспортировки нефти и нефтегазопродуктов.

Внедрение результатов исследования. На основании научных результатов разработки свойств и технологии полифункциональных покрытий для технологического оборудования на основе местных органоминеральных компонентов:

внедрены разработанные органоминеральные материалы и антикоррозионные полифункциональные покрытия на их основе на внутреннюю поверхность оборудования и резервуаров для сбора газоконденсата в СП «GISSARNEFTGAZ» (справка АО «O'ZBEKNEFTEGAZ» №05-17-5/113 от 30 октября 2020 года). В результате срок службы технологического оборудования предприятия увеличился на 35% за счет защиты от коррозии;

внедрены износостойкие покрытия на основе полученных органоминеральных материалов на внутреннюю поверхность резервуаров для хранения нефти СП «GISSARNEFTGAZ» (справка АО «O'ZBEKNEFTEGAZ» №05-17-5/113 от 30 октября 2020 года). В результате эффективность технологического оборудования предприятия увеличилась на 25%.

Апробация результатов исследования. Результаты исследования диссертации обсуждались на 8, в том числе 4 международных и 4 республиканских научно-практических конференциях.

Публикации результатов исследования. По теме диссертации опубликовано 18 научных работ, из них 8 научных статей, в числе которых 5 статей в

республиканских и 3 статьи (2 в журнале базы Scopus) в зарубежном журнале, рекомендуемых Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов докторских диссертации (PhD).

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

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснованы актуальность и востребованность проведенного исследования по теме диссертации, указано соответствие приоритетным направлениям развития науки и технологии Республики Узбекистан, сформулированы цели и задачи исследования, описаны объекты и предметы, изложены научная новизна и основные результаты исследования, обоснована достоверность полученных результатов, раскрыты научная и практическая значимость, приведены данные по внедрению результатов исследования в практику, представлены данные по опубликованным работам и структуре диссертации.

В первой главе диссертационной работы **«Органоминеральные материалы, свойства, состав, получение и применение»** проанализированы факторы, влияющие на эксплуатационную надежность существующего технологического оборудования, подвергающегося гидроабразивному износу и коррозии, а также образованию дефектов в период их эксплуатации на металлических поверхностях, таких как коррозионные раны, точечные или механические повреждения, и возможности продления срока службы оборудования путем нанесения покрытий на основе полимерных и органоминеральных материалов.

На основании критического анализа литературы и изучения современного состояния процесса модификации ингредиентов и композиционных органоминеральных материалов, полифункциональных покрытий на их основе с применением метода механоактивации местных минералов, определены возможности обеспечения эксплуатационной надежности оборудования сбора, хранения и транспортировки нефтегазовых продуктов.

Во второй главе диссертационной работы **«Выбор методов и обоснование объекта исследования»** подробно описаны объекты исследования для получения органоминеральных материалов и полифункциональных покрытий на их основе и методы определения их свойств.

Исходя из цели и задач исследования, были выбраны: терморезактивный полимер холодного отверждения: эпоксидная смола ЭД–20, отвердитель полиэтиленполиамин (ПЭПА), пластификатор – дибутилфталат (ДБФ), а также промышленные марки каолина продукции ООО «Ангрен Каолин» (АКФ–78, АКС–30, АКТ–10) (табл.1).

На основе приведённых материалов были получены органоминеральные материалы и полифункциональные покрытия из них для защиты технологических оборудования для сбора, хранения и транспортировки нефти и нефтегазовых продуктов от коррозии и гидроабразивного износа, и изучены их физико – механические и эксплуатационные свойства. Физико – механические, струк-

турные, защитные и другие эксплуатационные свойства определяли общеизвестными стандартными методами.

Таблица 1

Материалы для исследования

№	Наименование материалов	ГОСТ или ТУ	Примечание
1	Эпоксидная смола (ЭД-20)	ГОСТ 10587-72	Термореактивное связующее
2	Дибутилфталат (ДБФ)	ГОСТ 8728-76	Пластификатор
3	Госсиполовая смола	Tsh 86-38:2001	Модифицирующий пластификатор
4	Полиэтиленполиамин (ПЭПА)	ТУ 6-02-594-70	Отвердитель
5	АКФ-78	О'z DSt 1056:2004	Наполнитель
6	АКС-30	О'z DSt 1056:2004	Наполнитель
7	АКТ-10	О'z DSt 1056:2004	Наполнитель
8	Волластонит	-	Наполнитель
9	Стекловата	ГОСТ 31913:2011	Наполнитель
10	Базальтовая вата	ГОСТ 4640-2011	Наполнитель
11	Графит (чешуйчатый)	ГОСТ 44404-88	Наполнитель

В третьей главе диссертационной работы «Создание эффективных органоминеральных материалов и полифункциональных покрытий для технологического оборудования по сбору, хранению и транспортировке нефти и нефтегазопродуктов» на основе анализа характеристик существующих устройств для механической активации минеральных частиц были выявлены некоторые их недостатки, т.е. принцип действия диспергирования этих устройств в основном основан на уменьшении геометрических размеров и увеличении состава дисперсионной среды.

Была отмечена, необходимость решения проблемы воздействием изучением влияния физико-химического метода активации на поверхность минералов в различных условиях с учетом характера разрушения минералов и механизма гидроабразивного износа в различных агрессивных средах (табл.2).

Известно, что при любом виде воздействий трения и истирания образуются положительные и отрицательные электростатические заряды. Заряженные электроны в природных минералах, в особенности в каолинах, можно предположить, что имеют мозаичную структуру. Образующиеся электростатические заряды, не накапливаясь, взаимно рекомбинируются. Исследователями оставалось не изученным положительное влияние заряженных частиц поверхности наполнителя на межфазный слой, «наполнитель-связующий», исходя из анализа механизма природы помола.

Таблица 2

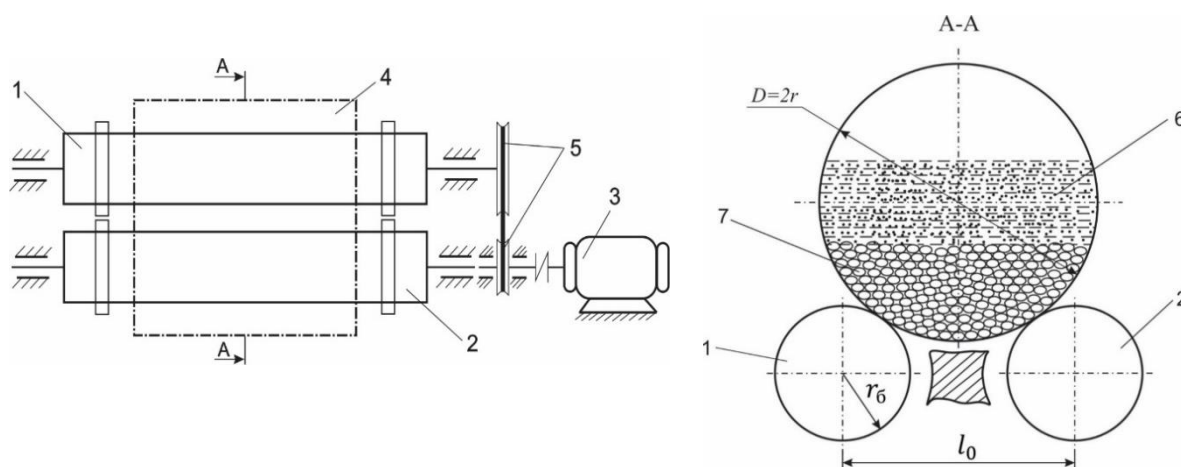
Классификация видов гидроабразивного изнашивания в различных средах

Внешняя Среда	Схема фрикционного контакта	Вид изнашивания в отсутствии твердых частиц	Вид абразивного изнашивания
Вакуум		-	Эрозия космическая, абразивная
Газ		Абляция, эрозия газовая	Газоабразивное изнашивание
Жидкость		Эрозия гидравлическая, кavitационное изнашивание	Газоабразивное изнашивание
Газ -жидкость		Изнашивание при трении качения, питтинг, фреттинг коррозия	Контактно-абразивное изнашивание при трении скольжения
Газ жидкость		Изнашивание при сухом трении и граничной смазки фреттинг – коррозия	Контактно- абразивное изнашивание при трении скольжения
Газ+жидкость +масса минеральных частиц		-	Абразивное изнашивание в массе твердых частиц
Та же среда + органика		Изнашивание при трении в органической среде	Абразивное изнашивание в массе твердых частиц

Исходя из этих соображений, выбран метод механоактивации наполнителей с небольшим изменением геометрических размеров, при котором заряженные электроны образуются на поверхности активированных минеральных частиц, положительно влияющих на межфазное структурообразование.

Создана экспериментальная установка механоактивации, разработанная в научной лаборатории кафедры «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений» Каршинского инженерно экономического института,

состоящая из вращающегося цилиндрического сосуда и природных камней размером примерно 50x50x50 мм в качестве шароподобного элемента, где впервые вместо массивных стальных шаров используются обычные камни.



1-ведущий барабан; 2-ведомый барабан; 3-электромотор; 4 – цилиндрический сосуд; 5-ременная передача; 6-полимерные и минеральные активируемые компоненты; 7-шароподобные природные минеральные камни.

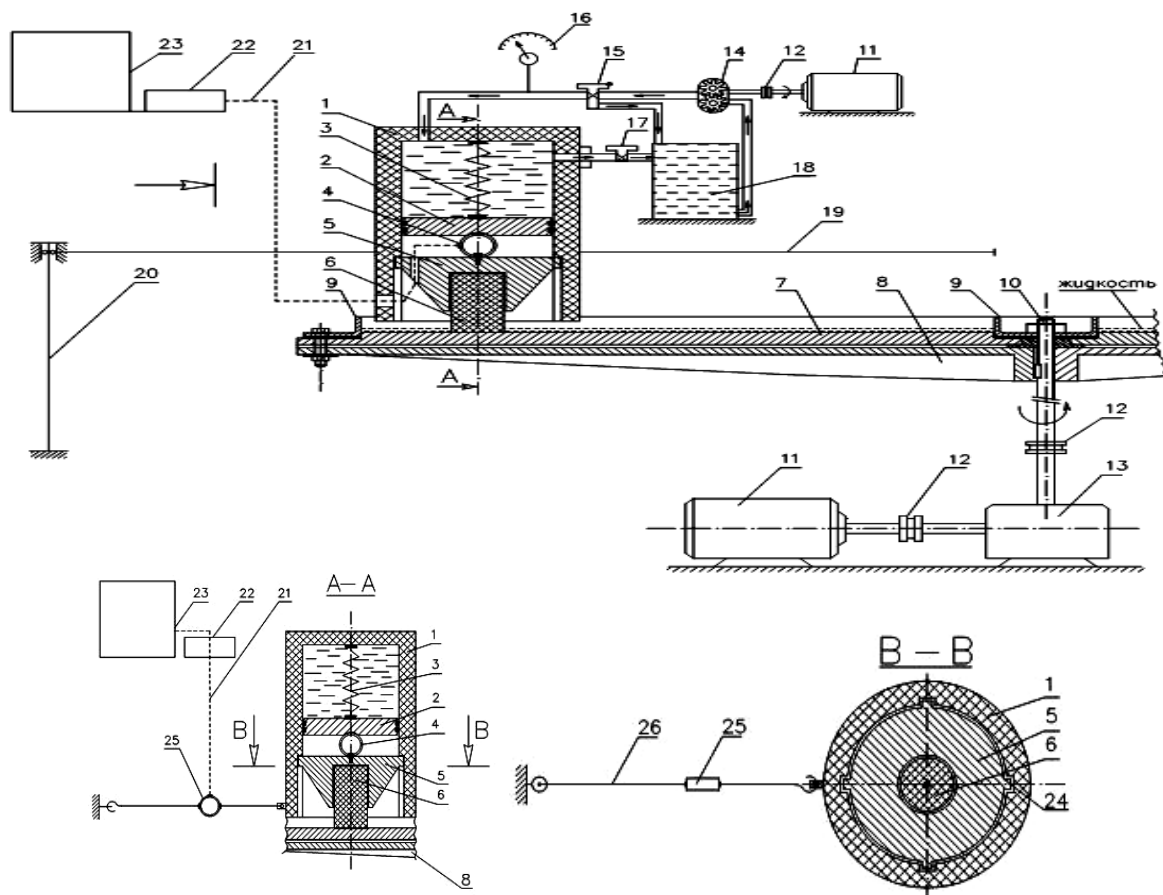
Рис. 1. Схема механоактиватора с использованием систем бегущих барабанов и цилиндрического сосуда.

Испытания проводились на «Дисковом трибометре-релаксометре» по GАР 01039 с измерением взаимодействия трения между горизонтально вращающейся поверхностью диска и вертикально расположенным цилиндрическим образцом в гидроабразивной среде (рис.2).

Следует отметить, что выбранная модернизированная установка позволяет получить более достоверные и точные результаты по интенсивности линейного износа. Режимы установки для испытания выбирались постоянными для всех видов исследуемых материалов и составили: скорость скольжения $v=2$ м/с, давления $p=1,0$ МПа. Исследования проводились как в сухом, так и в жидкостном режимах, т.е. в воздушных, водных и различных агрессивных средах. Оценку относительной износостойкости производили по формуле:

$$i_{om} = \frac{I_{ca}}{I_{ca}}, \quad (1)$$

где: I_{ca} и I_{ca} – интенсивность линейного изнашивания в сухом абразивном и гидроабразивном режимах трения, соответственно;
 i_{om} – относительная износостойкость.



1-гидроцилиндр; 2-поршень; 3-пружина в надпоршневом пространстве; 4-тензометрическое кольцо; 5-держатель в виде усеченного конуса; 6-испытуемый образец; 7-покрытие; 8-опорный диск; 9-желоб для подачи жидкости; 10-приводной вал; 11-электродвигатель постоянного тока; 12-муфта; 13-редуктор; 14-шестеренчатый насос; 15-редукционный клапан; 16-манометр, 17-кран, 18-емкость для жидкости; 19-стрела; 20-стойка; 21-провода; 22-программно – аппаратный комплекс «pider 8»; 23-компьютер; 24-полупризматический выступ; 25-тензометрическое кольцо; 26-трос.

Рис. 2. Схема экспериментальной установки для исследования гетерокомпозиционных материалов и покрытий на гидроабразивное изнашивание

Результаты исследований (табл.3) показали, что величина относительной износостойкости эпоксидных композиций, наполненных каолином марки АКФ–78, АКС–30, АКТ–10 в гидроабразивных средах, всегда выше по сравнению с абразивной износостойкостью в сухом трении. Наибольшая гидроабразивная износостойкость при трении в жидкой среде наблюдается в образцах, выдержанных в водной среде, а наименьшая – выдержанных в среде H_2SO_4 .

Для математической обработки результатов исследования нами выбраны интерполяционная формула расчёта Ньютона и метод Лагранжа:

$$P(x) = y_0 + \frac{\Delta y_0}{1!h} (x - x_0) + \frac{\Delta^2 y_0}{2!h^2} (x - x_0)(x - x_1) + \frac{\Delta^3 y_0}{3!h^3} (x - x_0)(x - x_1)(x - x_2) + \frac{\Delta^4 y_0}{4!h^4} (x - x_0)(x - x_1)(x - x_2)(x - x_3) \quad (2)$$

Таблица 3.

**Относительная гидроабразивная износостойкость покрытий
в различных средах**

Покрытия	Время выдержки, (в сутках)				
	5	10	15	20	25
	В водной среде				
Без наполнителя	0,366	0,365	0,364	0,364	0,364
КПИМ+АКТ-10	0,389	0,388	0,388	0,387	0,387
КПИМ+АКС-30	0,238	0,236	0,233	0,232	0,232
КПИМ+АКФ-78	0,114	0,114	0,113	0,112	0,111
	В среде NaCl (5%)				
Без наполнителя	0,266	0,267	0,266	0,265	0,264
КПИМ+АКТ-10	0,271	0,272	0,272	0,271	0,271
КПИМ+АКС-30	0,182	0,178	0,172	0,168	0,167
КПИМ+АКФ-78	0,105	0,104	0,103	0,102	0,102
	В среде H ₂ SO ₄ (5%)				
Без наполнителя	9,254	0,255	0,254	0,253	0,252
КПИМ+АКТ-10	0,261	0,262	0,263	0,261	0,261
КПИМ+АКС-30	0,152	0,151	0,150	0,149	0,149
КПИМ+АКФ-78	0,093	0,093	0,092	0,091	0,091

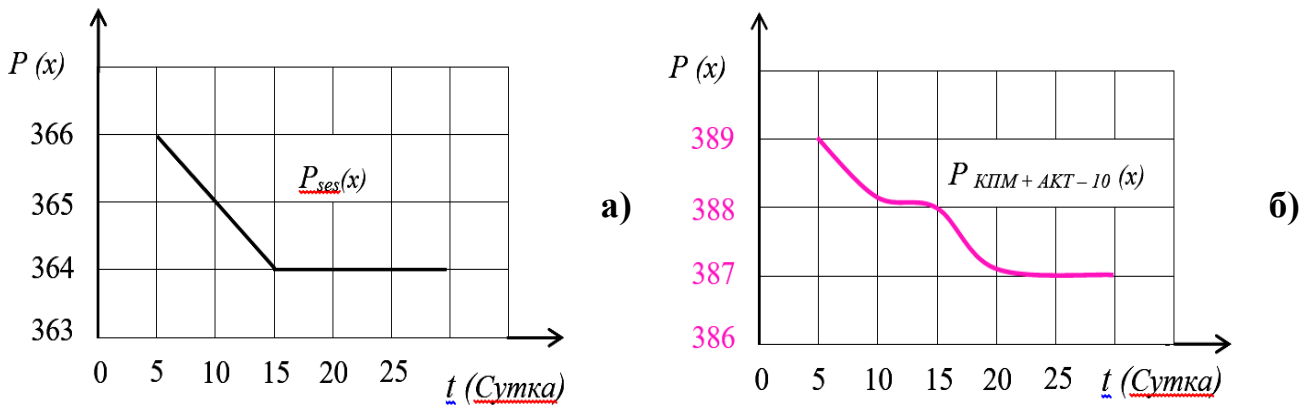
В диссертации подробно приведены отдельные математические выражения для всех изучаемых покрытий (без наполнителя и с наполнителем АКТ-10, АКС-30 АКФ-78). В качестве примера в автореферате приведём выражение уравнения интерполяционной формулы для покрытия с наполнителем АКТ-10:

$$h = x_1 - x_0 = t_{i+1} - t_i \quad (3)$$

$$\begin{aligned}
 P_{\text{КПИМ+АКТ-10}}(x) &= 0,389 - \frac{0,001}{1!5}(x-5) + \frac{0,001}{2!5^2}(x-5)(x-10) + \frac{0,002}{3!5^3}(x-5)(x-10)(x-15) + \\
 &+ \frac{0,004}{4!5^4}(x-5)(x-10)(x-15)(x-20) = 0,389 - 0,005x + 0,01 + 0,00002(x^2 - 15x + 50) + \\
 &+ 0,0000032(x-5)(x^2 - 35x + 300) + 2,6 \cdot 10^{-7}(x^2 - 15x + 50)(x^2 - 35x + 300) = \\
 &= 0,389 - 0,005x + 0,01 + 0,00002x^2 - 0,0003x + 0,001 + 0,0000032(x^3 - 40x^2 + 475x - 1500) + \\
 &+ 0,0000002(x^4 - 20x^3 + 875x^2 - 6250x + 15000)
 \end{aligned}$$

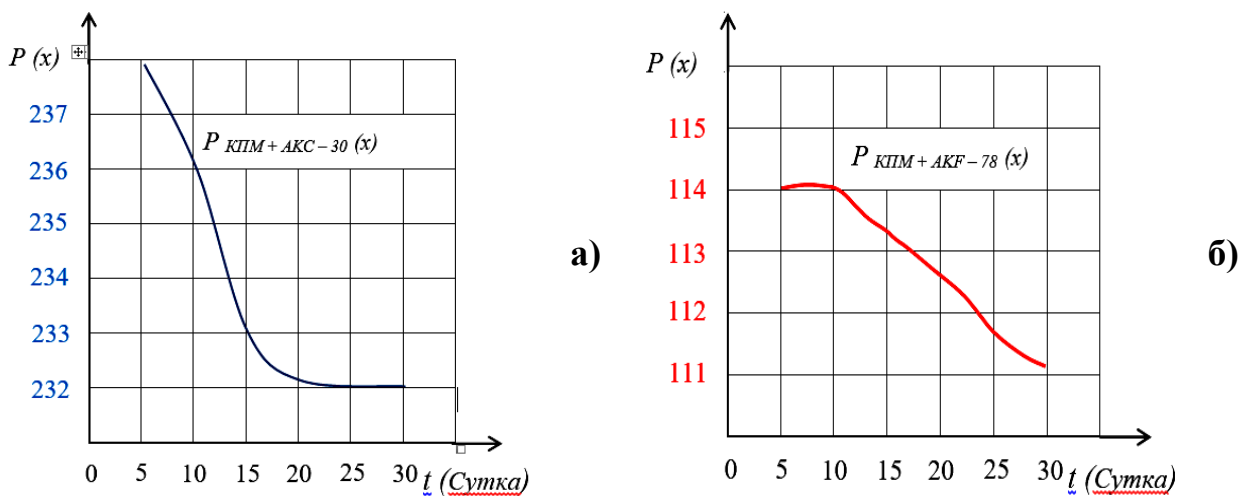
$$P_{\text{КПИМ+АКТ-10}}(x) = 0,00000026x^4 - 0,000002x^3 + 0,0001195x^2 - 0,005405x + 0,3895 \quad (4)$$

Математической обработкой полученных результатов с использованием интерполяционной формулы Ньютона и метода Лагранжа определены количественные значимости влияния составов композиционных покрытий (рис.3,4) и эксплуатируемой среды (рис.5,6), где наиболее предпочтительным является полифункциональное покрытие с наполнителем АКТ-10 в условиях гидроабразивного изнашивания.



а) для покрытий без наполнителя; б) покрытия с наполнителем АКТ-10

Рис. 3. Зависимость гидроабразивной износостойкости покрытий от продолжительности времени выдержки в водной среде.



а) для покрытий с наполнителем АКС-30; б) для покрытий с наполнителем АКФ-78

Рис. 4. Зависимость гидроабразивной износостойкости покрытий от продолжительности времени выдержки в водной среде.

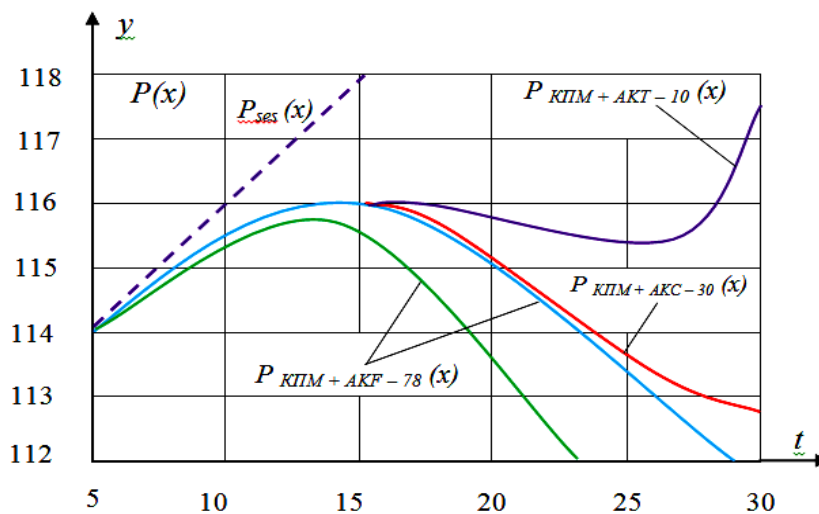
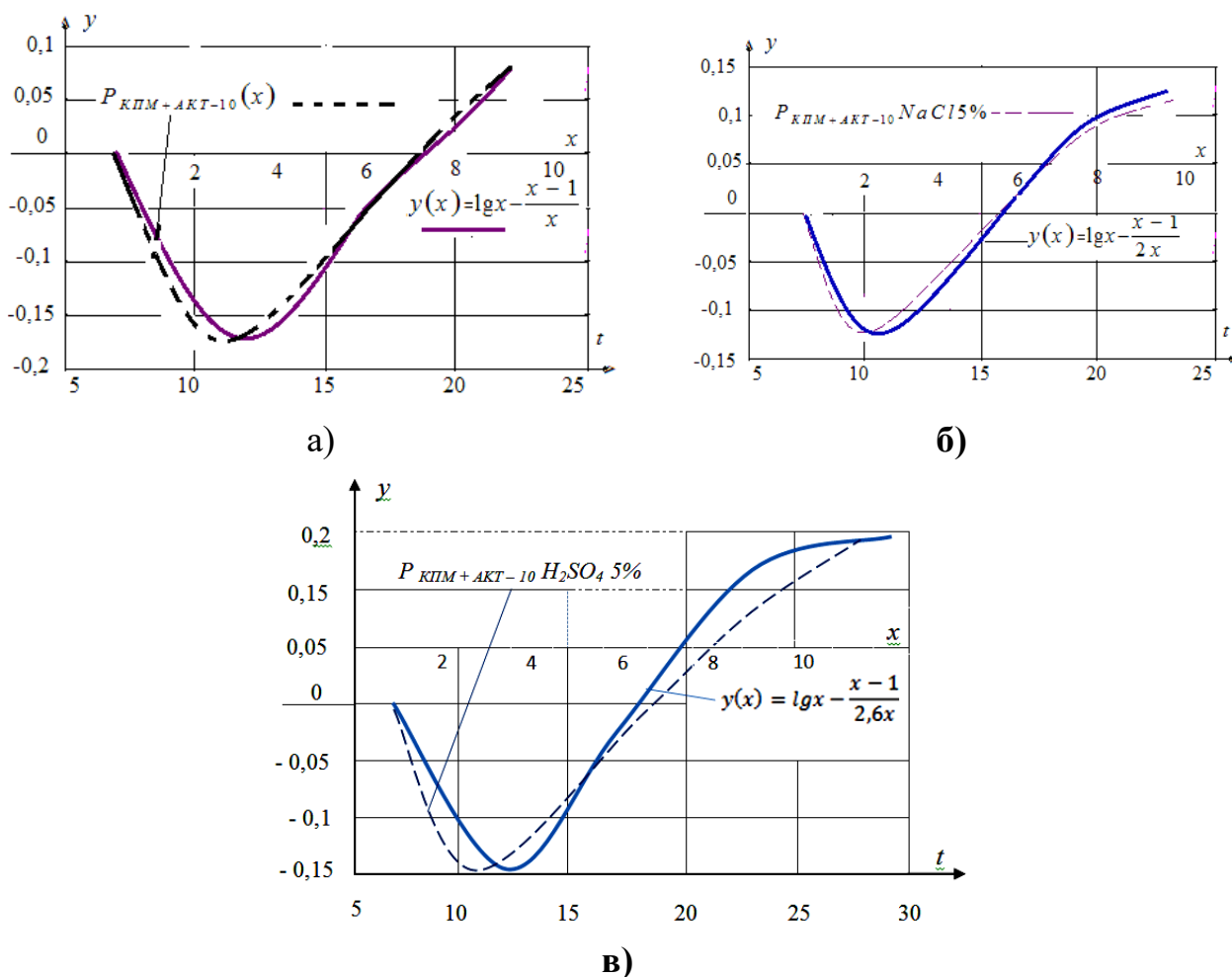


Рис. 5. Сопоставительные результаты логарифмических и тригонометрических показателей гидроабразивной износостойкости покрытий от продолжительности выдержки в водной среде.



а - в водной; б - в среде NaCl; в - в среде H₂SO₄.

Рис. 6. Логарифмическая зависимость относительной гидроабразивной износостойкости полифункциональных гетерокомпозиционных покрытий в различных средах.

Определены тригонометрические и функциональные факторы, выведены уравнения регрессии, обоснована достоверность полученных результатов исследования в пределах стандартной погрешности до 5%.

Анализ результатов теоретических и практических исследований по рациональному использованию природных минералов, а также результаты наших исследований в этой главе могут быть использованы в качестве научной основы для целенаправленного применения физико-химических явлений, в частности, приоритетных факторов, таких как образование положительных и отрицательно заряженных частиц на поверхности раздела фаз «наполнитель-связующий».

Практическое применение выбранной научной основы может быть усовершенствовано путем совершенствования ранее предложенного нами способа и устройства, в которых принцип дробления осуществляется взаимными относительными движениями сферических природных камней.

Четвертая глава диссертационной работы «Разработка, внедрение и технико-экономическая эффективность применения органоминеральных материалов и полифункциональных гетерокомпозиционных покрытий» посвя-

щена практическому применению результатов исследований. Для повышения эксплуатационной надёжности оборудования из анализа работ по отрасли выявлено, что каждая часть резервуара подвержена интенсивному коррозионному воздействию, как с наружной стороны (атмосферная коррозия), так и с внутренней. Коррозионный процесс, протекающий во внутренней части резервуаров, происходит по причине развития локальных коррозионных процессов. В большинстве случаев это проявляется в виде язвенной коррозии, что приводит к возникновению внезапных аварийных ситуаций.

Отмечено, что скорость общей коррозии может изменяться в пределах от 0,1 до 1,1 мм/год, а скорость язвенной коррозии составляет 5 мм/год и более. Это приводит к тому, что межремонтный период эксплуатации стальных вертикальных резервуаров не превышает трех лет, однако их можно продлить применением антикоррозионных покрытий на основе эпоксидных связующих с применением различных наполнителей для целевого назначения.

Изучением развития коррозионно-гидроабразивных явлений в резервуарах нами было установлено, что гидроабразивному изнашиванию в основном подвергаются 1-3 пояса резервуара, остальные пояса (4-6) могут быть подвержены в основном коррозии от воздействия подтоварной воды, нефтяного сырья, паров нефти и нефтепродуктов. В связи с этим вся внутренняя часть резервуара в процессе опытно-промышленных испытаний и исследований была покрыта коррозионностойким составом, а 1-3 пояса с учётом специфики эксплуатации оборудования – вторым слоем из износостойкого состава органоминерального полифункционального покрытия. Испытания по определению коррозионной стойкости были проведены на внутренних поверхностях резервуаров сбора газоконденсатная в месторождении «Северный Гузар» СП ООО «GISSARNEFTGAZ».

Работы осуществлялись в процессе ремонта оборудования и резервуаров. Были нанесены покрытия на основе терморезактивных связующих (ЭД-20) и механоактивированных Ангренинских каолинов. Состав антикоррозионных и износостойких покрытий приведён в табл. 4.

Проведением испытаний коррозионностойких свойств органоминеральных материалов в различных стандартных средах получены положительные результаты, которые подробно приведены в диссертации. Испытания по оценке защитной способности образцов антикоррозионно-износостойких покрытий проводились на технологическом резервуаре месторождения «Шакарбулак», эксплуатируемом в агрессивных водно-нефтяных средах с содержанием механических включений, подвергающих поверхность металлических конструкций из Ст3 абразивному изнашиванию.

Для внедрения и проведения опытно-производственных испытаний было выбрано технологическое оборудование, эксплуатируемое в месторождении «Шакарбулак» СП ООО «GISSARNEFTGAZ», рабочим объёмом 428 м³ (стандартного резервуара 500 м³), высотой h=7,5м, R=4,263 м., применением двухслойных гетерокомпозиционных покрытий, содержащих нижний - антикоррозионно-адгезионный слой (КГПМ), состоящий из терморезактивного связующего,

Таблица 4

Состав коррозионностойких и износостойких органоминеральных покрытий

Компоненты композиций	Содержание (в мас.ч.) и состав					
	КГПМ-1	КГПМ-2	КГПМ-3	ИГПМ-1	ИГПМ-2	ИГПМ-3
ЭД-20	100	100	100	100	100	100
ДФФ+ГС	10	10	10	10	10	10
ПЭПА	10	10	10	10	10	10
АКФ-78	10	–	15	-	-	-
АКС-30	–	10	15	-	-	-
АКТ-10	20	20	–	10	10	10
Графит	–	5	–	2	3	4
Волластонит	-	-	-	20	-	-
Базальтовая вата	-	-	-	-	20	-
Стекловата	-	-	-	-	-	20

пластификатора, отвердителя, неорганических наполнителей ангрениских каолинов различных марок и верхний - износостойкий слой (ИГПМ), содержащий в своём составе упрочняющие армирование различные наполнители. Из представленных результатов исследования (табл. 5) можно увидеть реальные возможности продления срока службы оборудования с использованием износостойких покрытий.

При этом были проведены контрольно-измерительные работы неразрушающим методом контроля (с использованием ультразвукового и магнитного толщиномеров) с периодичностью 2 месяца в течение года. Результаты испытаний (табл. 5.) показали, что наибольшей износостойкостью обладают гетерокомпозитные покрытия, армированные базальтовой ватой (ИГПМ-2) и стекловатой, при этом скорость изнашивания покрытия в среднем была равна 0,8-1мм в год, что позволило увеличить срок эксплуатации конструкции резервуара минимум на 35%, только при однократном нанесении двухслойного (первого-антикоррозионного и второго-износостойкого) покрытия.

Таблица 5

Изменение толщины покрытия в зависимости от срока эксплуатации

Виды покрытий	Толщина покрытия, мм.						
	Исходная*	2 месяца	4 месяца	6 месяцев	8 месяцев	10 месяцев	12 месяцев
ИГПМ-1	2,99	2,82	2,64	2,50	2,22	2,02	1,6
ИГПМ-2	3,01	2,85	2,67	2,47	2,31	2,15	2,0
ИГПМ-3	3,00	2,87	2,75	2,61	2,48	2,32	2,2

Таким образом, показано, что двухслойные покрытия на основе гетерокомпозитных материалов обладают достаточно высокими износостойкими свойствами для защиты ёмкостей и резервуаров для хранения нефти и нефтепродуктов и других конструкций от абразивного изнашивания в химически агрессивных средах и могут быть внедрены в качестве износостойких покрытий.

В результате проведённых испытаний и внедрения за 2017-2019 гг были выявлены основные причины и влияющие факторы, позволяющие повысить эксплуатационную надёжность по сбору, хранению и транспортировке нефти и нефтегазовых продуктов, которые позволили разработать технологический регламент получения антикоррозионных и антикоррозионно износостойких материалов и полифункциональных покрытий из них, который был передан для использования в СП ООО «GISSARNEFTGAZ».

Экономическая эффективность была достигнута при целевом использовании полифункциональных органоминеральных покрытий и была рассчитана по следующему стандартному методу:

$$Kp = 1 - \frac{Lp}{Ln} = 1 - \frac{9}{12} = 0.25 \quad (5)$$

где, Kp – коэффициент увеличения работоспособности металлоконструкции ёмкостей, защитой их от износа;

Lp – срок службы металлоконструкций технологической емкости для сбора и отстоя нефти, работающих в гидроабразивно-изнашиваемых коррозионно-агрессивных средах;

Ln – срок службы металлоконструкций при использовании двухслойных антикоррозионно-износостойких гетерокомпозитных полимерных покрытий.

По расчетам специалистов предприятия, достигнуто 57.807.363 сум (для 1го резервуара) реального и 114 млн. сум ожидаемого экономического эффекта.

Учитывая, что в стране существует более 100 таких предприятий, это позволит получить большую экономическую эффективность в этой важной отрасли экономики нашей страны.

ВЫВОДЫ

1. На основе оценки эксплуатационной надёжности оборудования для сбора, хранения и транспортировки нефти и нефтегазовых продуктов, научно обоснована возможность её повышения при разработке и применении эффективных органоминеральных машиностроительных материалов и полифункциональных покрытий на их основе с рациональным использованием различных наполнителей целевого назначения, в том числе местных природных минералов.

2. Предложена возможность целевого применения приоритетных факторов физико-химической модификации, в частности, образования, положительно и

отрицательно заряженных частиц и их влияния на межфазные свойства «связующий-наполнитель».

3. Рекомендовано усовершенствование способа и установки механоактивации, заключающихся в реализации принципа активации минералов при их измельчении с использованием сферических природных камней.

4. Показано как математической обработкой полученных результатов с использованием интерполяционной формулы Ньютона и метода Лагранжа определены количественные значимости влияния составов композиционных покрытий и эксплуатируемой среды, где наиболее предпочтительным является полифункциональное покрытие с наполнителем АКТ-10 в условиях гидроабразивного изнашивания. Определены тригонометрические и функциональные факторы, выведены уравнения регрессии, обоснована достоверность полученных результатов исследования в пределах стандартной погрешности до 5%.

5. Выявлено превалирующее влияние язвенного вида коррозионного разрушения при неравномерной коррозии под воздействием ионного состава подтоварной воды, приводящее к снижению эксплуатационной надёжности конструкционной стали. Применение органоминеральных гетерокомпозиционных покрытий для оборудования сбора, хранения и транспортировки нефти и нефтегазовых продуктов показало наилучшую износостойкость покрытий с применением армирующих наполнителей, упрочняющих органоминеральные гетерокомпозиционные материалы. Скорость износа составила в среднем 0,8-1 мм в год, при этом срок службы резервуаров увеличился как минимум на 35%, только при однократном использовании.

6. Рекомендованы составы органоминеральных материалов, способы получения из них полифункциональных покрытий и методы их применения на поверхности оборудования с учётом выявленного процесса гидроабразивной коррозии - основного фактора, влияющего на надёжность оборудования и технических средств.

**ONE-TIME SCIENTIFIC COUNCIL FOR AWARDING THE DOCTOR OF
SCIENCE DEGREE DSc 15 / 27.02.2020.T.73.02 AT TASHKENT STATE
TRANSPORT UNIVERSITY**

KARSHI ENGINEERING ECONOMIC INSTITUTE

RAKHMATOV ERKIN ABDIKHAFIZOVICH

**PROPERTIES AND TECHNOLOGY OF POLYFUNCTIONAL COATINGS
FOR TECHNOLOGICAL EQUIPMENT BASED ON LOCAL OR-
GANOMINERAL COMPONENTS**

**05.02.01 - Hylology in Mechanical Engineering. Foundry work. Heat treatment and metal
pressure treatment. Metallurgy of ferrous, non-ferrous and rare metals.**

Technology of rare, valuable and radioactive elements

02.00.14 - Technology of organic substances and materials based on them

**SYNOPSIS OF THE THESIS OF THE DOCTOR OF PHILOSOPHY (PhD) IN TECH-
NICAL SCIENCES**

Tashkent – 2020

The topic of the thesis of the doctor of philosophy (PhD) in technical sciences is registered by the Higher Attestation Commission under the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under the number B2019.4.PhD/T911

The dissertation was completed at the Karshi Engineering and Economic Institute.

The synopsis of the thesis in three languages (Uzbek, Russian, English (summary)) is posted on the website of the Scientific Council (www.tashiit.uz) and the Information and Educational Portal "Ziyonet" (www.ziyonet.uz).

Scientific advisers:

Ziyamukhamedova Umida Alijonovna
doctor of technical sciences, professor

Bozorov Otabek Nashvandovich
candidate of technical sciences, associate professor

Official opponents:

Rakhmanberdiev Gappar
doctor of chemical sciences, professor, academician
of the National academy of natural sciences of the
Republic of Kazakhstan

Riskulov Alimjon Axmadjonovich
doctor of technical sciences, professor

Lead organization:

Bukhara Engineering Technological Institute

The thesis defense will take place «_____» _____ 2020 at _____ hours at a meeting of the one-time Scientific Council DSc.15 / 27.02.2020.T.73.02 at the Tashkent State Transport University. (Address: 100167, Tashkent, Adilkhodjaev st., 1. Tel .: (99871) 299-00-01; fax: (99871) 293-57-54; e-mail: tashiit_rektorat@mail.ru).

The dissertation can be found at the Information Resource Center of the Tashkent State Transport University (registration number - _____). (Address: 100167, Tashkent, Adylkhodjaev st., 1. Tel .: (99871) 299-05-66).

The synopsis of the thesis was sent "_____" "_____" 2020.
(protocol of the register №. _____ dated "_____" "_____" 2020).

A.V. Umarov

Chairman of the one-time Scientific Council
for the award of academic degrees,
Doctor of Technical Sciences, Professor

E.U. Teshabaeva

Scientific secretary of the one-time Scientific Council
for the award of academic degrees,
Doctor of Technical Sciences, Associate Professor

Sh.S. Faizibaev

Chairman of a one-time scientific seminar,
at the Scientific Council for the award
scientific degrees, doctor of technical sciences, professor

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

The aim of the research work is to develop a technology for the production and targeted use of modified organomineral materials and multifunctional hetero-composite polymer coatings based on local raw materials to ensure the operational reliability of equipment for the collection, transportation and storage of oil and gas products.

The objects of research are the factors affecting the operational reliability of large-sized equipment and technical means used in the collection, storage and transportation of oil and oil and gas products.

The scientific novelty of the research is as follows:

an activation-solar technology method was developed, based on increasing the operational reliability of equipment for collecting, storing and transporting oil and oil and gas products using multifunctional coatings based on effective organic mineral materials from local raw materials

the influence of physicochemical phenomena during the mechano-activation and modification of minerals during the formation of positively and negatively charged particles and their influence on the interfacial properties of the binder-filler was revealed;

the technological, wear-resistant and corrosion-resistant properties of the developed organomineral materials have been determined;

the compositions of organomineral materials and the modes of obtaining polyfunctional coatings from them on the surface of equipment to protect them from corrosion and wear have been developed.

Implementation of research results.

Based on scientific results of the development of properties and technology of multifunctional coatings for technological equipment based on local organomineral components:

the developed organomineral materials and anticorrosive polyfunctional coatings based on them were introduced on the inner surface of equipment and tanks for collecting gas condensate in JV "GISSARNEFTGAZ" (reference №05-17-5/113 of the JSC "O'ZBEKNEFTEGAZ" on October 30, 2020). As a result, the service life of the plant's technological equipment increased by 35% due to corrosion protection;

wear-resistant coatings based on the obtained organomineral materials were introduced on the inner surface of oil storage tanks of JV "GISSARNEFTGAZ" (reference №05-17-5/113 of the JSC "O'ZBEKNEFTEGAZ" on October 30, 2020). As a result, the efficiency company's technological equipment increased by 25%.

The structure and scope of the dissertation. The thesis consists of an introduction, four chapters, a conclusion, a list of cited literature and applications. The volume of the thesis is 114 pages.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PULISHED WORKS

I-бўлим (I-часть; I-part)

1. Турабджанов С.М., Зиямухамедова У.А., Рахматов Э.А., Ли М.С. Методы увеличения срока службы резервуаров – отстойников нефтяных месторождений в производственных условиях с применением антикоррозионно-износостойких гетерокомполитных материалов // ТошДТУ хабарлари, 4/2018 – С.162-167. (05.00.00 №16)

2. Турабджанов С.М., Рахматов Э.А., Ли М.С., Зиямухамедова У.А., Миладуллаева Г.Б. Разработка состава и исследование антикоррозионных свойств покрытий для крупногабаритного технологического оборудования //Химия и химическая технология, 2019. - №1 - С.35-38. (02.00.00 №3)

3. Ziyamukhamedova U.A., Rakhmatov E.A. Development of Compositions and Technologies for Producing Heterocomposite Materials for Technological Equipment Using Mineral Fillers and Organic Modifiers / International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. Vol. 6, Issue 3, March 2019. 8303-8309 - p. www.ijarset.com. (05.00.00 №8).

4. Рахматов Э.А., Ли М.С., Зиямухамедова У.А. Методы исследования и технология получения гетерокомполитных материалов для машиностроения//Вестник ТГТУ, 2019. - №2 – С.168-175. (05.00.00№16)

5. Ziyamukhamedova U.A., Bakirov L.Y., Rakhmatov E.A., Bektemirov B.Sh. Structure and properties of heterocomposite polymeric materials and coatings from them obtained by heliotechnological method / International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE) ISSN: 2277-3878, Volume-8, Issue-3S, October 2019. (Scopus).

6. Бозоров О.Н, Рахматов Э.А., Дустқобиллов Э.Н., Зиямухамедова У.А. Выбор метода и средств для исследования антикоррозионно-гидроабразивно-износостойких свойств гетерокомполитных полимерных материалов и покрытий из них // Innovatsion texnologiyalar.-2019 - №4 – С.56-62. (05.00.00.№38)

7. Бозоров О.Н., Рахматов Э.А., Дустқобиллов Э.Н., Зиямухамедова У.А. Модификацияланган маҳаллий ангрэн каолинлари ва эпоксид компаундлари асосида коррозиябардош қопламалар яратиш ва уларни амалда қўллаш // Инновацион технологиялар 2020/3(39)-сон -С.48-54. (05.00.00.№38)

8. Bozorov O.N., Rakhmatov E.A., Dustkobilov E.N., Ziyamuhamedova U.A. Creation and application of corrosion-resistant coatings on the basis of modified local angrene kaolins and epoxy compounds / Journal of critical reviews, Vol 7, Issue 16, 2020 -С.2945-2950 (Scopus)

II бўлим (II часть; II part)

9. DGU 06066. Модификацияланган полимер композицион материалларнинг таркиби ва олиш технологиясини ишлаб чиқиш / Бакиров Л.Ю., Миладуллаева Г.Б., Рахматов Э.А. // Тошкент-2019.

10. DGU 06067. Полифункционал полимер композицион материалларнинг структурасини тадқиқ қилиш, таркиби ва олиш технологиясини ишлаб чиқиш // Бакиров Л.Ю., Рахматов Э.А., Ли М.С. // Тошкент-2019.

11. Зиямухамедова У.А., Рахматов Э.А., Яхёев З.К. Исследование гидроабразивной износостойкости антикоррозионных эпоксидных гетерокомпозиционных покрытий с использованием ангреноского каолина, АКТ-10, применительно к условиям работы нефтепроводов // «Интеграция науки, общества, производства и промышленности»: Сборник статей по материалам международной научно-практической конференции г. Москва, 5 мая 2018 г. – С. 95-99.

12. Мухиддинов З.Н., Халимов Ш.А., Собиров Б.А., Рахматов Э.А., Абдураимов С.М. Повышение эксплуатационной надежности гетерокомпозиционных полимерных материалов машиностроительного назначения, работающих в условиях гидроабразивного изнашивания // Международная научная конференция. «INNOVATION-2018», Тошкент–2018. –С. 81-82.

13. Зиямухамедова У.А., Рахматов Э.А., Ли М.С., Мирзаева Г. Исследование гидроабразивно-износостойких свойств антикоррозионных покрытий для решения проблем коррозии в машиностроении // В Сб.научных трудов Республиканской научно-технической конференции «Проблемы и перспективы инновационной техники и технологии». Ташкент, 2019. –С. 54-56

14. Рахматов Э.А., Зиямухамедов Ж.У. Перспективы применения методов механо-химической модификации для получения композиционных полимерных материалов // В Сб.научных трудов Республиканской научно-технической конференции «Проблемы и перспективы инновационной техники и технологии». Ташкент–2019. . –С. 223-225

15. Ли М.С., Рахматов Э.А. Инновационное решение проблемы коррозии разработкой составов антикоррозионных покрытий на основе местных компонентов // «XXI Асрада илм-фан тараккиетининг ривожланиш истикболлари ва уларда инновацияларнинг тутган урни» мавзусидаги республика илмий 9-онлайн конференцияси материаллари. Ташкент-2019 31 октябрь – С. 101-102 Tadqiqot Uz

16. Bakirov L.Yu, Rakhmatov E.A., Ziyamuhamedova U.A. Producing technologies of creating new materials by using fillers from local mineral raw materials and organic modifiers // Monografia pokonferencyjna science, research, development #16/7 Santa Monica (17.05.2019 California) California-2019. – С. 148-150.

17. Турабджанов С.М., Зиямухамедова У.А., Муродуллаева Г.Б., Ли М.С., Рахматов Э.А. Оценка экономической эффективности от применения гетерокомпозиционных материалов для отраслей экономики Узбекистана. // Глобаллашув жараёнида корпоратив бошқарув: муаммо ва ечимлари. Республика илмий-амалий конференция материаллари. Ташкент-2019 30 апрель. – С. 181-182.

18. Рахматов Э.А., Зиямухамедова У.А. Защита резервуаров от коррозии и предотвращение ущерба окружающей среды разработкой полифункциональных покрытий на основе органоминеральных материалов // Материалы международной конференции «Инновационное развитие нефтегазовой отрасли, современная энергетика и их актуальные проблемы». 26 май 2020 г. –С. 63-66.

Автореферат «ТДТУ ахборотномаси» илмий-амалий журнали тахририятида тахрирдан
ўтказилди ва матнларнинг мослиги текширилди

Бичими: 84x60 $\frac{1}{16}$. «Times New Roman» гарнитураси.
Рақамли босма усулда босилди.
Шартли босма табағи: 2,75. Адади 100. Буюртма № 195.

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

