

**ҚОРАҚАЛПОҚ ДАВЛАТ УНИВЕРСИТЕТИ  
ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖА БЕРУВЧИ  
PhD.03/30.12.2019.Т.20.03 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

---

**УМУМИЙ ВА НООРГАНИК КИМЁ ИНСТИТУТИ**

**ШАМУРАТОВА МАХИНБАНУ РАМЕТУЛЛАЕВНА**

**МАРКАЗИЙ ҚИЗИЛҚУМ ФОСФОРИТЛАРИ ВА ХЛОРИД  
КИСЛОТАСИ АСОСИДА ЎҒИТЛИ ПРЕЦИПИТАТ ОЛИШ  
ТЕХНОЛОГИЯСИ**

**02.00.13 – Ноорганик моддалар ва улар асосидаги материаллар технологияси**

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

**Нукус – 2020**

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

**Шамуратова Махинбану Раметуллаевна**

Марказий Қизилқум фосфоритлари ва хлорид кислотаси асосида  
ўғитли преципитат олиш технологияси..... 3

**Шамуратова Махинбану Раметуллаевна**

Технология получения удобрильного преципитата на основе  
фосфоритов Центральных Кызылкумов и соляной 21  
кислоты.....

**Shamuratova Makhinbanu Rametullaevna**

Technology for obtaining fertilizer precipitate based on phosphorites of  
Central Kyzylkum and hydrochloric acid..... 39

**Эълон қилинган ишлар рўйхати**

Список опубликованных работ  
List of published works ..... 43

**ҚОРАҚАЛПОҚ ДАВЛАТ УНИВЕРСИТЕТИ**  
**ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ**  
**PhD.03/30.12.2019.Т.20.03 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

---

**УМУМИЙ ВА НООРГАНИК КИМЁ ИНСТИТУТИ**

**ШАМУРАТОВА МАХИНБАНУ РАМЕТУЛЛАЕВНА**

**МАРКАЗИЙ ҚИЗИЛҚУМ ФОСФОРИТЛАРИ ВА ХЛОРИД  
КИСЛОТАСИ АСОСИДА ЎҒИТЛИ ПРЕЦИПИТАТ ОЛИШ  
ТЕХНОЛОГИЯСИ**

**02.00.13 – Ноорганик моддалар ва улар асосидаги материаллар технологияси**

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

**Нукус – 2020**

**Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2020.2.PhD/T1759 рақами билан рўйхатга олинган.**

Докторлик диссертацияси Умумий ва ноорганик кимё институтида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме) Илмий кенгаш веб-саҳифасида ([www.karsu.uz](http://www.karsu.uz)) ва «Ziynet» ахборот-таълим порталида ([www.ziynet.uz](http://www.ziynet.uz)) жойлаштирилган.

**Илмий раҳбар:**

**Намазов Шафаат Саттарович**  
техника фанлари доктори, проф., академик

**Расмий оппонентлар:**

**Каипбергенов Атабек Тулепбергенович**  
техника фанлари доктори, доцент

**Нурмуродов Тулқин Исамуродович**  
техника фанлари доктори, доцент

**Етакчи ташкилот:**

**Фарғона политехника институти**

Диссертация химояси Қорақалпоқ давлат университети ҳузуридаги PhD.03/30.30.12.2019.Т.20.03 рақамли Илмий кенгашнинг «15» январь 2021 йил соат 15<sup>00</sup> даги мажлисида бўлиб ўтади (Манзил: 230112, Нукус шаҳри, Ч.Абдиров кўчаси, 1. Тел.: (99861) 223-60-47; факс: (99861) 223-60-78; e-mail: karsu\_info@edu.uz).

Диссертация билан Қорақалпоқ давлат университетининг Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (№22 рақами билан рўйхатга олинган). Манзил: 230112, Нукус шаҳри, Ч.Абдиров кўчаси, 1. Тел.: (99861) 223-60-47. факс: (99861) 223-60-78.

Диссертация автореферати 2020 йил «30» «декабрь» куни тарқатилди.

(2020 йил «30» декабрдаги 4- рақамли реестр баённомаси).

**Реймов А.М.**

Илмий даража берувчи  
илмий кенгаш раиси, т.ф.д., профессор

**Курбаниязов Р.К.**

Илмий даража берувчи илмий кенгаш котиби,  
т.ф.н., доцент

**Туремуратов Ш.Н.**

Илмий даража берувчи илмий кенгаш қошидаги  
илмий семинар раиси, к.ф.д.

## **КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)**

**Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати.** Ҳозирги кунда жаҳонда аҳоли сонини ортиб бориши туфайли уларни озиқ-овқатга бўлган эҳтиёжи тобора ўсиб бормоқда. Ушбу муаммони ҳал қилишнинг энг зарур самарали йўлларида бири қишлоқ хўжалиги экинларининг ҳосилдорлигини оширишда кимёвий воситалардан, жумладан, минерал ўғитлардан унумли фойдаланиш заруратидир. Минерал ўғитлар ўсимликларга зарур бўлган озуқа элементларини тўлдиришда ҳамда тупроқ унумдорлигини оширишда муҳим роль ўйнайдиган воситалардир. Шу боис қишлоқ хўжалигини сифатли ўғитлар билан таъминлаш ва уларни ассортиментини кўпайтириш муҳим аҳамиятга эга. Бу борада қишлоқ хўжалик экинларининг ҳар хил вегетацион даврларида қўллашга мўлжалланган кенг ассортиментдаги фосфорли ўғитлар технологиясини ишлаб чиқиш ва уларни амалиётга жорий қилиш катта аҳамият касб этади.

Бутун дунёда фосфорли ўғитлар ишлаб чиқариш учун асосий хом ашё ҳисобланган сифатли фосфоритлар захираси сезиларли даражада камайиб бормоқда. Шунинг учун ҳам кўпгина давлатларда, жумладан Ўзбекистонда олимлар томонидан паст навли ва чиқинди фосфоритларни ҳар хил усуллар билан иккинчи фосфат хом ашёси сифатида технологияга жалб қилиш устида тадқиқотлар олиб боришмоқда. Аммо таклиф қилинган технологияларда бир қанча камчиликлар мавжуд, жумладан кислота реакенти сифатида танқис сульфат кислотасини ишлатиш ҳисобланади. Шу сабабли, паст навли фосфоритларни каустик сода ишлаб чиқаришнинг чиқиндиси бўлган хлорид кислотаси билан қайта ишлаб юқори концентрацияга эга бўлган бирламчи фосфорли ўғит олиш технологиясини яратиш долзарб масала ҳисобланади. Бу мақсад учун қуйидаги йўналишларда тегишли илмий-техник ечимларни асослаш зарур: фосфорит хом ашёсини хлорид кислотали қайта ишлаб ҳосил бўлган хлоридфосфаткислотали бўтқадан эримайдиган қолдиқни ажратмасдан ва ажратилган ҳолда концентранган бирламчи фосфорли ўғит – ўғитли преципитат олиш технологиясини ишлаб чиқиш.

Республикамизда кенг миқёсда амалга оширилаётган чора-тадбирлар ва инновацион ишланмалар натижасида азот, фосфор ва калийли, шунингдек мураккаб ва органоминерал ўғитлар ишлаб чиқариш соҳасида муайян натижаларга эришилмоқда. Ўзбекистон Республикасининг 2017-2021 йилларга мўлжалланган ҳаракатлар стратегиясининг учинчи йўналишида «...саноатни юқори технологияли қайта ишлаш тармоқларини, энг аввало, маҳаллий хом ашё ресурсларини чуқур қайта ишлаш асосида юқори қўшимча қийматли тайёр маҳсулот ишлаб чиқариш...»<sup>1</sup> каби муҳим вазифалар белгилаб берилган. Бу борада, жумладан маҳаллий хом ашёлардан фойдаланган ҳолда кузги шудгорда ёки ғўза ва бошоқли дон экинларини

---

<sup>1</sup>Ўзбекистон Республикаси Президентининг «2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини ривожлантиришнинг бешта устувор йўналиши бўйича Ҳаракатлар стратегияси» тўғрисидаги Фармони

экишдан олдин ва озиклантиришда зарур бўлган ўғитли преципитат олиш технологиясини ишлаб чиқиш муҳим аҳамият касб этади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947 сон «2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича бешта йўналишдаги Ҳаракатлар стратегияси» тўғрисидаги Фармони ҳамда ва 2018 йил 25 октябрдаги ПҚ-3983 сон «Ўзбекистон Республикаси кимё саноатини кескин ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида» ва 2019 йил 3 апрелдаги ПҚ-4265-сон «Кимё саноатини янада ислоҳ қилиш ва унинг инвестициявий жозибadorлигини ошириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги Қарорлари, шунингдек мазкур фаолиятга тегишли меъерий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни бажаришга ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

**Тадқиқотнинг республика фан ва технологияларини ривожлантиришнинг устувор йўналишларига мослиги.** Мазкур тадқиқот республика фан ва технологиялар ривожланишининг VII «Кимёвий технологиялар ва нанотехнологиялар» устувор йўналишига мувофиқ бажарилган.

**Муаммонинг ўрганилганлик даражаси.** Илмий-техник адабиётларда Қоратоғ ва Марказий Қизилқум (МК) фосфоритларини нитрат, фосфат, сульфат кислоталари билан қайта ишлаш усули билан бирламчи фосфорли ва мураккаб ўғитлар олиш технологиясини ишлаб чиқиш бўйича кенг маълумотлар мавжуд (М.Н.Набиев, Б.М.Беглов, Ш.С.Намазов, С.М.Таджиев, А.М.Амирова, Х.Ч.Мирзакулов, А.У.Эркаев, А.М.Реймов, А.Р.Сейтназаров, З.К.Дехқонов, И.Т.Шамшидинов, Р.Я.Якубов, М.М.Мирходжаев, Н.В.Волынскова, Б.Э.Султонов, И.И.Усманов, У.К.Алимов, Б.Б.Содиқов). Масалан, М.Т.Жураев, И.Т.Шамшидинов ва Х.Ч.Мирзакуловлар томонидан Қоратоғ ва Қизилқум фосфоритларидан камерали ва оқимли усуллар асосида кўш суперфосфат олиш жараёнини тадқиқот қилинган. Камчилиги кўш суперфосфат олишда сифатли фосфат хом ашёси ва концентранган фосфор кислотаси ишлатиш зарурияти мавжуд. С.А.Умаров томонидан 16-18%  $P_2O_5$  тутган фосфорит уни, фосфор ва сульфат кислота аралашмалари асосида бойитилган суперфосфат (26%  $P_2O_5$ , 3% N) олиш технологияси ишлаб чиқилган. Асосий камчилиги фосфор кислотасининг ишлатилиши, унинг юқори сарфи ҳамда эркин нордонликни синтетик аммиак билан нейтраллаш зарурияти туғилади. С.М.Таджиев томонидан оддий Қизилқум фосфорит уни ва ювиб қуритилган концентратни (18-19%  $P_2O_5$ ) сульфат кислотали ишлов бериш йўли билан оддий суперфосфат олиш технологияси ишлаб чиқилган. Аммо олинган суперфосфат таркибида  $P_2O_{5\text{умум}}$  миқдори 12% дан ошмайди.

Бирламчи фосфорли ўғит синфига  $P_2O_5$  миқдори оддий суперфосфатга қараганда анча юқори бўлган преципитат ўғити ҳам киради. С.Б.Мамажанов Қоратоғ ва Қизилқум фосфоритларини хлорид кислотаси билан ишлов бериш асосида ўғитли ва озўқавий преципитатларини олиш технологиясини ишлаб чиққан. Аммо ҳозирги пайтда Қизилқум фосфорит комплексида олинаётган фосфоритда  $P_2O_5$ , СаО ва эримайдиган қолдиқ миқдорлари мос равишда (% оғир): 16-17,5, 46-47 ва 8-9 га тенг. Кальций модули қиймати 2,75-2,8 ни ташкил қилади. Преципитат олиш жараёнида кислота сарфи, оралик

маҳсулотларнинг реологик хоссалари ва охирги маҳсулот таркиблари дастлабки хом ашё таркибига боғлиқдир. Демак, ишлаб чиқилган технологиялар ҳозирги таркибдаги фосфоритга жавоб бермайди. Б.Э.Султонов томонидан Қизилқум фосфоритларини хлорид кислотаси ёрдамида кимёвий бойитиш жараёни батафсил ўрганилган.

Таъкидлаш лозимки, Қизилқум бойитилмаган ва бойитилган ҳамда чиқинди фосфоритлар мисолида концентранган бирламчи фосфорли ўғит – ўғитли преципитат технологиясини ишлаб чиқиш ҳозиргача ўрганилмаган.

**Диссертация мавзусининг диссертация бажарилаётган илмий-тадқиқот муассасининг илмий-тадқиқот ишлари билан боғлиқлиги.** Диссертация тадқиқоти Умумий ва ноорганик кимё институтининг илмий-тадқиқот ишлари режасининг ФА-А12-138 «Паст сифатли Марказий Қизилқум фосфоритларини хлорид кислотали қайта ишлаш асосида ўғитли преципитат олиш технологиясини ишлаб чиқиш» (2015-2017 йй.) ва ПЗ-20170926269 “Марказий Қизилқум фосфоритлари минераллашган массаси ва ювиб қурилган концентрати асосида бирламчи ва мураккаб фосфорли ўғитлар олишнинг ресурстежамкор ва юқори самарали технологиясини ишлаб чиқиш” (2018-2020 йй.) мавзуларидаги амалий лойиҳалар доирасида бажарилган.

**Тадқиқотнинг мақсади** Марказий Қизилқум турли хил фосфоритларини хлорид кислотаси билан қайта ишлаб юқори сифатли самарали бирламчи фосфорли ўғит – ўғитли преципитат олишнинг рационал технологиясини ишлаб чиқишдан иборат.

**Тадқиқотнинг вазифалари:**

Қизилқум фосфоритлари ва хлорид кислота асосида турли хил таркибга эга бўлган ўғитли преципитат олиш жараёнларини тадқиқ қилиш;

технологик кўрсаткичларнинг ўғитли преципитат сифатига таъсирини ўрганиш;

хлоридфосфаткислотали бўтқалардан эримайдиган қолдиқни ажратиб олиш жараёнларини тадқиқ қилиш;

хлоридфосфаткислотали аралашмаларни турли хил нейтралловчи моддалар билан нейтраллаш жараёнларини ўрганиш;

эримайдиган қолдиқ ажратиб олинмаган ва ажратиб олинган преципитатли бўтқа ва суспензияларнинг реологик хоссаларини тадқиқ этиш;

лаборатория модел ускунасида эримайдиган қолдиқ ажратиб олинмаган ва ажратиб олинган ҳолда ўғитли преципитат олиш жараёнларининг технологик параметрларини аниқлаш;

ҳар хил усуллар билан олинган ўғитли преципитатнинг физик-кимёвий хоссалари (сочилувчанлик, табиий қиялик бурчаги ва уйма оғирлик) ва товар хоссаларини ўрганиш ва тузли таркибини аниқлаш;

Қизилқум турли хил фосфорит хом ашёларидан эримайдиган қолдиқ ажратиб олинмаган ва ажратиб олинган ўғитли преципитат олишнинг технологик тизимини ишлаб чиқиш, моддий баланси ва техник иқтисодий кўрсаткичларини ҳисоблаш;

“Ammofos-Maxam” АЖ тажриба қурилмасида тавсия қилинаётган ўғитли преципитат олиш технологияларини синовдан ўтказиш орқали янги турдаги маҳсулотларнинг тажриба партиясини ишлаб чиқариш ва асосий технологик параметрларни аниқлаш.

**Тадқиқотнинг объекти** сифатида минераллашган масса (ММ), оддий фосфорит уни (ОФУ), кимёвий бойитилган фосфорит концентрати (КБФК), ювиб қуритилган фосфорит концентрати (ЮКФК), ювиб қуйдирилган фосфорит концентрати (ЮКФК), хлорид кислотаси, кальций карбонати, кальций оксиди, кальций гидроксиди, газсимон аммиак, хлоридфосфаткислотали бўтқа, преципитат суспензиялардан фойдаланилган.

**Тадқиқотнинг предмети** МҚ турли хил фосфат хом ашёларини хлорид кислотаси билан парчалаш орқали олинган маҳсулотларни тўғридан-тўғри ва эримайдиган қолдиқни ажратиб олинган ҳолда кальций гидроксид суспензияси билан нейтраллаб ўғитли преципитат олиш жараёнидир.

**Тадқиқотнинг усуллари.** Диссертация ишини бажаришда кимёвий, физик-кимёвий ва рентгенофазали таҳлил усулларида фойдаланилган.

**Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:**

илк маротаба МҚ турли хил фосфат хом ашёларини хлорид кислотаси меъёри ва концентрациясига боғлиқ равишда парчаланиш жараёнлари аниқланган;

хлорид кислотасининг меъёри, концентрацияси ва чўктирувчи моддаларнинг ўғитли преципитат сифатига таъсири аниқланган;

ювувчи сув миқдори ва унинг ҳароратининг ҳар хил усулда олинган ўғитли преципитат сифат кўрсаткичларига таъсири ва фосфат хом ашёлари учун умумий қонуниятлари аниқланган;

хлоридфосфаткислотали аралашмаларни ҳар хил нейтралловчи моддалар билан нейтраллаш жараёнлари асосланган;

эримайдиган қолдиқ ажратилмаган ва ажратиб олинган ҳолларда хлоридфосфаткислотали бўтқа ва преципитат суспензияларининг реологик хоссалари аниқланган;

хлоридфосфаткислотали бўтқалардан эримайдиган қолдиқни ажратиб олиш жараёнлари аниқланган;

ҳар хил усулларда билан олинган ўғитли преципитатнинг айрим физик-кимёвий ва товар хоссалари асосланган;

ҳар хил фосфат хом ашёдан эримайдиган қолдиқ ажратилмаган ва ажратиб олинган усуллар орқали ўғитли преципитат олишнинг материал оқими ҳисобланган ва технологик схемаси ишлаб чиқилган.

**Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:**

юқори карбонатли МҚ фосфоритларини хлорид кислотаси билан парчалаш маҳсулотларидан тўғридан-тўғри ўғитли преципитат олишнинг мақбул шароитлари аниқланган ва принципиал технологияси ишлаб чиқилган;

ҳар хил фосфат хом ашёларни хлорид кислотаси билан парчалаш маҳсулотларидан эримайдиган қолдиқни ажратиб олинган ҳолда



концентрланган фосфорли ўғит – ўғитли преципитат олишнинг мақбул шароитлари аниқланган ва принципиал технологияси ишлаб чиқилган.

Қизилқум фосфоритлари (ММ, ОФУ) ва хлорид кислотаси асосида эримайдиган қолдиқ ажратилмаган ва ажратилган ҳолатда ўғитли преципитат олиш технологиялари “Аmmofos-Махам” АЖ да синовдан ўтказилган ва янги турдаги маҳсулотларнинг тажриба партиялари ишлаб чиқарилган.

**Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги.** Кимёвий ва физик-кимёвий таҳлил натижалари лаборатория тажрибалари, агрокимёвий ва тажриба-саноат синовлари билан тасдиқланган.

**Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.** Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти ҳар хил фосфат хом ашёларини хлорид кислотасининг бир нечта концентрация ва меъёрларида парчалаш жараёнининг умумий қонуниятлари очиқ берилганлиги, парчалашнинг мақбул шароитларини ва эримайдиган қолдиқни ажратиш олиш жараёнларини тадқиқ этиш ҳамда гигроскопик нуқтаси юқори бўлган фосфорли ўғитлар олишга асос бўлади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти шундан иборатки, Қизилқум юқори карбонатли фосфоритларини каустик сода ишлаб чиқариши чиқиндисини ҳисобланган хлорид кислотаси билан парчалаш маҳсулотларини кальций гидроксиди билан тўғридан-тўғри нейтраллаш йўли билан ўғитли преципитат олинган, ундан ташқари парчалаш маҳсулотларидан эримайдиган қолдиқни ажратиш билан республика қишлоқ хўжалиги талабларига жавоб берадиган концентрланган ўғитли преципитатларни олишнинг рационал технологияси ишлаб чиқилган. Тавсия қилинган технологиялар тайёр маҳсулотда бир тонна  $P_2O_5$  олиш учун сульфат ва фосфат кислотасини, аммиак каби қиммат дастлабки материаллар ва энергия сарфларини истисно қилишга имкон беради.

**Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши.** Маҳаллий МҚ фосфоритлари хлорид кислотали парчала маҳсулотларидан тўғридан-тўғри ва эримайдиган қолдиқни ажратиш олинган ҳолатда концентрланган бирламчи ўғитлар олиш технологиясини ишлаб чиқиш бўйича олинган илмий натижалари асосида:

минераллашган массани хлорид кислотали парчалаш асосида эримайдиган қолдиқни ажратмасдан ўғитли преципитат олиш технологияси «Ўзкимёсаноат» АЖ нинг амалиётга жорий этиладиган истиқболли ишланмалар рўйхатига киритилган («Ўзкимёсаноат» АЖ нинг 2020 йил 17 ноябрдаги 14-4484 сон маълумотномаси). Натижада шудгорда солишга яроқли бўлган бирламчи фосфорли ўғит олишга имкон берган;

маҳаллий фосфоритлар хлоридкислотали парчалаш маҳсулотларидан эримайдиган қолдиқ ажратиш билан ўғитли преципитат олиш технологияси «Ўзкимёсаноат» АЖнинг амалиётга жорий этиладиган истиқболли ишланмалар рўйхатига киритилган («Ўзкимёсаноат» АЖ нинг 2020 йил 17 ноябрдаги 14-4484 сон маълумотномаси). Натижада агрокимёвий самарадорлиги бўйича анъанавий фосфорли ўғитлардан қолишмайдиган фосфорли ўғит ассортиментини кенгайтириш имкони яратилган.

**Тадқиқот натижаларининг апробацияси.** Мазкур тадқиқот натижалари 4 та халқаро, 1 та республика илмий-амалий анжуманларида муҳокамадан ўтган.

**Тадқиқот натижаларининг эълон қилиниши.** Диссертация мавзуси бўйича 15 та илмий ишлар чоп этилган. Жумладан, диссертациянинг (PhD) асосий илмий натижалари 7 та илмий мақола, шулардан Ўзбекистон Республикаси Олий Аттестация комиссияси томонидан чоп этиш тавсия этилган журналларда 4 таси республика ва 3 таси хорижий журналларда чоп этилган.

**Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми.** Диссертация иши кириш, тўртта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертациянинг ҳажми 122 бетни ташкил этган.

## **ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ**

**Кириш** қисмида диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати асосланган, тадқиқотнинг мақсад ва вазифалари шакллантирилган, тадқиқотнинг объекти ва предметлари тавсифланган, тадқиқотнинг республика фан ва технологиялар тараққияти устувор йўналишларига мослиги кўрсатилган, тадқиқотнинг илмий янгилиги баён қилинган ва натижаларнинг амалиётга жорий этилиши берилган, чоп этилган илмий ишлар ва диссертация тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг «**Қизилқум фосфоритлари, уларни фосфор тутган оддий ва мураккаб ўғитларга қайта ишлаш йўллари**» деб номланган биринчи бобида турли фосфат хом-ашёларининг тавсифи, фосфоритларни турли хил ўғитларга кислотали қайта ишлаш усуллари ҳамда уларни хлорид кислотали фосфор тутган ўғитларга қайта ишлаш имкониятлари таҳлил қилинган. Ушбу таҳлил бўйича хулосалар келтирилган. Илмий материални таҳлил қилиш асосида тадқиқотнинг мақсади ва вазифалари шакллантирилган.

Диссертациянинг «**Тадқиқот объектларини тавсифи ва тажрибаларни ўтказиш усуллари**» деб номланган иккинчи бобида тадқиқ этилаётган фосфоритларнинг асосий таркиблари ва физик-кимёвий хоссалари, тажрибалар ўтказиш усуллари ҳамда олинган маҳсулотларни кимёвий таҳлил қилиш ва физик-кимёвий тадқиқот усуллари келтирилган.

Диссертациянинг «**Қизилқум фосфоритларини хлорид кислотали қайта ишлаб эримайдиган қолдиқни ажратиб олмасдан ўғитли преципитат олиш**» деб номланган учинчи бобида ўғитли преципитат сифатига технологик параметрларнинг таъсири, хлорид кислотали аралашмаларни турли хил нейтралловчи моддалар билан нейтраллаш жараёнлари, хлоридфосфат кислотали бўтқа ва преципитат суспензияларнинг реологик хоссалари, МК фосфорит уни, ММ ва ЮКФК ларни хлорид кислотали қайта ишлаш асосида ўғитли преципитат олишнинг материал оқими ва технологик схемаси келтирилган.

Лаборатория тадқиқотлари аввалида МК фосфорит рудаларини саралаш жараёнида ҳосил бўлган чиқинди - ММдан фойдаланилди. Бу фосфорит хом ашёсини парчалаш учун “NAVOIYAZOT” АЖ корхонасидаги каустик сода ишлаб чиқариш чиқиндиси бўлган хлорид кислотасидан фойдаланилди. Хлорид кислотанинг концентрацияси 25 дан 32% гача бўлган ораликда олинди. Хлорид кислотасининг фосфат хом ашёсидаги СаО га нисбатан стехиометрик меъёри 100% деб олинди. Р<sub>2</sub>О<sub>5</sub> ни СаНРО<sub>4</sub> кўринишда чўктириш учун Са(ОН)<sub>2</sub>ни меъёрлари стехиометрияга нисбатан 80, 90, 100 ва 110% олинди. ММ дан ўғитли преципитат олиш натижалари 1-жадвалда келтирилган. Ушбу жадвал натижаларидан кўринадик, хлорид кислотасининг 25%-ли концентрациясидан фойдаланилганда чўктирувчини меъёри 80 дан 110% гача ортганда, ўғитли преципитат намуналарида Р<sub>2</sub>О<sub>5</sub> ва СаО ларнинг умумий миқдорлари мос равишда 23,49 дан 24,19% гача ва 25,13 дан 27,82% гача ортиши кузатилди. Р<sub>2</sub>О<sub>5</sub> ва СаО ларнинг сувда эрувчан (с.э.) шакллари эса мос равишда 1,87 дан 1,01% гача ва 1,48 дан 1,21% гача камаяди. Бу ҳолат чўктирувчи меъёри ортиши билан монокальцийфосфат трикальцийфосфатга ўтиши билан изоҳланади. Преципитат намуналардаги хлорнинг миқдори 0,90 дан 1,02% гача кўтарилиши кузатилди. Хлорид кислотани бошқа концентрацияларида ҳам юқоридагидек қонуниятлар кузатилади.

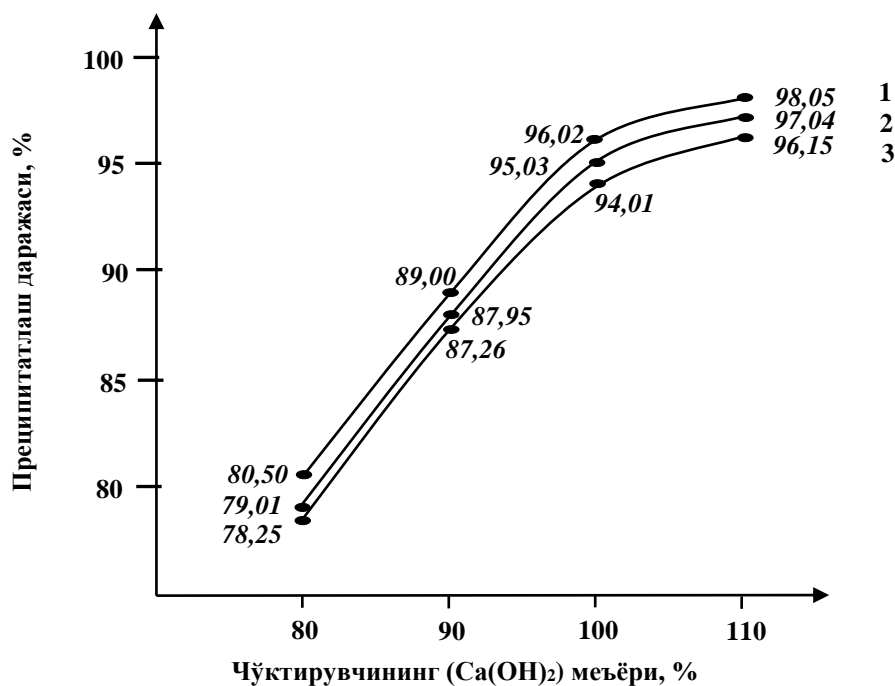
1-жадвал

**Преципитатларнинг асосий кимёвий таркиби**

Са(ОН) <sub>2</sub> меъёри, %	Преципитатларнинг кимёвий таркиби, %						
	Р <sub>2</sub> О <sub>5</sub> умум.	2-%ли лим. кис- си бўйича Р <sub>2</sub> О <sub>5</sub> ўзл.	Р <sub>2</sub> О <sub>5</sub> с.э.	СаО <sub>умум.</sub>	2-%ли лим. кис-си бўйича СаО <sub>ўзл.</sub>	СаО <sub>с.э.</sub>	Cl
<b>Хлорид кислота концентрацияси – 25%</b>							
80	23,49	20,68	1,87	25,13	22,49	1,48	0,90
90	23,81	20,96	1,51	26,19	23,44	1,35	0,93
100	23,96	21,09	1,22	26,97	24,14	1,24	0,96
110	24,19	21,29	1,01	27,82	24,90	1,21	1,02
<b>Хлорид кислота концентрацияси – 30%</b>							
80	23,40	20,83	1,92	25,16	22,59	1,50	0,90
90	23,66	21,06	1,54	26,20	23,52	1,37	0,94
100	23,79	21,15	1,25	27,51	24,70	1,27	0,97
110	24,01	21,38	1,04	28,05	25,18	1,26	1,05
<b>Хлорид кислота концентрацияси – 32%</b>							
80	23,32	20,83	1,99	25,20	22,70	1,56	0,95
90	23,52	21,01	1,59	26,31	23,70	1,41	1,00
100	23,63	21,10	1,28	27,59	24,85	1,32	1,03
110	23,84	21,29	1,08	28,41	25,59	1,30	1,10

Маълумки, хлоридфосфат кислотали суспензиялардан ўғитли преципитат олишда чўктирувчининг меъёри преципитатланиш даражасига муҳим таъсир кўрсатади. 1-расмда хлорид кислотанинг концентрациясига боғлиқ равишда

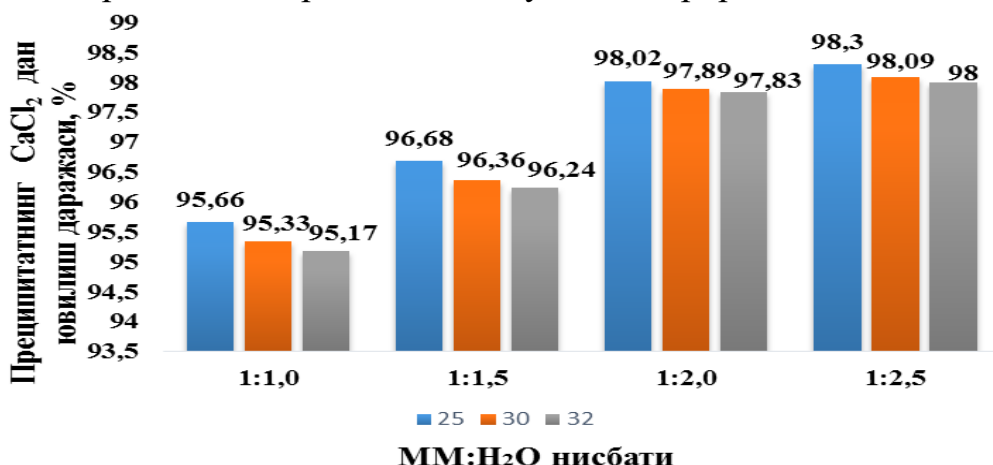
чўктирувчи меъёри преципитатланиш даражасига таъсири келтирилган. Ушбу натижалардан кўриниб турибдики, чўктирувчи меъёри ортиши билан преципитатлаш даражасининг кўтарилиши кузатилади.



**1-расм.** Хлоридфосфат кислотали суспензияларнинг преципитатлаш даражасининг чўктирувчи меъёрларига боғлиқлиги. HCl концентрацияси: 1 – 25%; 2 – 30% ва 3 – 32%.

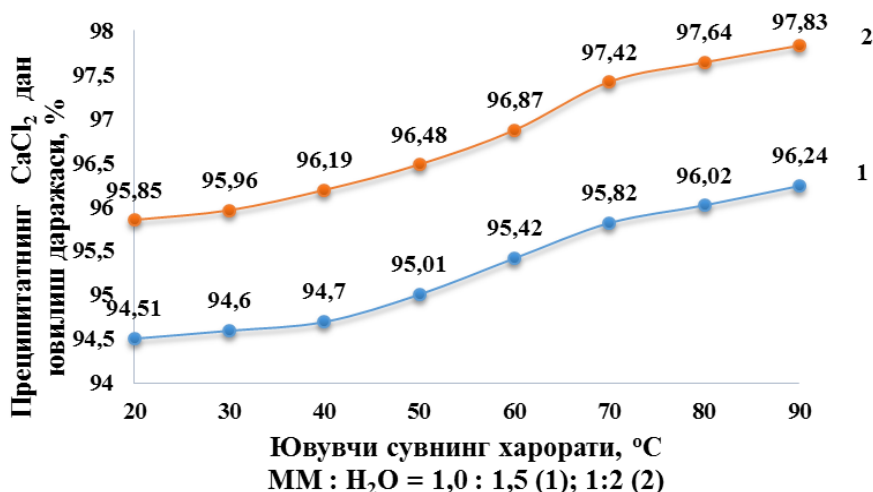
Кислота концентрациясининг ортишида преципитатлаш даражаси 1,90-2,25% гача камаяди. Ушбу натижалардан шуни хулоса қилиш мумкинки, хлорид кислотанинг барча концентрациялари ва чўктирувчини меъёри 100-110% бўлганда преципитатлаш даражасини 94,01-98,05% мақбул кўрсаткичлари деб ҳисоблаш мумкин. Мақбул кўрсаткичларда олинган ўғитли преципитатларнинг асосий таркиби қуйидагичадир (оғир.,%):  $P_2O_{5\text{умум.}}$ –23,63-24,19;  $CaO_{\text{умум.}}$ –26,97-28,41;  $P_2O_{5\text{ўзл.}}$ –21,09-21,38;  $CaO_{\text{ўзл.}}$ –24,14-25,59;  $P_2O_{5\text{с.э.}}$ –1,01-1,22;  $CaO_{\text{с.э.}}$ –1,21-1,32;  $Cl$ –0,96-1,10. Маълумки, ўғитли преципитат намуналарида кўп миқдорда кальций хлориди қолади ва бунинг натижасида олинган ўғитлар гигроскопик бўлиб қолади. Бу ҳолат ушбу турдаги ўғитлар сифат кўрсаткичларининг пасайишига олиб келади. Шунинг учун кейинги тадқиқотларда ювувчи сув миқдори ва унинг ҳароратларининг ўғитли преципитатнинг кальций хлориддан ювилиш даражаларига таъсири ўрганилди. Нам преципитат намуналарини ювиш учун фосфорит :  $H_2O$  нисбатларида 1,0 : 1,0; 1,0 : 1,5; 1,0 : 2,0 ва 1,0 : 2,5 бўлган сув ишлатилди. Ушбу маълумотлар 2-расмда келтирилган. Олинган натижалардан кўриниб турибдики, сувнинг миқдори ортиши билан преципитатларнинг  $CaCl_2$  дан ювилиш даражаси сезиларли даражада кўтарилади. ММ :  $H_2O$  = 1,0 : 1,0 нисбатда у 95,66% га (кислота концентрацияси 25% да) ва ММ :  $H_2O$  = 1,0 : 2,5 нисбатда эса 98,30% га тенг. Худди шундай ҳолат кислотанинг бошқа концентрацияларида ҳам кузатилади. Нам ҳолдаги ўғитли преципитатни

ювишда нафақат сувнинг миқдори, балки унинг ҳарорати ҳам муҳим роль ўйнайди. Маълумки, кальций хлориднинг сувда эрувчанлиги ҳароратга боғлиқ. Нам преципитатларни ювишда сувнинг ҳароратини 20-90°C оралиқда



2-расм. Преципитатни CaCl<sub>2</sub> дан ювилиш даражасига сув миқдорининг таъсири.

ва унинг миқдорини MM : H<sub>2</sub>O = 1,0 : 1,5 ва 1,0 : 2,0 нисбатларда олиниб бир марта ювилди. 3 - расмда сув ҳароратининг преципитатни CaCl<sub>2</sub> дан ювилиш даражасига таъсири келтирилган. Бу маълумотлардан шу нарса кўриниб турибдики, сув ҳароратининг 20 дан 90°C гача кўтарилиши натижасида ўғитли преципитат намуналаридаги CaCl<sub>2</sub> нинг миқдори анча камаяди, яъни преципитатнинг CaCl<sub>2</sub> дан ювилиш даражаси сезиларли даражада ортади ва у MM : H<sub>2</sub>O = 1,0 : 1,5 нисбатда 94,51 дан 96,24% гача ортади. MM : H<sub>2</sub>O = 1,0 : 2,0 нисбатда эса 95,85 дан 97,83% гача кўтарилади. Бошқа турдаги ФХА лар ишлатилганда ҳам MM даги каби қонуниятлар кузатилади.



3-расм. Преципитатнинг CaCl<sub>2</sub> дан ювилиш даражасига сув ҳароратининг таъсири.

Кейинги тажрибаларда хлоридфосфат кислотали суспензияларни нейтраллашга чўктирувчиларнинг (CaCO<sub>3</sub>, Ca(OH)<sub>2</sub>, CaO ва NH<sub>3</sub>(газ)) табиатларининг таъсири ўрганилди. Тажрибаларимизни аввалида турли хил

нейтралловчи моддаларни ММ асосида олинган хлоридфосфат кислотали суспензияларни нейтраллаш жараёнлари тадқиқ қилинди. Тажриба натижалари олинган ўғитли преципитат намуналаридаги  $P_2O_{5\text{умум}}$  ва  $CaO_{\text{умум}}$  ларнинг миқдори асосан чўктирувчилар ( $CaCO_3$ ,  $Ca(OH)_2$ ,  $CaO$  ва  $NH_3$ ) табиатига боғлиқ. Масалан, хлорид кислотасининг 25%-ли концентрациясида ва чўктирувчиларнинг 100%-ли меъёрида чўктирувчилар  $CaCO_3$  дан  $NH_3$  гача ўзгарганда ўғитли преципитат намуналаридаги  $P_2O_{5\text{умум}}$  ва  $CaO_{\text{умум}}$  ларни миқдорлари мос равишда 22,24 дан 24,02% гача ва 25,26 дан 27,55% гача ўзгаради. Бундан ташқари  $P_2O_5$  ва  $CaO$  ларнинг сувда эрувчан (с.э.) шакллари эса мос равишда 1,35 дан 1,14% гача камайиши ва 1,17 дан 1,25% гача ортиши кузатилади.  $P_2O_{5\text{с.э.}}$  шаклини камайишини чўктирувчи меъёри ортиши билан монокальцийфосфат миқдори камайиши ва трикальцийфосфат миқдори ортиши билан изоҳлаш мумкин. Хлорид кислотасининг бошқа концентрацияларида ҳам ушбу қонуниятлар кузатилади.

Лаборатория тажриба натижалари энг мақбул чўктирувчилар сифатида  $Ca(OH)_2$ ,  $CaO$  ва  $NH_3$  ларни ишлатиш мумкинлигини кўрсатди. Мақбул шароитда олинган ўғитли преципитат намуналарини асосий таркиби қуйидагичадир (оғир., %):  $P_2O_{5\text{умум}}$ –23,63-24,29;  $CaO_{\text{умум}}$ –25,26-27,85;  $P_2O_{5\text{ўзл.}}$ –20,62-21,38;  $CaO_{\text{ўзл.}}$ –21,67-25,26;  $P_2O_{5\text{с.э.}}$ –1,14-1,28;  $CaO_{\text{с.э.}}$ –1,12-1,32;  $Cl$ –0,96-1,26; преципитатлаш даражаси 96,0-100,0% ораликда бўлади.

Кейинги тажрибаларда эса ўғитли преципитатлар олиш учун таркибида озуқа компоненти ( $P_2O_5$ ) ММ га қараганда кўпроқ бўлган бошқа ФХАлари (ОФУ, КБФК, ЮҚФК ва ЮКФК) ишлатилди. Олинган натижалар шуни кўрсатдики, ўғитли преципитатларни сифат кўрсаткичларига чўктирувчиларнинг табиати сезиларли даражада таъсир этади. Ушбу қонуниятлар барча турдаги ФХА ларда ҳам кузатилади.

ММ ва бошқа турдаги ФХА лардан ўғитли преципитатлар олишда муҳокамаларларни умумлаштириб қуйидаги хулосаларга келиш мумкин: барча турдаги фосфат хом ашёсидан ўғитли преципитат олишда чўктирувчиларни табиати муҳим роль ўйнайди; преципитат намуналаридаги  $P_2O_{5\text{умум}}$  нинг миқдори  $CaCO_3$  дан  $NH_{3\text{газ}}$  га ўтганда сезиларли даражада ортади; ҳамда  $Ca(OH)_2$ ,  $CaO$  ва  $NH_{3\text{газ}}$  лар энг мақбул чўктирувчилар деб ҳисоблаш мумкин. Хлорид кислотасининг барча концентрациялари ва чўктирувчиларнинг барча меъёрлари ҳам мақбул кўрсаткич бўлиб ҳисобланади.

Ўтказилган лаборатория тажрибалари асосида ММ, ОФУ ва ЮКФК ларни, хлорид кислота иштирокида парчалаб ўғитли преципитат олишнинг принципиал технологик тизими таклиф этилди.

**Диссертациянинг «Минераллашган масса, фосфорит уни, ювиб қуритилган ва ювиб қуйдирилган фосфоконцентратдан эримайдиган қолдиқни ажратиб олинган ҳолда ўғитли преципитат олиш» деб номланган тўртинчи бобида хлоридфосфаткислотали суспензиялардан эримайдиган қолдиқни ажратиб олиш, хлоридфосфаткислотали эритмаларни преципитатлаш жараёнлари, турли усуллар билан олинган ўғитли преципитатларнинг физик-кимёвий тадқиқлари, лаборатория модел**

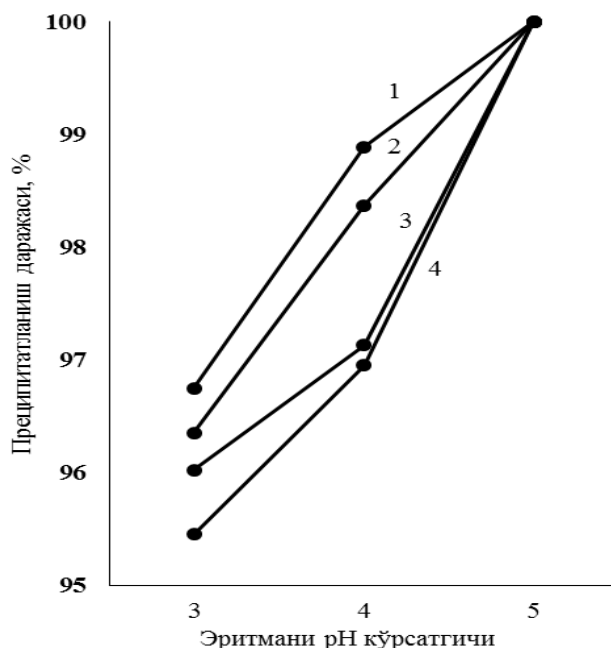
ускунасида эримайдиган қолдиқни ажратиб олинган ҳолда ўғитли преципитатлар олишнинг синов натижалари, МК ММ, ОФУ ва ЮКФК лар асосида эримайдиган қолдиқни ажратиб олинган ҳолда ўғитли преципитат олишнинг материал оқими ва технологик схемаси, шунингдек Қизилқум фосфоритлари асосида ўғитли преципитат ишлаб чиқаришнинг техник иқтисодий кўрсаткичларини ҳисоблаш тўғрисида маълумотлар келтирилган.

Маълумки турли фосфат хом ашёларидаги эримайдиган қолдиқ миқдори ҳар хил бўлиб, у ММ, ОФУ, ЮКФК ва ЮКФКлар учун мос равишда 10,82; 4,85; 2,49 ва 6,88% га тенгдир. Эримайдиган қолдиқни ажратиш бўйича лаборатория тажрибалари ўтказилди. Эримайдиган қолдиқни (ЭҚ) ювиш учун ФХА :  $H_2O = 1,0 : 0,1; 1,0 : 0,2; 1,0 : 0,3; 1,0 : 0,4; 1,0:0,5$  ва  $1,0:0,6$  нисбатда олинган ва ҳарорати  $80-90^{\circ}C$  бўлган сувдан фойдаланилди. ЭҚ сув билан бир ва икки марта ювилди. Тажрибаларимиз аввалида ММ дан фойдаланилди. Олинган эксперимент натижалари сув миқдорининг ортиши билан, яъни ММ :  $H_2O$  нисбати камайиши натижасида эримайдиган қолдиқ таркибидаги эрувчан компонентларнинг миқдорлари камайиб боришини кўрсатди. Масалан, бир босқичли ювишда сувнинг ҳарорати  $80^{\circ}C$  бўлганда ММ :  $H_2O$  нисбати  $1,0 : 0,1$  дан  $1,0 : 0,6$  гача ўзгарганда  $P_2O_{5\text{умум.}}$ ,  $CaO_{\text{умум.}}$  ва  $Cl$  ларнинг миқдорлари мос равишда 8,80 дан 5,89% гача, 19,24 дан 12,69% гача ва 5,21 дан 3,58% гача камайиши кузатилди. Ушбу ҳолат сувнинг ҳарорати  $90^{\circ}C$  бўлганда эса  $P_2O_{5\text{умум.}}$ ,  $CaO_{\text{умум.}}$  ва  $Cl$  лар мос равишда 8,68 дан 5,79% гача, 18,65 дан 13,82 % гача ва 5,14 дан 3,57% гача камайди. Ушбу ҳолат икки босқичли ювишда қуйидагича бўлади:  $P_2O_{5\text{умум.}}$ ,  $CaO_{\text{умум.}}$  ва  $Cl$  лар мос равишда 7,80 дан 5,11% гача, 16,25 дан 12,01% гача ва 4,25 дан 2,58% гача камайди (сувнинг ҳарорати  $80^{\circ}C$ ) ҳамда 7,69 дан 5,05% гача, 16,04 дан 11,86% гача ва 4,18 дан 2,55% гача камайди (ювувчи сувнинг ҳарорати  $90^{\circ}C$ ). Сувнинг ҳароратлари 80 ва  $90^{\circ}C$  бўлганда бир ва икки босқичли сув билан ювилганда эрувчан компонентларнинг миқдорлари камайиши бир-бирига яқинлиги кузатилди.

Эримайдиган қолдиқ таркибидаги  $SiO_2$ ;  $Al_2O_3$ ;  $Fe_2O_3$  ва  $SO_3$  ларнинг (мос равишда  $SiO_2$ ;  $AlPO_4$ ;  $FePO_4$  ва  $CaSO_4$  шаклда) миқдорлари сувнинг миқдори ортиши билан кўпаяди. Умумий ҳолда ушбу қонуниятлар барча турдаги ФХАларда олинган ЭҚларда кузатилади, аммо улардаги  $P_2O_{5\text{умум.}}$ ,  $CaO_{\text{умум.}}$  ва  $Cl$  ларнинг қийматлари ФХА турига қараб турлича бўлади. Хлоридфосфаткислотали эритмаларни преципитатлаш жараёнларига рН муҳитининг таъсири 4-расмда келтирилган. Ушбу натижалардан шуни кузатиш мумкинки, эримайдиган қолдиқ ажратиб олинган хлоридфосфат кислотали эритмалар рН муҳитининг кўтарилиши билан, яъни нейтралловчи моддаларни миқдори ортиши натижасида преципитатланиш даражалари кўтарилади. Бундан ташқари преципитатли суспензияларни филтрланиш тезликлари барча ФХАлар учун катта қийматларга ( $1000-1200 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{соат}$ ) эга.

Олинган натижалардан шундай хулосаларга келиш мумкин: фосфат хом ашёлари таркибига қараб олинган преципитат намуналаридаги  $P_2O_{5\text{умум.}}$  миқдорлари ва преципитатланиш даражалари 1-2% гача фарқ қилади; нисбий ўзлашувчан шакллари миқдорлари деярли бир-биридан фарқ қилмайди;

$\text{NH}_3$ газ. билан қўшимча нейтралланганда преципитатланиш даражалари барча хом ашёлари учун 100% га тенг бўлади, яъни  $\text{P}_2\text{O}_5$  исроф бўлишига барҳам берилади.



**4-расм. Хлоридфосфат кислота эритмалар рН ининг преципитатланиш даражасига таъсири: 1-ММ; 2-ОФУ; 3-ЮҚФК ва 4-ЮКФК.**

Кейинги тажрибаларда сув миқдори ва унинг ҳарорати эримайдиган қолдиқ ажратиб олинган хлоридфосфаткислота эритмалари асосида олинган преципитат намуналар сифатига таъсир этиши ўрганилди. Тажрибаларимиз учун ММ дан фойдаланилди. Олинган натижалар 2-жадвалда келтирилган. Жадвал натижаларидан кўришиб турибдики,  $\text{HCl}$  нинг 25%-ли концентрациясида ММ :  $\text{H}_2\text{O}$  нисбатни 1,0 : 1,0 дан 1,0 : 2,5 гача ортишида, ўғитли преципитат намуналаридаги  $\text{P}_2\text{O}_{5\text{сумум}}$  нинг миқдори 32,96 дан 34,25% гача кўтарилиши кузатилди,  $\text{CaO}_{\text{с.э.}}$  ва хлорнинг миқдори эса мос равишда 2,51 дан 1,16% гача ва 2,02 дан 0,75% гача камайди. Нам преципитат намуналарининг  $\text{CaCl}_2$  дан ювилиш даражаси 94,01 дан 98,96% гача кўтарилиши кузатилди. Бу ҳолат хлоридфосфаткислотали бўтқалардан эримайдиган қолдиқ ажратиб олингандан кейин олинган эритмаларни нейтраллаш натижасида ҳосил бўлган преципитатли суспензияларнинг филтрланиш тезлигининг ортиши билан изоҳланади. Тажриба натижаларидан кўришиб турибдики, нам маҳсулотдан кальций хлориднинг ювилиши натижасида ўғитли преципитат намуналар сифати бир мунча яхшиланади. Худди шундай ҳолат хлорид кислотанинг бошқа концентрацияларида ҳам кузатилади.

Фосфат хом ашёсининг сувга мақбул нисбати (ММ :  $\text{H}_2\text{O}$ ) 1,0 : 1,5 ва 1,0 : 2,0 бўлиб ҳисобланади. Бундан паст нисбатларда нам преципитат намуналарини  $\text{CaCl}_2$  дан ювилиш даражаси  $\text{HCl}$  концентрациясига боғлиқ равишда 93,17-94,01% ораликда бўлади.



5-расмда эса сув ҳароратининг преципитат намуналарини  $\text{CaCl}_2$  дан ювилиш даражасига таъсири келтирилган. Расм натижалардан кўриниб турибдики, сувнинг ҳарорати 20 дан  $90^\circ\text{C}$  гача ортганда преципитат намуналаридаги кальций хлорид миқдорлари сезиларли даражада камаяди.

## 2-жадвал

### ММ асосида олинган преципитатларни асосий кимёвий таркиби, %

Таж-ри-ба ра-қами	ММ : $\text{H}_2\text{O}$ нисбати	$\text{P}_2\text{O}_{5\text{умум.}}$	2-%ли лим. кис-си бўйича $\text{P}_2\text{O}_{5\text{ўзл.}}$	$\text{P}_2\text{O}_{5\text{с.э.}}$	$\text{CaO}_{\text{умум.}}$	2-%ли лим. кис-си бўйича $\text{CaO}_{\text{ўзл.}}$	$\text{CaO}_{\text{с.э.}}$	Cl	Преципитатнинг $\text{CaCl}_2$ дан ювилиш даражаси, %
Хлорид кислота концентрацияси – 25%									
1	1,0:1,0	32,96	28,97	2,32	34,37	30,89	2,51	2,02	94,01
2	1,0:1,5	34,19	30,08	2,07	34,51	30,93	1,79	1,23	98,09
3	1,0:2,0	34,72	30,61	1,67	34,95	31,23	1,45	0,86	98,64
4	1,0:2,5	34,25	30,24	1,44	35,00	31,25	1,16	0,75	98,96
Хлорид кислота концентрацияси – 30%									
5	1,0:1,0	33,27	29,35	2,77	34,73	31,25	2,86	2,24	93,90
6	1,0:1,5	33,98	30,02	2,29	35,33	31,74	1,84	1,46	97,64
7	1,0:2,0	34,51	30,54	1,73	35,54	31,89	1,65	1,12	97,95
8	1,0:2,5	34,79	30,82	1,59	35,59	31,84	1,36	0,93	98,48

Масалан, ММ :  $\text{H}_2\text{O}$  = 1,0 : 1,5 нисбатда ҳарорат 20 дан  $90^\circ\text{C}$  гача кўтарилиши натижасида преципитатларни кальций хлориддан ювилиш даражаси 94,16 дан 97,19% гача ортиши кузатилади. ММ :  $\text{H}_2\text{O}$  = 1,0 : 2,0 нисбатда ювилиш даражаси 95,71 дан 97,90% гача ортиши кузатилади. Ювувчи сувнинг ҳарорати 80 ва  $90^\circ\text{C}$  лардаги преципитатларни  $\text{CaCl}_2$  дан ювилиш даражаси бир-бирига яқин. Мақбул шароитда олинган ўғитли преципитат намуналарининг асосий таркиби қуйидагича ўзгаради (оғир., %):  $\text{P}_2\text{O}_{5\text{умум.}}$  34,02 дан 34,72 гача;  $\text{CaO}_{\text{умум.}}$  35,55 дан 35,86 гача;  $\text{P}_2\text{O}_{5\text{ўзл.}}$  30,21 дан 30,89 гача;  $\text{CaO}_{\text{ўзл.}}$  32,07 дан 32,28 гача;  $\text{P}_2\text{O}_{5\text{с.э.}}$  1,76 дан 2,53 гача;  $\text{CaO}_{\text{с.э.}}$  1,69 дан 2,14 гача; Cl 1,07 дан 1,55 гача ва преципитатларни  $\text{CaCl}_2$  дан ювилиш даражаси 97,12-97,90% га тенг. Бошқа турдаги ФХА ларда шундай қонуниятлар кузатилади ва ФХА :  $\text{H}_2\text{O}$  = 1,0 : 1,5 ва 1,0 : 2,0 нисбатларни барча турдаги ФХА лардан олинган нам преципитатларни  $\text{CaCl}_2$  дан сув ювишнинг мақбул нисбатлари деб ҳисоблаш мумкин.

Кейинги тадқиқотларда турли усуллар билан олинган ўғитли преципитатларнинг физик-кимёвий ва товар хоссалари ўрганилди. Эримайдиган қолдиқ ажратиб олинмаган ва олинган усуллар асосида турли фосфоритлардан фойдаланган ҳолда олинган ўғитларнинг гигроскопик нуқталари 70,50-72,90% нисбий ҳаво намлигини ташкил қилади. Ўғитли преципитат намуналарининг сочилувчанлиги 5,1-5,8 балл оралиғида бўлади. Уларнинг табиий қиялик бурчаклари ва уярма оғирлиги мос равишда  $36,6-38,8^\circ$  ва  $0,512-0,531 \text{ г/см}^3$  оралиғида бўлади. Ўғитларнинг товар хоссалари



ажратмасдан олинган ўғитли преципитатнинг 1 тонна таннархи мос равишда 1763352 ва 1956426 сўм ташкил қилади. Ушбу фосфорит хом ашёлардан эримайдиган қолдиқни ажратилган ҳолда олинган ўғитли преципитатлар таннархи эса мос равишда 2455485 ва 2660599 сўмга тенг. “Farg’onaazot” ва “NAVOIYAZOT” АЖ ларида олинаётган оддий суперфосфат таннархи 1052000 сўмни ва ундаги 1 тонна 100 %-ли  $P_2O_5$  таннархи 8766667 сўмни ташкил қилади. Биз таклиф қилаётган ММ ва ОФУ асосида эримайдиган қолдиқни ажратилган ва ажратмасдан олинган ўғитли преципитатларнинг таркибидаги 1 тонна 100 %-ли  $P_2O_5$  таннархи 7331995-7453051 сўмга тенг. Демак, ўғитли преципитатлардаги 1 тонна 100 %-ли  $P_2O_5$  таннархи оддий суперфосфатга солиштирилганда 1313616 дан 1434672 сўмгача арзон бўлади.

## ХУЛОСА

Диссертация иши бажарилишида олинган асосий илмий ва амалий натижалар қуйидагича:

1. Марказий Қизилқум турли хил фосфоритларини (ММ, КБФК, ОФУ, ЮҚФК, ЮКФК) хлорид кислотаси билан ишлов бериш натижасида ҳосил бўлган хлоридфосфаткислотали бўтқани эримайдиган қолдиқни ажратмаган ҳолда  $CaCO_3$ ,  $Ca(OH)_2$ ,  $CaO$  ва  $NH_3$  билан нейтраллаб ўғитли преципитат олиш жараёни тадқиқ қилинди. Лаборатория тадқиқот натижалари асосида ўғитли преципитат олиш жараёнининг қуйидаги мақбул шароитлари аниқланди: хлорид кислотаси концентрацияси 25-32%; нейтралловчи (чўктирувчи) моддалар турлари  $Ca(OH)_2$ ,  $CaO$ ,  $NH_3$  ва уларнинг меъёри 100-110%; намли преципитатни кальций хлоридидан 80-90°C ли сув билан ювишда фосфоритнинг сувга оғирлик нисбати 1 : (1,5-2,0). Чўктирувчи моддаларнинг турига боғлиқ ҳолда ММ, КБФК, ОФУ, ЮҚФК ва ЮКФК асосида олинган ўғитли преципитатлар таркиблари мос равишда қуйидагича ораликда ўзгаради (оғир., %):  $P_2O_{5\text{умум}}$  23,63-24,30; 26,50-26,92; 29,0-29,68; 30,38-30,67 ва 29,24-29,55;  $P_2O_{5\text{ўзл}}$  20,62-21,36; 22,68-22,82; 25,10-25,98; 25,96-26,12 ва 24,99-25,09;  $P_2O_{5\text{с.э}}$  1,12-1,34; 0,95-1,11; 1,40-1,52; 1,16-1,28 ва 1,16-1,23;  $CaO_{\text{умум}}$  25,26-27,95; 29,16-29,45; 32,22-33,92; 33,05-33,72 ва 32,0-32,45;  $CaO_{\text{с.э}}$  1,12-1,35; 1,21-1,33; 1,47-1,64; 1,40-1,51 ва 1,36-1,48;  $Cl$  0,96-1,29; 1,05-1,17; 1,17-1,42; 1,20-1,27 ва 1,12-1,22.

2. Қизилқум фосфоритлари ва ҳар хил концентрацияли хлорид кислотаси асосида олинган хлоридфосфаткислотали бўтқалар ва нейтралланган преципитатли суспензияларнинг реологик хоссалари 30-60°C оралиғида ўрганилди. Зичлик ва қовушқоқликларнинг температурага ва  $НСl$  концентрацияга боғлиқлиги ҳажмли номограмма сифатида ифода этилди. Хлорид кислотасининг концентрацияси 25-32% бўлганда бўтқаларнинг оқувчанлигини ошириш мақсадида уларга фосфорит :  $H_2O = 1 : (3,8-4,0)$  оғирлик нисбатда сув қўшиш тавсия этилади.

3. Хлоридфосфаткислотали бўтқалар таркибидан эримайдиган қолдиқни филтрлаш усули билан ажратиб олиш ва уларни фосфорит :  $H_2O = 1 : (0,1-0,6)$  оғирлик нисбатларда 80-90°C ли ҳароратли сув билан ювиш

жараёнлари тадқиқ қилинди. Эримайдиган қолдиқ намуналарининг кимёвий таркиблари  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$  ва  $\text{CaO}$  компонентлардан ташкил бўлганлиги аниқланди. Эримайдиган қолдиқни ажратиб олинган ҳолатда олинган ўғитли преципитатларнинг таркиби дастлабки фосфорит хом ашёсининг турига қараб қуйидагига ўзгаради (оғир., %):  $\text{P}_2\text{O}_{5\text{умум}}$  32,07-38,50;  $\text{P}_2\text{O}_{5\text{ўзл}}$  28,86-33,98;  $\text{P}_2\text{O}_{5\text{с.э}}$  1,35-2,98;  $\text{CaO}_{\text{умум}}$  32,87-43,77;  $\text{CaO}_{\text{ўзл}}$  30,24-38,95;  $\text{CaO}_{\text{с.э}}$  1,61-2,69;  $\text{Cl}$  1,50-1,96. Преципитатланиш даражаси 95,01-100,0%.

Ўғитли преципитатлар қайси фосфат хом ашёсидан олиншидан қатъий назар яхши физик-кимёвий ва товар хоссалари эга. Гигроскопик нуқталари 71-73% нисбий ҳаво намлигига, сочилувчанлиги эса 5,2-5,8 баллга тенг. Табiiй қиялик бурчаклари ҳамда уярма оғирликлари мос равишда  $36,6-38,6^\circ$  ва  $0,512-0,529 \text{ г/см}^3$  ни ташкил қилади.

ММ, ОФУ ва ЮКФК асосида олинган ўғитли преципитатларнинг моддий баланслари ва уларни ягона циклда ишлаб чиқаришнинг технологик тизимлари тавсия этилган.

4. Рентгенофазали анализ ёрдамида мақбул шароитда олинган ўғитли преципитатларнинг тузли таркиблари аниқланди. Ўғитлар таркибларини асосан  $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ , кварц ( $\text{SiO}_2$ ),  $\text{MgHPO}_4$ , кальций силикати ( $\text{Ca}_2\text{SiO}_4$ ), флюрит ( $\text{CaF}_2$ ),  $\text{AlPO}_4$ ,  $\text{FePO}_4$ ,  $\text{CaCl}_2$  ва эримайдиган қолдиқ ташкил қилади.

5. “Аммифос-Махам” АЖ тажриба қурилмасида минераллашган массадан эримайдиган қолдиқ ажратилмаган ва ажратилган ҳолатларда ўғитли преципитатлар олиш технологиялари синовдан ўтди, асосий технологик параметрлари аниқланди ва янги турдаги ўғитларнинг тажриба партиялари ишлаб чиқилди. Техник-иқтисодий ҳисоблар кўрсатдики, ММ ва ОФУ асосида олинган ўғитлар таннархи эримайдиган қолдиқни ажратилган ва ажратилмаган усулларга боғлиқ қолда 1763352 дан 2660599 сўмгача бўлади. Ўғитли преципитатлардаги 1 тонна 100 %  $\text{P}_2\text{O}_5$  таннархи оддий суперфосфатга солиштирилганда 1313616 дан 1434672 сўмгача арзон бўлади.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ PhD.03/30.12.2019.Т.20.03 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ  
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ПРИ КАРАКАЛПАКСКОМ  
ГОСУДАРСТВЕННОМ УНИВЕРСИТЕТЕ**

---

**ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ И НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ**

**ШАМУРАТОВА МАХИНБАНУ РАМЕТУЛЛАЕВНА**

**ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ УДОБРИТЕЛЬНОГО ПРЕЦИПИТАТА  
НА ОСНОВЕ ФОСФОРИТОВ ЦЕНТРАЛЬНЫХ КЫЗЫЛКУМОВ И  
СОЛЯНОЙ КИСЛОТЫ**

**02.00.13 – Технология неорганических веществ и материалов на их основе**

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

**Нукус – 2020**

**Тема диссертации доктора философии (PhD) зарегистрирована под номером В2020.2.PhD/Т1759 Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан.**

Диссертация выполнена в Институте общей и неорганической химии.

Автореферат диссертации на трёх языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице по адресу [www.karsu.uz](http://www.karsu.uz) и Информационно-образовательном портале «Ziyonet» по адресу [www.ziyonet.uz](http://www.ziyonet.uz)

<b>Научный руководитель:</b>	<b>Намазов Шафаат Саттарович</b> доктор технических наук, профессор, академик
<b>Официальные оппоненты:</b>	<b>Каипбергенов Атабек Тулепбергенович</b> доктор технических наук, доцент <b>Нурмуродов Тулқин Исамуродович</b> доктор технических наук, доцент
<b>Ведущая организация:</b>	<b>Ферганский политехнический институт</b>

Защита состоится «15» января 2021 г. в «15<sup>00</sup>» часов на заседании Научного совета PhD.03/30.12.2019.Т.20.03 при Каракалпакском государственном университете по адресу: 230112, г.Нукус, ул. Ч.Абдирова, 1. Тел.: (99861) 223-60-47; факс: (99861) 223-60-78; e-mail: [karsu\\_info@edu.uz](mailto:karsu_info@edu.uz)

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Каракалпакского государственного университета (зарегистрировано за №22. Адрес: 230112, г. Нукус, ул. Ч.Абдирова, дом 1. Тел.: (99861) 223-60-78.

Автореферат диссертации разослан «30» декабря 2020года (реестр протокола рассылки № 4 от «30» декабря 2020года.

**Реймов А.М.**

Председатель научного совета по присуждению  
ученой степени, д.т.н., профессор

**Курбаниязов Р.К.**

Ученый секретарь научного совета по присуждению  
ученой степени, к.т.н., доцент

**Туремуратов Ш.Н.**

Председатель Научного семинара при научном совете  
по присуждению ученой степени, д.х.н.

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

**Актуальность и необходимость темы диссертации.** В настоящее время из-за растущего числа населения мира и их потребность в продовольствии постоянно растет. Одним из наиболее эффективных способов решения этой проблемы при повышении урожайности сельскохозяйственных культур является необходимость эффективного использования химических средств, в том числе минеральных удобрений. Минеральные удобрения играют важную роль в восполнении необходимых растениям питательных элементов, а также в повышении плодородия почвы. Поэтому важно обеспечить сельское хозяйство качественными удобрениями и увеличить их ассортимент. Большое значение в этом направлении имеет разработка и внедрение в практику широкого ассортимента фосфорных удобрений, предназначенных для применения в различные вегетационные периоды сельскохозяйственных культур.

Запасы качественного фосфорита, являющегося основным сырьем для производства фосфорных удобрений во всем мире, значительно снижаются. Поэтому во многих странах, в том числе в Узбекистане, учеными проводятся исследования по привлечению низкосортных и отходных фосфоритов различными способами в качестве вторичного фосфатного сырья. Но в предложенных технологиях имеются ряд недостатков, в том числе использование дефицитной серной кислоты в качестве кислотного реагента. Поэтому актуальным вопросом является создание технологии получения односторонних фосфорных удобрений с высокой концентрацией питательных веществ путём переработки низкосортных фосфоритов с соляной кислотой, являющейся отходом производства каустической соды. Для этой цели необходимо обосновать соответствующие научно-технические решения: разработка технологии получения одностороннего удобрения – удобрительного преципитата без выделения и с выделением нерастворимого остатка из хлориднофосфатнокислотной пульпы, образующейся при переработке фосфоритового сырья соляной кислотой.

В Республике на основе реализации широкомасштабных мероприятий и инновационных разработок достигнуты существенные результаты в области производства азотных, фосфорных и калийных, а также комплексных и органоминеральных удобрений. В третьем направлении Стратегии действия по дальнейшему развитию Республики Узбекистан, предусмотренной в 2017-2021 гг. отмечены важные задачи, направленные на «...развитие высокотехнологичных перерабатывающих отраслей, прежде всего по производству готовой продукции с высокой добавленной стоимостью на базе глубокой переработки местных сырьевых ресурсов...»<sup>1</sup>. В связи с этим

---

<sup>1</sup> Указ Президента Республики Узбекистан «Стратегия действий по пяти приоритетным направлениям развития Республики Узбекистан в 2017-2021 годах»

целесообразно разработать технологию получения удобрительного преципитата необходимого как для внесения под зяблевую вспашку или перед посевом и подкормкой хлопка и зерновых культур путем использования местного сырья.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных в Указе Президента Республики Узбекистан УП-4947 от 7 февраля 2017 года «Стратегия действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан» и в Постановлениях Президента Республики Узбекистан ПП-3983 от 25 октября 2018 года «О мерах по ускоренному развитию химической промышленности Республики Узбекистан» и ПП-4265 от 3 апреля 2019 года «О мерах по дальнейшему реформированию и повышению инвестиционной привлекательности химической промышленности», а также в других нормативно-правовых документах, принятых в данной сфере.

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

**Степень изученности проблемы.** В научно-технической литературе имеется обширная информация о разработке технологии производства одинарных фосфорных и комплексных удобрений путем обработки фосфоритов Каратау и Центральных Кызылкумов азотной, серной и фосфорной кислотами. (М.Н.Набиев, Б.М.Беглов, Ш.С.Намазов, С.М.Таджиев, А.М.Амирова, Х.Ч.Мирзакулов, А.У.Эркаев, А.М.Реймов, А.Р.Сейтназаров, З.К.Дехканов, И.Т.Шамшидинов, Р.Я.Якубов, М.М.Мирходжаев, Н.В.Волынскова, Б.Э.Султонов, И.И.Усманов, У.К.Алимов, Б.Б.Содиков). М.Т.Джураев, И.Т.Шамшидинов и Х.Ч.Мирзакулов рассматривали процесс получения двойного суперфосфата на базе фосфоритов Каратау и Кызылкумов с применением камерного и поточного методов. Недостатком является необходимость использования качественного фосфатного сырья и концентрированной фосфорной кислоты для получения двойного суперфосфата. С.А.Умаров разработал технологию производства суперфосфата (26%  $P_2O_5$ , 3% N) на основе фосфоритной муки, фосфорной и серной кислот с содержанием  $P_2O_5$  16-18%. Основным недостатком является использование фосфорной кислоты, её высокий расход и необходимость нейтрализации свободной кислотности синтетическим аммиаком. С.М.Тожиев разработал технологию производства простого суперфосфата на основе сернокислотной переработки Кызылкумской фосфоритной муки и мытого сушеного концентрата (18-19%  $P_2O_5$ ). Однако в составе простого суперфосфата содержание  $P_2O_5$  не превышает 12%.

К одинарным фосфорным удобрениям относится также преципитат, который по сравнению с суперфосфатом содержит более высокое  $P_2O_5$ . С.Б.Мамажанов разработал технологию производства удобрительного и кормового преципитатов путём солянокислотной переработки фосфоритов Каратау и Кызылкумов, содержащий 20,04%  $P_2O_5$ , 45,50 CaO и 3%



нерастворимого остатка. Однако в настоящее время в Кызылкумском фосфатном сырье, получаемый на Кызылкумском фосфоритном комплексе содержание  $P_2O_5$ , CaO и нерастворимый остаток соответственно колеблется в пределах 16,0-17,5; 46,0-47,0; 5,5-6,5. Значение кальциевого модуля составляет 2,75-2,8. Расходная норма кислоты в процессе получения преципитата, реологические свойства промежуточных продуктов и состав конечного продукта во многом зависит от состава исходного фосфатного сырья. Это означает, что разработанная технология не соответствует нынешнему составу фосфоритов. Б.Э.Султонов детально изучил процесс химического обогащения фосфоритов Кызылкума с помощью соляной кислоты.

Следует отметить, что разработка технологии получения концентрированного одинарного фосфорного удобрения – удобрительного преципитата на примере небогатенных, обогащенных и отходных фосфоритов Кызылкума никем не изучена.

**Связь диссертационного исследования с тематическим планом научно-исследовательских работ.** Диссертационное исследование выполнено в рамках плана научно-исследовательских работ прикладных проектов Института общей и неорганической химии АН РУз ФА-А12-138 «Разработка технологии получения удобрительного преципитата на основе солянокислотной переработки некондиционных фосфоритов Центральных Кызылкумов» (2015-2017 гг.) и ПЗ-20170926269 «Разработка ресурсосберегающей и высокоэффективной технологии получения одинарного и сложного фосфорных удобрений на основе минерализованной массы и мытого сушеного концентрата фосфоритов Центральных Кызылкумов» (2018-2020 гг.).

**Целью исследования является** разработка рациональной технологии производства высококачественных одинарных фосфорных удобрений – удобрительных преципитатов на основе солянокислотной переработки различных видов фосфоритов Центральных Кызылкумов.

**Задачи исследования:**

исследование процесса получения удобрительных преципитатов различного состава на основе различных видов фосфоритов Кызылкумов и соляной кислоты;

изучение влияния технологических параметров на качество удобрительного преципитата;

изучение процесса отделения нерастворимого остатка из хлориднофосфатнокислотной пульпы;

изучение процесса нейтрализации хлориднофосфатнокислотных смесей различными нейтрализующими веществами;

изучение реологических свойств хлориднофосфатнокислотной пульпы и хлориднофосфатнокислотной суспензии, образующихся соответственно без выделения и с выделением нерастворимого остатка;

апробация технологии получения удобрительных преципитатов без выделения и с выделением нерастворимого остатка на лабораторной

модельной установке с установлением основных технологических параметров;

изучение физико-химических и товарных свойств (гигроскопическая точка, рассыпчатость, угол естественного откоса, удельный вес без уплотнения) и определение солевых составов продуктов;

отработка технологических параметров процесса получения удобрительных преципитатов на АО «Аmmofos-Махам» с выпуском опытных партий новых видов продуктов;

разработка технологических схем, расчет материальных балансов и технико-экономические показатели производства удобрительных преципитатов.

**Объектом исследования** является минерализованная масса (ММ), фосфоритная мука (ФМ), химически обогащенный фосфоритовый концентрат (ХОФК), мытый сушеный фосфоконцентрат (МСФК), мытый обожженный фосфоконцентрат (МОФК), соляная кислота, карбонат кальция, оксид кальция, гидроксид кальция, газообразный аммиак, хлоридфосфатнокислотная пульпа и преципитатная суспензия.

**Предметом исследования** является процесс переработки различных видов Кызылкумских фосфоритов соляной кислотой в удобрительный преципитат без выделения и с выделением нерастворимого остатка и нейтрализации промежуточных продуктов суспензией гидроксида кальция.

**Методы исследования.** Химический, физико-химический и рентгенографический методы анализа, а также агрохимические испытания.

**Научная новизна диссертационного исследования** заключается в следующем:

впервые изучены процессы разложения различных видов фосфоритов соляной кислотой в зависимости от её нормы и концентрации;

определены влияние нормы, концентрации соляной кислоты и количество осадителей на качество удобрительного преципитата;

определены влияние количества воды и её температуры на качество удобрительного преципитата, полученного различными методами, и общие закономерности для всех видов фосфатного сырья;

обоснованы процессы нейтрализации хлориднофосфатнокислотных смесей различными нейтрализующими веществами;

определены реологические свойства хлориднофосфатнокислотных пульп, растворов и преципитатных суспензий, полученных без выделения и с выделением нерастворимого остатка;

проведены процессы отделения нерастворимого остатка из хлориднофосфатнокислотной пульпы;

обоснованы некоторые физико-химические и товарные свойства удобрительных преципитатов, полученных различными методами;

разработана технологическая схема и рассчитан материальный баланс получения удобрительного преципитата путём без выделения и выделением нерастворимого остатка из различных видов фосфатного сырья.

**Практические результаты исследования** заключаются в следующем:

определены оптимальные условия получения удобрительных преципитатов без выделения нерастворимого остатка из продуктов разложения высококарбонатных фосфоритов Центральных Кызылкумов соляной кислотой и разработана принципиальная технология их производства;

определены оптимальные условия получения концентрированного фосфорного удобрения – удобрительного преципитата с выделением нерастворимого остатка из хлориднофосфатнокислотной пульпы, образующейся при солянокислотной переработке различных видов фосфоритов Центральных Кызылкумов и разработана принципиальная технология их производства;

апробированы технологии получения удобрительных преципитатов на основе минерализованной массы (ММ) фосфоритов Центральных Кызылкумов и соляной кислоты без выделения и с выделением нерастворимого остатка на АО «Аmmofos-Махам» с выпуском опытной партии новых видов продуктов.

**Достоверность результатов исследования.** Результаты химического и физико-химического анализа подтверждены лабораторными опытами, агрохимическими и опытно-промышленными испытаниями.

**Научная и практическая значимость результатов исследования.** Научная значимость результатов исследования объясняется тем, что найдены общие закономерности разложения различного фосфатного сырья соляной кислотой при её различных концентрациях и нормах, определены оптимальные условия процесса разложения, исследованы выделения нерастворимого остатка и получения фосфорных удобрений с высокой гигроскопической точкой.

Практическая значимость результатов исследования заключается в том, что получен удобрительный преципитат путём прямой нейтрализации продуктов разложения высококарбонатных фосфоритов Кызылкума соляной кислотой, являющегося отходом производства каустической соды гидроксидом кальция, а также разработана рациональная технология получения концентрированного удобрительного преципитата, отвечающая требованиям сельского хозяйства республики с выделением нерастворимого остатка из продуктов разложения. Предлагаемые технологии позволяют исключить расход дорогостоящих исходных материалов, как серная и фосфорная кислоты, аммиак и энергетические затраты на получение одной тонны  $P_2O_5$  в готовом продукте.

**Внедрение результатов исследования.** На основе полученных научных результатов по разработке технологии получения удобрительных преципитатов без выделения и с выделением нерастворимого остатка из продуктов солянокислотного разложения местных фосфоритов ЦК:

технология получения удобрительного преципитата на основе разложения минерализованной массы соляной кислотой без выделения нерастворимого остатка включена в перечень перспективных разработок АО «Узкимёсаноат» (справка АО «Узкимёсаноат» № 14-4484 от 17 ноября 2020

г.). В результате появилась возможность получения одинарного фосфорного удобрения, пригодного для внесения под зяблевую пахоту;

технология получения удобрительного преципитата из продуктов солянокислотного разложения местных фосфоритов ЦК с выделением нерастворимого остатка включена в перечень перспективных разработок АО «Узкимёсаноат» (справка АО «Узкимёсаноат» № 14-4484 от 17 ноября 2020 г.). В результате создана возможность расширения ассортимента фосфорного удобрения, которая по агрохимической эффективности не уступает традиционным фосфорным удобрениям.

**Апробация результатов исследования.** Результаты данного исследования были доложены и обсуждены на 4 международных и 1 республиканской научно-практической конференциях.

**Опубликованность результатов исследования.** По теме диссертации опубликовано 15 научных работ. Из них 7 научных статей, в том числе 4 в республиканских и 3 в зарубежных журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов диссертаций (PhD).

#### **Структура и объем диссертации**

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации 122 страниц.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ**

**Во введении** обоснована актуальность и востребованность работы, сформулированы цель и задачи исследования, характеризуются объект и предметы исследования, показано соответствие приоритетным направлениям развития науки и технологий республики, излагаются научная новизна и практические результаты, указана степень внедрения результатов в практику, приведены сведения по опубликованным работам и структуре диссертации.

В первой главе **«Фосфориты Кызылкума, способы их переработки в односторонние и сложные удобрения»**, даётся характеристика различного фосфатного сырья, способы кислотной переработки фосфоритов в различные виды удобрения, а также проанализирована возможность их солянокислотной переработки в фосфорные удобрения. Анализ опубликованных работ позволил сформулировать цель и задачи настоящей работы.

Во второй главе **«Описание объектов исследования и методов проведения экспериментов»**, приведены состав и физико-химические свойства фосфоритов, методы проведения опытов и физико-химические методы анализа.

В третьей главе **«Получение удобрительного преципитата на основе солянокислотной переработки фосфоритов Кызылкума без выделения нерастворимого остатка»** приведены влияние технологических параметров на качество удобрительного преципитата, процессы нейтрализации хлориднофосфатнокислотной пульпы различными нейтрализующими

веществами, реологические свойства преципитатсодержащих пульп и суспензий, материальный баланс получения удобрительного преципитата на основе ФМ, ММ и МОФК фосфоритов Центральных Кызылкумов и технологическая схема.

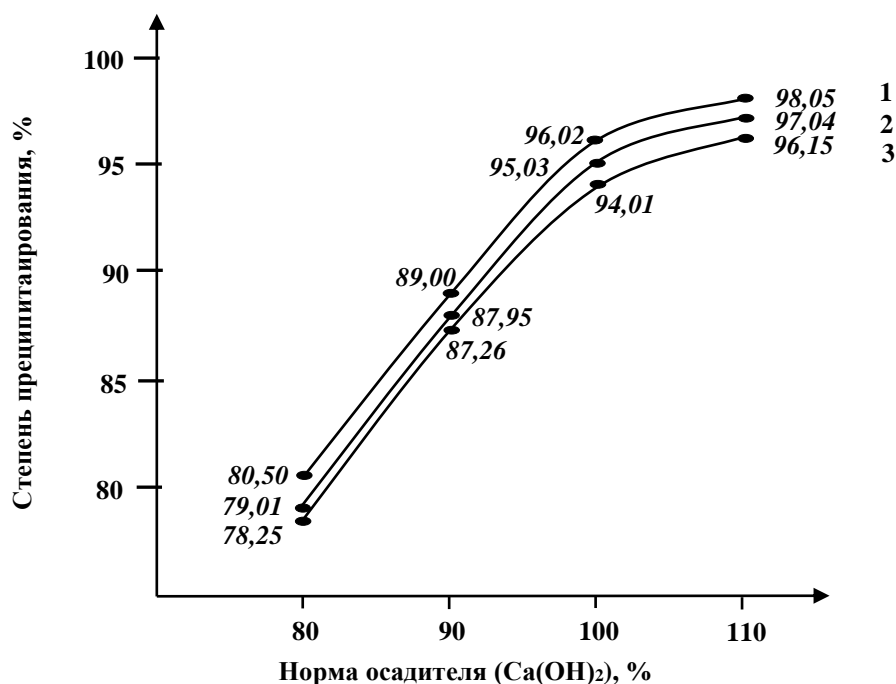
В начале опытов была использована ММ, образующаяся при сортировке фосфоритовых руд ЦК. Для разложения данного фосфоритного сырья использована соляная кислота, являющаяся отходом производства каустической соды АО «NAVOIYAZOT». Концентрация соляной кислоты была взята в интервале от 25 до 32%. Норма соляной кислоты в пересчете на СаО в фосфатном сырье составляла 100%. Для осаждения фосфорной кислоты из продуктов разложения в виде СаНРО<sub>4</sub> норма Са(ОН)<sub>2</sub> взяты 80, 90, 100 и 110% от стехиометрии. Результаты опытов получения удобрительного преципитата из ММ приведены в табл.1. Из данных таблицы видно, что с увеличением нормы осадителя от 80 до 110% приводит к возрастанию общего содержания Р<sub>2</sub>О<sub>5</sub> и СаО в образцах удобрительного преципитата соответственно от 23,49 до 24,19% и от 25,13 до 27,82 %. Водорастворимые формы Р<sub>2</sub>О<sub>5</sub> и СаО снижаются с 1,87 до 1,01% и с 1,48 до 1,21% соответственно. Это обстоятельство объясняется с увеличением количества осадителя переходом монокальцийфосфата в трикальцийфосфат. Содержание хлора в образцах преципитата увеличивается от 0,90 до 1,02%. Аналогичная закономерность наблюдается и при других концентрациях соляной кислоты.

Таблица 1

**Основной химический состав преципитатов**

Норма Са(ОН) <sub>2</sub> , %	Химический состав преципитатов, %						
	Р <sub>2</sub> О <sub>5</sub> общ.	Р <sub>2</sub> О <sub>5</sub> ув. в 2%-ной лим. к-те	Р <sub>2</sub> О <sub>5</sub> водн.	СаОобщ.	СаОув. в 2%-ной лим. к-те	СаОводн.	Сl
<b>Концентрация соляной кислоты – 25%</b>							
80	23,49	20,68	1,87	25,13	22,49	1,48	0,90
90	23,81	20,96	1,51	26,19	23,44	1,35	0,93
100	23,96	21,09	1,22	26,97	24,14	1,24	0,96
110	24,19	21,29	1,01	27,82	24,90	1,21	1,02
<b>Концентрация соляной кислоты – 30%</b>							
80	23,40	20,83	1,92	25,16	22,59	1,50	0,90
90	23,66	21,06	1,54	26,20	23,52	1,37	0,94
100	23,79	21,15	1,25	27,51	24,70	1,27	0,97
110	24,01	21,38	1,04	28,05	25,18	1,26	1,05
<b>Концентрация соляной кислоты – 32%</b>							
80	23,32	20,83	1,99	25,20	22,70	1,56	0,95
90	23,52	21,01	1,59	26,31	23,70	1,41	1,00
100	23,63	21,10	1,28	27,59	24,85	1,32	1,03
110	23,84	21,29	1,08	28,41	25,59	1,30	1,10

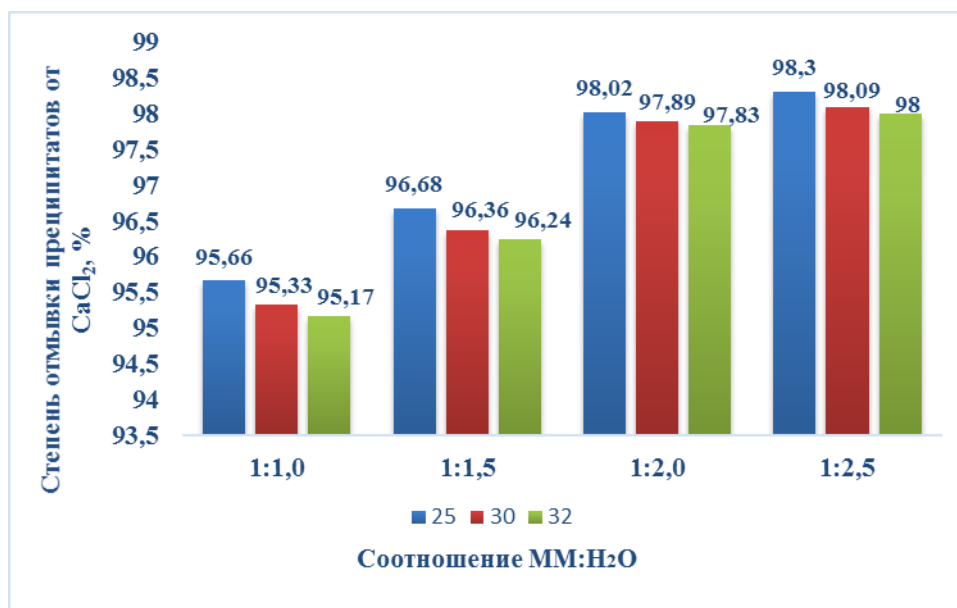
Известно, что норма осадителя значительно влияет на степень преципитирования. На рис. 1 показана зависимость изменения степени преципитирования от нормы осадителя и концентрации HCl. Из данного рисунка видно, что с увеличением нормы осадителя степень преципитирования возрастает. С увеличением концентрации HCl степень преципитирования снижается с 1,90 до 2,25%. Из данных опытов можно сделать вывод, что норма осадителя 100-110% при всех концентрациях HCl степень преципитирования 94,01-98,05% являются оптимальными. При этом составы удобрительных преципитатов следующий (вес,%):  $P_2O_{5\text{общ}}$  – 23,63-24,19;  $CaO_{\text{общ}}$  – 26,97-28,41;  $P_2O_{5\text{усв}}$  – 21,09-21,38;  $CaO_{\text{усв}}$  – 24,14-25,59;  $P_2O_{5\text{водн}}$  – 1,01-1,22;  $CaO_{\text{водн}}$  – 1,21-1,32; Cl – 0,96-1,10.



**Рис. 1. Зависимость степени преципитирования от нормы осадителя, концентрация HCl: 1 - 25%; 2 - 30% и 3 - 32%.**

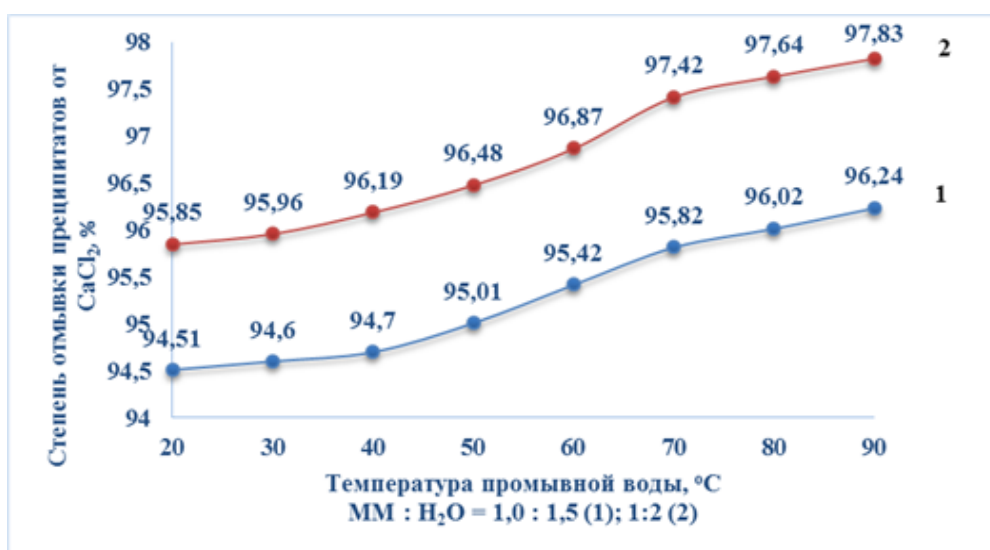
В образцах преципитатов остаётся достаточное количество хлорида кальция, что приводит к увеличению гигроскопичности удобрения, т.е. качество продуктов снижается. В связи с этим в дальнейших исследованиях изучено влияние количества воды и её температуры на степень промывки влажных преципитатов. Для промывки преципитатов весовое соотношение фосфорит : H<sub>2</sub>O брали 1,0 : 1,0; 1,0 : 1,5; 1,0 : 2,0 и 1,0 : 2,5. Эти сведения приведены на рис. 2. Из полученных данных видно, что с увеличением количества воды степень отмывки преципитатов от CaCl<sub>2</sub> увеличивается. При соотношении ММ : H<sub>2</sub>O = 1,0 : 1,0 она равна 95,66% (концентрация HCl 25%), а при ММ : H<sub>2</sub>O = 1,0 : 2,5 – 98,30%. Это обстоятельство наблюдается и при других концентрациях HCl. При промывке влажного преципитата не только количество воды, но и её температуры также играют важную роль. Известно, что растворимость CaCl<sub>2</sub> в воде зависит от её температуры.

Однократную промывку влажных преципитатов проводили в интервале 20-90°C при весовом соотношении ММ : Н<sub>2</sub>О = 1,0 : 1,5 и 1,0 : 2,0. На рис. 3



**Рис 2. Влияние количества воды на степень отмывки преципитата от CaCl<sub>2</sub>**

показано влияние температуры воды на степень отмывки преципитата от CaCl<sub>2</sub>. Из данных опытов видно, что с повышением температуры воды от 20 до 90°C содержание CaCl<sub>2</sub> в образцах преципитата ощутимо снижается, т.е. степень отмывки преципитата от CaCl<sub>2</sub> увеличивается и при ММ : Н<sub>2</sub>О = 1,0 : 1,5 она возрастает от 94,51 до 96,24%. А при ММ : Н<sub>2</sub>О = 1,0 : 2,0 она возрастает от 95,85 до 97,83%. Аналогичная закономерность наблюдается и при использовании других видов фосфатного сырья.



**Рисунок 3. Влияние температуры воды на степень отмывки преципитата от CaCl<sub>2</sub>**

В последующих опытах изучено влияние природы осадителей ( $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ,  $\text{CaO}$  и  $\text{NH}_3$ газ) на процесс нейтрализации хлоридофосфатнокислотной пульпы. Вначале опытов исследовали процесс нейтрализации хлоридофосфатнокислотной пульпы, на основе ММ вышеуказанными осадителями. Результаты опытов показали, что в образцах преципитата содержание  $\text{P}_2\text{O}_{5\text{общ}}$  и  $\text{CaO}_{\text{общ}}$  в основном зависят от природы осадителей. Например, при использовании 25%-ной  $\text{HCl}$  и норме осадителей 100% при изменении вида осадителей от  $\text{CaCO}_3$  до  $\text{NH}_3$  содержание  $\text{P}_2\text{O}_{5\text{общ}}$  и  $\text{CaO}_{\text{общ}}$  в образцах преципитата меняется соответственно от 22,24 до 24,02% и от 25,26 до 27,55%. Содержание водорастворимых форм  $\text{P}_2\text{O}_5$  и  $\text{CaO}$  снижается с 1,35 до 1,14% и увеличивается от 1,17 до 1,25% соответственно. Снижение содержания  $\text{P}_2\text{O}_{5\text{водн}}$  с увеличением нормы осадителя объясняется снижением количества монокальцийфосфата и увеличением количества трикальцийфосфата. В случае использования в качестве осадителя  $\text{CaCO}_3$  повышенное содержание водных форм  $\text{P}_2\text{O}_5$  и  $\text{CaO}$  в продуктах по сравнению с другими осадителями объясняется тем, что с повышением pH среды снижается степень разложения  $\text{CaCO}_3$ . Такая закономерность наблюдается и при использовании других концентраций соляной кислоты.

Результаты опытов показали, что оптимальными осадителями являются  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ,  $\text{CaO}$  и  $\text{NH}_3$ . Состав образцов преципитата, полученных при оптимальных условиях следующий (вес,%):  $\text{P}_2\text{O}_{5\text{общ}}$  – 23,63-24,29;  $\text{CaO}_{\text{общ}}$  – 25,26-27,85;  $\text{P}_2\text{O}_{5\text{усв}}$  – 20,62-21,38;  $\text{CaO}_{\text{усв}}$  – 21,67-25,26;  $\text{P}_2\text{O}_{5\text{водн}}$  – 1,14-1,28;  $\text{CaO}_{\text{водн}}$  – 1,12-1,32;  $\text{Cl}$  – 0,96-1,26; степень преципитирования находится в интервале 96,0-100,0%. В дальнейших опытах для получения удобрительного преципитата использовали другие виды фосфатного сырья (ФМ, ХОФК, МСК и МОФК) с повышенным содержанием  $\text{P}_2\text{O}_5$  по сравнению с ММ. Здесь также показано влияние природы осадителей на качество удобрительного преципитата.

Обсудив полученные результаты исследований с использованием всех видов фосфатного сырья можно прийти к общему заключению о том, что содержание основного компонента  $\text{P}_2\text{O}_5$  при изменении осадителя от  $\text{CaCO}_3$  до  $\text{NH}_3$ газ возрастает;  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ,  $\text{CaO}$  и  $\text{NH}_3$  можно считать оптимальными осадителями. Концентрации соляной кислоты в пределах 25-30% и все нормы осадителей являются оптимальными технологическими параметрами. При оптимальных условиях в процессе получения удобрительного преципитата степени преципитирования и отмывки преципитатов от  $\text{CaCl}_2$  и  $\text{NH}_4\text{Cl}$  составляет в пределах 97,22-99,62 и 95,51-98,46 % соответственно.

На основании результатов проведенных лабораторных опытов путём разложения ММ, ФМ и МОФК соляной кислотой разработана принципиальная технологическая схема получения удобрительного преципитата.

В четвертой главе диссертации «Получение удобрительного преципитата на основе минерализованной массы, фосфоритовой муки, мытого сушеного концентрата и мытого обожженного концентрата с выделением нерастворимого остатка» приведены результаты выделения

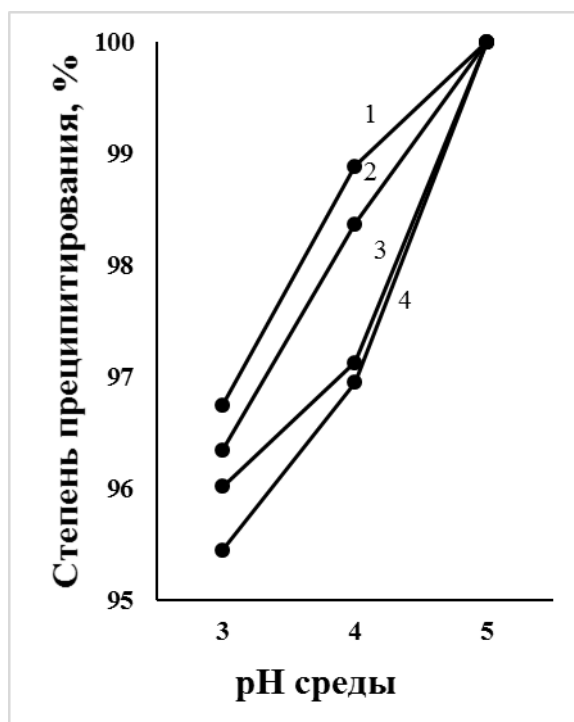


нерастворимого остатка из хлоридофосфатнокислотной пульпы, процесса преципитирования хлоридофосфатнокислотного раствора, физико-химических исследований удобрительных преципитатов, апробации технологии на лабораторной модельной установке и материальный баланс, технологическая схема удобрений получения одинарных фосфорных удобрений, а также технико-экономические расчеты их производства на основе Кызылкумских фосфоритов.

Количество нерастворимых остатков в различном фосфатном сырье различаются и составляет для ММ, ФМ, МСФК и МОФК 10,82; 4,85; 2,49 и 6,88% соответственно. Лабораторные эксперименты проводили по разделению нерастворимого остатка из хлоридофосфатнокислотной пульпы. Для отмывки нерастворимого остатка соотношение фосфорит :  $H_2O$  составляло 1,0 : 0,1; 1,0 : 0,2; 1,0 : 0,3; 1,0 : 0,4; 1,0 : 0,5 и 1,0 : 0,6. Температура воды была 80-90°C. Нерастворимый остаток промывали один и два раза. В начале опытов была использована ММ. Результаты опытов показали, что с увеличением количества промывной воды содержание количества водорастворимых компонентов в нерастворимом остатке снижается. Например, при одноразовой промывке при температуре воды 80°C, при изменении ММ :  $H_2O$  от 1,0 : 0,1 до 1,0 : 0,6 содержание  $P_2O_{5\text{общ.}}$ ,  $CaO_{\text{общ.}}$  и  $Cl$  уменьшается от 8,80 до 5,89%, от 19,24 до 12,69% и от 5,21 до 3,58% соответственно. А промывка при 90°C содержание  $P_2O_{5\text{общ.}}$ ,  $CaO_{\text{общ.}}$  и  $Cl$  снижается от 8,68 до 5,79%, от 18,65 до 13,82% и от 5,14 до 3,57% соответственно. В случае двухкратной промывки при температуре 80 и 90°C вышеуказанные компоненты снижаются от 7,80 до 5,11%; от 16,25 до 12,01%; и от 4,25 до 2,58% (температура воды 80°C); от 7,69 до 5,05%; от 16,04 до 11,86% и от 4,18 до 2,55% (температура воды 90°C) соответственно. При двухкратной промывке при 80 и 90°C содержание компонентов близки друг другу.

Содержание  $SiO_2$ ,  $Al_2O_3$ ,  $Fe_2O_3$  и  $SO_3$  (в виде  $SiO_2$ ;  $AlPO_4$ ;  $FePO_4$  и  $CaSO_4$ ) в составе нерастворимого остатка с увеличением количества воды возрастает. В общем случае эти закономерности наблюдаются и в нерастворимых остатках, полученных из других видов фосфатного сырья, но в них содержание  $P_2O_{5\text{общ.}}$ ,  $CaO_{\text{общ.}}$  и  $Cl$  будут разными. Влияние pH среды на степень преципитирования хлориднофосфатнокислотного раствора показано на рисунке 4. Из данных рисунка видно, что с увеличением pH среды, т.е. с увеличением количества нейтрализующих веществ степень преципитирования возрастает. Кроме этого, скорость фильтрации преципитатной суспензии для всех видов фосфатного сырья высокая (1000-1200 кг/м<sup>2</sup>·ч). Из полученных результатов опытов можно прийти к следующему выводу: в зависимости от состава фосфатного сырья в полученных образцах преципитатов содержание  $P_2O_5$  и степень преципитирования всего лишь отличаются на 1-2%; относительное содержание усвояемых компонентов практически не отличаются друг от

друга; при дополнительной нейтрализации  $\text{NH}_{3\text{газ}}$  степень преципитирования составляет 100%, т.е. исключается потеря  $\text{P}_2\text{O}_5$  с промывными растворами.



**Рисунок 4. Влияние pH среды на степень преципитирования:  
1-ММ; 2- ФМ; 3 –МСФК; 4 -МОФК**

В последующих опытах изучены влияние количества промывной воды и её температуры на качество полученных образцов преципитатов. Для опытов была использована ММ. Полученные результаты приведены в табл. 2. Из данных таблицы видно, что при 25%-ной концентрации  $\text{HCl}$  при уменьшении соотношения ММ :  $\text{H}_2\text{O}$  от 1,0 : 1,0 до 1,0 : 2,5 наблюдается увеличение содержания  $\text{P}_2\text{O}_5$  в преципитатах от 32,96% до 34,25%. А содержание  $\text{CaO}_{\text{водн}}$  и хлора снижается от 2,51 до 1,16% и от 2,02 до 0,75% соответственно. При этом степень промывки образцов влажных преципитатов увеличивается от 94,01 до 98,96%. Это обстоятельство объясняется увеличением скорости фильтрации преципитатных суспензий, полученных после выделения нерастворимого остатка. Результаты опытов показали, что после промывки влажного продукта от хлорида кальция качество удобрительных преципитатов намного улучшается. Аналогичная ситуация наблюдается и при других концентрациях соляной кислоты.

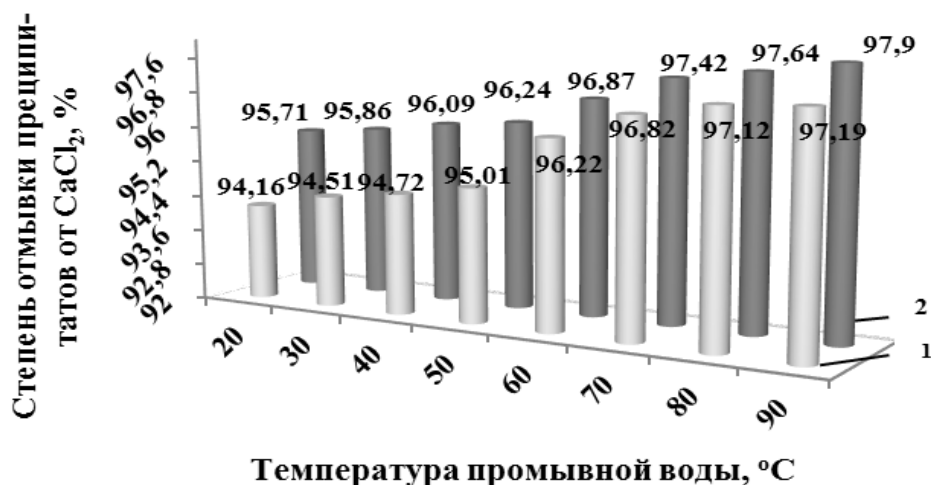
Оптимальным соотношением ММ :  $\text{H}_2\text{O}$  считается 1,0 : 1,5 и 1,0 : 2,0. Больше этого соотношения, т.е. со снижением количества промывной воды в зависимости от концентрации  $\text{HCl}$  степень промывки преципитата колеблется в интервале 93,17-94,01%, а с увеличением количества промывной воды (ММ :  $\text{H}_2\text{O}$  = 1,0 : 2,5) этот показатель увеличивается от 98,16 до 98,96%.

На рис. 5 показано влияние температуры воды на степень отмывки образцов преципитата от  $\text{CaCl}_2$ . Из данных рисунка видно, что при повышении температуры воды от 20 до 90°C содержание  $\text{CaCl}_2$  в образцах

**Таблица 2.**

**Основной химический состав преципитатов, полученных на основе ММ, %**

Но- мер опы- тов	Соот. ММ : $\text{H}_2\text{O}$	$\text{P}_2\text{O}_5$ общ.	$\text{P}_2\text{O}_5$ усл.В 2% лим. к-те	$\text{P}_2\text{O}_5$ водн.	$\text{CaO}$ общ.	$\text{CaO}$ усл.В 2% лим. к-те	$\text{CaO}$ водн.	Cl	Степень отмывки преци- питата от $\text{CaCl}_2$ , %
Концентрация соляной кислоты – 25%									
1	1,0:1,0	32,96	28,97	2,32	34,37	30,89	2,51	2,02	94,01
2	1,0:1,5	34,19	30,08	2,07	34,51	30,93	1,79	1,23	98,09
3	1,0:2,0	34,72	30,61	1,67	34,95	31,23	1,45	0,86	98,64
4	1,0:2,5	34,25	30,24	1,44	35,00	31,25	1,16	0,75	98,96
Концентрация соляной кислоты – 30%									
5	1,0:1,0	33,27	29,35	2,77	34,73	31,25	2,86	2,24	93,90
6	1,0:1,5	33,98	30,02	2,29	35,33	31,74	1,84	1,46	97,64
7	1,0:2,0	34,51	30,54	1,73	35,54	31,89	1,65	1,12	97,95
8	1,0:2,5	34,79	30,82	1,59	35,59	31,84	1,36	0,93	98,48



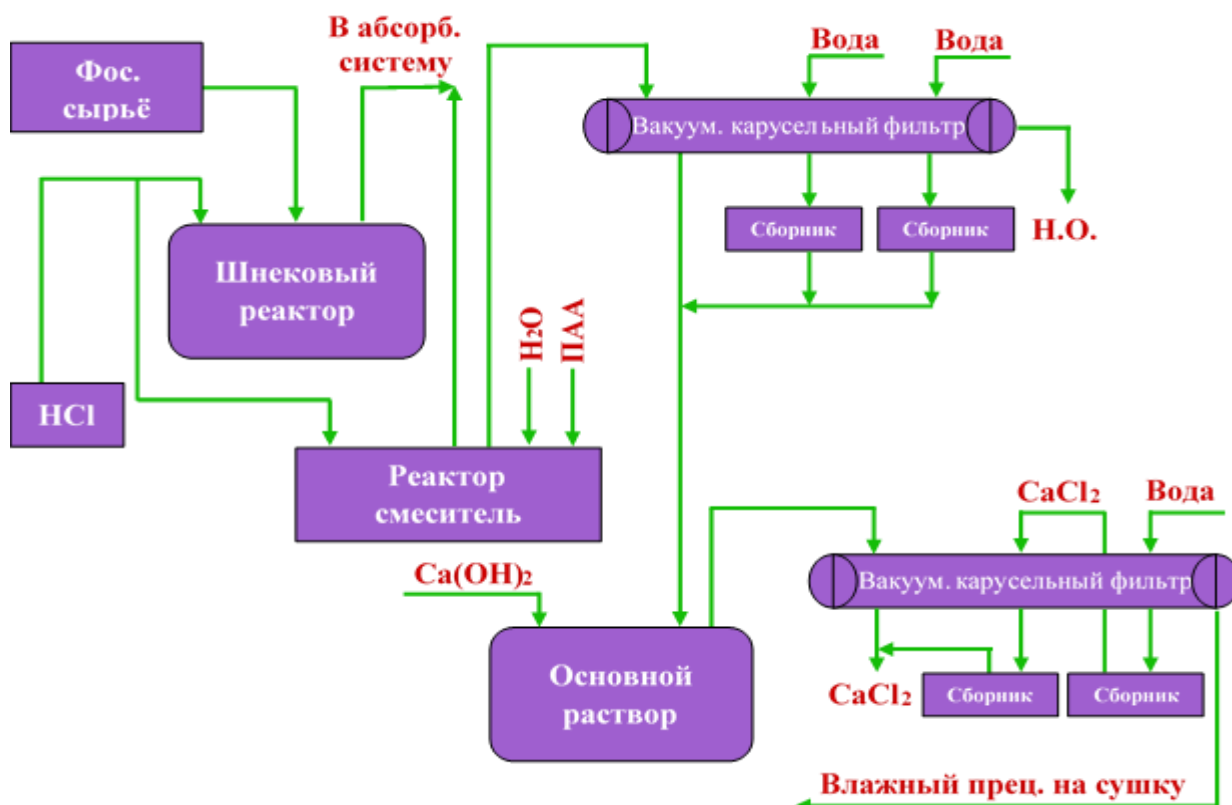
**Рисунок 5. Влияние температуры воды на степень отмывки преципитата от  $\text{CaCl}_2$  при ММ :  $\text{H}_2\text{O}$ : 1 - 1,0 : 1,5 и 2 - 1,0 : 2,0.**

заметно снижается. Например, при ММ :  $\text{H}_2\text{O}$  = 1,0 : 1,5 при изменении температуры от 20 до 90°C степень отмывки преципитатов от  $\text{CaCl}_2$  увеличивается от 94,16 до 97,19%. При ММ :  $\text{H}_2\text{O}$  = 1,0 : 2,0 она достигается от 95,71 до 97,90%. А степень отмывки преципитатов от  $\text{CaCl}_2$  при температуре воды 80 и 90°C близка друг к другу. Из вышеизложенного

можно сделать вывод, что соотношение  $MM : H_2O = 1,0 : 1,5$  и  $1,0 : 2,0$  и температура воды  $80-90^\circ C$  являются оптимальными условиями процесса получения удобрительного преципитата. При этом состав образцов удобрительных преципитатов меняется в пределах (вес,%):  $P_2O_{5\text{общ.}}$  от 34,02 до 34,72;  $CaO_{\text{общ.}}$  от 35,55 до 35,86;  $P_2O_{5\text{усв.}}$  от 30,21 до 30,89;  $CaO_{\text{усв.}}$  от 32,07 до 32,28;  $P_2O_{5\text{водн.}}$  от 1,76 до 2,53;  $CaO_{\text{водн.}}$  от 1,69 до 2,14;  $Cl$  от 1,07 до 1,55 и степень отмывки от 97,12 до 97,90%. Аналогичная закономерность наблюдается и при использовании других видов фосфатного сырья. Здесь также фосфорит : вода =  $1 : 1,5$  и  $1 : 2,0$  и температура воды  $80$  и  $90^\circ C$  являются оптимальными.

В последующих исследованиях изучали физико-химические и товарные свойства преципитатов. Гигроскопические точки удобрительных преципитатов, полученных из различных видов фосфоритов Кызылкумов путём без выделения и с выделением нерастворимого остатка колеблются в пределах от 70,50 до 72,90% относительной влажности воздуха, их рассыпчатость составляет от 5,1 до 5,8 баллов. Угол естественного откоса удобрений и их насыпной вес без уплотнения составляет в пределах  $36,6$  и  $38,8^\circ$  и  $0,512-0,531 \text{ г/см}^3$  соответственно.

На основании результатов лабораторных исследований рассчитан материальный баланс получения удобрительного преципитата путём разложения различных видов Кызылкумских фосфоритов соляной кислотой и предложена принципиальная блок-схема (рис. 6).



**Рис. 6. Блок-схема процесса получения удобрительного преципитата на основе фосфоритов Центральных Кызылкумов и соляной кислоты**

Проведены ориентировочно технико-экономические расчеты производства удобрительного преципитата с использованием ММ и ФМ. Себестоимость одной тонны удобрительного преципитата на основе ММ и ФМ без выделения нерастворимого остатка составляет 1763352 и 1956426 сумов соответственно. А себестоимость одной тонны удобрительного преципитата с выделением нерастворимого остатка составляет 2455485 и 2660599 сумов. Себестоимость одной тонны простого суперфосфата, производимого на АО «Farg'onaazot» и «NAVOIYAZOT» составляют 1052000 сум. Себестоимость 1 тонны 100 %-ного  $P_2O_5$  простого суперфосфата 8766667 сум. Себестоимость одной тонны 100 %-ного  $P_2O_5$  предлагаемых удобрительных преципитатов на основе ММ и ФМ с выделением и без выделения нерастворимого остатка составляет от 7331995 до 7453051 сумов. Себестоимость одной тонны 100 %-ного  $P_2O_5$  удобрительных преципитатов по сравнению с простым суперфосфатом будет дешевле от 1313616 до 1434672 сумов.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные научные и практические результаты, полученные при выполнении диссертационной работы следующие:

1. Проведены исследования процесса нейтрализации хлориднофосфатнокислотных пульп, полученных на основе солянокислотной переработки различных видов фосфатного сырья Центральных Кызылкумов (ММ, ФМ, ХОФК, МСФК, МОФК) без выделения нерастворимого остатка с  $CaCO_3$ ,  $Ca(OH)_2$ ,  $CaO$  и  $NH_3$ . На основании результатов исследований найдены следующие оптимальные условия процесса получения преципитата: концентрация соляной кислоты 25-32%; виды нейтрализующих (осадители) веществ  $Ca(OH)_2$ ,  $CaO$ ,  $NH_3$  и их норма 100-110% от стехиометрии; при промывке влажного преципитата от хлорида кальция водой, имеющей температуру 80-90°C массовое соотношение фосфорита к воде 1 : (1,5-2,0). В зависимости от вида осадителей составы преципитатов, полученных на основе ММ, ХОФК, ФМ, МСФК и МОФК соответственно меняются в пределах (вес,%):  $P_2O_{5\text{общ}}$  23,63-24,30; 26,50-26,92; 29,0-29,68; 30,38-30,67 и 29,24-29,55;  $P_2O_{5\text{усв}}$  20,62-21,36; 22,68-22,82; 25,10-25,98; 25,96-26,12 и 24,99-25,09;  $P_2O_{5\text{водн}}$  1,12-1,34; 0,95-1,11; 1,40-1,52; 1,16-1,28 и 1,16-1,23;  $CaO_{\text{общ}}$  25,26-27,95; 29,16-29,45; 32,22-33,92; 33,05-33,72 и 32,0-32,45;  $CaO_{\text{водн}}$  1,12-1,35; 1,21-1,33; 1,47-1,64; 1,40-1,51 и 1,36-1,48;  $Cl$  0,96-1,29; 1,05-1,17; 1,17-1,42; 1,20-1,27 и 1,12-1,22.

2. Изучены реологические свойства хлориднофосфатнокислотных пульп, растворов, полученных на основе различных видов фосфоритов Кызылкумов и концентраций соляной кислоты и преципитатных суспензий, в интервале 30-60°C. Зависимость изменения плотности и вязкости от температуры концентрации  $HCl$  изображена в виде объемной номограммы. При концентрации соляной кислоты 25-32% с целью увеличения текучести пульп

и суспензий рекомендуется добавка к ним воды при соотношении фосфорит :  $H_2O = 1 : (3,8-4,0)$ .

3. Исследованы процессы выделения нерастворимого остатка путём фильтрации и его промывки водой в интервале температур 20-90°C и массовых соотношениях фосфорит :  $H_2O = 1 : (0,1-0,6)$ . Установлены оптимальные температуры воды 80-90°C и соотношений фосфорита к воде 1 : (0,4-0,6). Определено, что состав нерастворимого остатка состоит из  $SiO_2$ ,  $Al_2O_3$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $SO_3$ ,  $P_2O_5$  и  $CaO$ . Составы удобрительных преципитатов в зависимости от вида фосфатного сырья и нейтрализующих веществ меняются в пределах (вес., %):  $P_2O_{5\text{общ.}}$  32,07-38,50;  $P_2O_{5\text{усв.}}$  28,86-33,98;  $P_2O_{5\text{водн.}}$  1,35-2,98;  $CaO_{\text{общ.}}$  32,87-43,77;  $CaO_{\text{усв.}}$  30,24-38,95;  $CaO_{\text{водн.}}$  1,61-2,69;  $Cl$  1,50-1,96. Степень преципитирования 95,01-100,0%.

Удобрительные преципитаты независимо от вида фосфатного сырья обладают хорошими физико-химическими и товарными свойствами. Их гигроскопические точки составляют 71-73% относительной влажности воздуха, а рассыпчатость – 5,2-5,8 баллов, угол естественного откоса и удельный вес без уплотнения составляют 36,6-38,6° и 0,512-0,529 г/см<sup>3</sup> соответственно.

Рассчитан материальный баланс удобрительных преципитатов, полученных на основе ММ, ФМ и МОФК и рекомендованы технологические схемы их производства.

4. С помощью химического и рентгенофазового анализа удобрительных преципитатов определён их солевой состав. Определено, что состав удобрений в основном состоит из  $CaHPO_4 \cdot 2H_2O$ ,  $Ca(H_2PO_4)_2$ , кварца ( $SiO_2$ ),  $MgHPO_4$ , силиката кальция ( $Ca_2SiO_4$ ), флюорита ( $CaF_2$ ),  $AlPO_4$ ,  $FePO_4$ ,  $CaCl_2$  и нерастворимого остатка.

5. На АО «Аммифос-Махам» апробированы технологии получения удобрительных преципитатов без выделения и с выделением нерастворимого остатка из минерализованной массы с установлением основных технологических параметров процесса с выпуском опытной партии новых видов удобрений. Техничко-экономические расчеты показали, что себестоимость одной тонны удобрительного преципитата в зависимости от способа получения составляет от 1763352 до 2660599 сумов. Себестоимость одной тонны 100 %-ного  $P_2O_5$  в удобрительных преципитатах по сравнению с простым суперфосфатом будет дешевле от 1313616 до 1434672 сумов.

**SCIENTIFIC COUNCIL AWARDING SCIENTIFIC DEGREES  
PhD.03/30.12.2019.T.20.03 AT THE KARAKALPAK STATE UNIVERSITY**

---

**INSTITUTE OF GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY**

**SHAMURATOVA MAKHINBANU RAMETULLAEVNA**

**TECHNOLOGY OF OBTAINING A FERTILIZING PRESIPITATE BASED  
ON PHOSPHORITES OF CENTRAL KYZYLKUM AND HYDROCLORIC  
ACID**

**02.00.13 – Technology of inorganic substances and materials on their basis**

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

**Nukus – 2020**

**The theme of dissertation doctor of philosophy (PhD) was registered at the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under number B2020.2.PhD/T1759.**

The dissertation was carried out at the Institute of General and Inorganic Chemistry.

The abstract of the dissertation is posted in three languages (uzbek, russian, english (resume)) on the scientific council website [www.karsu.uz](http://www.karsu.uz) and on the website of "Ziyonet" Information and educational portal [www.ziyonet.uz](http://www.ziyonet.uz)

**Research supervisor:** **Namazov Shafaat Sattarovich**  
Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician

**Official opponents:** **Kaypbergenov AtabekTulepbergenovich**  
Doctor of Technical Sciences

**Nurmurodov Tulqin Isamurodovich**  
Doctor of Technical Sciences

**Leading organization:** **Fergana politechnical institute**

The defense will take place on January 15, 2021 at 15<sup>00</sup> o'clock at a meeting of scientific council No. PhD.03/30.12.2019.T.20.03 at the State university of Karakalpak address: 230112, Nukus city, Ch.Abdirov street, 1. Tel.: (+99 861) 223-60-47, fax: (+99 861) 223-60-78, e-mail: [karsu\\_info@edu.uz](mailto:karsu_info@edu.uz)

The dissertation can be looked through in the Information Resource Centre of the Karakalpak State university, (registered with №22). Address: 230112, Nukus, Ch.Abdirov street, 1. Tel.: (+99 861) 223-60-78.

Abstract dissertation sent out on «30» December 2020 y.  
Protokol at the register №4 from «30» December 2020 y.

**Reymov A.M.**  
Chairman of the scientific council  
awarding scientific degree,  
doctor of technical sciences, professor

**Kurbaniyazov R.K.**  
Scientific secretary of the scientific council  
awarding scientific degree, candidate of technical sciences, dotsent

**Turemuratov Sh.N.**  
Chairman of scientific seminar at scientific council on  
awarding of scientific degree, doctor of chemical sciences



## INTRODUCTION (abstract of PhD dissertation)

**The aim of the research work** is develop a rational technology for the production of high-quality single phosphate fertilizers such as fertilizer precipitates based on hydrochloric acid processing of various types of phosphorites of the Central Kyzylkum.

**The object of the research** is the process of processing various types of Kyzylkum phosphorites with hydrochloric acid into a fertilizer precipitate without recovering and with the recovering an insoluble residue and neutralization of intermediate products with a suspension of calcium hydroxide.

**The scientific novelty of dissertational research consists in the following:**

for the first time, the processes of decomposition of various types of phosphorites with hydrochloric acid were determined, depending on its rate and concentration;

the influence of the rate, concentration of hydrochloric acid and the amount of precipitants on the quality of the fertilizer precipitate were determined;

the influence of the amount of water and its temperature on the quality of the fertilizer precipitate obtained by various methods and the general regularities for all types of phosphate raw materials were determined;

the processes of neutralization of chloride-phosphate-acid mixtures with various neutralizing substances were substantiated;

the rheological properties of chloride-phosphate acid pulps, solutions and precipitate suspensions obtained without recovering and with the recovering of insoluble residue were determined;

processes of separation of insoluble residue from chloride phosphate acid pulp were carried out;

some physical, chemical and commodity properties of fertilizer precipitates obtained by various methods were substantiated;

technologies for obtaining fertilizer precipitates based on the processing of Kyzylkum phosphorites without recovering and with the recovering of an insoluble residue were developed.

**Implementation of the research results.**Based on the scientific results obtained on the development of a technology for obtaining fertilizer precipitates without recovering and with the recovering of an insoluble residue from local Central Kyzylkum phosphorites:

the technology for obtaining a fertilizer precipitate based on the decomposition of the mineralized mass with hydrochloric acid without recovering an insoluble residue was included in the list of promising developments of Uzkiyosanoat JSC (certificate of Uzkiyosanoat JSC No. 14-4484 dated November 17, 2020). As a result, it became possible to obtain a single phosphorus fertilizer, suitable for application under autumn plowing;

the technology for obtaining a fertilizer precipitate with the recovering an insoluble residue was included in the list of promising developments of Uzkiyosanoat JSC (certificate of Uzkiyosanoat JSC No. 14-4484 dated November 17, 2020). As a result, an opportunity to expand the range of phosphoric

fertilizers was created, which in terms of agrochemical efficiency are not inferior to traditional phosphorus.

**The structure and volume of the thesis.** The structure of the dissertation consists of an introduction, four chapters, conclusion, the list of references, applications. The volume of the dissertation is 122 pages.

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

**I бўлим (I часть; part I)**

1. Шамуратова М.Р., Султонов Б.Э., Намазов Ш.С., Каймакова Д.А. Получение преципитата на основе мытого обожженного фосфоритового концентрата // *Universum: Технические науки*. – Москва, 2017. Выпуск: 7(40). - С. 30-36. (02.00.00, №1)
2. Shamuratova M. R., Sultonov B.E., Namazov Sh. S. The Influence of Some Technological Parameters on the Process of Precipitation the Hydrochloric Acid Extraction of Phosphates // *Chemical Science International Journal*. USA, 2018. – Volume 25, Issue 2. – pp. 1-6. (02.00.00, №2)
3. Шамуратова М.Р., Султонов Б.Э., Намазов Ш.С. Изучение реологических свойств кислых и нейтрализованных солянофосфорнокислотных суспензий и пульп, полученных на основе фосфоритов Центральных Кызылкумов // *Вестник НУУз*. – Ташкент, 2018. - №3/1. - С. 542-546. (02.00.00, №12)
4. Шамуратова М.Р., Султонов Б.Э., Намазов Ш.С. Реологические свойства преципитатных пульп, полученных на основе мытого сушеного концентрата // *Журнал «Химия и химическая технология»*, - Ташкент, 2018. - №4. - С. 7-10. (02.00.00, №3)
5. Шамуратова М.Р., Султонов Б.Э., Намазов Ш.С., Раджабов Р. Влияние количества и температуры промывной воды на качество преципитатов, полученных на основе минерализованной массы и соляной кислоты // *Узбекский научно-технический и производственный журнал «Композиционные материалы»*. – Ташкент, 2019. - №1. - С. 76-79. (02.00.00, №4)
6. Шамуратова М.Р., Султонов Б.Э., Намазов Ш.С. Удобрительный преципитат на основе минерализованной массы фосфоритов Центральных Кызылкумов с выделением нерастворимого остатка // *Узбекский химический журнал*. – Ташкент, 2019. - № 6. - С. 37-43. (02.00.00, №6)
7. Шамуратова М.Р., Султонов Б.Э., Намазов Ш.С. Влияние природы осадителей на качественные параметры удобрительных преципитатов, полученных на основе низкосортных фосфоритов Центральных Кызылкумов // *Химическая промышленность*. - Санкт-Петербург, 2020 . - т.97, - №1. - С. 28-34. (02.00.00, №21)

**II бўлим (II часть; part II)**

8. Shamuratova M.R., Sultonov B.E., Namazov Sh.S. Hydrochloric acid obtaining of precipitate on base of phosphorite flour from Kyzylkum phosphorites

// International Journal of Recent Advancement in Engineering and Research. - India, 2018. - Volume 4, Issue 2. - pp. 8-13.

9. Shamuratova M.R., Sultonov B.E., Namazov Sh.S. Hydrochloric acid obtaining of precipitate on base of Kyzylkum phosphorites // XLVII International correspondence scientific and practical conference "International scientific review of the problems and prospects of modern science and education ". - Boston, July 24-25, 2018. - pp. 24-26.

10. Шамуратова М.Р., Султонов Б.Э., Намазов Ш.С. Реологические свойства суспензий и пульп, полученных на основе солянокислотной переработки фосфоритов Центральных Кызылкумов // Материалы международной научно-технической конференции: «Современное состояние и перспективы развития производства фосфорсодержащих удобрений на основе фосфоритов Центральных Кызылкумов и Каратау». - Ташкент, 25-26 октябрь, 2018. Узбекистан. - С. 69-70.

11. Шамуратова М.Р., Султонов Б.Э., Намазов Ш.С. Влияние природы осадителей на качество удобрительного преципитата из минерализованной массы фосфоритов Центральных Кызылкумов // “Қорақолпоғистон Республикасида кимё, кимёвий технология, нефт-газ ва энгил саноат соҳалари ривожининг долзарб муаммолари” мавзусидаги Республика илмий-амалий конференцияси. - Нукус, 24 май 2019 йил. - С. 279-281.

12. Шамуратова М.Р., Султонов Б.Э., Намазов Ш.С. Изучение влияния природы осадителей на качественные параметры удобрительных преципитатов // Сборник трудов I Международного узбекско-казахского симпозиума «Актуальные проблемы развития химической науки и промышленности». – Ташкент, 24-25 октября 2019 года. - С. 171-175.

13. Шамуратова М.Р., Султонов Б.Э., Намазов Ш.С. Физико-химические и товарные свойства преципитатов, полученных на основе солянокислотной переработки минерализованной массы фосфоритов Центральных Кызылкумов // Ежемесячный научно - практический журнал «Апробация». Махачкала, Россия, 2017. - № 3(54). - С. 33-37.

14. Шамуратова М.Р., Султонов Б.Э., Намазов Ш.С. Апробация основных технологических параметров процесса получения преципитата на основе минерализованной массы из фосфоритов Центральных Кызылкумов и соляной кислотой // Ежемесячный научно - практический журнал «Апробация». Махачкала, Россия, 2017. - № 9(60), - С. 7-12.

15. Shamuratova M.R., Sultonov B.E., Namazov Sh.S. Obtaining fertilizer precipitate on the basis of mineralized mass without and with separation of an insoluble residue // International Journal of Scientific and Technology research. – India, 2020. Volume 9. - Issue 05. – pp. 222-227. Scopus (SJR-0,12).

Автореферат “Ўзбекистон кимё журналі” таҳририятида  
таҳрирдан ўтказилди