

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

УМУМИЙ ВА НООРГАНИК КИМЁ ИНСТИТУТИ

ФУЗАЙЛОВА ФЕРУЗА НОРМУРОДОВНА

**КОНДЕНСАТЛАНГАН РУХ-ОКСИДЛИ-ФОСФАТЛИ ТУЗИЛМАЛАР
АСОСИДА УГЛЕРОДЛИ ПЎЛАТНИ КИМЁВИЙ ФОСФАТЛАШ
ТЕХНОЛОГИЯСИ**

02.00.11 - Коллоид ва мембрана кимёси

02.00.13- Ноорганик моддалар ва улар асосидаги материаллар технологияси

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

Тошкент - 2021

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

Фузайлова Феруза Нормуродовна

Конденсатланган рух-оксидли-фосфатли тузилмалар асосида углеродли
пўлатни кимёвий фосфатлаш технологияси..... 5

Фузайлова Феруза Нормуродовна

Технология химического фосфатирования углеродистой стали на основе
конденсированных цинк-оксидно-фосфатных структур..... 21

Fuzaylova Feruza Normurodovna

The technology of chemical phosphating of carbon steel based
on condensed zinc-oxide-phosphate structures..... 39

Эълон қилинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ

List of published works..... 43

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

УМУМИЙ ВА НООРГАНИК КИМЁ ИНСТИТУТИ

ФУЗАЙЛОВА ФЕРУЗА НОРМУРОДОВНА

**КОНДЕНСАТЛАНГАН РУХ-ОКСИДЛИ-ФОСФАТЛИ ТУЗИЛМАЛАР
АСОСИДА УГЛЕРОДЛИ ПЎЛАТНИ КИМЁВИЙ ФОСФАТЛАШ
ТЕХНОЛОГИЯСИ**

02.00.11 - Коллоид ва мембрана кимёси

02.00.13- Ноорганик моддалар ва улар асосидаги материаллар технологияси

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

Тошкент - 2021

Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида B2021.2.PhD/T1517 рақам билан рўйхатга олинган.

Диссертация иши ЎзР ФА Умумий ва ноорганик кимё институтида бажарилган.
Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий кенгаш веб-саҳифасида www.ionx.uz ва «Ziyoune» ахборот таълим порталида (www.ziyoune.net) жойлаштирилган.

Илмий раҳбар:

Гуро Виталий Павлович

Кимё фанлари доктори, профессор

Дадаходжаев Абдулла Турсунович

Техника фанлари доктори, профессор

Расмий оппонентлар:

Намазов Шафоат Сатторович

Техника фанлари доктори, профессор, академик

Сафаров Ёдгор Тойирович

Техника фанлари (PhD) доктори, доцент

Етакчи ташкилот:

Наманган муҳандислик-технология институти

Диссертация хаммаси Умумий ва ноорганик кимё институти ҳузуридаги DSc.02/30.12.2019.K/T.35.01 рақамли Илмий кенгашнинг « 10 » декабрь 2021 йил соат 14⁰⁰ даги мажлисида бўлиб ўтди. (Манзил: 100170, Тошкент шаҳри, Мирзо Улутбек кўчаси, 77-а. Тел.: (+99871) 262-56-60; факс: (+99871) 262-79-90, e-mail: ionxanru@mail.ru).

Диссертация билан Умумий ва ноорганик кимё институтининг Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (18 - рақам билан рўйхатга олинган). (Манзил: 100170, Тошкент шаҳри, Мирзо Улутбек кўчаси, 77-а. Тел.: (99871) 262-56-60; факс: (+99871) 262-79-90).

Диссертация автореферати 2021 йил « 26 » ноябрь куни тарқатилди.
(2021 йил « 26 » ноябрь № 18 - рақамли реестр 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.

Ш.С. Намозов

Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш қошидаги илмий семинар раиси ўринбосари, т.ф.д., проф., академик

КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Дунёда углеродли пўлатдан ясалган конструкциялар юзасини коррозиядан жараёнлараро ҳимоя қилиш ва унда лак-бўёқ қопламалар ва босимли ишлов бериш учун жипслаштирувчи остки қатлам олиш бўйича тадқиқотлар олиб борилмоқда. Остки қатлам сифатида маҳсулотларни кимёвий фосфатловчи ванналарга ботириш натижасида олинган рух-оксидли-фосфатли қопламаси энг самарадор ҳисобланади. Уларни асосан Zn^{2+} ; NO_3^- ; NH_3 ; P_2O_5 асосида олиш муҳим аҳамият касб этади.

Дунёда конденсатланган рух-оксидли-фосфатли тузилмаларни темирда шакллантириш муаммоси бўйича илмий изланишлар олиб борилмоқда. Бу борада, фосфатли қатламда юпқа қатлам ҳосил бўлишининг илмий йўналишларига ёндашувларни илмий асослаш зарур, масалан унинг ҳосил бўлиш механизми; темир юзасини олдиндан тайёрлаш; кимёвий фосфатлаш учун электролитлар ишлаб чиқиш; углеродли пўлатдаги фосфат қопламаларининг сифатини баҳолаш; ҳар хил таркибдаги фосфатли қопламаларнинг қиёсий физик-кимёвий тадқиқотларини ўтказиш; фосфатли бирикмалар ишлаб чиқариш ва уларни углеродли пўлатдан ясалган юзаларга ишлов беришга алоҳида эътибор берилмоқда.

Республикада кимёвий реагентларни импорт ўрнини босиш, маҳаллий минерал хом-ашёдан юқори қўшимча қийматга эга маҳсулотлар яратиш бўйича кенг қўлламли чора-тадбирлар амалга оширилиб, муайян илмий ва амалий натижаларга эришилмоқда. Ўзбекистон Республикасининг 2017-2021 йилларга мўлжалланган ривожланиш стратегиясининг учинчи йўналишида "юқори технологик ишлаб чиқариш тармоқларини, биринчи навбатда, маҳаллий хомашё ва йирик саноат чиқиндиларини чуқур қайта ишлаш асосида юқори қўшимча қийматга эга тайёр маҳсулотлар ишлаб чиқаришни ривожлантириш.., янги турдаги маҳсулот ва технологияларни ишлаб чиқиш"¹ муҳим вазифалар қайд этилди. Бу борада, жумладан республикамизда ишлаб чиқарилаётган импорт ўрнини босувчи реагентлар ва металлларни коррозиядан ҳимоя қилувчи воситалар ассортиментини кенгайтириш, уларни маҳаллий хом-ашёлар асосида ишлаб чиқиш муҳим аҳамият касб этади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси» тўғрисидаги Фармони, 2017 йил 23 августдаги ПҚ-3236-сон «2017-2021 йилларда кимё саноатини ривожлантириш дастури» тўғрисидаги ҳамда 2018 йил 25 октябрдаги ПҚ-3983-сон «Ўзбекистон Республикасида кимё саноатини жадал ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги Қарорлари, ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий

¹ Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сонли «2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасининг ривожлантиришнинг бешта устивор йўналишлари бўйича Ҳаракатлар стратегияси» тўғрисидаги фармони

ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

Тадқиқотнинг республика фан ва технологияларини ривожлантиришнинг асосий устувор йўналишларга боғлиқлиги. Мазкур тадқиқот республика фан ва технологиялар ривожланишининг VII. «Кимёвий технологиялар ва нанотехнологиялар» устувор йўналишига мувофиқ бажарилган.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Углеродли пўлатларнинг юзасини кимёвий, катодли рух-нитрат-фосфат конверсион қоплаш усуллари ҳамда аралашманинг таркибида рух бўлган компонентини марганец-, никель- ва бошқа модификаторлар билан алмаштиришга асосланган технологиялар маълум. Бироқ, ушбу соҳадаги ўзгаришларнинг жаҳон тажрибасига мурожаат қилиш фақат маҳаллий хом-ашёга асосланган анъанавий рух-нитрат-фосфат схемасининг фосфатловчи концентрат таркибини юқори самарали ишчи эритмасини яратиш энг оқилона усул эканлигини кўрсатди. Адабиётлар таҳлили шуни кўрсатдики, хорижий олимлардан: Хиумеи Ванг, Е Ван, Сен Зенг, Яхин Гу (Хитой); Питер Заррас, жон Д. Стенгер-Смит (АҚШ); Florian Ж. J. Келлнер, Майкл Вулперс (Германия); М. Ф. Моркс, М. А. Заеду, Ф. А. Ноур Ел-Диен (Миср); Воҳид Асадий, Иман Данае (Ерон); Ареф м ал-Суайдани (Сурия) каби тадқиқотлар Chimie Paris Tech ўтказилди, кимё кафедраси (Франция); атроф-муҳит технологияси кафедраси, кимё факультети, Висенте Дел университети (Польша); Менделеев номидаги РХТУ (РФ), Платов номидаги Жанубий Россия давлат Политехника университетида (РФ); кимёвий технология Иваново Давлат университети (РФ); Вятка Давлат университети (РФ); Н. А. Некрасов номидаги Кострома Давлат университетларида (РФ) композициялар ва фосфатлаш технологиясини ўрганиш билан шуғулланганлар.

Ўзбекистонда углеродли пўлатни коррозиядан ҳимоя қилиш, жараёнлараро сақлаш учун ҳимоя қатламини суриш ва ишлов бериш муаммоларига: проф. Акбаров Х.И., DSc. Э. Бердимуродов, проф. Жуманиязов М.Ж., проф. Б.Н. Хамидов, Ш.М. Сайдахмедов ва бошқалар эътибор қаратганлар.

Бироқ, маҳаллий хом-ашёга асосланган таркибларни ва углеродли пўлат юзасини фосфатлаш технологиясини ишлаб чиқиш бўйича етарлича ишлар амалга оширилмаган.

Диссертация тадқиқотининг бажарилган илмий-тадқиқот муассасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқоти Умумий ва ноорганик кимё институтининг илмий тадқиқот режасига мувофиқ ПЗ-201709202 «Ишлатилган кадмий-кальций-фосфат катализаторидан кадмийни ажратиб олиш технологиясини яратиш ва уни янги катализатор синтези циклига жалб қилиш» (2018-2020йй) амалий лойиҳаси доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади углеродли пўлат юзасини кимёвий фосфатлаш учун ҳосил бўлувчи фосфатли қоплама сифати Фоскон 35 ва Фоскон 35К каби импорт аналоглардан ёмон бўлмаган электролитларларнинг таркибини

ва уни маҳаллий хом-ашё асосида ишлаб чиқариш технологиясини яратишдан иборат.

Тадқиқот вазифалари: маҳаллий хом-ашёдан углеродли пўлатни кимёвий фосфатлаш электролитини ишлаб чиқиш, таркибини оптималлаштириш;

фосфатланган концентратлар, четдан олиб келинган ва янги ишлаб чиқарилган қопламаларнинг сифатини солиштириш;

фосфатланган концентратлардан, четдан олиб келинган ва ишлаб чиқилган қопламаларнинг физик -кимёвий параметрларини таққослаш;

маҳаллий хом-ашёдан фосфатловчи электролитлар тайёрлаш технологияси ва углеродли пўлат юзасига ишлов бериш технологиясини ишлаб чиқиш;

технологиянинг лаборатория-саноат ва саноат синовларини ўтказиш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида "Ўзкимёсаноат" ДАЖ "Аммофос-Максам" АЖ аммофоси; "Олмалиқ КМК" АЖ рух оксиди; "Ўзкимёсаноат" ДАЖ "Максам-Чирчиқ" АЖ азот кислотаси ва улар асосидаги фосфатловчи ФК 1 ва ФК 1К компонентлари олинган.

Тадқиқотнинг предметини четдан олиб келинадиган препарат аналоги бўлган маҳаллий хом-ашё асосидаги фосфатловчи эритмалар (ФК-1 ва ФК-1К), уларни тайёрлаш технологияси ҳамда углеродли пўлат юзасини фосфатлаш жараёнида ишлатиш ташкил этган.

Тадқиқотнинг усуллари. Диссертация ишида эритма намуналарини атом ютилиш усуллари билан элементар кимёвий таҳлил қилиш, электрокимёвий ўлчашларнинг потенциодинамик, потенциостатик усуллари (потенциостат ПИ-50-1), редокс потенциалларини ўлчаш (иономер ЕВ-74), материалларнинг коллоид кимёвий ва физик-кимёвий хоссаларини назорат қилиш усулларида кенг фойдаланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

маҳаллий хом-ашё асосида углеродли пўлат юзасини фосфатлаш технологияси ва электролит эритмалари таркибларидан фойдаланишнинг техник - иқтисодий жиҳатдан мақсадга мувофиқлиги аниқланган;

маҳаллий хом-ашёлар асосида яратилган пўлатни фосфатловчи электролитларнинг реакцион-фаоллиги, фосфатли ҳимоя қопламаси ҳосил бўлиши аниқланган;

ГОСТ 9.302-88 усули билан фосфат қопламаларининг ҳимоя сифатини текшириш, углеродли пўлат намуналари юзасидаги коррозия кўрсаткичлари ва қутбланиш потенциалини ўлчаш жараёнида маҳаллий фосфатловчи таркиблар ФК 1 ва ФК 1Кни Фоскон 35 ва Фоскон 35К каби импорт аналоглари билан таққослаганда уларнинг самарадорлироқлиги аниқланган;

маҳаллий хом-ашёдан ФК-1 ва ФК-1К таркибларини тайёрлаш технологиясининг блок-схемаси ва углеродли пўлат юзасини фосфатлашни самарали амалга ошириш усуллари ишлаб чиқилган.

Тадқиқотнинг амалий натижаси қуйидагилардан иборат:

углеродли пўлат симлар ва катанкаларга ишлов бериш учун аммофос, рух оксиди ва нитрат кислота эритмалари асосида ФК1 ва ФК 1К фосфатловчи концентратларини олиш технологияси ишлаб чиқилган;

ишлаб чиқилган фосфат концентратларининг таркиблари ва уларни қўллаш технологиялари синовдан ўтказилди. ФК 1 ва ФК 1К ишлаб чиқариш учун оптимал технологик параметрлари аниқланган.

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги. Олинган натижалар замонавий тадқиқот усулларини қўллаш билан асосланган ва тажриба саноат синовлари билан тасдиқланган.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.

Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти кимёвий фосфатли электролитлар эритмаларини тузиш ва улардан углеродли пўлат юзасида химоя қопламалар ҳосил қилиш жараёнларининг хусусиятлари ва қонуниятларини аниқлашдан, ишлаб чиқариладиган электролитлар қопламаларининг тузилиши, таркиби ва хоссалари солиштириш билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти физик-кимёвий хоссалари бўйича импорт қилинган аналоглардан кам бўлмаган маҳаллий хом-ашёдан олинган ФК-1 ва ФК-1К фосфатли эритмалар концентратларининг оптимал таркибини яратиш, бу таркиб углеродли пўлат юзасини ва ундан ясалган маҳсулотларни жараёнлараро сақлашда, ҳамда унга босимли ишлов берилганда химоялаш учун хизмат қилади.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Конденсатланган рух-оксидли-фосфатли тузилмалар асосида углеродли пўлатни кимёвий фосфатлаш технологиясини ишлаб чиқиш бўйича олинган илмий натижалар асосида:

углеродли пўлат симлар ва катанкаларни қайта ишлаш учун аммофос, рух оксиди ва азот кислотаси асосидаги ФК-1 концентратини тайёрлаш технологияси «O'ZMAXSUSMONTAJQURULISH» АКнинг «2022-2024 йилларда амалиётга жорий этиш бўйича истиқболли ишланмалар рўйхати»га киритилган («O'ZMAXSUSMONTAJQURULISH» АКнинг 2021 йил 12 апрелдаги 01-152/03-11-сон маълумотномаси). Натижада, маҳаллий хом-ашёлар асосида импорт ўрнини босувчи фосфатловчи концентратлар олиш ва уларни қўллаганда импорт аналогларида ҳосил бўладиган лойқаланишнинг 2,5-3,0 мартаба камайиши ҳисобига сим ва катанкаларнинг фосфатлаш жараёнининг самарадорлигини 2 мартаба юқори бўлиш имконини беради;

углеродли пўлат симлар ва катанкаларни қайта ишлаш учун аммофос, рух оксиди, азот кислотаси ва ортофосфор кислотаси асосидаги ФК-1К концентратини тайёрлаш технологияси «O'ZMAXSUSMONTAJQURULISH» АКнинг «2022-2024 йилларда амалиётга жорий этиш бўйича истиқболли ишланмалар рўйхати»га киритилган («O'ZMAXSUSMONTAJQURULISH» АКнинг 2021 йил 12 апрелдаги 01-152/03-11-сон маълумотномаси). Натижада, маҳаллий хом-ашёлар асосида импорт ўрнини босувчи фосфатловчи концентратлар олиш ва уларни қўллаганда импорт аналогларида ҳосил бўладиган лойқаланишнинг 2,5-3,0 мартаба камайиши

ҳисобига сим ва катанкаларнинг фосфатлаш жараёнининг самарадорлигини 2 маротаба юқори бўлиш имконини беради.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Ушбу тадқиқот натижалари, жумладан 4 та халқаро ва 4 та республика миқёсидаги илмий-амалий анжуманларида апробациядан ўтказилган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги. Диссертация мавзуси бўйича жами 16 та илмий иш чоп этилган. Улардан, Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссияси томонидан диссертацияларининг (PhD) асосий натижаларини чоп этишга тавсия этилган илмий нашрларда 6 та мақола, шундан 1 таси халқаро, 5 таси маҳаллий журналларда чоп этилган.

Диссертациянинг ҳажми ва тузилиши. Диссертация таркиби кириш, тўртта экспериментал боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертация ҳажми 106 бетни ташкил этган.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Кириш қисмида ўтказилган тадқиқотнинг долзарблиги ва унинг мақсади ва вазифалари асослаб берилган, тадқиқот объекти ва предметини тавсифлайди, тадқиқотнинг республика фан-техника тараққиётининг устувор йўналишларига мослиги кўрсатилган, илмий янгилик ва амалий маълумотлар баён этилган, илмий ва амалий аҳамиятга эга, шунингдек тадқиқот натижаларининг бажарилиши ҳақида маълумот берилган.

Биринчи бобда **"Фосфат қопламаларининг назарий асослари, хоссалари, мақсади ва қўлланилиши"** углеродли пўлат маҳсулотларини жараёнлараро сақлаш муаммосига ёндашувлар, босим билан ишлов бериш учун уларнинг юзаларини тайёрлаш ва бўёқ қопламаларини қўллаш масалалари кўриб чиқилган. Тадқиқот мавзусига оид нашрлар ҳақида умумий маълумот берилган. Уларнинг танқидий таҳлилидан ишнинг мақсади ва вазифалари баён этилган.

"Углеродли пўлат юзасини фосфатлаш ва натижаларни назорат қилиш" мавзусидаги иккинчи бобида тадқиқотни шакллантиришга бағишланган. Тадқиқот объекти маҳаллий минерал хом-ашё ("Аммофос-Максам" АЖ томонидан ишлаб чиқарилган аммофос, "Олмалик КМК" АЖ рух оксиди, "Максам-Чирчиқ" АЖ нитрат кислотаси) танланди, импорт ўрнини босувчи (Фоссон-35) Ст.3 углерод пўлат юзасини фосфатлаш учун мос таркибини тузиш ФК-1 ва уни концентровчи ФК-1К фосфатлашнинг ишчи эритмасининг концентратларини тайёрлаш технологиясини ишлаб чиқиш ва синаш қурилмалари таклиф этилади. Сирт ва эритмаларни элементар, электркимёвий, физик-кимёвий, структуравий таҳлил қилиш усуллари баён этилган. Улар асосида "В.Л.Гальперин" номидаги (Тошкент) МЧЖ ТТЗ қўшма корхонасида ишланмаларни тажриба-саноат синови учун регламент тузилган.

3-бобда **"Маҳаллий хом-ашё асосида углеродли пўлат юзасини кимёвий фосфатлашнинг электролитлари"** тадқиқот натижалари келтирилган. 1-босқичнинг тадқиқот мақсади Фоскон35 ва Фоскон35К (РФ)

импорт препаратларига ўхшаш кимёвий фосфатли электролитларнинг импорт ўрнини босувчи таркибини ишлаб чиқишдан иборат (1-жадвал). Уларни ишлаб чиқишда маҳаллий хом-ашё асос қилиб олинади. Физик-кимёвий параметрларини таққослаш орқали янги таркиблар қуйидаги хусусиятлар билан тавсифланади:

- Аммоний фосфат эритмасида (аммофос эритилганда) 46% кам бўлмаган P_2O_5 га қайта ҳисобланганда эримайдиган қолдиқ – 13%, фосфат концентратини тузилиши учун халақит бермайдиган.

- Импортдан фарқли равишда, янги таркиб оқ рангли коллоид ҳосил қилмайди (рух оксиди) эксплуатация қилганда (рух-нитрат-фосфат концентрати) сабаби таркибида (ZnO) нинг қуйидаги масса улушларига боғлиқ ҳолда нисбатан кўплиги: $Zn^{2+}:NO_3^-:H_2O = (1,00- 1,27):(2,53- 2,98):(3,94-5,02)$ (импорт); янги таркибда эса: $Zn^{2+}:NO_3^-:H_2O=(0,95-1,1):(2,75- 3,80):(5,20-10,80)$ (яъни, концентратларнинг пастки чегараси). Оғирлик бирлик суммаси ва ундаги рух миқдори аниқланди. $1,00 + 2,57 + 3,94 = 6,47$ (6,47 импорт концентрат бирлигига 1,00 Zn^{2+} , унинг миқдори $1,00/6,47 \approx 0,155$ га тенг.), янги таркибда $0,95+2,75+5,20=8,90$ рухнинг суммадаги миқдори $0,95/8,90 \approx 0,107$ га тенг, яъни янги таркибда рухнинг нисбати кам ва лойқа ҳосил бўлмайди. Янги технологияга кўра, рухнинг ортиқча миқдорини, яъни рух оксидини мақсадсиз қўллаш деб қарайди. Демак, янги таркиб қуйидаги таркиб бўйича характерланади: 1) фосфат сақловчи компонентлар – қуйидаги нисбат бўйича $NH_3:P_2O_5=(1,11-1,55):(2,25-3,20)$ концентратнинг умумий таркибидаги P_2O_5 80-100% миқдоридаги аммофос таркибидаги (P_2O_5 46% дан кам бўлмаган) аммоний фосфатлари билан, шунингдек концентратдаги P_2O_5 нинг умумий миқдори 0 дан 20% гача бўлган фосфор кислотаси билан; 2) аналоги каби янги нисбатдаги $Zn^{2+} : NO_3^-=(1-1.27) : (2.53- 2.98)$ рух-нитрат сақловчи компонент ва бу фосфат қопламаларнинг химоя хусусиятларини оширганлигини ҳамда иш давомида эритманинг лойқаланишини йўқотилишини аниқлаб берди.

1-жадвал.

Импорт концентратларнинг физик-кимёвий кўрсаткичлари

| Кўрсаткичлар номи | Норма | | Синов усули |
|---|-------------|------------|--|
| | Фоскон 35 | Фоскон 35К | |
| 20°C даги зичлик , кг/м ³ | 1.370-1.580 | 1470-1690 | Бандига кўра 4.2, ГОСТ 18995.1.73 |
| Шартли – умумий кислоталик (УК) нукталари, ораликда | 40-60 | 86-112 | 4.3-бандга мувофиқ ГОСТ 9.402-2004, адж. Д, 3.2.3-бандга мувофиқ |
| УК нинг Х га нисбати, ораликда | 5.7-7.7 | 3.2-4.0 | 4.3-бандга мувофиқ ГОСТ 9.402-2004, адж. Д, 3.2.3-бандга мувофиқ |

ФК-1 ва ФК-1К (иккинчиси ФК-1 эритмасини созлаш учун) фосфатлаштирувчи концентратларни ишлаб чиқариш мисоллари келтирилган (2-жадвал).

Тадқиқот босқичининг вазифаси ишлаб чиқарувчи усуллари бўйича (ТУ

Фоскон 35), ГОСТ 9.302-88 импорт қилинган ва янги фосфатловчи эритмалар сифатини пўлат қопламаларда қиёсий баҳолаш (3-4-жадвал).

2-жадвал.

Импорт ва маҳаллий маҳсулот кўрсаткичларини таққослаш

| Модда номи | № | Физик-кимёвий кўрсаткичлар | | | Иш давомида эритмадаги лойқала-нишнинг мавжудлиги |
|------------|---|----------------------------|--|---|---|
| | | Зичлик, г/дм ³ | Шартли умумий кислоталик (УК) «нуқталар» | Шартли-умумий кислоталикнинг эркин кислоталикга нисбати | |
| ФК-1 | 1 | 1,283 | 55 | 11 | Йўқ |
| ФК-1К | 2 | 1,325 | 44 | 5 | Йўқ |
| ФК 1 | 3 | 1,260 | 65 | 10 | Йўқ |
| Фоскон 35 | - | 1,440 | 65 | 5,7 | Бор |
| Фоскон 35К | - | 1,572 | 50 | 3,8 | Бор |

3- жадвал.

Оптималлаштирилган таркибнинг физик-кимёвий кўрсаткичлари

| Номланиши | Зичлик г/дм ³ | pH | Шартли-умумий кислоталикнинг эркин кислоталикка нисбати |
|--|--------------------------|-------|---|
| ФК-1 (аммофос хом-ашё)1 | 1.321 | -0.48 | 4.7 |
| ФК-1 (аммофос хом-ашё)2 | 1.381 | -0.12 | 7.7 |
| ФК-1 (H ₃ PO ₄ +NH ₄ OH)1 | 1.432 | -0.72 | 5.2 |
| ФК-1 (H ₃ PO ₄ +NH ₄ OH)2 | 1.370 | -0.87 | 4.7 |
| ФК-1 (ЭФК +NH ₄ OH)1 | 1.422 | -0.82 | 4.1 |
| ФК-1 (ЭФК +NH ₄ OH)2 | 1.328 | -0.75 | 3.8 |

4 жадвал.

Импорт ва оптималлашган маҳаллий хом-ашёни таққослаш

| Номланиши | Намунанинг келиб чиқиши | Зичлик г/дм ³ | pH | Шартли- умумий кислоталикнинг эркин кислоталик нисбати |
|------------|--|--------------------------|------|--|
| Фоскон-35К | Импорт | 1.572 | 0.48 | 3.4 |
| ФК-1К | Аммофос | 1.465 | 0.40 | 3.5 |
| ФК-1К | H ₃ PO ₄ +NH ₄ OH | 1.495 | 0.89 | 3.7 |
| ФК-1К | ЭФК | 1.515 | 0.90 | 3.8 |

Жадвалдан ФК-1 нинг Фоскон-35га нисбатан афзаллигини кўришиб турибди. ФК-1 ва ФК-1К эритмалари, химоя фосфат қоплама ҳосил бўлишига ёрдам беради, ишлаб чиқариш таннархини камайтиради, хом-ашё базасини кенгайтиради, аналоглардаги камчилиги эритмадаги рух гидрооксидидаги лойқа ҳосил бўлишини бартараф этади.

Хом-ашёлардан олинган таркиблари турли хил фосфатлар хоссаларини ўз ичига олган 5-жадвалда акс эттирилган.

Ст.3 ни коррозиядан ингибирловчи таркибнинг концентрациясининг таъсири

| Ингибирловчи эритма | Ингибитор концентрация С, % | Намунанинг масса ўзгариши ΔM , г | Коррозия тезлиги W, $г/м^2 \cdot ч$ | Химоя даражаси η (%) |
|---------------------|-----------------------------|--|-------------------------------------|---------------------------|
| Фон, сув, pH 7 | 0 | 0.0218 | 0.0466 | - |
| Фоскон-35 | 0.1 | 0.002 | 0.0042 | 4.24 |
| | 1.0 | 0 | 0 | 100 |
| | 10 | 0.1 | 0.2139 | -366 |
| | 50 | 0.017 | 6.8 | -14500 |
| Аналог Ф-35 | 0.1 | 0.0003 | 0.0006 | 98.7 |
| | 1.0 | 0 | 0 | 100 |
| | 10 | 0.167 | 0.3572 | -667 |
| | 50 | 0.008 | 3.2 | -6777 |

бу ерда W - коррозия тезлиги η - коррозиядан сақлаш даражаси

Фоскон-35 ва ФК1 0,1-1,0 % ораликдаги концентрацияда химояловчи қобилатларини намоеън қилади. Концентрация 50 % гача ошгани сари коррозия тезлиги 6.8, 3.2 $г/м^2 \cdot с$ гача ошди ва ўнга мос равишда қоплама ҳосил бўлишига ҳамда кимёвий ўзаро таъсирига старт берилади. ГОСТ 9.302-88 “томчи” усули бўйича қопламаларнинг химояловчи хусусиятларининг ўзгаришида ҳароратнинг (40 дан 75⁰С гача) тутган ўрни баҳоланди, бунда К - S намунаси юзасининг ($дм^2$) эритма ҳажмига V ($дм^3$) га нисбати (6 жадвал). Эритмани 40-75⁰С гача қиздириш иккала эритманинг ҳам химоя хусусиятларига яхши таъсир қилди. Шунингдек, 40-75⁰С да ФК1 нинг афзаллиги қайд қилинди: Фоскон-35 га нисбатан ФК-1да фосфат қопламада томчининг ушланиб туриш вақти кўпроқ.

ФК 1 ва Фоскон-35 эритмаларидан ҳосил бўлган юзаларнинг (қопламалардан) химоя хусусиятларини баҳолаш. (концентрация 14,8%, $K = S_{нам.} / V_{э-ма} = 1$)

| Асосдаги пўлат фосфат эритмаси | Ҳарорат | Фосфатлаш вақти, мин | | | |
|--------------------------------|-------------------|----------------------------|----|-----|-----|
| | | 1 | 5 | 10 | 15 |
| | | Томчининг ўлчаш вақти, сек | | | |
| Фоскон 35 | 40 ⁰ С | 3 | 15 | 42 | 50 |
| ФК 1 | | 6 | 31 | 60 | 90 |
| Фоскон 35 | 75 ⁰ С | 10 | 40 | 65 | 120 |
| ФК 1 | | 15 | 43 | 100 | 150 |

Эритманинг 75⁰С температурада ва К ўзгарувчан кўрсаткичдаги ҳолатни ўрганиб чиқиш қизиқиш уйғотди (7-жадвал). К кўрсаткичнинг 3,0-2,0-0,5 пасайиши актив компонентларнинг камайиш тезлиги билан корректланади: К қанча катта бўлса, тезлик шунча паст, лекин химоя кўрсаткичлари юқори “томчи” нинг ушланиш вақти иккала эритма учун ҳам ошиб боради.

7-жадвал.

ФК 1 ва Фоскон-35 асосидаги эритмалардан олинган қатламларининг хусусиятлари.

| Пўлат асосидаги фосфатлаш эритмаси | К кўрсаткичи, дм ² /дм ³ | Фосфатлаш вақти, мин | | | |
|------------------------------------|--|----------------------------|----|-----|-----|
| | | 1 | 5 | 10 | 15 |
| | | Томчининг ўлчаш вақти, сек | | | |
| Фоскон 35 | 0,5 | 4 | 15 | 38 | 52 |
| ФК 1 | | 6 | 21 | 48 | 66 |
| Фоскон 35 | 2,0 | 18 | 52 | 87 | 125 |
| ФК 1 | | 24 | 67 | 174 | 180 |
| Фоскон 35 | 3,0 | 28 | 71 | 98 | 176 |
| ФК 1 | | 44 | 76 | 192 | 200 |

ФК 1 нинг ишчи концентрациясининг диапазони асослаш учун қуйидаги кўрсаткичлар тавсифланган: шартли умумий кислоталик (УК) “нуқта”си шартли умумий кислоталикнинг эркин кислоталикга боғлиқлиги (жадвал 8).

8-жадвал.

ФК 1 ва Фоскон-35 эритмаларнинг кўрсаткичлари: (бошланғич концентрация 14,8 %)

| Фосфатловчи эритма | Кўрсаткич | | Ҳимоя хусусияти, томчи усули ГОСТ 9.302-88, мин (норма 2 мин) | Иш давомида эритмада лойқаланишнинг мавжудлиги |
|--------------------|---------------------------------------|---|---|--|
| | Шартли-умумий кислоталик (УК) «нуқта» | Эркин кислоталик ва шартли умумий кислоталикга боғлиқлиги | | |
| №1 | 55 | 11 | 4-5 | йўқ |
| №2 | 58 | 10 | 4-5 | йўқ |
| №3 | 52 | 10 | 2,0-2,5 | йўқ |
| Фоскон 35 | 65 | 5,7 | 3-4 | бор |

Белгиланиш: №1-сув билан суюлтириш 1:7; №2-1:5; №3-1:9)

9-жадвал.

Фосфатловчи эритмаларни тайёрланишининг қиёсий тартиби

| Концентрация, г/л, ва оғирлик нисбати: | Фосфатлаш эритмаси ФК-1 (1:7 сув билан) | Фоскон 35 эритмаси (14,8 %) |
|--|---|-----------------------------|
| Рух ионлари (Zn ²⁺) | 6,07-8,05; | 5,55-18,72; |
| P ₂ O ₅ улуши | 16,19-17,96; | 4,35-15,68; |
| Нитрат ионлари (NO ₃ ⁻) | 17,14-19,57; | 9,25-33,6; |
| \ натрия иони (Na ⁺) | - | 0,56-2,46; |
| Аммоний иони (NH ₄ ⁺) | 2,34-3,61; | 0,19-0,82; |
| Қолгани сув | Гача 1 л, | Гача 1 л, |
| (NH ₄ ⁺ : Na ⁺) | - | 1:3 |
| (Zn ²⁺ + NH ₄ ⁺) : P ₂ O ₅ нисбати | (2,67-2,96):(3,09-3,71) | (1-3,47) : (0,71-2,57). |

Эритмалар кўрсаткичлари Фоскон-35 ва Фоскон-35К га қўйилган ТШ талабларига мос келади: 2149-205-10964029-2004, ўзг. 1, 2, 3 (жадвал 10).

ФК 1 ва Фоскон-35нинг физик-кимёвий кўрсаткичларини таққослаш

| Номланиши | Зичлик, г/дм ³ | pH | Шартли-умумий кислоталикнинг эркин кислоталикка нисбати |
|---|------------------------------|-------|--|
| Фоскон-35 | 1.440 | -0.20 | 5.4 |
| ФК-1 (аммофос) | 1.300 | -0.12 | 5,8 |
| ФК-1 (H ₃ PO ₄ +NH ₄ OH) | 1.427 | -0.67 | 5.9 |
| ФК-1 (ЭФК) | 1.470 | -0.68 | 5.65 |

Намуна юзасининг потенциал боғликлигини турли муҳитларда сувда, ФК-1, Фоскон 35 (14.8%) эритмаларида 20, 40, 70°C да таққослаб кўрилди (расм 1). Сувнинг табиий аэрацияси билан 20°C пўлат сирт юзаси 15 дақиқада фаоллашади, электр потенциалининг манфий қиймати ортади, 40 ва 70°C да пассивланади, бу потенциалнинг янгиланиши билан тасдиқланади. Шу шароитда, ФК-1 ва Фоскон 35 эритмаларида, биринчи навбатда улар учун 40 ва 70°C да бир хил қийматдан потенциал силжишлар -0.45 В (20°C) салбий минтақага силжишлар, пўлат юза сиртини фаоллаштиришда ФК-1 Фоскон 35га нисбатан реактивлигини кўрсатди.

Пўлат намуналари сирт юзаларининг бу электрокимёвий характеристикалари уларда химоя фосфат қопламаси ҳосил бўлишига нисбатан ФК-1 ва Фоскон-35 эритмаларининг бир хил эффективлигини кўрсатди.

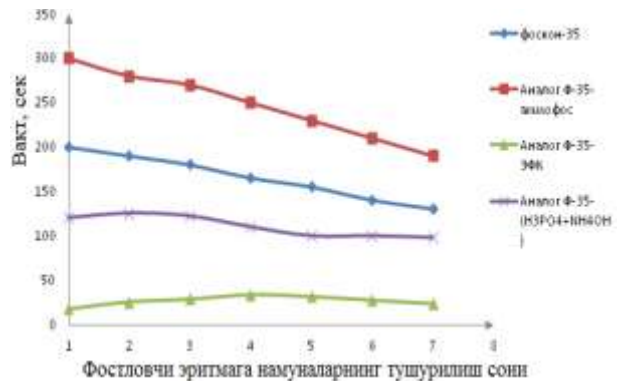
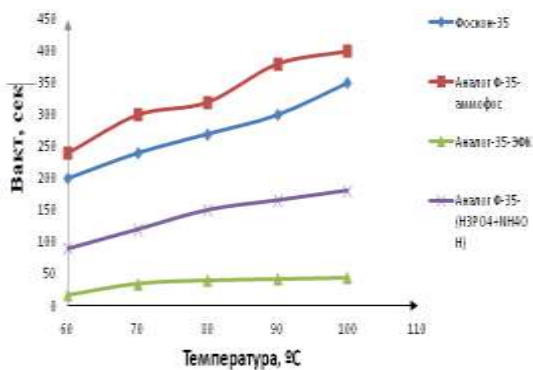
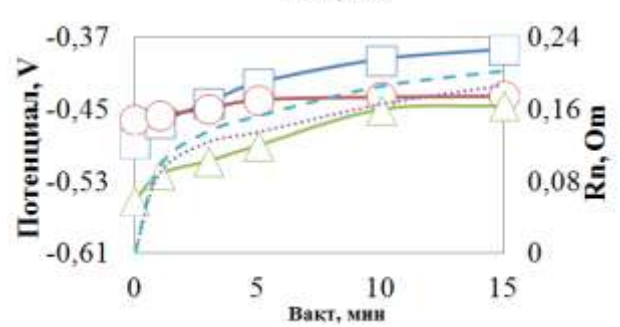
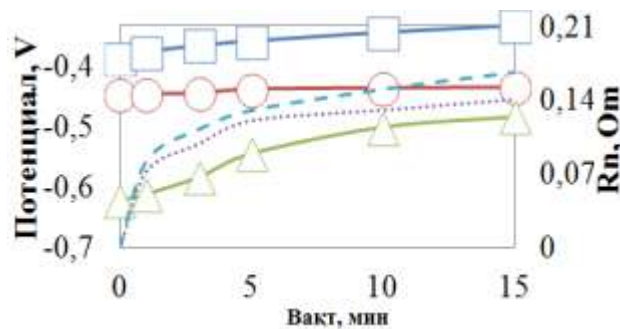
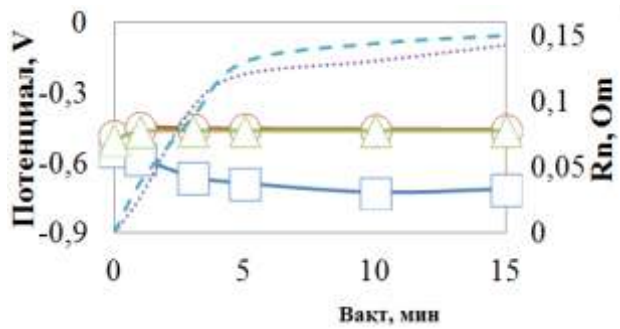
Ст.3 ГОСТ 9.302-88 намуналар томчиларининг намуна майдонининг 25/50 дм²/дм³ эритма ҳажмига нисбати бўйича ФК-1 ва Фоскон-35 эритмаларида фосфатланган "ушлаб туриш вақти" ўзгаришлари баҳоланди (расм 2, 3).

2 расмда кўрсатилганидек, эритманинг ҳарорати ортиши билан ГОСТ 9.302-88 "томчи усули" бўйича "ушлаб туриш вақти" қиймати ортади.

Бўктирилиш сони ўсиши билан (расм 3) компонентлар томонидан ваннада фосфат қопламанинг химояловчи хусусиятлари камади, бундан ташқари, Фоскон-35 га нисбатан ФК 1 концентрати асосидаги эритмалар афзалроқ. Ҳароратнинг ошиши билан қобиқ массасининг ортиши содир бўлади, фосфатларнинг гидролизи купаяди ва улардаги эркин фосфор кислота миқдори ҳам ортади. Бу эритманинг таркибий қисмлари билан металлнинг ўзаро таъсирига ва иккиламчи ва учламчи тузларнинг кристалл модификациясини ҳосил бўлишига ёрдам беради.

Бу босқич вазифаси сифатида 20-75°C ҳарорат оралиғида, пўлат Ст.3 намуналарини коррозия ҳаракати, шунингдек, уларнинг қутубланиш қаршилиги (расм 4), намуна майдони S нинг, дм², ҳажм V, дм³ га нисбати ролини аниқлаш бўлди. Расм 6 дан кўришиб турганидек, ҳарорат ўзгариши коррозия ва Ом қаршилигидаги ФК-1 нинг сезилмас афзаллиги билан сувда ва 14.8% Фоскон 35 даги коррозияга кам таъсир кўрсатди. Бу босқичнинг вазифаси ФК-1 ва Фоскон 35 да фосфатланган Ст.3 пўлат юзасининг ҳолатини қиёсий баҳолаш эди.

1-расм. 20°C (А), 40°C (В), 70°C (С) ларда ФК 1 ва Фоскон-35 эритмаларидаги Ст.3 намунасида вақт бўйича электр потенциали ва кутбланиши. Белгиланиш: потенциал V: ■ - сувда, ○ - эритмада ФК-1 (рН 2,21), ○ - Фоскон 35, (рН 1,80), поляризация қаршилиги: — — - ФК 1, - Фоскон 35. Таъсир қилишнинг охирига келиб, потенциал кучаяди: бу юзанинг поляризацияси қаршилигининг ўзгариши билан тасдиқланади. Агар 20-40°C да ФК-1 ва Фоскон-35 эритмаларида V 0,14-0,17 Ом га бўлса, у ҳолда 70°C да бу иккаласининг 0,20 Ом гача кўтарилади.



2-Расм. ГОСТ 9.302-88 бўйича фосфатли юзага томчи таъсир қилиш вақтининг эритма ҳароратига боғлиқлиги.

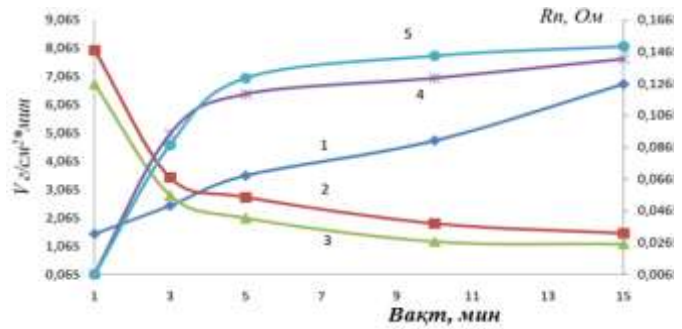
3-Расм. ГОСТ 9.302-88 бўйича фосфатли юзага томчи таъсир қилиш вақтининг вақтга боғлиқлиги (ҳар 10 дақ. давомийликда, юкланиш сонлари).

4-расм. Ст. 3 нинг коррозия тезлигини вақтга боғлиқлиги

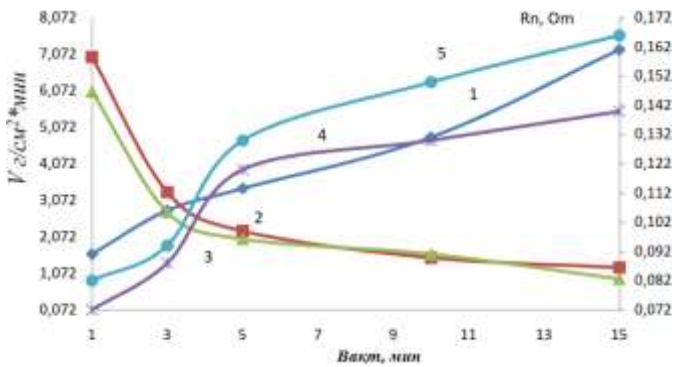
сувда (А), фосфат эритмаларида, 14.8%, Фоскон 35 (В), ФК - 1 (С); улардаги намуналарнинг полярзация қаршилиги (Rn), мос равишда (Д) ва (Е), 20 °С (А), 40 °С (В), 75°С (С) ва К - S намуна майдонининг, $дм^2$, эритма ҳажмига V , $дм^3$ нисбати. рн 75°С да $K=0.5$ (1), $K=2$ (2), $K=3$ (3), шунингдек, $K=0.5$ (4), $K=2$ (5), $K=3$ (6) лар учун. Мухит ҳароратининг 20 дан 75°С гача кўтарилиши коррозия тезлигини пасайтирди ва фосфат қопламасининг коррозиядан ҳимоясининг тўсиқли таъсирини синхрон равишда оширди: намунага ишлов беришнинг 15-1 дақиқасидаги Rn кўрсаткичи мос равишда 0.14 дан 0.16 гача ва 0.20 Ом га ошди.

4 расмдаги (Д, Е) дан куйидагича S намуна майдони, $дм^2$, эритма ҳажмига V , $дм^3$, га нисбатининг ўзгариши намуналарнинг коррозия тезлигига ва Rn га, бундан ташқари Фоскон 35 ва ФК-1 концентрати асосидаги эритмаларда ҳам куйидагича таъсир кўрсатди: К ортиши билан коррозия камайди, 15-1 дақиқасидаги Rn ортди. Ушбу қонуният иккала ечимда ҳам тўғри эди ва $V(t)$ ва $Rn(t)$ функцияларининг сон қийматлари деярли бир хил эди.

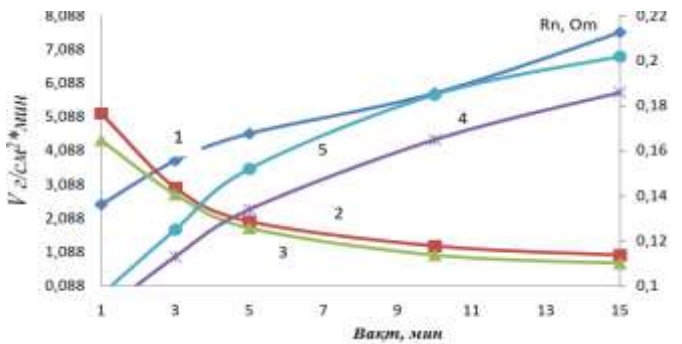
А



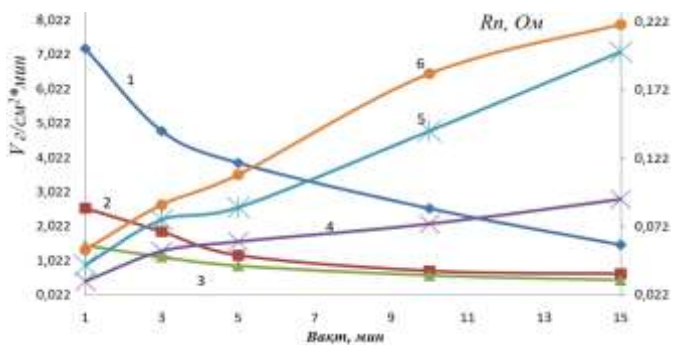
В



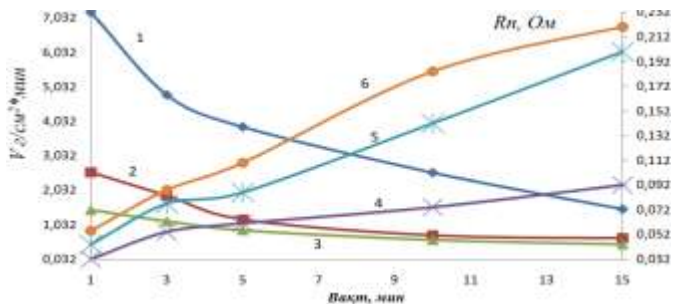
С



Д



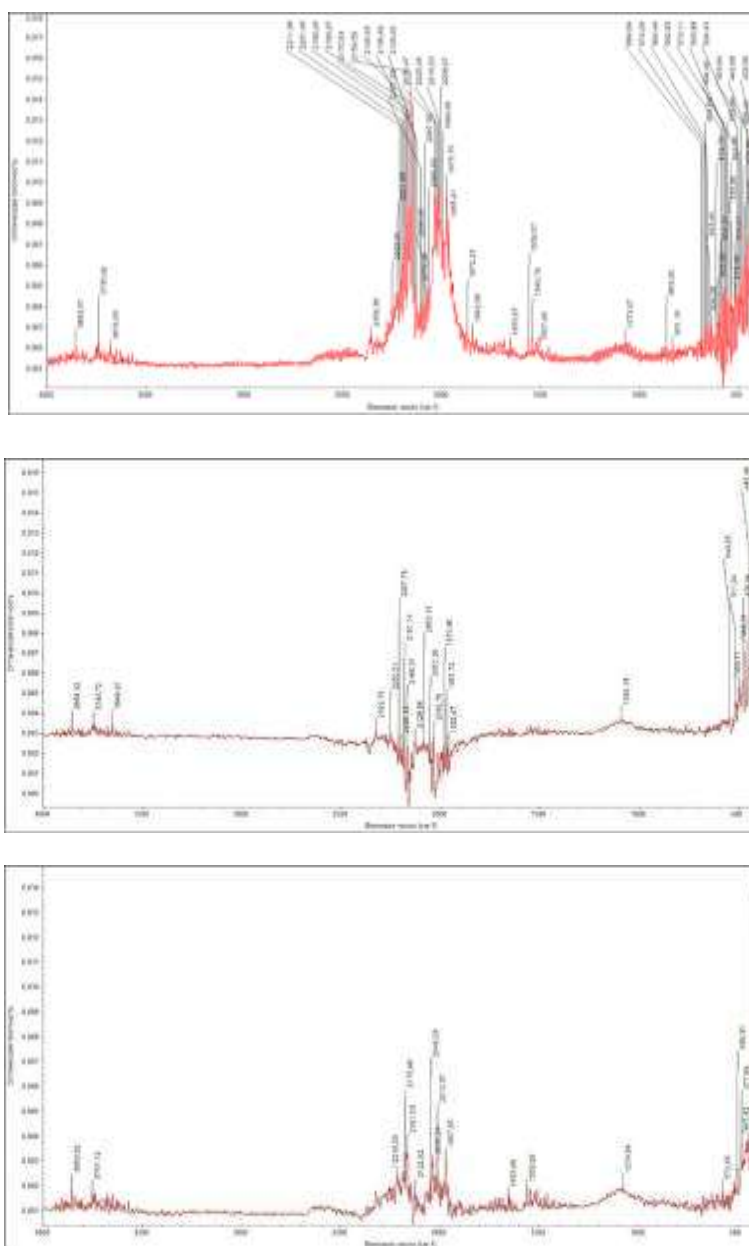
Е



ИҚ спектрада №1, №2, №3 намуналарида ОН-сув молекуласи боғига (3854, 3744, 3650 см^{-1}) частота қийматлари яқин бўлган умумий характеристик ютилиш чизиқлари кузатилди (расм 5). ИҚ спектрида №2 намунадаги 2500-1500 см^{-1} соҳасидаги 39 частоталар аниқланди ва улардан 13таси тебраниш частоталарининг қийматлари билан ва 26 таси бу қийматларсиз. ИҚ спектрида №3 намунасида 10та тебраниш частота аниқланди: 2214, 2175, 2162, 2123, 2046, 2035, 2011, 1968, 1654, 1659 см^{-1} ва 34 частоталарсиз. Улар орасида 1500-1654 см^{-1} частоталари сув молекулаларининг деформацион тебранишига мос келади. 1500-400 см^{-1} намунасидаги 1 паст частотали спектрда кўплаб частота диапазонлари қайд этилди, улар орасида 422 см^{-1} частотаси темир атомларининг тебранишларига мос келади. 2 ва 3-сон намуналари учун 7 да 1500-400 см^{-1} ютилиш спектрида частоталари 1089, 544, 512, 494, 480, 476, 446 аниқланди.

Расм 5. Ст.3 маркали пўлат намуналари юзасининг ИҚ спектрлари. Белгиланиши: А - фосфатлашсиз; Б-Фоскон – 35 да; С - ФК-1 да эритмаларида фосфатланган.

Улар орасида 1089, 1074 см^{-1} да биринчи ва иккинчи тасмалари водород боғлари билан Р=О гуруҳининг валентли тебранишига мос келади. 445 см^{-1} да паст частотали тасмаси темир оксидига тўғри келади. 476, 478 см^{-1} соҳасида рух ионининг тебранишлари намоён бўлади. Сувнинг деформацион тебраниши 1654 см^{-1} майдонда аниқланди. 1050-1089 см^{-1} частота диапазонида сув молекулаларининг водород билан Р₂О₅ боғланиши топилган.



Темир ва рух оксидларига хос паст частотали тебранишлар аниқланди.

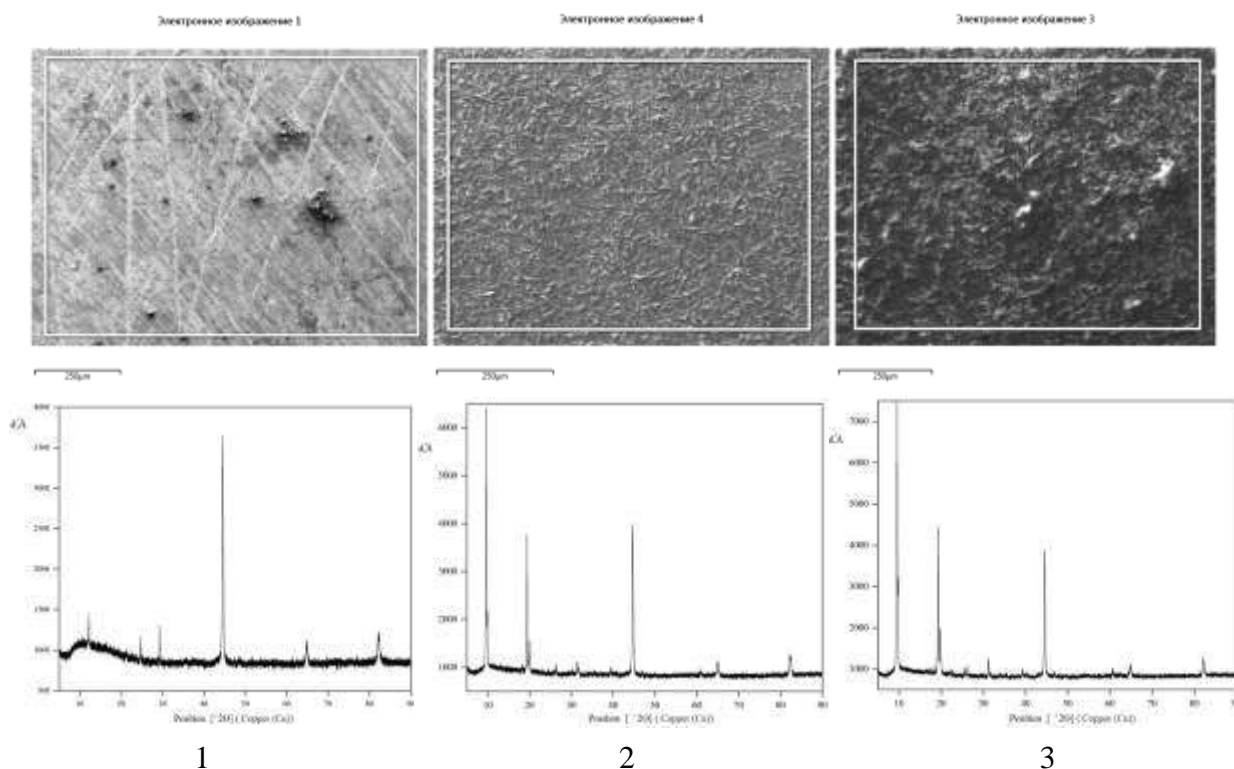
Намуналар юзасининг микроэлемент таҳлили ўтказилди (11-жадвал). Кристалланиш ядролари 6 расмда кўрсатилган. Кўришиб турибдики, (№2 ва №3) фосфат қобикли юзалар (№1) фосфатсиз қобикдан кам миқдорда темир мавжудлиги билан фарқ қилади. С ва О элементлари №2 ва №3 намуналарида сигналлар интенсивлиги бир хил. Р ва Zn элементлари №2 ва №3 намуналарида аниқланди, айниқса 3-сонли намунада. №1 намунасининг микроструктура таҳлили Fe (77,82%) юқори таркибини аниқлади, Zn топилмади.

Намуна №1 нинг дифрактограммаси (расм 6 паст қисми) нисбий интенсивлик $d, \text{Å}(I, \%)$: 12,24 (18%); 24,75 (10%); 29,28 (16%); 44,53 (100%); 64,86 (10%); 82,21(13%) 6 та юзаларора масофалари билан характерланади. №2 учун интенсивликлари $d, \text{Å}(I, \%)$: 9,6653 (100%); 19,3941 (62%); 19,9343 (14%); 26,2719 (4%); 31,4042(4%); 39,3799 (3%) 44,6444 (72%); 60,696 (3%);

Жадвал 11.

Сиртнинг маҳаллий элементар таҳлили

| Фосфатланган Элемент | Элементнинг нисбий массаси, % | | | | |
|-------------------------|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| | С | О | Р | Fe | Zn |
| Фосфатланмаган (№1) | 4.81 | 7.14 | 2.12 | 77.82 | - |
| Фоскон-35 да (№2) | 7.75 | 32.44 | 12.33 | 17.50 | 29.97 |
| ФК 1 да (№3) | 6.65 | 32.56 | 14.61 | 13.00 | 33.18 |



Расм 6. №1-№2-№3 намуналари юзасининг SEM-микроструктураси (юқори) ва дифрактограммалари (пастки).

64,9227 (6%); 82,2616 (10%) 10та юзаларора масофалари билан характерланади. №3 да $d, \text{Å}(I, \%)$: 9,5282 (100%); 9,7758 (34,61%); 17,235 (2,13%); 18,1179 (2,65%); 19,2573 (54%); 19,7626 (17,3%); 25,5979 (2,75%); 26,1432 (3,35%); 31,2056 (6,55%); 39,2663 (2,71%); 44,5167 (46,26%); 60,5815

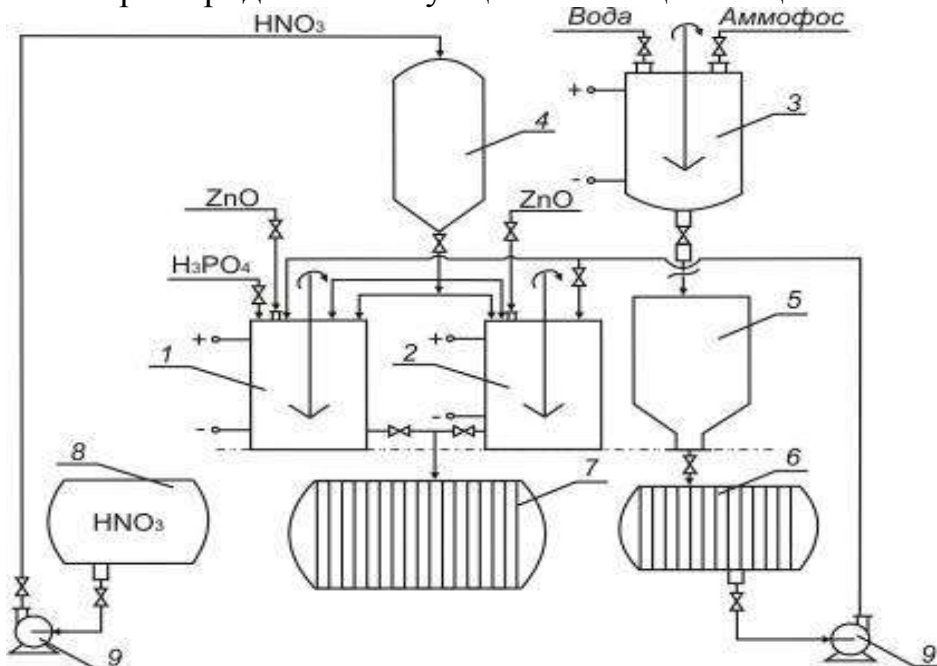
(3,14%); 64,8643 (4,45%); 82,1499 (6,48%) интенсив юзаларора масофаси кузатилган.

“ФК-1 концентрати асосида углеродли пўлатларни фосфатлаш технологияси ва электролитларни синовдан ўтказиш” деб номланган тўртинчи боби ФК-1 ва Фоскон-35 концентратлари асосида фосфатловчи электролитлар эритмаларининг Гальперин номидаги ТТЗ заводи углеродли пўлат намуналарига таъсирининг қиёсий синовларига бағишланган.

Фосфатловчи эритма ишлаб чиқариш технологияси босқичлари:

1. Аммофос эритмасини сув : аммофос = 2,15 : 1.00 нисбатида сувда эритиб тайёрлаш;
2. Аммофос эритмасини эрмайдиган чўкмадан филтрлаш;
3. Рух нитрат эритмасини тайёрлаш;
4. Аммофос эритмаси билан рух нитрат эритмасини аралаштириб тайёр маҳсулот олиш;
5. Тайёр маҳсулотни сақлаш идишига қадоклаш.

Юқоридаги технология (7 расм) бўйича 7500 дм³ фосфатловчи эритма тайёрланди, бунинг учун ҳаммомга 1543 ФК-1 концентратлари ва 6300 дм³ сув қўшилди. Ишчи ваннадаги ҳарорат 70-75⁰С бўлиб, бу ваннагага симлар ва катанкаларни ботиргандан сўнг 10 дақиқа ушлаб турилади. 170 тонна фосфатланган симлар ва катанкалар ишлаб чиқарилди. Лойқа Фоскон-35 га нисбатан 2,5-3,0 марта кам ҳосил бўлган. Қопламанинг барқарорлиги 2 дақиқагача бўлган тезликда 4-5 дақиқани ташкил этди. Қоплама қалинлиги 41 мкм. Синовлар охирида ФК-1К суюқлигининг қолган қисми 134.5 кг эди.



Расм 7. ФК-1 ва ФК-1К тайёрлаш жараёнининг схематик диаграммаси.

Белгиланиши: 1,2-ФК-1 эритмаси ва ФК-1К концентратининг таркибий қисмларини тузиш учун аралаштиргичлар; 3-аммофосни эритиш учун қиздирилган аралаштиргич; 4 - босимли идиш; 5-аммофос учун филтр; 6-аммофос суспензиясини филтрлаш учун идиш; 7-тайёр маҳсулот учун идиш; 8-нитрат кислотали идиш; 9-марказдан қочма насос

ХУЛОСА

1. Маҳаллий хом-ашёлардан хусусиятлари бўйича Фоскон 35 ва Фоскон 35К (Россиядан) таркибига ўхшаш импорт ўрнини босувчи углеродли пўлат юзасини фосфатловчи электролитларнинг ФК-1 ва ФК-1К таркиблари ишлаб чиқилган.

2. ФК-1 эритмасидан олинган фосфат қопламанинг сифати ГОСТ 9.302-88 талабларига жавоб бериши аниқланган; у 60°C хароратда олинади ва харорат 70-85°C хароратга кўтарилганда сифати ошади.

3. Ст. 3 пўлатдан ясалган намуналар юзасининг кутубланиш қаршилигини электрокимёвий назорат қилиш ва коррозия тезлигини гравиметрик ўлчаш усуллари билан 0 - 15 дақиқа, 20-75°C харорат оралиғида, эритма ҳажмига намуна майдони турли нисбати билан 0.5 дан 3.0 дм²/дм³ гача ФК-1, Фоскон 35 эритмаларида ҳосил бўлган фосфат қопламаларнинг ҳимоя хусусиятлари қиёсий баҳоланган. ФК-1 эритмасида ҳосил бўлган фосфат қопламиси ҳимоя қилиш қобилиятининг афзаллиги аниқланди. Бундан ташқари, қуйидагилар кўшимча равишда қайд этилган: импорт қилинган аналогларга хос бўлган рух гидроксидларининг шаклланиши туфайли ванна ишчи эритмасининг лойқаланиши ҳосил бўлмайди, хом-ашёни оқилона ишлатиш туфайли фосфатли таркиблар ишлаб чиқариш қиймати камаяди.

4. ФК-1 ва Фоскон 35 эритмаларидан олинган фосфат қопламаларининг физик-кимёвий хоссаларини ИҚ спектроскопия, SEM ва XRD усуллари билан қиёсий ўрганиш орқали улар юзасининг ҳолати ва хоссалари баҳоланди. Фосфат- ва рух ионларининг углеродли пўлат намуналарининг темир оксиди ва гидроксидлари билан кимёвий боғ ҳосил қилиши, ФК-1 нинг Фоскон 35 устидан ҳимоя қопламасининг афзаллиги билан тасдиқланган.

5. В.Л.Гальперин номидаги Тошкент қувур заводи МЧЖ симлари ва катанкаларининг серияли намуналарида Фоскон 35 ва ишлаб чиқилган ФК-1, ФК-1К фосфатловчи эритмаларнинг қиёсий тажриба-саноат синовлари муваффақиятли ўтказилган. ФК-1 туридаги маҳаллий хом-ашёлардан фосфатловчи таркиблар ишлаб чиқаришни маҳаллийлаштириш имконияти тасдиқланди. ФК-1 ва ФК-1К эритмаларининг таркиби ва тайёрлаш технологияси тадбиқ қилиш учун тавсия этилади. Ўзстандарт агентлигига ФК-1 концентратлари учун техник шартлар лойиҳаси ва патентга ариза топширилган.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.02.30.12.2019.К/Т35.01 ПРИ ИНСТИТУТЕ
ОБЩЕЙ И НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ ПО ПРИСУЖДЕНИЮ
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ**

ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ И НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

ФУЗАЙЛОВА ФЕРУЗА НОРМУРОДОВНА

**ТЕХНОЛОГИЯ ХИМИЧЕСКОГО ФОСФАТИРОВАНИЯ
УГЛЕРОДИСТОЙ СТАЛИ НА ОСНОВЕ КОНДЕНСИРОВАННЫХ
ЦИНК-ОКСИДНО-ФОСФАТНЫХ СТРУКТУР**

**02.00.11 - Коллоидная и мембранная химия
02.00.13-Технология неорганических веществ и материалов на их основе.**

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

Ташкент – 2021

Тема диссертации доктора философии (PhD) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за номером В 2021.2 PhD/T1517.

Диссертация выполнена в Институте общей и неорганической химии.
Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-страница Научного совета (www.iolx.uz) и Информационно-образовательном портале «ZIJONET» по адресу (www.zijonet.uz).

Научные руководители: Гуро Виталий Павлович
доктор химических наук, профессор
Дадаходжаев Абдулла Турсунович
доктор технических наук, профессор

Официальные оппоненты: Намазов Шафоат Сатторович
доктор технических наук, профессор, академик
Сафаров Ёдгор Тойирович
доктор философии по техническим наукам (PhD),
доцент


Ведущая организация: Наманганский инженерно-технологический институт

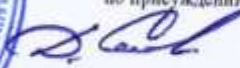
Защита состоится « 10 » декабря 2021 г. в 14⁰⁰ часов на заседании Научного совета DSc.02.30.12.2019.K/T35.01 при Институте Общей и неорганической химии Академии наук Республики Узбекистан по адресу: 1000170, г.Ташкент, ул. Мирзо Улугбека, 77-а.Тел.: (99871) 262-56-60, Факс: (99871) 2627990, e-mail: iolx@uzmail.ru.


С диссертацией можно ознакомиться в Институте общей и неорганической химии Академии наук Республики Узбекистан (зарегистрирована за №18) по адресу: 1000170, г.Ташкент, ул. Мирзо Улугбека, 77-а. Тел.: (99871) 262-56-60.

Автореферат диссертации разослан 26 ноября 2021 г.
(реестр протокола рассылки №18 от 26 ноября 2021 г.).




Б.С. Закиров
Председатель Научного совета
по присуждению учёных степеней,
д.х.н., профессор


Д.С. Салихонова
Учёный секретарь Научного совета
по присуждению учёных степеней,
д.т.н., профессор


Ш.С. Намазов
Председатель научного семинара при
Научном совете по присуждению учёных
степеней, академик

ВВЕДЕНИЕ (Аннотация диссертации на ученую степень PhD)

Актуальность и востребованность темы диссертации. В мире ведутся исследования по межоперационной защите от коррозии поверхности конструкций из углеродистой стали, получения на ней адгезионного подслоя для лакокрасочных покрытий и обработки давлением. Роль подслоя наиболее эффективно выполняет цинк-оксидно-фосфатное покрытие, получаемое окунанием изделий в ванны химического фосфатирования. Получение их на основе Zn^{2+} ; NO_3^- ; NH_3 ; P_2O_5 имеет важное значение.

В мировой практике ведутся научные исследования по формированию конденсированных цинк-оксидно-фосфатных структур на железе. В них необходимо научно обосновать подходы к научным направлениям пленкообразования фосфатного слоя: механизма ее формирования; предварительной подготовки поверхности железа; разработки электролита химического фосфатирования; оценки качества фосфатных покрытий на углеродистой стали; проведения сравнительных физико-химических исследований фосфатных пленок из разных составов электролитов; разработки технологических регламентов производства фосфатирующих составов и обработки ими поверхностей углеродистой стали.

В республике достигнуты определенные теоретические и практические результаты импортозамещения химических реагентов, создания продукции с высокой добавленной стоимостью из местного минерального сырья. В третьем направлении стратегии развития Республики Узбекистан на 2017-2021 годы отмечены важные задачи, направленные на опережающее «развитие высокотехнологичных обрабатывающих отраслей, прежде всего по производству готовой продукции с высокой добавленной стоимостью на базе глубокой переработки местных сырьевых ресурсов, и крупнотоннажных промышленных отходов..., освоению выпуска новых видов продукции и технологий»¹. В этой связи в республике важно расширить номенклатуру импортозамещающих реагентов и средств защиты от коррозии для металлов, производимых в стране, в том числе их разработки на основе местного сырья.

Данное диссертационное исследование в определённой степени служит осуществлению задач, предусмотренных в Указах Президента Республики Узбекистан № УП-4947 от 7 февраля 2017 года «Стратегия действий по приоритетным направлениям развития Республики Узбекистан в 2017-2021 годах», Постановлениях Президента Республики Узбекистан № ПП-3236 от 23 августа 2017 года «О программе ускоренного развития химической промышленности на 2017-2021 годы», № ПП-3983 от 25 октября 2018 года «О мерах по ускоренному развитию химической промышленности Республики Узбекистан», а также в других нормативно-правовых документах, относящихся к данной сфере.

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

¹Указ Президента Республики Узбекистан «О стратегии действий по пяти приоритетным направлениям развития Республики Узбекистан в 2017-2021 годах»

соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологий в республике Узбекистан: VII. «Химические технологии и нанотехнологии».

Степень изученности проблемы. Известны способы химического, катодного цинк-нитрат-фосфатного конверсионного покрытия поверхности углеродистых сталей, а также аналогичные технологии, основанные на замещении цинк-содержащего компонента смеси на марганец-, никель- и прочие модификаторы. Однако, обращение к мировому опыту разработок в этой области выявило наиболее рациональный путь создания высокоэффективного рабочего раствора и концентрата фосфатирующей композиции традиционной цинк-нитрат-фосфатной схемы, основанной исключительно на местном сырье. Литературный обзор показал, что исследованием композиций и технологий фосфатирования занимались зарубежные ученые: Xiumei Wang, Ye Wan, You Zeng, Yaxin Gu (КНР); Peter Zarras, John D. Stenger-Smith (США); Florian J. J. Kellner, Michael Wolpers (Германия); M.F. Morks, M. A. Zayedu, F.A. Nour El-Dien (Египет); Vahid Asadi, Iman Danaee (ИРИ); Aref M al-Swaidani (Сирия), а также аналогичные исследования проводились в Chimie Paris Tech, Department of Chemistry (France); Department of Environmental Technology, Faculty of Chemistry, University of Gdansk (Poland); РХТУ им. Д.И. Менделеева (РФ), в Южно-Российском государственном политехническом университете им. М.И. Платова (РФ); Ивановском государственном химико-технологическом университете (РФ); Вятском государственном университете (РФ); Костромском государственном университете им. Н. А. Некрасова (РФ).

В Узбекистане внимание к проблемам защиты углеродистой стали от коррозии, нанесения защитных покрытий для межоперационного хранения и обработки уделяли: проф. Акбаров Х.И., DSc. Э. Бердимуродов, проф. Жуманиязов М. Ж., проф. Б.Н. Хамидов, Ш.М. Сайдахмедов и другие.

Однако, разработкой составов на основе местного сырья и технологии фосфатирования поверхности углеродистой стали никто ранее не занимался.

Связь исследования с научно-исследовательскими планами научно-исследовательского учреждения, в котором была выполнена диссертация. Диссертационное исследование выполнено в рамках плана научно-исследовательских работ Института общей и неорганической химии по прикладному гранту ПЗ-201709202 «Разработка технологии извлечения кадмия из отработанного кадмий-кальций-фосфатного (ККФ) катализатора с вовлечением его в новый цикл синтеза катализатора» (2018-2020 гг.).

Целью исследования является разработка состава электролита химического фосфатирования поверхности углеродистой стали и технологии его производства на основе местного сырья, с качеством образующейся фосфатной пленки не хуже импортных аналогов типа Фоскон 35 и Фоскон 35К.

Задачи исследования:

разработка электролита химического фосфатирования углеродистой стали из местного сырья, оптимизация состава;

сравнение качества покрытий из фосфатирующих концентратов,

импортных и разрабатываемых новых;

сравнение физико-химических показателей покрытий из фосфатирующих концентратов, импортных и разрабатываемых новых;

разработка технологии приготовления электролита фосфатирования из местного сырья и технологии обработки поверхности углеродистой стали

проведение лабораторно-промышленного и промышленного испытаний технологии.

Объектами исследования являются фосфатирующие составы ФК-1 и ФК-1К, на основе аммофоса АО «Аммофос-Максам» ГАК «Узкимёсаноат»; оксид цинка АО «Алмалыкский ГМК»; азотной кислоты АО «Максам-Чирчик» ГАК «Узкимёсаноат».

Предметом исследования являются состав фосфатирующих растворов-аналогов импортных препаратов (ФК-1 и ФК-1К) на основе местного сырья, технологии их приготовления и использования в процессе фосфатирования поверхности углеродистой стали.

Методы исследования. В диссертации широко использовались элементный химический анализ проб растворов методами атомной абсорбции, потенциодинамический, потенциостатический методы электрохимических измерений (потенциостат ПИ-50-1), измерение редокс-потенциалов (иономер ЭВ-74), методы контроля коллоидно-химических и физико-химических свойств материалов.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

определена технико-экономическая целесообразность применения составов растворов электролитов и технологии фосфатирования поверхности углеродистой стали на основе местного сырья;

определено, что созданные на местной сырьевой базе электролиты фосфатирования стали реакционноактивны, способствуют образованию защитной фосфатной пленки;

проверкой качества защитных фосфатных пленок методами ГОСТ 9.302-88, измерения поляризационного потенциала и показателей коррозии на поверхностях образцов углеродистой стали установлено преимущество в эффективности местных фосфатирующих составов ФК-1 и ФК-1К по сравнению с импортными аналогами Фоскон 35 и Фоскон 35К;

разработаны блок-схема технологии приготовления составов ФК-1 и ФК-1К из местного сырья и режимы эффективного осуществления фосфатирования поверхности углеродистой стали в растворах ФК-1 и ФК-1К.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

разработана технология получения фосфатирующих концентратов ФК1 и ФК 1К на основе растворов аммофоса, оксида цинка и азотной кислоты для обработки проволоки и катанок из углеродистой стали;

были протестированы составы разработанных фосфатных концентратов и технология их применения. Определены оптимальные технологические параметры для производства ФК 1 и ФК 1К.

Достоверность результатов исследования. Полученные результаты

обоснованы применением современных методов анализа и подтверждены проведением опытно–промышленных испытаний.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость результатов исследования заключается в выявлении особенностей и закономерностей процессов составления растворов электролитов химического фосфатирования и формирования защитных пленок из них на поверхности углеродистой стали. Сопоставлены структура, состав и свойства пленок из электролитов.

Практическая значимость результатов исследования заключается в создании оптимальных составов концентратов растворов фосфатирования из местного сырья ФК-1 и ФК-1К, не уступающих по физико-химическим свойствам импортным аналогам. Эти составы служат для защиты поверхности углеродистой стали при межоперационном хранении изделий из нее и подготовки ее под обработку давлением.

Внедрение результатов исследования. На основе научных результатов, полученных при разработке технологии химического фосфатирования углеродистой стали на основе конденсированных цинк-оксидно-фосфатных структур:

технология приготовления концентрата ФК-1 на основе аммофоса, оксида цинка и азотной кислоты для обработки проволоки и катанок из углеродистой стали включена в «перечень перспективных разработок для реализации в 2022-2024 годах» АК «УЗМАХСУСМОНТАЖКУРУЛИШ» (Справка Акционерной компании «УЗМАХСУСМОНТАЖКУРУЛИШ» № 01-152 / 03-11 от 12 апреля 2021 года). В результате, производство импортозамещающих фосфатирующих концентратов на основе местного сырья и их применения позволяет снизить в 2,5-3,0 раза образование мутного осадка, образующегося при применении импортных аналогов за счет чего повышается 2 раза эффективность процесса фосфатирования проволоки и катанок;

технология приготовления концентрата ФК-1К на основе аммофоса, оксида цинка, азотной кислоты и ортофосфорной кислоты для обработки проволоки и катанок из углеродистой стали включена в перечень «перечень перспективных разработок для реализации в 2022-2024 годах» АК «УЗМАХСУСМОНТАЖКУРУЛИШ» (Справка Акционерной компании «УЗМАХСУСМОНТАЖКУРУЛИШ» № 01-152 / 03-11 от 12 апреля 2021 года). В результате, производство импортозамещающих фосфатирующих концентратов на основе местного сырья и их применения позволяет снизить в 2,5-3,0 раза образование мутного осадка, образующегося при применении импортных аналогов за счет чего повышается 2 раза эффективность процесса фосфатирования проволоки и катанок.

Апробация результатов исследования. Положения данного исследования обсуждены на 4 международных и 4 республиканских научно-практических конференциях.

Опубликованность результатов исследования. По теме диссертации опубликовано 16 научных работ. Из них 6 статей опубликованы в научных изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики

Узбекистан для публикации основных результатов диссертаций (PhD), в том числе 1 в международных и 5 в местных журналах.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, 4-х экспериментальных глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объем работы – 106 стр

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обосновывается актуальность и востребованность проведенного исследования, его цель и задачи, характеризуются объект и предмет исследования, показано соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики, излагаются научная новизна и практические данные, приводятся научная и практическая значимость, а также сведения о внедрении результатов исследования.

В первой главе «Теоретические основы, свойства, назначение и области применения фосфатных покрытий» рассмотрены подходы к проблеме межоперационного хранения изделий из углеродистых сталей, подготовки их поверхности под обработку давлением и нанесение лакокрасочных покрытий. Приведен обзор публикаций по теме исследования. Из их критического анализа намечены цель и задачи работы.

Вторая глава по теме «Фосфатирование поверхности углеродистой стали и контроль результатов» посвящена постановке исследования. Объектом исследования выбрано местное минеральное сырье (аммофос производства АО «Аммофос-Максам», оксид цинка АО «Алмалыкский ГМК», азотная кислота АО «Максам-Чирчик»), пригодное для составления импортозамещающей (Фоскон-35) композиции фосфатирования поверхности углеродистой стал Ст.3. Предложены устройства для разработки и испытания технологии приготовления концентратов рабочего раствора фосфатирования ФК-1 и корректирующего его ФК-1К. Описаны методы элементного, электрохимического, физико-химического, структурного анализа поверхности и растворов. На их основе создан регламент опытно-промышленного испытания разработки в в СП ООО ТТЗ имени «В.Л. Гальперина» (г. Ташкент).

В главе 3 «Электролит химического фосфатирования поверхности углеродистой стали на основе местного сырья» изложены результаты исследования. Задача исследования 1-го этапа - разработка импортозамещающих составов электролита химического фосфатирования, аналогичных импортным препаратам Фоскон 35 и Фоскон 35К (РФ) (табл.1). При их разработке за основу взято местное сырье. Путем сравнения их физико-химических показателей, новые составы характеризуются особенностями:

- в растворе фосфатов аммония (при растворении аммофоса) образуется не менее 46% масс. в пересчете на P_2O_5 , нерастворимого остатка, до 13% масс., не мешающий составлению фосфатирующего концентрата;
- в отличие от импортного, новые составы исключают образование

коллоида белого цвета (гидроксидов цинка) при эксплуатации (цинк-нитрат-фосфатного концентрата; причина - относительно избыточное количество оксида цинка (ZnO) в составе, что видно из следующих массовых соотношений компонентов: $Zn^{2+}:NO_3^-:H_2O = (1,00-1,27):(2,53-2,98):(3,94-5,02)$ (в импортном); а в новом составе - $Zn^{2+}:NO_3^-:H_2O=(0,95-1,1):(2,75-3,80):(5,20-10,80)$ (т.е. на нижнем пределе концентраций). Выявлены следующие суммы весовых единиц и доли в них цинка: в $1,00 + 2,57 + 3,94 = 6,47$ (на 6,47 единиц импортного концентрата 1,00 единица Zn^{2+} , его доля равна: $1,00/6,47 \approx 0,155$), а в новом составе $0,95+2,75+5,20=8,90$, доля цинка в сумме равна: $0,95/8,90 \approx 0,107$. Т.е. в новом составе на порядок относительная доля цинка меньше, муть не образуется. Избыток цинка рассматривается, в рамках новой технологии, как нецелевое использование оксида цинка.

Итак, новый состав характеризуется, по составу: 1) фосфат-содержащими компонентами - фосфатами аммония в составе аммофоса (P_2O_5 не менее 46 %) при соотношении $NH_3:P_2O_5=(1,11-1,55):(2,25-3,20)$ в количестве 80-100% от общего содержания P_2O_5 в концентрате, а также фосфорной кислотой - от 0 до 20% от общего содержания P_2O_5 в концентрате; 2) цинк-нитрат-содержащий компонент, как у аналога, но в новом соотношении: $Zn^{2+}:NO_3^-=(1-1,27):(2,53-2,98)$, что определило повышение защитных свойств фосфатной пленки и устранение помутнения раствора при работе.

Таблица 1.

Физико-химические показатели импортных концентратов

| Наименование показателей | Норма | | Метод испытания |
|--|-------------|------------|---|
| | Фоскон 35 | Фоскон 35К | |
| Плотность при 20°C, кг/м ³ | 1.370-1.580 | 1470-1690 | По п. 4.2, ГОСТ 18995.1.73 |
| Условно-общая кислотность (КО) «точки», в пределах | 40-60 | 86-112 | По п. 4.3, ГОСТ 9.402-2004, прил. Д, п. 3.2.3 |
| Отношение КО к X, в пределах: | 5.7-7.7 | 3.2-4.0 | По п. 4.4, ГОСТ 9.402-2004, прил. Д, п. 3.2.3 |

Приведены примеры производства фосфатирующих концентратов ФК-1 и ФК-1К (второй для корректировки раствора ФК-1) (табл. 2).

Таблица 2.

Сравнение показателей импортных и местных продуктов

| Препарат. название | Пример № | Физико-химические показатели | | | Наличие помутнения раствора при эксплуатации |
|--------------------|----------|------------------------------|--|---|--|
| | | Плотность, г/дм ³ | Условно-общая кислотность (КО) «точки» | Отношение условно-общей кислотности к свободной кислотности | |
| ФК-1 | 1 | 1,283 | 55 | 11 | нет |
| ФК-1К | 2 | 1,325 | 44 | 5 | нет |
| ФК 1 | 3 | 1,260 | 65 | 10 | нет |
| Фоскон 35 | - | 1,440 | 65 | 5,7 | есть |
| Фоскон 35К | - | 1,572 | 50 | 3,8 | есть |

Из нее видно преимущество ФК-1 перед Фосфон 35. Растворы ФК-1 и ФК-1К реакционно-активны, способствуют образованию защитной фосфатной пленки, позволяют снизить себестоимость производства расширить сырьевую базу, устраняя недостаток аналогов: образование помутнения из гидроксидов цинка.

Таблица 3.

Физико-химические показатели оптимизированных составов

| Наименование | Плотность г/дм ³ | pH | Отношение условно-общей кислотности к свободной |
|--|--------------------------------|-------|--|
| ФК-1 (сырье аммофос)1 | 1.321 | -0.48 | 4.7 |
| ФК-1 (сырье аммофос)2 | 1.381 | -0.12 | 7.7 |
| ФК-1 (H ₃ PO ₄ +NH ₄ OH)1 | 1.432 | -0.72 | 5.2 |
| ФК-1 (H ₃ PO ₄ +NH ₄ OH)2 | 1.370 | -0.87 | 4.7 |
| ФК-1 (ЭФК +NH ₄ OH)1 | 1.422 | -0.82 | 4.1 |
| ФК-1 (ЭФК +NH ₄ OH)2 | 1.328 | -0.75 | 3.8 |

Таблица 4.

Сравнение импортных и оптимизированных местных аналогов

| Наименование | Происхождение образца | Плотность г/дм ³ | pH | Отношение условно-общей кислотности к свободной кислотности |
|--------------|--|--------------------------------|------|---|
| Фоскон-35К | Импортный | 1.572 | 0.48 | 3.4 |
| ФК-1К | Аммофос | 1.465 | 0.40 | 3.5 |
| ФК-1К | H ₃ PO ₄ +NH ₄ OH | 1.495 | 0.89 | 3.7 |
| ФК-1К | ЭФК | 1.515 | 0.90 | 3.8 |

Задача исследования этапа – сравнительная оценка качества покрытий на стали, из растворов фосфатирования, импортных и новых, методами разработчика (ТУ Фоскон 35), ГОСТ 9.302-88 (табл. 3-4). Составы получены из разного фосфат-содержащего сырья, свойства отражены в табл. 5.

Таблица 5.

Влияние концентрации составов, ингибирующих коррозию Ст. 20.

Обозначение: W - скорость коррозии; η - степень защиты от коррозии

| Ингибирующий раствор | Концентрация С ингибитора, % | Изменение массы образца ΔM, г | Скорость коррозии W, г/м ² ·ч | степень защиты η (%) |
|----------------------|---------------------------------|-------------------------------------|--|----------------------------|
| Фон, вода, pH 7 | 0 | 0.0218 | 0.0466 | - |
| Фоскон-35 | 0.1 | 0.002 | 0.0042 | 4.24 |
| | 1.0 | 0 | 0 | 100 |
| | 10 | 0.1 | 0.2139 | -366 |
| | 50 | 0.017 | 6.8 | -14500 |
| Аналог Ф-35 | 0.1 | 0.0003 | 0.0006 | 98.7 |
| | 1.0 | 0 | 0 | 100 |
| | 10 | 0.167 | 0.3572 | -667 |
| | 50 | 0.008 | 3.2 | -6777 |

При концентрации 0.1-1.0%, Фоскон-35 и ФК-1 проявляют защитную

способность. А при росте концентраций до 50%, скорость коррозии росла до 6,8, 3,2 г/м²·ч, соответственно, что означает старт химического взаимодействия и образование пленки. Оценена роль температуры (рост от 40 до 75 °С) в изменении защитных свойств покрытий методом «капли» ГОСТ 9.302-88 (К - отношение площади образца S, дм², к объему раствора V, дм³ (табл. 6). Нагрев с 40 до 75 °С положительно влиял на защитные свойства покрытий из обоих растворов. Отмечено преимущество ФК-1 при 40 и 75 °С: время выдержки капли на фосфатной пленке из ФК-1, больше, чем из Фоскон 35.

Таблица 6.

Оценка защитных свойств покрытий из растворов ФК-1 и Фоскон 35 (концентрация 14,8%, K= Собр. / V р-ра =1)

| Раствор фосфатирования стали на основе | Температура | Время фосфатирования, мин | | | |
|--|-------------|---------------------------|----|-----|-----|
| | | 1 | 5 | 10 | 15 |
| | | Время выдержки капли, сек | | | |
| Фоскон 35 | 40 °С | 3 | 15 | 42 | 50 |
| ФК 1 | | 6 | 31 | 60 | 90 |
| Фоскон 35 | 75 °С | 10 | 40 | 65 | 120 |
| ФК 1 | | 15 | 43 | 100 | 150 |

Таблица 7.

Защитные свойства покрытий из растворов на основе ФК-1 и Фоскон 35 (концентрация обоих 14,8%) при 75 °С и переменном показателе К

| Раствор фосфатирования стали на основе | Значение К, дм ² /дм ³ | Время фосфатирования, мин | | | |
|--|--|---------------------------|----|-----|-----|
| | | 1 | 5 | 10 | 15 |
| | | Время выдержки капли, сек | | | |
| Фоскон 35 | 0,5 | 4 | 15 | 38 | 52 |
| ФК 1 | | 6 | 21 | 48 | 66 |
| Фоскон 35 | 2,0 | 18 | 52 | 87 | 125 |
| ФК 1 | | 24 | 67 | 174 | 180 |
| Фоскон 35 | 3,0 | 28 | 71 | 98 | 176 |
| ФК 1 | | 44 | 76 | 192 | 200 |

Представляло интерес сравнить поведение растворов при 75 °С и переменном показателе К (табл. 7).

Падение значения К: 3,0-2,0-0,5 коррелирует со скоростью истощения по активным компонентам: чем больше К, тем скорость ниже, но выше показатель защитных свойств: время выдержки «капли» увеличивается для обоих растворов, при некотором преимуществе ФК-1. Для обоснования диапазона рабочих концентраций ФК-1 сравнены показатели: условно-общей кислотности (КО) «точки» и отношения условно-общей кислотности к свободной кислотности (табл. 8).

ФК-1 и ФК-1К демонстрируют большее время выдержки: 4-5 и до 4,0 мин, по сравнению с 4-2 мин у Фоскон 35 и Фоскон 35К, соответственно. При приготовлении ванн, вводили: ФК-1 с водой в отношении 1 : 7 (14,8 %),

Таблица 8.

Показатели растворов Фоскон 35 и ФК-1 (исх концентрация 14,8%)
Обозначение: №1 - разбавление водой 1:7; №2 - 1:5; №3 - 1:9.

| Фосфатирующий раствор | Показатель | | Защитное свойство, метод капли ГОСТ 9.302-88, мин (норма 2 мин) | Наличие помутнения раствора в процессе эксплуатации |
|-----------------------|--|---|---|---|
| | Условно-общая кислотность (КО) «точки» | Отношение условно-общей кислотности к свободной кислотности | | |
| №1 | 55 | 11 | 4-5 | нет |
| №2 | 58 | 10 | 4-5 | нет |
| №3 | 52 | 10 | 2,0-2,5 | нет |
| Фоскон 35 | 65 | 5,7 | 3-4 | есть |

Таблица 9.

Сравнение порядка составления растворов фосфатирования

| Концентрация, г/л, и масс соотношение: | Раствор фосфатирования ФК-1 (1:7 с водой) | Раствор Фоскон 35 (14,8 %) |
|--|---|----------------------------|
| ионы цинка (Zn^{2+}) | 6,07-8,05; | 5,55-18,72; |
| Доля P_2O_5 | 16,19-17,96; | 4,35-15,68; |
| ионы нитрата (NO_3^-) | 17,14-19,57; | 9,25-33,6; |
| ионы натрия (Na^+) | - | 0,56-2,46; |
| ионы аммония (NH_4^+) | 2,34-3,61; | 0,19-0,82; |
| вода остальное | до 1 л, | до 1 л, |
| Отношение ($NH_4^+ : Na^+$) | - | 1:3 |
| $(Zn^{2+} + NH_4^+) : P_2O_5$ | (2,67-2,96):(3,09-3,71) | (1-3,47) : (0,71-2,57). |

Таблица 10

Сравнение физико-химических показателей ФК-1 и Фоскон 35

| Наименование | Плотность, г/дм ³ | pH | Условно-общая кислотность к свободной кислотности: |
|---------------------------|------------------------------|-------|--|
| Фоскон-35 | 1.440 | -0.20 | 5.4 |
| ФК-1 (аммофос) | 1.300 | -0.12 | 5,8 |
| ФК-1 ($H_3PO_4+NH_4OH$) | 1.427 | -0.67 | 5.9 |
| ФК-1 (ЭФК) | 1.470 | -0.68 | 5.65 |

Фоскон 35 14,8 % (табл. 9). Показатели растворов соответствуют требованиям ТУ на Фоскон 35 и Фоскон 35К: 2149-205-10964029-2004, изм. 1, 2, 3 (табл. 10).

Рис.1. Электрический потенциал и А поляризационное сопротивление поверхности образцов Ст. 3 во времени, в растворах ФК-1 и Фоскон 35, при температуре: 20 °С (А); 40 °С (В), 70°С (С). Обозначение: потенциал V: ■ - в воде, ● - в растворе ФК-1 (рН 2,21), ○ - Фоскон 35, (рН 1,80), поляризационное сопротивление: — — - ФК 1, - Фоскон 35.

К концу экспозиции потенциал облагораживается: нарастает пассивирование поверхности, что подтверждается изменением поляризационного сопротивления поверхности. Если при 20-40 °С V достигает 0,14-0,17 Ом в растворах ФК-1 и Фоскон-35, то при 70 °С возрастает до 0,20 Ом обоих.

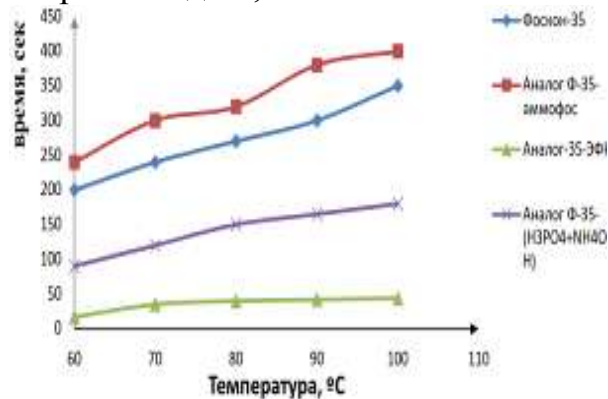
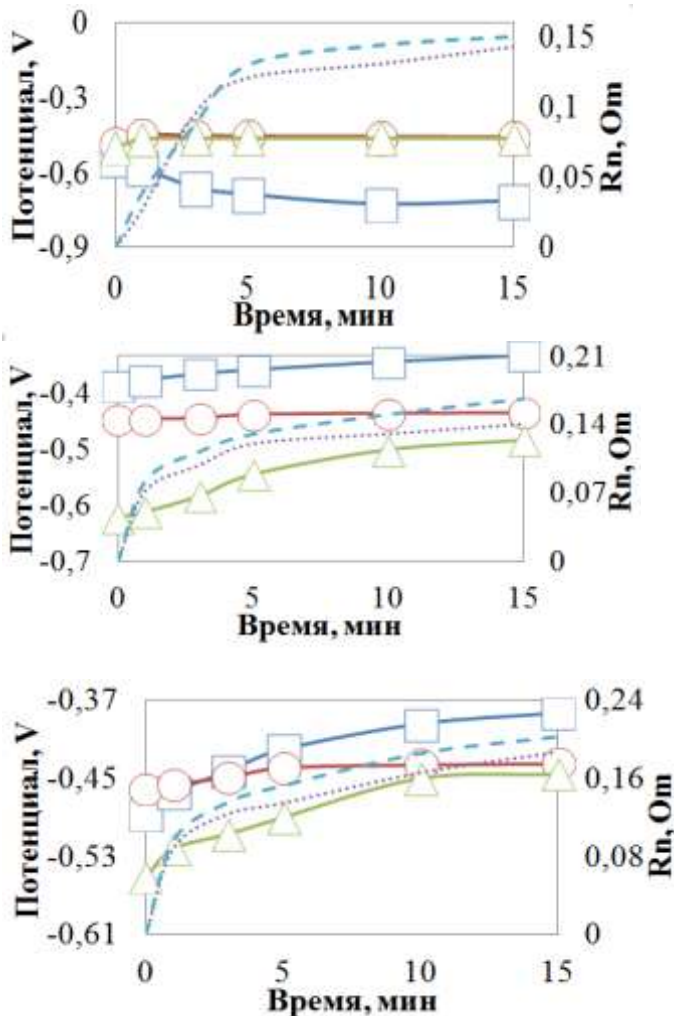


Рис. 2. Зависимость времени выдержки капли ГОСТ 9.302-88 на фосфатированной поверхности от температуры раствора.

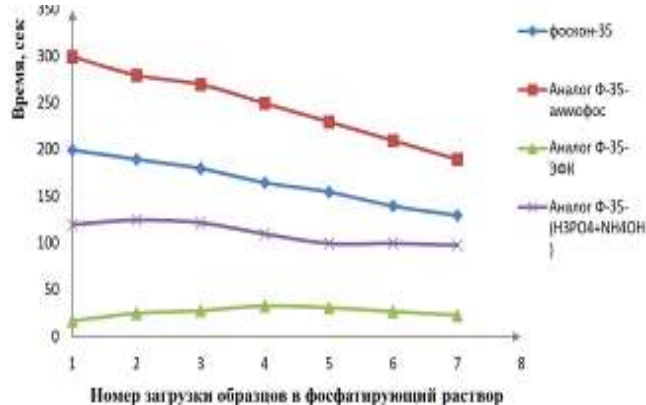


Рис. 3. Зависимость времени выдержки капли ГОСТ 9.302-88 на фосфатированной поверхности от времени (номера загрузки, длительность каждой 10 мин).

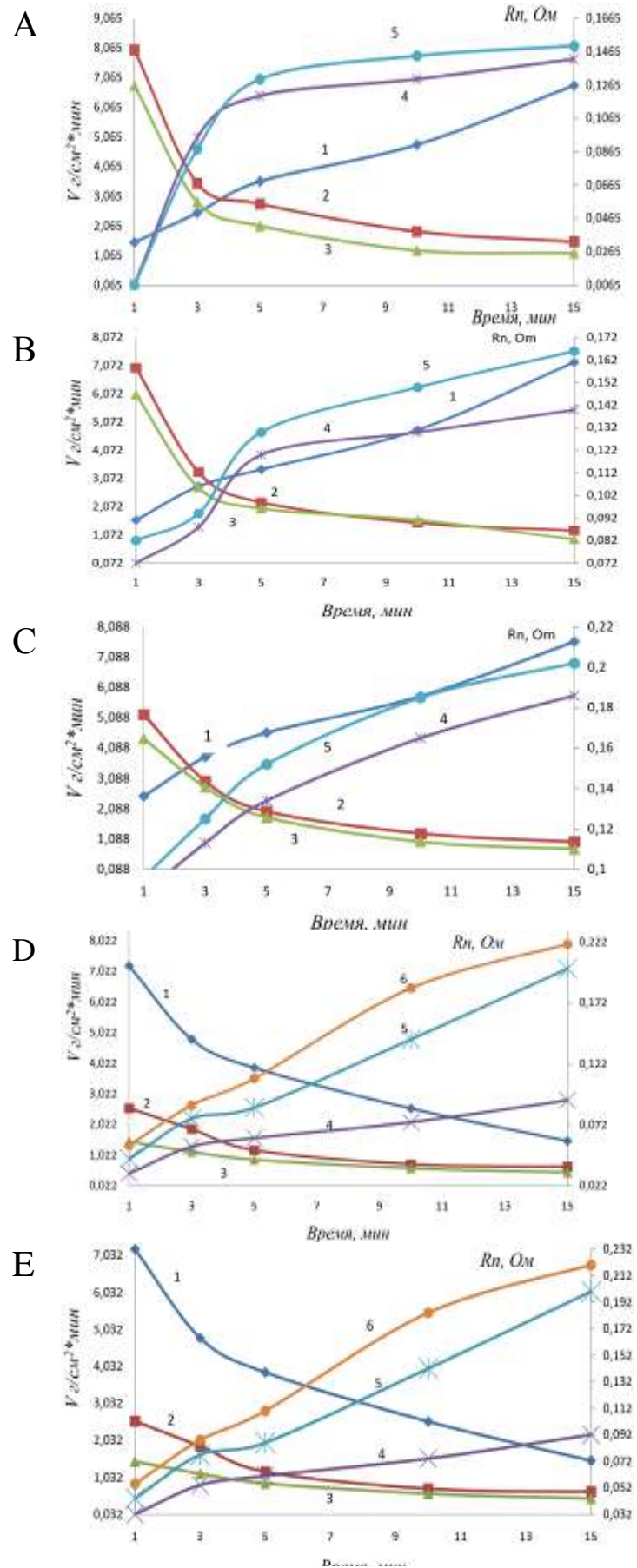
Как следует из рис. 2, при повышении температуры раствора значение показателя «время выдержки» «методом капли» ГОСТ 9.302-88, повышается.

С ростом номера загрузки (рис. 3) защитные свойства пленки уменьшаются из-за истощения ванны по компонентам, причем, растворы на основе концентрата ФК - 1 предпочтительны, по сравнению с Фоскон 35.

Рис. 4. Зависимость скорости коррозии Ст.3 от времени, в воде (А), фосфатирующих растворах, 14,8%, Фоскон 35 (В), ФК-1 (С); поляризационного сопротивления (Rn) образцов в них, соответственно (D) и (E), при 20 °С (А), 40 °С (В), 75 °С (С) и К - отношении площади образца S , dm^2 , к объему раствора V , dm^3 , $K=0,5$ (1), $K=2$ (2), $K=3$ (3), а также Rn для $K=0,5$ (4), $K=2$ (5), $K=3$ (6) при 75 °С.

Повышение температуры среды, с 20 до 75 °С уменьшало скорость коррозии и синхронно усиливало барьерный эффект противокоррозионной защиты фосфатной пленки: показатель Rn на 15-1 минуте обработки образцов возрастал, соответственно, с 0,14 до 0,16 и до 0,20 Ом.

Из рис 4 (D, E) следует, что изменение отношения площади образца S , dm^2 , к объему V , dm^3 , влияло на скорость коррозии образцов и Rn , причем, как в растворах на основе концентрата Фоскон 35, так



С ростом температуры происходит увеличение массы пленки, усиливается гидролиз фосфатов, повышается содержание в них свободной фосфорной кислоты. Это способствует взаимодействию металла с

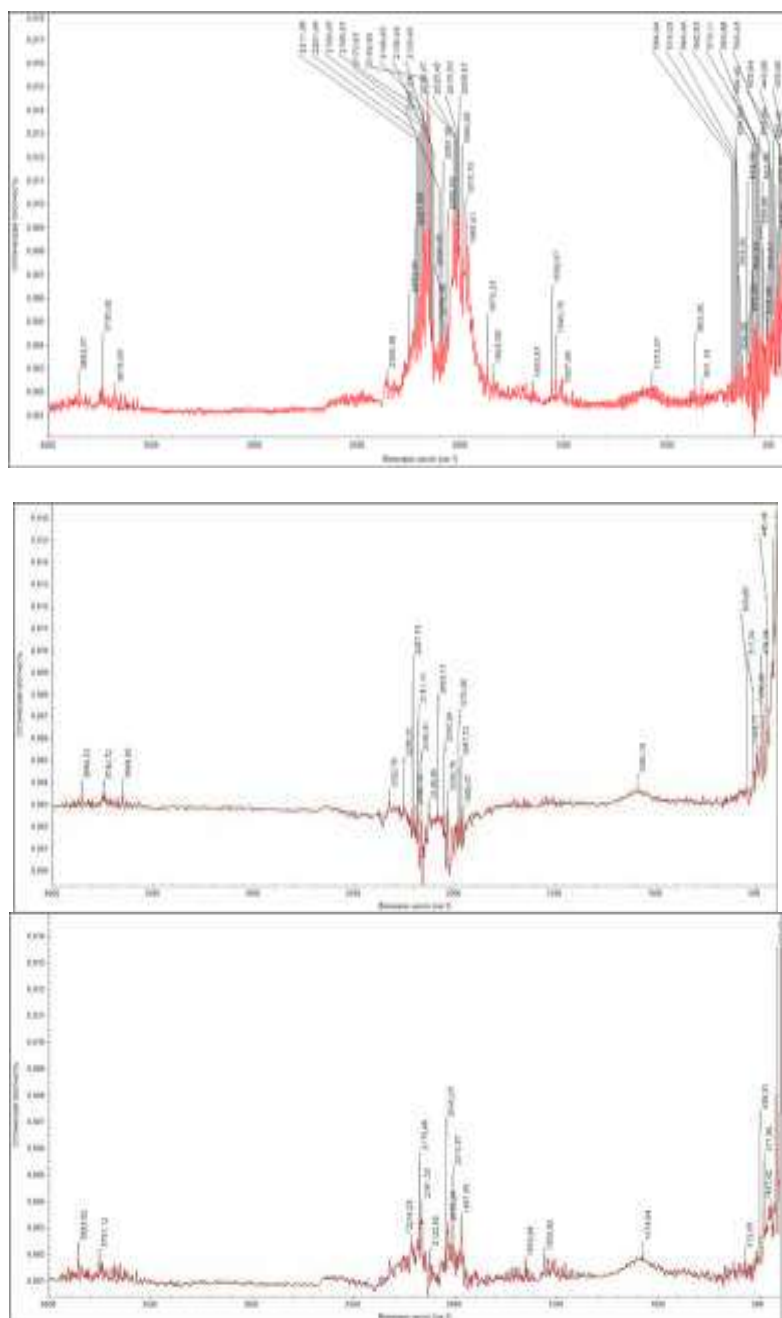
компонентами раствора и образованию кристаллической модификации вторичных и третичных солей.

Задачей этапа стало сравнительное коррозионное поведение образцов стали Ст.3 в средах, а также их поляризационное сопротивление (рис. 4), в температурном диапазоне 20-75 °С, выяснение роли отношения площади образца S , дм^2 , к объему V , дм^3 . Из рис. 4 следует, что изменение температуры мало влияло на коррозию в воде и растворах 14,8% Фоскон 35, ФК-1, при незначительном преимуществе ФК-1 в коррозии и омическом сопротивлении. Задачей этапа стала сравнительная оценка состояния поверхности стали Ст.3, фосфатированной в электролитах ФК-1 и Фоскон 35.

Рис. 5. ИК-спектры поверхности образцов стали марки Ст.3.

Обозначение: А - без фосфатирования; В - фосфатирование Фоскон-35; С - в растворе ФК-1.

Среди них первая и вторая полосы при 1089, 1074 см^{-1} соответствуют валентному колебанию группы $\text{P}=\text{O}$ с водородными связями. Низкочастотная полоса при 445 см^{-1} соответствует оксиду железа. В области 476, 478 см^{-1} проявляются колебания иона цинка. Деформационное колебание воды обнаружено в области 1654 см^{-1} . В области частот 1050-1089 см^{-1} найдены связи P_2O_5 с водородом молекул воды.



В ИК-спектрах образцов №1, №2, №3 (рис. 5), наблюдались общие характерные полосы поглощения, близкие по значению частот, к связи OH^- молекул воды (3854, 3744, 3650 см^{-1}). В ИК-спектре образца №2 в области

2500-1500 cm^{-1} , обнаружены 39 частот, из них 13 – с указанием значений частотной полосы колебаний, а 26 – без. В спектре образца №3 обнаружены 10 частот колебаний: 2214, 2175, 2162, 2123, 2046, 2035, 2011, 1968, 1654, 1659 cm^{-1} и 34 частоты без. Среди них частота 1500-1654 cm^{-1} соответствует деформационному колебанию молекул воды. В низкочастотном спектре в области 1500-400 cm^{-1} образца №1 зафиксировано много частотных полос, среди которых частота 422 cm^{-1} соответствует колебаниям атомов железа. Для образцов №2 и №3 в области спектра поглощения 1500-400 cm^{-1} обнаружены 7 частот при 1089, 544, 512, 494, 480, 476, 446 cm^{-1} .

Обнаружены низкочастотные колебания, характерные для оксидов железа и цинка. Проведен микроэлементный анализ поверхности образцов (табл. 11).

Таблица 11

Локальный элементный анализ поверхности

| Фосфатирован Элемент | Относительная масса элемента, % | | | | |
|-------------------------|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| | C | O | P | Fe | Zn |
| без фосфатирования (№1) | 4.81 | 7.14 | 2.12 | 77.82 | |
| в Фоскон-35 (№2) | 7.75 | 32.44 | 12.33 | 17.50 | 29.97 |
| в ФК 1 (№3) | 6.65 | 32.56 | 14.61 | 13.00 | 33.18 |

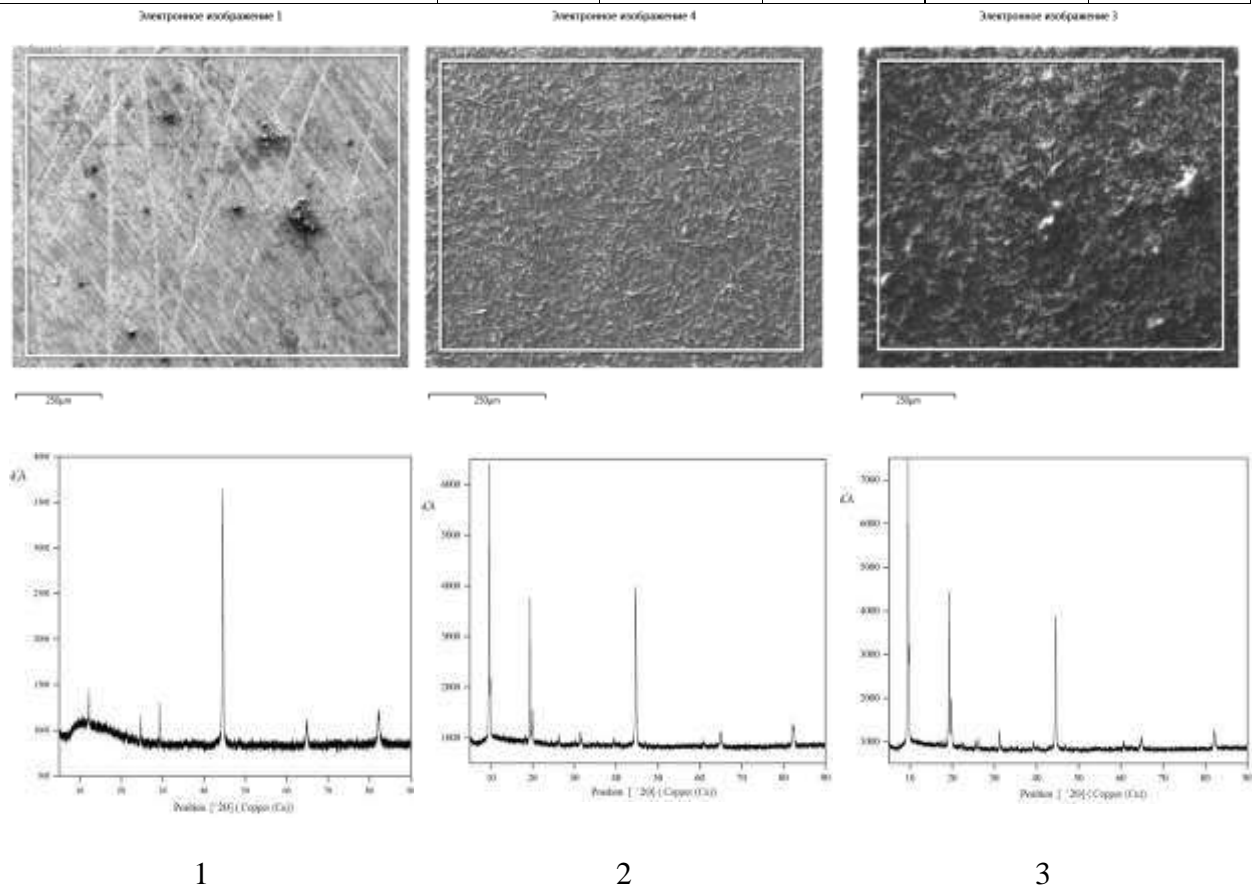


Рис. 6. SEM-микроструктура(верх) и дифрактограммы (низ) поверхности образцов №1-№2-№3

На рис. 6 наблюдаются зародыши кристаллизации. Видно, что поверхности с фосфатной пленкой (№2 и №3) отличаются от поверхности без нее (№1), наличием меньшего содержания железа. Интенсивность сигналов элементов С и О на образцах №2 и №3 одинаковая. Р и Zn выявлены на образцах №2 и №3, в большей мере на образце №3. Анализ микроструктуры, состава образца №1 выявил высокое содержание Fe (77,82%), не найдено Zn.

Дифрактограмма образца №1 (рис. 6 низ) характеризуется 6 межплоскостными расстояниями с относительной интенсивностью $d, \text{Å} (I, \%)$: 12,24 (18%); 24,75 (10%); 29,28 (16%); 44,53 (100%); 64,86 (10%); 82,21 (13%). Для №2 отмечено 10 межплоскостных расстояний с интенсивностью $d, \text{Å} (I, \%)$: 9,6653 (100%); 19,3941 (62%); 19,9343 (14%); 26,2719 (4%); 31,4042 (4%); 39,3799 (3%) 44,6444 (72%); 60,696 (3%); 64,9227 (6%); 82,2616 (10%). На рентгенограмме №3 наблюдаются межплоскостные расстояния с интенсивностью $d, \text{Å} (I, \%)$: 9,5282 (100%); 9,7758 (34,61%); 17,235 (2,13%); 18,1179 (2,65%); 19,2573 (54%); 19,7626 (17,3%); 25,5979 (2,75%); 26,1432 (3,35%); 31,2056 (6,55%); 39,2663 (2,71%); 44,5167 (46,26%); 60,5815 (3,14%); 64,8643 (4,45%); 82,1499 (6,48%).

Четвертая глава по теме: Испытание электролита и технологии фосфатирования углеродистой стали на основе концентрата ФК-1 посвящена сравнительным испытаниям растворов электролитов фосфатирования на основе концентратов ФК-1 и Фоскон-35, при их действии на образцы углеродистой стали, в ЦПиРС СП ООО ТТЗ имени В.Л. Гальперина.

Технология производство фосфатирующего раствора состоит из стадий.

1. Приготовление раствора аммофоса путем растворения его в воде при соотношении вода : аммофос = 2,15:1,00.

2. Фильтрация раствора аммофоса от нерастворившегося осадка.

3. Приготовление раствора азотнокислого цинка.

4. Смешение раствора азотнокислого цинка с раствором аммофоса, получение готового продукта.

5. Затаривание готового продукта в ёмкости хранения.

По вышеописанной технологии (рис. 7) приготовлено 7500 дм³ раствора фосфатирования, для чего в ванну добавляли 1543 концентрата ФК-1 и 6300 дм³ воды. Температура в рабочей ванне - 70-75°C. После погружения проволок и катанок в эту ванну время выдерживания составило 10 мин. Выпущено фосфатированных проволок, катанок 170 т. Шлама образовалось в 2,5-3,0 раза меньше, чем у Фосфон 35. Устойчивость покрытия составила 4-5 мин при норме до 2 мин. Толщина покрытия 41 микрон. Остаток жидкости ФК-1К к концу испытаний составил 134,5 кг.

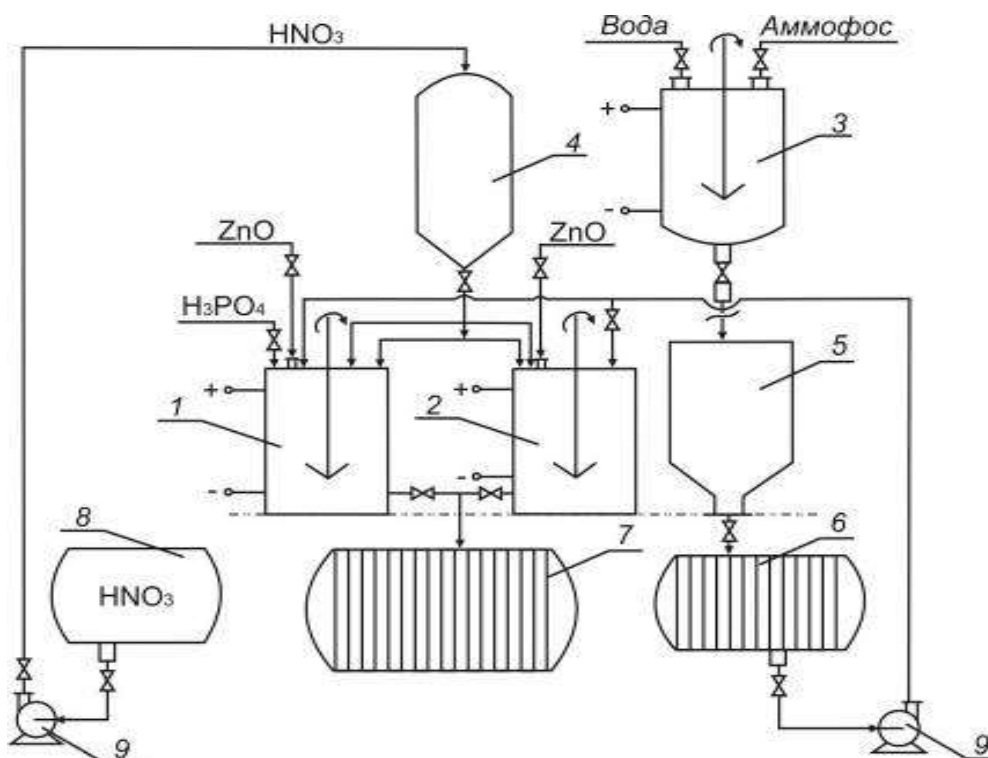


Рис. 7 Принципиальная технологическая схема процесса приготовления продуктов «Раствор ФК-1» и «Концентрат ФК-1К». Обозначение: 1,2 – смесители для составления компонентов раствора ФК-1 и концентрата ФК-1К; 3 – обогреваемый смеситель для растворения аммофоса; 4 - напорная емкость; 5 -фильтр для аммофоса; 6 – емкость для фильтрата суспензии аммофоса; 7 - емкость для готовой продукции; 8 - емкость с азотной кислотой; 9 - центробежный насос

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Разработаны импортозамещающие составы электролитов фосфатирования поверхности углеродистой стали ФК-1 и ФК-1К, из местного сырья, аналогичные по свойствам составам Фоскон 35 и Фоскон 35К (из России).

2. Установлено, что качество фосфатного покрытия из раствора ФК-1 удовлетворяет требованиям ГОСТ 9.302-88; получается оно при температуре $60\text{ }^\circ\text{C}$, а при повышении температуры до $70\text{-}85\text{ }^\circ\text{C}$ качество повышается,

3. Методами гравиметрического измерения скорости коррозии и электрохимического контроля поляризационного сопротивления поверхности образцов из стали Ст.3 выполнена сравнительная оценка защитных свойств образуемых фосфатных покрытий из растворов ФК-1, Фоскон 35, за время от 0 до 15 мин, в диапазоне температур $20\text{-}75\text{ }^\circ\text{C}$, при варьировании отношения площади образца к объему раствора, от $0,5$ до $3,0\text{ дм}^2/\text{дм}^3$. Установлено преимущество защитной способности фосфатного покрытия из раствора ФК-1. Помимо него, дополнительно отмечены

следующие: не образуется помутнение рабочего раствора ванны из-за образования гидроксидов цинка, характерное для импортных аналогов, понижается себестоимость производства фосфатирующих составов за счет рационального использования сырья.

4. Проведенными сравнительными исследованиями физико-химических свойств фосфатных пленок из растворов ФК-1 и Фоскон 35 методами ИК-спектроскопии, SEM и XRD оценены состояние и свойства их поверхности. Подтверждено образование химических связей фосфат-, цинк-ионов с оксидами и гидроксидами железа образцов углеродистой стали, с преимуществом состава ФК-1 перед Фоскон 35 в отношении защитной барьерной пленки..

5. Проведены успешные опытно-промышленные сравнительные испытания разработанных фосфатирующих растворов ФК-1 и ФК-1К и Фоскон 35. Фоскон 35К на серийных образцах проволок и катанок в ООО Ташкентский трубный завод имени В.Л. Гальперина. Подтверждена возможность локализации производства фосфатирующих композиций из местного сырья типа ФК-1. Состав и технология приготовления растворов ФК-1 и ФК-1К рекомендованы к внедрению. Оформлены заявка на патент и проект Технических условий на концентраты ФК-1 в Узстандарте.

**SCIENTIFIC COUNCIL AWARDING SCIENTIFIC DEGREES
DSc DSc.02/30.12.2019.K/T.35.01 AT INSTITUTE OF GENERAL AND
INORGANIC CHEMISTRY**

INSTITUTE OF GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY

FUZAYLOVA FERUZA NORMURODOVNA

**CHEMICAL PHOSPHATING OF CARBON STEEL TECHNOLOGY
BASING ON CONDENSED ZINC-OXIDE-PHOSPHATE STRUCTURES**

**02.00.11 - Colloidal and membrane chemistry
02.00.13 – Technology of inorganic substances and materials on their basis**

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

Tashkent – 2021

The theme of dissertation for doctor of philosophy (PhD) degree was registered at the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under the number B2021.2.PhD/T1517.

Dissertation was carried out at Institute of General and Inorganic Chemistry.

The abstract of the dissertation is posted in three languages (Uzbek, Russian and English (resume)) on the scientific council website www.ionx.uz and Information-educational portal «Ziyonet» www.ziyonet.uz.

Scientific consultant: **Guro Vitaliy Pavlovich**
doctor in chemistry, professor;
Dadaxodjayev Abdulla Tursunovich
doctor of technical science, professor

Official opponents: **Namazov Shafolat Sattorovich**
doctor of technical science, professor, academician
Safarov Yodgor Toyirovich
doctor of technical science (PhD), dostent

Leading organization: **Namangan institute of engineering and technology**

The defense will take place on « 10 » december 2021 at 14⁰⁰ o'clock at the meeting of scientific council DSc.02.30.12.2019.K/T35.01 at Institute of General and Inorganic Chemistry. Address:100170, Tashkent city, Mirzo Ulug'bek district, Mirzo Ulug'bek street, 77-a.Tel./fax: (+99871) 262-56-60, (+99871) 262-79-90, e-mail: ionxanruz@mail.ru.

The dissertation can be reviewed at the Information Resource center of the Institute of General and Inorganic Chemistry, (its registered number is No.18). Address:100170, Tashkent city, Mirzo Ulug'bek street, 77-a.Tel./fax: (+99871) 262-56-60, (+99871) 262-79-90.

Abstract of dissertation was mailed by 26 november.
(mailing report No.18 26 november 2021).



B.S. Zakirov
Chairman of the on-time scientific Council awarding scientific degrees,
doctor of chemical sciences, professor

D.S. Salikhanova
Scientific secretary of the on-time scientific Council awarding scientific degrees,
doctor of technical sciences, professor

Sh.S. Namazov
Deputy Chairman of scientific seminar under scientific council on award of scientific degree of doctor of sciences, academician

INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

The aim of the research work is The aim is to develop the composition of the electrolyte for chemical phosphating of the carbon steel surface and the technology of its production based on local raw materials, with the quality of the resulting phosphate film no worse than imported analogues such as Foskon 35 and Foskon 35K.

The object of the research is they are phosphating compositions FK-1 and FK-1K, based on ammophos GAK "Uzkimesanoat" JSC "Ammophos-Maxam" zinc oxide JSC "Almalyk MMC"; nitric acid GAK "Uzkimesanoat" JSC "Maxam-Chirchik".

The scientific novelty of dissertational research is as follows:

the technical and economic feasibility of using electrolyte solution compositions and carbon steel surface phosphating technology based on local raw materials has been determined;

it was determined that the phosphating electrolytes created on the local raw material base became reactively active, contributing to the formation of a protective phosphate film;

by checking the quality of protective phosphate films using GOST 9.302-88 methods, measuring the polarization potential and corrosion indicators on the surfaces of carbon steel samples, an advantage in the effectiveness of local phosphating compositions FK-1 and FK-1K compared with imported analogues Foskon 35 and Foskon 35K was established;

a block diagram of the technology for preparing compositions FK-1 and FK-1K from local raw materials and modes of effective implementation of phosphating of the surface of carbon steel in FK-1 and FK-1K solutions have been developed.

Implementation of the research results. Based on the scientific results obtained during the development of the technology of chemical phosphating of carbon steel based on condensed zinc oxide phosphate structures:

The technology of preparation of FK-1 concentrate based on ammophos, zinc oxide and nitric acid for processing carbon steel wire and wire rods is included in the "List of promising developments for implementation in 2022-2024" of JSC "UZMAKHSUSMONTAZHKURULISH" (Certificate of the Joint-Stock Company "UZMAKHSUSMONTAZHKURULISH" No. 01-152 / 03-11 dated April 12, 2021). As a result, the production of import-substituting phosphating concentrates based on local raw materials and their use can reduce by 2.5-3.0 times the formation of turbid sediment formed when using imported analogs, thereby increasing the efficiency of the phosphating process of wire and wire rods by 2 times;

The technology of preparation of FK-1K concentrate based on ammophos, zinc oxide, nitric acid and orthophosphoric acid for processing carbon steel wire and rod is included in the list of "List of promising developments for implementation in 2022-2024" of JSC "UZMAKHSUSMONTAZHKURULISH" (Certificate of the Joint-Stock Company "UZMAKHSUSMONTAZHKURULISH" No. 01-152 / 03-11 dated April 12, 2021). As a result, the production of import-

substituting phosphating concentrates based on local raw materials and their use can reduce by 2.5-3.0 times the formation of turbid sediment formed when using imported analogs, thereby increasing the efficiency of the phosphating process of wire and wire rods by 2 times.

The structure and volume of the thesis. The structure of the dissertation consists of an introduction, 4 chapters, conclusion, the list of references, applications. The volume of the dissertation is 106 pages.

ЭЪЛОНҚИЛИНГ АНИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОКОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

Ибўлим (I часть; part I)

1. Ф.Н. Фузайлова, В.П. Гуро, А.Т. Дадаходжаев, М.А. Ибрагимова. Электролит химического фосфатирования поверхности углеродистой стали, полученной на основе местного сырья // Ўзб. киме ж. 2018. –№6. –С.27-31. (02.00.00.№6).
2. А.К. Осербаета, Ш.П. Нуруллаев, Ф.Н. Фузайлова, В.П. Гуро Поляризационные сопротивление аминок-и фосфатсодержащих ингибиторов в кислых и солевых средах // Universum: Химия и биология. 2019. -№5(59). – С.59-65. (02.00.00. №2).
3. Ф.Н. Фузайлова, В.П. Гуро, А.Т. Дадаходжаев, М.А. Ибрагимова. Качество покрытий на черных металлах из импортозамещающих растворов химического фосфатирования // Ўзб. киме ж. 2019. –№3. –С.27-31. (02.00.00.№6).
4. Ф.Н. Фузайлова, В.П. Гуро, А.Т. Дадаходжаев, М.А. Ибрагимова. Оценка защитных свойств покрытий углеродистой стали из растворов химического фосфатирования // Ўзб. киме ж. 2020. –№5. –С.48-52. (02.00.00.№6).
5. Ф.Н. Фузайлова, В.П. Гуро, А.Т. Дадаходжаев, М.А. Ибрагимова. Разработка растворов химического фосфатирования углеродистой стали повышенной эффективности по сравнению с импортными аналогами // Ўзб. киме ж. 2020. –№6. –С.20-25. (02.00.00.№6).
6. Ф.Н. Фузайлова, В.П. Гуро, А.Т. Дадаходжаев, М.А. Ибрагимова. Оценка состояния фосфатированной в разных электролитах поверхности углеродистой стали // Ўзб. киме ж. 2021. –№3. –С.23-29. (02.00.00.№6).

II бўлим (II часть; part II)

7. Заявка на Патент РУз Рег. № IAP 2020 0310. Способ получения цинк-нитрат-фосфатного концентрата. Заявитель ИОНХ АН РУз, Авторы: Фузайлова Ф.Н., Гуро В.П., Дадаходжаев А.Т. Дата регистрации заявки 10.07.2020.
8. Ф.Н. Фузайлова, В.П. Гуро, А.Т. Дадаходжаев, М.А. Ибрагимова. Импортозамещающий электролит химического фосфатирования поверхности углеродистой стали XXI АСР – ИНТЕЛЛЕКТУАЛ ЁШЛАР АСРИ мавзусидаги республика илмий-амалий конференцияси 29 март 2019 йил –С. 229.
9. Ф.Н. Фузайлова, В.П. Гуро, А.Т. Дадаходжаев, М.А. Ибрагимова. Физика химического показатели показатели растворов фосфатирования поверхности углеродистой стали. Труды Республиканской научно-технической конференции «Ресурсо и энергосберегающие, экологически

безвредные композиционные и наноконпозиционные материалы». Тошкент-2019. -С. 128-130. (ФАН ВА ТАРАККИЕТ).

10. Ф.Н. Фузайлова, В.П. Гуро, А.Т. Дадаходжаев, М.А. Ибрагимова. Качество покрытий на черных металлах из растворов химического фосфатирования / Пятый Междисциплинарный научный форум с международным участием "Новые материалы и перспективные технологии", Москва 30 октября-1 ноября 2019 г. С.434-437. (www.n-materials.ru).

11. Ф.Н. Фузайлова, В.П. Гуро, А.Т. Дадаходжаев, М.А. Ибрагимова. Разработка Растворов Химического Фосфатирование Углеродистой Стали. Materials of international practical internet conference «Challenges of science» Issue III Almaty, Kazakstan-2020.-P.215-218 <https://doi.org/10.31643/2020.034>.

12. Ф.Н. Фузайлова, В.П. Гуро, А.Т. Дадаходжаев, М.А. Ибрагимова. Импортозамещающий раствор химического фосфатирования углеродистой стали «Табиий фанлар асосидаги долзарб муаммолар ва инноватцион технологиялар» Тошкент 2020. –С. 536-539.

13. Ф.Н. Фузайлова, В.П. Гуро, А.Т. Дадаходжаев, М.А. Ибрагимова. Цинк-нитрат-фосфатный концентрат для фосфатирования поверхности углеродистых сталей Ломоносов 2020 –С. 1495.

14. . Ф.Н. Фузайлова, В.П. Гуро, А.Т. Дадаходжаев, М.А. Ибрагимова. Разработка способа химического фосфатирования углеродистой стали повышенной эффективности. Инновационные материалы и технологии – 2021. Материалы международной научно-технической конференции молодых ученых, г. Минск, Республика Беларусь 19-21 января 2021 г–С.105-108

15. Ф.Н. Фузайлова, В.П. Гуро, А.Т. Дадаходжаев, М.А. Ибрагимова. Химическое фосфатирование поверхностей изделий из углеродистой стали кимёнинг долзарб муаммолари мавзусидаги республика илмий амалий анжумани. Тошкент 2021 йил 4-5 февраль–С. 467.

16. Ф.Н. Фузайлова, В.П. Гуро, А.Т. Дадаходжаев, М.А. Ибрагимова. Покрытий углеродистой стали из растворов химического фосфатирования защитных свойств Маҳаллий хом-ашёлар ва иккиламчи ресурслар асосидаги инновацион технологиялар мавзусидаги республика илмий-техникавий анжумани. Урганч. 2021 йил 19-21 апрель –С.16.

17. Ф.Н. Фузайлова, В.П. Гуро, А.Т. Дадаходжаев, М.А. Ибрагимова. Композиция цинк-оксидно-фосфатного защитного\Покрытия углеродистой стали. Комплекс бирикмалар кимёсининг долзарб муаммолари Республика илмий-амалий конференция материаллари тўплами. Тошкент 2021 йил 14-15 сентябрь –С.105

Автореферат “Ўзбекистон кимё журнали” таҳририятида таҳрирдан
ўтказилди.

Бичими: 84x60 ¹/₁₆. «Times New Roman» гарнитураси.
Рақамли босма усулда босилди.
Шартли босма табоғи: 3,75. Адади 100. Буюртма № 73/21.

Гувоҳнома № 851684.
«Тірографф» МЧЖ босмаҳонасида чоп этилган.
Босмаҳона манзили: 100011, Тошкент ш., Беруний кўчаси, 83-уй.