

**НАМАНГАН МУХАНДИСЛИК-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ
ХУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
PhD.03/30.12.2019.К/Т.66.02 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

НАМАНГАН МУХАНДИСЛИК-ҚУРИЛИШ ИНСТИТУТИ

АРИСЛАНОВ АКМАЛЖОН САЙИББАЕВИЧ

**ҚОРАТОҒ ВА МАРКАЗИЙ ҚИЗИЛҚУМ ФОСФОРИТЛАРИДАН
СУЛЬФАТЛАРНИНГ СУВДА ЭРУВЧАН ШАКЛИ БИЛАН
ТАРКИБИДА КАЛЬЦИЙ БЎЛГАН АЗОТ-ФОСФОРЛИ ЎҒИТЛАР
ОЛИШ ТЕХНОЛОГИЯСИНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ**

02.00.13 – Ноорганик моддалар ва улар асосидаги материаллар технологияси

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

Наманган-2022

Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси автореферати мундарижаси

Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD)

Contents of dissertation abstract of doctor of philosophy (PhD)

Арисланов Акмалжон Сайиббаевич

Қоратоғ ва Марказий Қизилқум фосфоритларидан сульфатларнинг сувда эрувчан шакли билан таркибида кальций бўлган азот-фосфорли ўғитлар олиш технологиясини ишлаб чиқиш

3

Арисланов Акмалжон Сайиббаевич

Разработка технологии получения кальцийсодержащих азотно-фосфорных удобрений с водорастворимой формой сульфатов из фосфоритов Каратау и Центральных Кызылкумов

21

Arislanov Akmaljon Sayubbaevich

Development of a technology for obtaining calcium-containing nitrogen-phosphorus fertilizers with a water-soluble form of sulfates from phosphorites of Karatau and Central Kyzyl Kum

39

Эълон қилинган илмий ишлар рўйхати

Список опубликованных работ

List of published works.....

43

**НАМАНГАН МУХАНДИСЛИК-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ
ХУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
PhD.03/30.12.2019.К/Т.66.02 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

НАМАНГАН МУХАНДИСЛИК-ҚУРИЛИШ ИНСТИТУТИ

АРИСЛАНОВ АКМАЛЖОН САЙИББАЕВИЧ

**ҚОРАТОҒ ВА МАРКАЗИЙ ҚИЗИЛҚУМ ФОСФОРИТЛАРИДАН
СУЛЬФАТЛАРНИНГ СУВДА ЭРУВЧАН ШАКЛИ БИЛАН
ТАРКИБИДА КАЛЬЦИЙ БЎЛГАН АЗОТ-ФОСФОРЛИ ЎҒИТЛАР
ОЛИШ ТЕХНОЛОГИЯСИНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ**

02.00.13 – Ноорганик моддалар ва улар асосидаги материаллар технологияси

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

Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2021.3.PhD/Т2352 рақам билан рўйхатга олинган.

Диссертация Наманган муҳандислик-қурилиш институтида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус ва инглиз (резюме)) Илмий кенгаш веб-саҳифаси (www.nammti.uz) va «ZiyoNet» ахборот таълим тармоғига (www.ziynet.uz) жойлаштирилган.

Илмий раҳбар:

Шамшидинов Исраилжон Тургунович
техника фанлари доктори, профессор

Расмий оппонентлар:

Султонов Боходир Элбекович
техника фанлари доктори,
катта илмий ходим

Исаков Хаятулла
техника фанлари доктори, доцент

Етакчи ташкилот:

Фарғона политехника институти

Диссертация ҳимояси Наманган муҳандислик-технология институти ҳузуридаги илмий даражалар берувчи PhD.03/30.12.2019.К/Т.66.02 рақамли илмий кенгашнинг 2022 йил «18» март соат 13⁰⁰ да ўтадиган мажлисида бўлади (Манзил: 160115, Наманган ш., Косонсой кўчаси 7. Тел.: (+99869) 228-76-75, факс: (+99869) 228-76-71, e-mail: niei_info@edu.uz).

Диссертация билан Наманган муҳандислик-технология институти Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (453-рақам билан рўйхатга олинган). (Манзил: 160115, Наманган ш., Косонсой кўчаси 7. Тел.: (+99869) 228-76-75, факс: (+99869) 228-76-71.

Диссертация автореферати 2022 йил «4» март куни тарқатилди.

(2022 йил «4» март № 5- рақамли реестр баённомаси).



Эргашев О.К.
Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш раиси, к.ф.д., профессор

Шеркўзиёв Д.Ш.
Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш котиби, т.ф.н., профессор

Дехканов З.К.
Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш котибидаги илмий семинар раиси, т.ф.д., доцент

КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Жаҳон агрокимё мажмуаси иктисодий тараққиётининг асосий таркибий қисми ҳисобланиб, аҳоли фаровонлиги унинг ривожланишига боғлиқ бўлади. Шу муносабат билан агросаноат мажмуасини кенг кўламдаги ўсимликларни химоя қилиш воситалари, ўсимликларни ўсиш ва ривожланиш стимуляторлари, турли нисбатларидаги асосий макроэлементлар, жумладан азот, фосфор, калий, кальций, магний ва олтингугурт бўлган минерал ўғитлар билан таъминлаш зарурдир. Бунда қишлоқ хўжалиги экинлари ҳосилдорлигини оширишда нафақат минерал ўғитлар меъёрини ошириш, балки улар ассортиментини кўпайтириш ҳам муҳим аҳамиятга эга ҳисобланади. Мазкур йўналишда таркибида кальций ва олтингугурт бўлган азот-фосфорли минерал ўғитлар олиш технологиясини ишлаб чиқиш ва амалиётга жорий қилиш катта аҳамият касб этади.

Дунёда ишлаб чиқарилаётган фосфорли ўғитлар апатит ва фосфорит концентратлари асосида олинади, уларнинг захираси эса йилдан-йилга камайиб бормоқда, ишлаб чиқаришга паст навли, жумладан юқори карбонатли хомашёларни қамраб олиб, улардан фойдаланган ҳолда таркибида кальций ва олтингугурт бўлган фосфорли ўғитлар олиш бўйича илмий-тадқиқот ишлар олиб борилмоқда. Бу борада қишлоқ хўжалиги ишлаб чиқаришини сульфатларнинг сувда эрувчан шакли бўлган фосфорли ўғитлар билан таъминлаш учун қуйидаги йўналишлар бўйича: сульфатларнинг сувда эрувчан шакли билан таркибида кальций бўлган азот-фосфорли ўғитлар олиш усуллари ишлаб чиқиш, фосфат кислотани сульфат кислотага қисман алмаштиришни мақбул технологик кўрсаткичларни аниқлаш, сульфатларнинг сувда эрувчан шаклининг максимал миқдорига эришиладиган нордон бўтқаларни аммонийлаш даражасини аниқлаш, сульфатларнинг сувда эрувчан шакли билан таркибида кальций бўлган азот-фосфорли концентранган ўғитлар олиш технологиясини ишлаб чиқишга алоҳида эътибор қаратилмоқда.

Республикада ўзига хос кенг кўламли чора-тадбирлар ва инновацияларни амалга ошириш натижасида маҳаллий хомашёлар асосида фосфорли ўғитларнинг янги турларини олиш ва қишлоқ хўжалигини юқори сифатли минерал ўғитлар билан таъминлаш борасида илмий тадқиқотларнинг юқори натижаларига эришилмоқда. Ўзбекистон Республикасини ривожлантиришнинг 2017-2021 йилларга мўлжалланган ҳаракатлар стратегиясининг учинчи йўналишида «... юқори технологияли қайта ишлаш тармоқларини ривожлантириш, биринчи навбатда, маҳаллий хомашёни чуқур қайта ишлашга асосланган юқори қўшимча қийматга эга тайёр маҳсулотлар ишлаб чиқариш ...»¹ га қаратилган муҳим вазифалар белгиланган. Бу борада, экстракцион фосфат кислотани сульфат кислотага қисман алмаштириш орқали аммоний нитрат иштирокида фосфоритларни парчалаш, сўнгра бўтқадаги кальций сульфатни аммоний сульфатга конверсиялашни амалга ошириш учун аммонийлаш орқали сульфатларнинг

¹ Ўзбекистон Республикаси Президентининг № ПФ - 4947 «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича ҳаракатлар стратегиясигўғисид» ги фармони

сувда эрувчан шакли билан таркибида кальций ва олтингугурт тутган азот-фосфорли ўғитлар ишлаб чиқариш технологиясини яратиш муҳим аҳамият касб этади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича бешта устувор йўналишлари бўйича Ҳаракатлар стратегияси» тўғрисидаги Фармони ҳамда 2017 йил 23 августдаги ПҚ-3236-сон «2017-2021 йилларда кимё саноатини ривожлантириш дастури тўғрисида»ги, 2018 йил 25 октябрдаги ПҚ-3983-сон «Ўзбекистон Республикаси кимё саноатини жадал ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида» ва 2019 йил 3 апрелдаги ПҚ-4265-сон «Кимё саноатини янада ислоҳ қилиш ва инвестициявий жозибадорлигини ошириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги Қарорлари ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

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

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Таркибида олтингугурт тутган фосфорли ўғитлар олиш бўйича тадқиқотлар билан Набиев М.Н., Позин М.Е., Копылев Б.А., Бродский А.А., Суетинов А.А., Намазов Ш.С., Гафуров К., Тожиёв С.М., Шамшидинов И.Т., Мирзакулов Х.Ч., Усманов И.И., Реймов А.М., Саттаров Т.С., Собиров М.М., Расулов А.А. ва бошқалар шуғулланишган. Таркибида олтингугурт тутган фосфорли ўғитлар ишлаб чиқаришнинг мавжуд технологиялари фосфатли хомашёни термик ёки экстракцион фосфат кислоталари, сульфат ва фосфат кислоталари аралашмаси, кислотали (нордон) маҳсулотларни бўр ёки аммиак билан нейтраллашни ўз ичига олади. Ўзбекистонда фосфорли концентранган ўғитлар сифатида ҳозирги вақтда, асосан, Марказий Қизилқум фосфоритларидан олинган аммофосдан фойдаланилади. Аммофосдан фойдаланилиши натижасида тупроққа тушадиган ва ўсимликлар томонидан ўзлашадиган кальций, магний ва олтингугурт бирикмаларининг миқдори йилдан-йилга камайиб боришига олиб келади, бу эса ўз навбатида ҳайвон ва ўсимликлар организмида бу элементларнинг етишмаслигига олиб келади.

Шу муносабат билан сульфатларнинг сувда эрувчан шакли билан таркибида кальций ва олтингугурт бўлган концентранган азот-фосфорли ўғитларни олиш муаммосини ҳал этиш лозим бўлади.

Диссертация мавзусининг диссертация бажарилган олий таълим муассасаси илмий-тадқиқот ишлари билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқоти Наманган муҳандислик-қурилиш институти илмий-тадқиқот ишлари режасига мувофиқ №ИТД-12-15 «Кўшалок суперфосфат туридаги ўғитлар олишда паст навлардаги маҳаллий фосфоритлар ва микроэлементли саноат чиқиндиларидан фойдаланиш» мавзусидаги амалий лойиҳа доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади сульфатларнинг сувда эрувчан шакли билан таркибида азот, фосфор, кальций, магний бўлган ўғитлар ишлаб чиқаришнинг самарадор технологияларини ишлаб чиқишдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

фосфат кислотанинг бир қисмини сульфат кислотага алмаштириш орқали кислоталар аралашмаси билан аммоний нитрат иштирокида трикальцийфосфатни парчалаш ҳамда нордон бўтқани аммонийлаш натижасида сульфатларнинг сувда эрувчан шакли билан азот-фосфорли ўғитлар олиш имкониятини назарий асослаш;

Қоратоғ ва Марказий Қизилқум (МК) фосфоритлари асосида олинган ЭФКдаги бир қисм фосфат кислотани сульфат кислотага алмаштириш орқали ҳосил қилинган ва аммоний нитрат иштирокида фаолланган кислоталар аралашмасида ушбу фосфоритларни парчалаш жараёнини ўрганиш;

Қоратоғ ва МК фосфоритларни кислоталар аралашмасида парчалашнинг нордон бўтқаларини газ ҳолатидаги аммиак билан нейтраллаш жараёнини тадқиқ қилиш ҳамда аммонийлаш ва қуритиш жараёнларининг мақбул технологик кўрсаткичларини аниқлаш;

Сульфатларнинг сувда эрувчан шакли билан таркибида кальций бўлган азот-фосфорли ўғитлар олиш жараёнини техник-иктисодий асослаш ва уларнинг агрокимёвий самарадорлигини аниқлаш;

Қоратоғ ва МК фосфоритларини сульфатларнинг сувда эрувчан шакли билан таркибида азот, фосфор, кальций, магний бўлган, ўғитларга қайта ишлаш технологиясини ишлаб чиқиш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида Қоратоғ ва Марказий Қизилқум (МК) фосфоритлари, Қоратоғ ва МК фосфоритлари асосидаги экстракцион фосфат кислота, сульфатларнинг сувда эрувчан шаклига эга азотли-фосфорли ўғитлар олинган.

Тадқиқотнинг предметини Қоратоғ ва МК фосфоритларини сульфатлари эрувчан шаклда бўлган азотли-фосфорли ўғитларга қайта ишлаш жараёнлари ташкил этган.

Тадқиқотнинг усуллари. Диссертация ишида кимёвий (фотоколориметрик, гравиметрик, комплексонометрик, ўлчаш, титриметрик) ва физик-кимёвий (рентгенографик, ИҚ-спектроскопик ва термографик) таҳлил усулларидан фойдаланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

илк бор сульфатларнинг сувда эрувчан шакли билан таркибида кальций ва магний бўлган концентранган азот-фосфорли ўғитлар олиш жараёни назарий жиҳатдан асосланган;

Қоратоғ ва МК фосфоритлари асосида олинган ЭФКдаги бир қисм фосфат кислотани сульфат кислотага алмаштириш ва аммоний нитрат иштирокида фаоллаш орқали ҳосил қилинган кислоталар аралашмасида ушбу фосфоритларини парчалашнинг мақбул технологик кўрсаткичлари аниқланган;

таркибида кальций сульфат дигидрати бўлган кислотали бўтқани аммонийлашда кальций сульфатнинг аммоний сульфатга конверсия жараёнлари асосланган ҳамда аммонийлашда кальций сульфат

дигидратининг аммоний сульфатга конверсия даражасининг максимал кийматига эришишининг мақбул шароити аниқланган;

сульфатларнинг сувда эрувчан шакли билан таркибида азот, фосфор, кальций ва магний бўлган концентрланган ўғитлар ишлаб чиқаришнинг мақбул технологик кўрсаткичлари аниқланган;

Қоратоғ ва МК фосфоритларини сульфатларнинг сувда эрувчан шакли бўлган азот-фосфорли концентрланган ўғитларга қайта ишлаш технологияси ишлаб чиқилган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

фосфатли бўтқани аммонийлаш жараёнида ундаги кальций сульфат дигидратини аммоний сульфатга тўла конверсияланиши ҳисобига таркибида азот, фосфор, кальций, магний ва сульфатларнинг сувда эрувчан шакли бўлган концентрланган ўғитлар олинган;

Қоратоғ ва МК фосфоритларини сульфатларнинг сувда эрувчан шакли билан таркибида азот, фосфор, кальций ва магний бўлган концентрланган ўғитларга қайта ишлашнинг мақбул технологик кўрсаткичлари аниқланган, иқтисодий жиҳатдан мақсадга мувофиқлиги асосланган ва принципиал технологик схемаси ишлаб чиқилган;

Марказий Қизилқум фосфоритларидан янги турдаги ўғит – сульфасупераммофосфатнинг саноат-тажриба намунаси яратилган;

Сульфатларнинг сувда эрувчан шакли билан таркибида азот, фосфор, кальций ва магний бўлган ўғитлар таъсирида қишлоқ хўжалик экинларининг мувозанатли озикланиши туфайли ҳосилдорликни ортиши аниқланган.

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги. Кимёвий ва физик-кимёвий таҳлил натижалари лаборатория тажрибалари, ишлаб чиқилган технологияларни тажриба-саноат ва агрокимёвий синовлар билан тасдиқланган.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.

Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти шундаки, у таркибида азот, фосфор, кальций, магний ва сульфатларнинг сувда эрувчан шакли бўлган концентрланган ўғитлар ишлаб чиқариш учун асос яратилганлиги, бунда суперфосфат бўтқасидаги кальций сульфат дигидратини аммонийлаш жараёнида монокальцийфосфат ва аммоний сульфатга конверсияланиши билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти шундан иборатки, аммоний нитрат билан фаолланган ЭФКдан фойдаланиш ва кислотадаги бир қисм фосфат кислотани сульфат кислотага алмаштириш орқали таркибида азот, фосфор, кальций, магний ва сульфатларнинг сувда эрувчан шакли бўлган концентрланган ўғитлар олиш ҳисобланади, шунингдек олинган натижалардан Ўзбекистон Республикасидаги олий ўқув юртларида ноорганик моддалар ва минерал ўғитлар технологияси ихтисослиги бўйича кадрлар тайёрлашдаги ўқув жараёнида фойдаланишда хизмат қилади.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Қоратоғ ва МК фосфоритларини сульфатларнинг сувда эрувчан шакли билан таркибида кальций бўлган концентрланган азот-фосфорли ўғитларга қайта ишлаш технологиясини ишлаб чиқиш бўйича олинган илмий натижалар асосида:

МҚ фосфоритлари асосидаги фосфат-гипсли бўтқада мазкур фосфоритларни парчалаш, уни аммонийлаш, донадорлаш ва куриштириш натижасида сульфатларнинг сувда эрувчан шакли билан таркибида кальций бўлган азот-фосфорли концентрантланган ўғитлар олиш технологияси «IFODA AGRO KIMYO HIMOYA» МЧЖ корхонасида амалиётга жорий этилган (Наманган вилояти ҳокимлигининг 2021 йил 18 декабрдаги 05/14-4652-сон маълумотномаси). Натижада, таркибида азот, фосфор, кальций, магний ва сульфатларнинг сувда эрувчан шакли бўлган ўғитлар олиш ҳамда мамлакатимиз кимё саноатида янги турдаги маҳсулотлар олишда паст навдаги фосфорит хомашёсини ишлаб чиқаришга қараб олиш, хомашё ресурслари – сульфат кислота ва аммиакни тежаш, ишлаб чиқариш чиқиндисини – фосфогипс миқдорини камайтириш имконини берган;

МҚ фосфоритларини фосфат-сульфат кислотали парчалаш, фосфат-гипсли бўтқани аммонийлаш асосида сульфатларнинг эрувчан шакли билан таркибида кальций бўлган азот-фосфорли ўғитлар олиш технологияси JSC «Indorama Kokand fertilizers and chemicals»да амалиётга жорий этилган (Наманган вилояти ҳокимлигининг 2021 йил 18 декабрдаги 05/14-4652-сон маълумотномаси). Натижада, кальций сульфат дигидратини аммоний сульфатга конверсия даражасининг максимал қийматига эришилаётган ҳамда бир пайтнинг ўзида таркибида азот, фосфор, кальций, магний ва сульфатларнинг сувда эрувчан шакли бўлган ўғитлар олиш имконини берган.

Тадқиқот натижалари апробацияси. Мазкур тадқиқот натижалари 4 та халқаро ва 2 та республика илмий-амалий анжуманларда муҳокамадан ўтказилган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги. Диссертация мавзуси бўйича жами 12 та илмий иш чоп этилган, шулардан, Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг докторлик (PhD) диссертациялари асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий нашрларда 4 та мақола, жумладан, 3 таси республика ва 1 таси хорижий журналларда нашр этилган ҳамда 2 та монография, жумладан 1 таси республика ва 1 таси хорижий нашрларда чоп этирилган.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация таркиби кириш, тўртта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертациянинг ҳажми 127 бетни ташкил этган.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Кириш қисмида ишнинг долзарблиги ва зарурати асосланган, тадқиқотнинг мақсади ва асосий вазифалари шакллантирилган, тадқиқотнинг объекти ва предмети тавсифланган, диссертация мавзусининг Республикамиз фан ва технологияси тараққиётининг устувор йўналишларига мувофиқлиги кўрсатилган, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари баён қилинган, тадқиқот натижаларини амалиётга жорий этиш натижалари кўрсатиб ўтилган, чоп этилган илмий ишлар ва диссертация тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг «**Фосфатли хомашёларни фосфат кислотали қайта ишлаш соҳасининг ҳозирги замондаги ҳолати**» деб номланган биринчи

боби адабиётлар шарҳи ҳисобланиб, фосфатли хомашёлар тавсифи берилган, фосфатли хомашёни фосфорли концентранган ўғитларга қайта ишлашнинг физик-кимёвий асослари, уларни ишлаб чиқаришни мавжуд анъанавий ва муқобил усуллари келтириб ўтилган. Илмий-техник ва патент адабиётларида чоп этилган ишларни таҳлили асосида тадқиқотнинг мақсад ва вазифалари шакллантирилган.

Диссертациянинг «Сулфатларнинг сувда эрувчан шакли билан таркибида кальций бўлган азот-фосфорли ўғитлар олиш учун бошланғич хомашё материалларининг тавсифи ҳамда тадқиқотнинг физик-кимёвий усуллари» деб номланган иккинчи боби ишда қўлланиладиган хомашё материаллари, тажрибаларни ўтказиш усуллари, кимёвий таҳлиллар ва физик-кимёвий тадқиқотлар усулларига бағишланган.

Диссертациянинг «Фосфоритларни сульфатларнинг сувда эрувчан шакли билан азот-фосфорли ўғитларга фосфат-сульфат кислотали қайта ишлашнинг физик-кимёвий асослаш» деб номланган учинчи боби таркибида олтингугурт тутган азот-фосфорли ўғитлар олиш жараёнларини термодинамик асослаш, магний сульфат, аммоний нитрат ва уларнинг биргаликдаги иштирокида термик фосфат кислотасини сульфат кислотага қисман алмаштириш билан трикальцийфосфатни кислоталар аралашмасида парчалаш жараёнини тадқиқ қилиш, кальций сульфатни аммоний сульфатга конверсия жараёнини ўрганишга бағишланган.

Термодинамик таҳлил трикальцийфосфат, кальций ва магний карбонатлар, темир ва алюминий оксидлари ўзаро таъсир реакциялари кальций ва магний дигидрофосфатлар, темир ва алюминий фосфатлар ҳосил бўлиши билан боришини, бунда кальций ва магний карбонатлари, темир ва алюминий оксидларига нисбатан трикальцийфосфат фосфат ва сульфат кислоталари билан янада осон таъсирлашишини кўрсатди.

Фосфат кислота ва сульфат кислотаси билан трикальцийфосфат таъсирлашиш реакциясининг изобарик-изотермик потенциали (-197 ва -220 кж/мол) кальций, магний, темир, алюминий оксидларининг (-88÷-127 ва -134÷-160 кж/моль) таъсир реакцияларига нисбатан паст бўлади.

Қоратоғ фосфоритларининг фосфат ва сульфат кислоталар билан таъсирлашишининг иссиқлик эффектига кислоталарнинг трикальцийфосфат билан ўзаро таъсирлашиш жараёни асосий ҳисса қўшади (мос ҳолда 89,8% ва 85,9% бўлади). МҚ фосфоритларнинг ўзаро таъсири жараёнида иссиқлик эффектининг 96% ни трикальцийфосфат ва кальций карбонатнинг фосфат кислота билан ва 95,4% ни сульфат кислота билан ўзаро таъсири амалга оширади. Қолган компонентларнинг иссиқлик эффектлари 4-4,6% дан ошмайди.

Фосфоритларни фосфат кислотаси билан фосфорли оддий ўғитларга қайта ишлашни назарий асослаш учун фосфат кислотасидаги P_2O_5 ни сульфат кислота билан қисман алмаштириш йўли билан умумий стехиометрик меъёрадаги, таркибида 20% P_2O_5 бўлган термик фосфат кислота ва ундаги P_2O_5 ни 10, 20 ва 30% миқдорини сульфат кислота билан алмаштириш орқали, 80°C ҳарорат ва жараённинг 2 соат давомийлигида трикальцийфосфатни парчалаш бўйича тадқиқотлар амалга оширилди.

Бошланғич концентрацияси 18,25% P_2O_5 ва таркибида 1,14% SO_3 бўлган термик фосфат кислота билан трикальцийфосфат парчаланганда $P_2O_{5\text{умум}}$.

микдори 23,25%, $P_2O_{5\text{уэл}}$ микдори 21,69%, $P_2O_{5\text{с.э}}$ микдори 19,83% ни ташкил этади. P_2O_5 ни сульфат кислота билан алмаштириш микдори ортганда, яъни P_2O_5 ни 20 ва 30% ни сульфат кислотага алмаштирилганда маҳсулотдаги $P_2O_{5\text{умум}}$ микдори мос равишда 21,83 ва 20,39% гача камаяди. Ўзлашадиган шаклининг умумий микдорига нисбати мос равишда 93,29% дан 95,19% ва 97,35% гача ва сувда эрувчан шаклининг умумий микдорига нисбати 85,29% дан 88,18% ва 90,39% гача ортади. Трикальцийфосфатнинг парчаланиш коэффициенти эса 81,21% дан 87,50% ва 94,58% гача ортади.

Фосфат кислота 10% P_2O_5 ни H_2SO_4 билан алмаштирилганда бўтқадаги $SO_{3\text{умум}}$ микдори 0,93% ва $SO_{3\text{с.э}}$ 0,37% ни ташкил этади. Сульфат кислота меъёри ортганда бўтқадаги SO_3 нинг умумий микдори ҳам, сувда эрийдиган шакли ҳам ортишига олиб келади. P_2O_5 нинг 20% ни H_2SO_4 билан алмаштирилганда SO_3 умумий шаклининг микдори 1,89% га ва 30% га алмаштирилганда эса 2,86% га етади. Бунда SO_3 сувда эрувчан шаклининг микдори 0,59% ва 0,69% ни ташкил қилади. Нисбатан юқори концентрацияли фосфат кислота ишлатилганда SO_3 умумий шаклининг микдори 1,28-4,85% ва сувли шаклининг микдори 0,52-1,16% ни ташкил этади. SO_3 нинг суяқ фазага ажралиш коэффициенти H_2SO_4 улуши ортиши билан камаяди ва P_2O_5 ни 10% микдорини H_2SO_4 билан алмаштирилганда 39,79-24,13% ни, 20% микдорини алмаштирилганда 40,63-23,80% ни ва 30% микдорини алмаштирилганда 41,14-23,92% ни ташкил этади.

10, 20 и 30% P_2O_5 ни сульфат кислотага алмаштириш билан фосфат кислотанинг юқори концентрацияли эритмаларидан фойдаланилганда фосфоритни парчаланиш даражаси нисбатан юқори бўлган маҳсулот олинишини таъминлайди.

Парчаланиш коэффициентининг нисбатан юқори бўлган натижаларига фосфат кислота таркибида 32,90% P_2O_5 ва 4,64% SO_3 , шунингдек 29,20% P_2O_5 ва 7,06% SO_3 бўлганда эришилади, шунга мувофиқ ҳолда парчаланиш даражаси 97,92% ва 99,51% ни ташкил этади.

Қурилган маҳсулотлардаги SO_3 нинг умумий ва сувда эрувчан шаклининг микдори сульфат кислота улушининг ортиши билан ортади ва амалда дастлабки фосфат кислотанинг концентрациясига боғлиқ бўлмайди.

Таркибида 20% P_2O_5 бўлган бошланғич фосфат кислотага 1% аммоний нитрат қўшиш ва 10% P_2O_5 ни сульфат кислота билан алмаштириш кислоталар аралашмасидаги P_2O_5 ни 18,07% гача камайишига олиб келади ва бунда 1,13% SO_3 бўлади.

Бу кислоталар аралашмасини буглатиш таркибида 27,11-21,68% P_2O_5 ва 1,69-5,25 % SO_3 , шунингдек 36,14-28,91% P_2O_5 ва 2,26 -6,99 % SO_3 бўлган кислотали эритмалар олиш имконини беради.

Фосфат кислотанинг 10% P_2O_5 ни H_2SO_4 билан алмаштирилганда бўтқадаги $SO_{3\text{умум}}$ микдори 0,93% ва $SO_{3\text{с.э}}$ микдори 0,39% ни ташкил қилади. Сульфат кислота меъерининг ортиши бўтқадаги SO_3 умумий микдорини ҳам, сувда эрувчан шакли микдорининг ҳам ортишига олиб келади. Нисбатан юқори концентрацияли фосфат кислота ишлатилганда SO_3 умумий шаклининг микдори 1,27-4,82% ни ва сувда эрувчан шакли эса 0,54-1,34% ташкил қилади.

SO_3 ни суяқ фазага ажратиш коэффициенти 10% P_2O_5 ни H_2SO_4 билан алмаштирилганда 41,94-43,31% ни, H_2SO_4 улушининг ортиши билан эса

камаяди ва 20% ни алмаштирганда 35,10-35,64% ни ва 30% ни алмаштирганда 27,80-28,32% ни ташкил этади.

Таркибида 20% P_2O_5 бўлган бошланғич фосфат кислотатага 1% аммоний нитрат қўшилганда ва 10% P_2O_5 ни сульфат кислота билан алмаштирилганда P_2O_5 нинг 16,25% гача камайишига олиб келади, ундаги SO_3 миқдори 4,58% ни ташкил этади.

Бу кислоталарни буғлатиш натижасида таркибида 24,38-19,50% P_2O_5 ва 5,08-8,28% SO_3 ҳамда 32,50-26,00% P_2O_5 ва 5,59-9,85% SO_3 бўлган кислоталар олиш имкониятини яратади.

Бўтканинг асосий компонентлари миқдори кимёвий таҳлили шуни кўрсатдики, бошланғич концентрацияси 16,25% P_2O_5 ва 4,58% SO_3 бўлган термик фосфат кислота билан трикальцийфосфат парчаланганда $P_2O_{5\text{умум}}$ миқдори 21,12%, $P_2O_{5\text{ўзл}}$ миқдори 20,01%, $P_2O_{5\text{с.э}}$ миқдори 18,39% бўлади. Ўзлашадиган шаклнинг умумий шаклига нисбати мос равишда 94,74% дан 95,87% ва 98,27% гача ҳамда сувда эрувчан шаклнинг умумий шаклига нисбати 87,07% дан 90,03% ва 91,85% гача ортади. Трикальцийфосфатнинг парчаланиш коэффициенти мос равишда 85,30% дан 89,27% ва 96,44% га ортади.

10% P_2O_5 фосфат кислотасини сульфат кислотаси билан алмаштирганда $SO_{3\text{умум}}$ 3,83% ва $SO_{3\text{с.э}}$ 1,16% ни ташкил қилади. Сульфат кислота меъёрини оширилиши бўтқадаги SO_3 нинг умумий миқдори 20% P_2O_5 ни H_2SO_4 кислотасига алмаштирилганда 4,69% гача ва 30% P_2O_5 ни алмаштирганда 5,57% гача ортишига олиб келади. Бунда SO_3 нинг сувда эрувчан шаклининг миқдори 1,28% ва 1,13% га тўғри келади.

Юқорироқ концентрацияли фосфат кислотасидан фойдаланилганда SO_3 нинг умумий шаклининг миқдори 3,92-7,01% ва сувда эрувчан шаклининг миқдори 1,15-1,44% ташкил қилади. H_3PO_4 концентрациясини ортиши ва 10-30% P_2O_5 ни H_2SO_4 кислотасига алмаштирилганда SO_3 ни суёқ фазага ажралиб чиқиш коэффициенти камайиб боради ҳамда 30,29-20,29% дан 29,34-20,63% гача ва 30,42-20,54% гачани ташкил қилади.

P_2O_5 ни сульфат кислотатага қисман алмаштириш орқали фосфат кислота билан трикальцийфосфатни парчалаш бўйича кейинги тадқиқотлар таркибида аммоний нитрат (1%) ва магний сульфат (2% MgO) бўлган 20% концентрацияли термик фосфат кислота билан амалга оширилди.

Бу кислоталарни буғлатилиши таркибида 24,17-19,33% P_2O_5 ва 5,04-8,21% SO_3 ҳамда 32,22-25,77% P_2O_5 ва 5,54-9,79 % SO_3 бўлган фосфат кислота олиш имконини беради.

Бошланғич концентрацияси 16,10% P_2O_5 ва таркибида 4,54% SO_3 бўлган термик фосфат кислота билан трикальцийфосфат парчаланганда $P_2O_{5\text{умум}}$ миқдори 20,95%, $P_2O_{5\text{ўзл}}$ миқдори 19,89%, $P_2O_{5\text{с.э}}$ миқдори 18,42% ни ташкил қилади. P_2O_5 ни сульфат кислотатага алмаштириш миқдори ортиши билан ўзлашадиган шаклнинг умумий шаклига нисбати мувофиқ ҳолда 94,94% дан 96,14% ва 98,86% гача ҳамда сувда эрувчан шаклнинг умумий шаклига нисбати 87,92% дан 90,86% ва 92,55% гача ортади. Трикальцийфосфатнинг парчаланиш коэффициенти 85,83% дан 89,97 % ва 97,67% гача ортади.

Фосфат кислотанинг 10% P_2O_5 ни H_2SO_4 га алмаштирилганда бўтқадаги $SO_{3\text{умум}}$ миқдори 3,80% ни ва $SO_{3\text{с.э}}$ миқдори 1,34% ни ташкил этади. Сульфат кислота меъёрининг ошиши бўтқадаги SO_3 нинг ҳам умумий, ҳам

сувли шакллари микдорининг ортишига олиб келади ва 20% P₂O₅ ни H₂SO₄ га алмаштирилганда SO₃ умумий шаклининг микдори 4,66% га, 30% P₂O₅ ни алмаштирилганда 5,53% га етади. Бунда SO₃ сувда эрувчан шаклининг микдори 1,36% ва 1,23% ни ташкил этади.

Нисбатан юқори концентрацияли фосфат кислота ишлатилганда SO₃ умумий шаклининг микдори 3,90-6,96% ва сувда эрувчан шаклининг микдори 1,34-1,54% ни ташкил қилади. H₂SO₄ улушининг ортиши билан SO₃ ни сууқ фазага ажралиш коэффициенти камаяди ҳамда 35,26-22,24%, 34,36-22,19% ва 35,43-22,13% ни ташкил қилади.

10% P₂O₅ ни сульфат кислотага алмаштирилганда SO₃ сувда эрувчан шаклининг умумий шаклига нисбати 40,32% дан 36,29% гача, 20% P₂O₅ ни алмаштирилганда 32,87% дан 30,32% гача, 30% P₂O₅ ни алмаштирилганда эса 25,38% дан 25,35% гача ўзгаради.

Кислоталар аралашмаси меъерининг таъсирини тадқиқ қилиш учун концентрацияси 29,30% P₂O₅ бўлган фосфат кислотадаги 20% P₂O₅ ни сульфат кислотага алмаштирилган ҳамда таркибида магний сульфат (2% MgO), шунингдек магний сульфат (2% MgO) ва аммоний нитрат (1%) бўлган кислоталар аралашмасидан фойдаланилди. Кислоталар аралашмасининг меъери трикальцийфосфатни парчалаш учун керак бўладиган стехиометрик микдорга нисбатан 100%, 150% ва 200% этиб танланди (1-жадвал).

1-жадвал

Таркибида магний сульфат (2% MgO), шунингдек магний сульфат (2% MgO) ва аммоний нитрат (1%) бўлган кислоталар аралашмаси меъерининг бўтқа кимёвий таркибига таъсири

№	Кўрсаткичлар	Бўтқадаги компонентларнинг микдори, оғ. %					
		аммоний нитратсиз			аммоний нитрат иштирокида		
1.	Кислоталар аралашмасининг меъери	100	150	200	100	150	200
2.	ФКнинг бошланғич концентрацияси, % P ₂ O ₅	29,30			29,04		
3.	ФКдаги SO ₃ ни бошланғич концентрацияси, %	7,69			7,63		
4.	Бўтқадаги микдори:						
	P ₂ O ₅ (умум.), %	34,02	33,23	32,43	33,80	33,03	32,36
	P ₂ O ₅ (ўзл.), %	33,74	33,09	32,36	33,58	32,96	32,31
	P ₂ O ₅ (с.э.), %	31,53	31,33	30,70	31,60	31,45	30,91
	SO ₃ (умум.), %	5,49	8,09	8,60	5,46	8,04	8,57
	SO ₃ (с.э.), %	1,44	3,24	3,51	1,55	4,04	4,38
	CaO (умум.), %	15,48	12,91	10,29	15,38	12,83	10,27
	CaO (с.э.), %	3,37	4,17	3,40	3,91	4,33	3,72
	MgO %	1,27	1,42	1,51	1,27	1,41	1,49
	намлик, %	26,14	32,89	36,12	25,88	32,73	35,94
5.	(P ₂ O ₅ _{ўзл.} :P ₂ O ₅ _{умум.})×100, %	99,18	99,58	99,78	99,35	99,79	99,85
6.	(P ₂ O ₅ _{с.э.} :P ₂ O ₅ _{умум.})×100, %	92,68	94,28	94,67	93,49	95,22	95,52
7.	P ₂ O ₅ _{ўзл.} бўйича K _{ларч.} , %	97,87	98,72	99,19	98,31	99,34	99,42
8.	Сувли эритмадаги CaO бўйича K _{ажралиш.} , %	21,77	32,30	33,04	25,42	35,75	36,23
9.	Сувли эритмага SO ₃ ни ажралиш даражаси (Кальций сульфатни конверсия даражаси), %	26,23	40,05	40,81	28,39	50,25	51,11

Кислоталар аралашмаси меъерининг ортиши билан P_2O_5 барча шаклларининг миқдори камайиб боради, эркин P_2O_5 миқдори эса ортади. Кислоталар аралашмаси меъерининг ортиши бўтқадаги SO_3 умумий ва сувда эрувчан шаклларининг ҳам ошишига олиб келади.

Таркибида магний сульфат (2% MgO) бўлган кислоталар аралашмасидан фойдаланилганда SO_3 умумий шаклининг миқдори 100% меъёрда 5,49% дан 150% меъёрда 8,09% гача ва 200% меъёрда эса 8,60% гача ортади. Таркибида 20% P_2O_5 бўлган бошланғич термик фосфат кислотага 1% миқдорда аммоний нитрат ва 2% MgO ҳисобида магний сульфат қўшилганда, 20% P_2O_5 ни сульфат кислотага алмаштирилганда SO_3 умумий шакли миқдорини мос равишда 5,46% дан 8,04% гача ва 8,57% гача ошади.

Бундай шароитда SO_3 ни суюқ фазага ажралиш коэффициенти кислоталар аралашмасида магний сульфат иштирок этганда 26,23-40,81% ҳамда магний сульфат ва аммиакли селитра иштирок этганда 28,39-51,11% ни ташкил этади.

Кислотанинг 100% лик меъёрида кислоталар аралашмаси магний сульфат билан биргаликда фойдаланилганда SO_3 ни ажралиш коэффициенти 26,73% ни, 150% лик меъёрида 40,66% ни ва 200% лик меъёрида эса 41,58% ни ташкил этади.

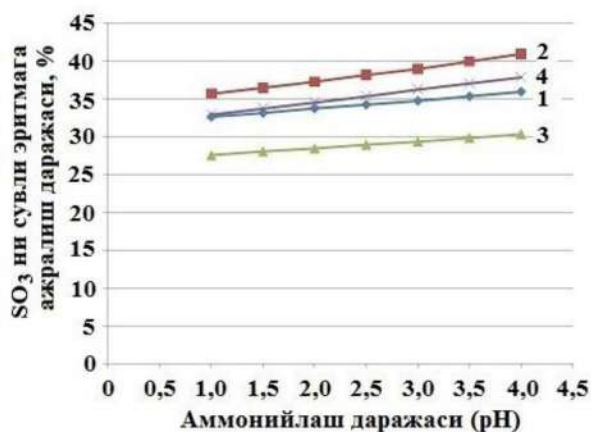
Таркибида аммоний нитрат (1%), магний сульфат (2% MgO), шунингдек магний сульфат (2% MgO) ва аммоний нитрат (1%) бўлган 20% P_2O_5 ни сульфат кислотага алмаштирилган (кислоталарнинг умумий меъёри 100-200% бўлганда) 20% концентрацияли термик фосфат кислота билан трикальцийфосфатни парчалаш йўли билан ҳосил қилинган бўтқани газ ҳолатидаги аммиак билан $pH=4$ гача аммонийланганда нейтралланиш даражасининг SO_3 ни сувли эритмага ажралиш даражасига таъсири ўрганилди.

Таркибида 16,45-14,52% P_2O_5 ва 2,32-5,58% SO_3 бўлган фосфат кислота ишлатилганда олинган бўтқанинг pH қиймати ортиши билан барча бўтқалар учун суюқ фазага SO_3 ни ажралиш даражаси ортади. Энг яхши натижаларни таркибида аммоний нитрат бўлган кислоталар аралашмаси билан трикальцийфосфат парчаланганда ҳосил бўладиган бўтқада олинган (1-расм, а). Бу кетма-кетликда магний сульфат ва аммоний нитратли фосфат ва сульфат кислоталари аралашмаси ҳамда магний сульфат ва аммоний нитратни ўз ичига олган кислоталар аралашмаси билан трикальцийфосфат парчаланиши натижасида олинган бўтқалар жойлашади.

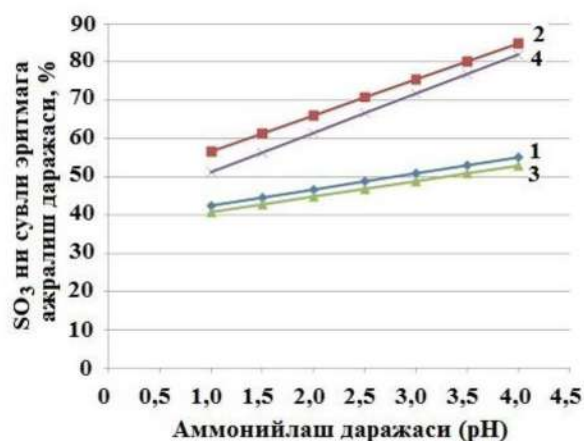
Бўтқанинг pH қиймати ортиши билан SO_3 ни суюқ фазага ажралиш коэффициенти аммоний нитрат иштирокида $pH=1,0$ да 35,6% дан ва $pH=4,0$ да 40,90% гача ортади. Кислоталар аралашмасида магний сульфат ва аммоний нитрат иштирок этганда эса $pH=1,0$ да 32,90% дан $pH=4,0$ да 37,80% гача ортади.

Кислота аралашмаси меъерининг 150% гача ортиши SO_3 сувда эрувчан шаклининг миқдорини оширади ва ажралиш даражаси $pH = 1,0$ да 43,80-44,50% ни ва $pH = 4,0$ да 49,30-66,80% ни ташкил этади.

Фосфат кислота концентрациясини 32,90-29,04% P_2O_5 гача ва SO_3 миқдорини 4,64-7,63% гача оширилганда $pH = 1,0$ даги аммонийланган бўтқада сувда эрувчан шаклдаги SO_3 0,97-4,04% бўлади. $pH = 4$ да бу кўрсаткичлар 50,9-80,1% ни ташкил этади.



а



б

1-расм. Бўтқаларни аммонийлаш даражасининг сувли экстрактга SO₃ ни ажратиб олиниш даражасига таъсири [а)-бошланғич кислота концентрацияси – 16,45% P₂O₅, меъёри – 100%; б) бошланғич кислота концентрацияси – 32,90% P₂O₅, меъёри – 150%]; 1-кислоталар аралашмасида; 2-аммоний нитрат иштирокида; 3-магний сульфат иштирокида; 4-аммоний нитрат ва магний сульфат иштирокида.

Кислоталар аралашмасидаги фосфат кислотаси концентрацияси ошганда ҳам худди паст концентрацияли эритмалардаги каби SO₃ нинг суяк фазага ажралиш даражасининг ошиши кузатилади (1-расм, б). Энг яхши натижаларга таркибида 1% аммоний нитрат бўлган кислоталар аралашмасида трикальцийфосфатни парчалаш натижасида олинган бўтқаларни аммонийлашда эришилади.

Кимёвий таҳлиллар ва физик-кимёвий тадқиқотлар натижалари шуни кўрсатадики, бунда парчалаш маҳсулотларининг асосий компонентлари кальций, магний, аммоний катионлари ҳамда фосфат, сульфат, нитрат анионлари ҳисобланади. Олинган бўтқаларни аммонийлаш натижасида кальций сульфат дигидратининг аммоний сульфатга конверсияси содир бўлади.

Диссертациянинг «Қоратоғ ва Марказий Қизилқум фосфоритларини сульфатларнинг сувда эрувчан шакли билан азот-фосфорли ўғитларга қайта ишлаш жараёнларини тадқиқ қилиш» деб номланган тўртинчи боби Қоратоғ фосфоритлари ва Марказий Қизилқумнинг ЮҚК ва ЮҚФК фосфоритларидан сульфатларнинг сувда эрувчан шакли билан азот-фосфорли ўғитлар олиш жараёнларини ўрганишга бағишланган.

Қоратоғ фосфоритларидан олинган 21,5% P₂O₅ концентрацияли ва таркибида 1% аммоний нитрат бўлган ЭФКдаги 10, 15, 20 ва 25% P₂O₅ ни сульфат кислотага қисман алмаштиришнинг таъсири тадқиқ қилинган.

Кислотадаги 10% P₂O₅ ни сульфат кислотага алмаштирилганда олинган бўтқа рН 1,13 дан 3,93 гача аммонийланганда P₂O₅_{сумум} 25,38% дан 24,61% гача камаяди, 10% P₂O₅ ни алмаштирилганда эса 24,31% дан 24,51% гача ортади. Бунда парчаланиш даражаси мос ҳолда 82,14% дан 56,93% гача ҳамда 91,17% дан 65,96% гача камаяди. Бунда SO₃ нинг умумий шакли тегишлича 3,55% дан 3,45% гача ҳамда 4,73% дан 4,77% гача ўзгаради. SO₃ ни сувли эритмага ажралиш даражаси 55,49-74,20% ва 52,85-76,52% ни ташкил этади.

ЭФК концентрацияси 24,9%, 29,9%, 34,7% P₂O₅ гача оширилганда ва

20% P_2O_5 ни сульфат кислотага алмаштирилганда, бўтқа $pH=4$ гача аммонийланганда $P_2O_{5\text{сумум}}$ миқдори 27,60-34,95% ни ташкил қилади ҳамда фосфоритни парчаланиш даражаси 89,09-86,14% ни ташкил этади.

Аммонийланганда $SO_{3\text{сумум}}$ миқдори ортади ва 24,9% концентрацияли ЭФК учун 8,75-9,34% ни, 29,9% концентрацияли ЭФК учун 8,79-8,87% ни ҳамда 34,7% P_2O_5 концентрацияли ЭФК учун 8,73-8,98% ни ташкил этади. Бунда SO_3 ни ажралиш даражаси мувофиқ ҳолда Бунда SO_3 ни ажралиш даражаси мувофиқ ҳолда 53-84,05%, 52,10-89,31% ва 50,33-91,07% га тенг бўлади.

Сульфат кислота улуши 24,95% P_2O_5 концентрацияли ЭФКда оширилганда SO_3 сувда эрувчан шаклининг улуши 10% ЭФКни сульфат кислотага алмаштирилганда 23,32% га, 20% P_2O_5 алмаштирилганда 25,95% га ҳамда 25% P_2O_5 алмаштирилганда 30,84% га ортади.

ЭФК концентрацияси ортиб бориши билан SO_3 ни сувли эритмага ажралиш даражаси ортиб боради ва бу 20% ЭФКни сульфат кислотага алмаштирилганда $pH=3,96$ да 24,9% P_2O_5 концентрацияли ЭФК учун 83,33% гача, 29,9% P_2O_5 концентрацияли ЭФК учун $pH=4,01$ да 88,45% гача, 34,7% P_2O_5 концентрацияли ЭФК учун $pH=3,94$ да 90,15% гача ортади ҳамда 25% ЭФКни сульфат кислотага алмаштирилганда 35,1% P_2O_5 концентрацияли ЭФК учун $pH=4,08$ да 72,14% гача камаяди.

Маълумотлардан кўринадики, SO_3 сувда эрийдиган шаклининг миқдори бўйича энг юқори натижалар бошланғич концентрацияси 34,7% P_2O_5 бўлган ЭФК, 20% ЭФКни сульфат кислотага алмаштирилганда ва pH қиймати 4 га яқин бўлганда олинган. Бу натижалар таркибида 35% P_2O_5 бўлган ЭФК ёрдамида бойитилган суперфосфат ёки сульфасупераммофосфатни оқимли технология бўйича олиш ва 20% ЭФКни сульфат кислотага алмаштириш имкониятини кўрсатади. Бунда маҳсулотдаги сувда эрувчан сульфатлар миқдори 90% дан ошади.

Қоратоғ фосфоритларини парчалаш учун ЭФКнинг мақбул концентрацияси 30-35% P_2O_5 , ЭФКдаги 20% P_2O_5 ни сульфат кислотага алмаштириш, бўтқани $pH=3,0-3,5$ гача аммонийлаш ҳисобланди. Бунда SO_3 ни сувли эритмага ажралиш даражаси 86,13-88,31% ни ташкил этади.

Марказий Қизилкум (МК) фосфоритлари кимёвий ва минералогик таркиби бўйича Қоратоғ фосфоритларидан сезиларли даражада фарқ қилади. Шунинг учун 10, 15 ва 20% ЭФКни (P_2O_5 ҳисобида) сульфат кислотага алмаштирилган шароитда сульфасупераммофосфат олиш учун ювиб қуритилган концентрат (ЮҚК) ва ювиб куйдирилган фосфоконцентратни (ЮҚФК) парчалаш жараёнига МК фосфоритлари асосидаги 15,76% P_2O_5 концентрацияли ва таркибида 1% аммоний нитрат бўлган ЭФКнинг таъсири тадқиқ қилинди.

Бойитилмаган фосфат хомашёсини (БФХА) парчаланганда олинган 1% аммоний нитрат ўз ичига олган ЭФКдаги P_2O_5 нинг умумий миқдори аммонийланиш давомида pH 0,91 да 16,90% дан, pH 2,48 да 17,41% га, pH 3,42 да 17,43% га ва pH 3,88 да 17,57% гача ортади. Фосфоритнинг парчаланиш коэффиценти ЭФК сульфат кислотага алмаштирилмагандаги 82,07-71,74% дан 10% ЭФКни сульфат кислотага алмаштирилганда 84,36-71,06% гача, 15% ни алмаштирилганда 85,72-70,14% гача ва 20% ни алмаштирилганда 86,35-68,22% гача ортади.

$SO_{3\text{зумум}}$ нинг миқдори 10% ЭФК ни сульфат кислотага алмаштирилганда 3,09-3,15%, 15% ни алмаштирилганда 3,59-3,56% ва 20% ни алмаштирилганда 4,16-4,39% ни ташкил этади. Бундай шароитда $SO_{3\text{с.э.}}$ мос равишда 2,12-2,47%, 2,51-4,44% ва 2,50-4,52% ни ташкил этади. Сувли эритмага SO_3 нинг ажралиш даражаси 10% ЭФК ни алмаштирилганда 52,10-76,19%, 15% ни алмаштирилганда 54,32-83,15% ва 20% ни алмаштирилганда 48,80-71,30% ни ташкил этади.

10 ва 15% ЭФК ни сульфат кислотага алмаштирилганда ва сўнгра аммонийлангандан кейин SO_3 ни сувли эритмага ажралиш даражаси 10% ЭФК ни алмаштирилганда 64,60% дан 76,19% гача, 15% ни алмаштирилганда 83,15% гача ортади. ЭФК таркибидаги сульфат кислота улушининг 20% гача ортиши сувли эритмага SO_3 ажралиш даражасини 71,30% гача камайишига олиб келади.

ЮКФК парчаланганда ва нордон бўткани $pH=3,3$ гача аммонийланганда P_2O_5 умумий шаклининг миқдори деярли ўзгармайди ва бу нордон бўтқада 17,90% дан 17,95% гачани ва аммонийланган бўтқада 17,70% дан 17,71% гачани ташкил қилади. Фосфоритни парчаланаш коэффициентини аммонийланган маҳсулотларда ЭФК ни сульфат кислотага алмаштирамаганда 83,43% ни, 10% ЭФК ни алмаштирилганда 83,99%, 15% ни алмаштирилганда 82,69%, 20% ни алмаштирилганда 83,26% ни ташкил қилади. $SO_{3\text{зумум}}$ миқдори аммонийланган маҳсулотларда ЭФКни сульфат кислотага алмаштирамаган шароитда 1,97% ни, 10% ЭФК ни алмаштирилганда 2,83%, 15% ни алмаштирилганда 3,31%, 20% ни алмаштирилганда 3,85% ни ташкил этади. SO_3 сувда эрувчан шакли аммонийлангандан сўнг ЭФКни сульфат кислотага алмаштирамаган шароитда 1,23% ни, 10% ЭФК ни алмаштирилганда 2,14%, 15% ни алмаштирилганда 2,73%, 20% ни алмаштирилганда 3,20% ни ташкил этади. SO_3 ни сувли эритмага ажралиш даражаси ЭФКни сульфат кислотага алмаштирамаган шароитда 47,76% дан 62,44% гача, 10% ЭФК ни алмаштирилганда 52,80% дан 75,62% гача, 15% ни алмаштирилганда 54,76% дан 82,48% гача, 20% ни алмаштирилганда 53,59% дан 83,12% гача ортади.

Бойитилмаган фосфат хомашёси (БФХ) фосфат қисмидан ташқари корбонатларни ҳам ўз ичига олади. Фосфат ва сульфат кислоталар аралашмаси билан фосфоритларни парчалаш жараёнида ҳосил бўладиган кальций сульфатни аммонийлашда конверсия жараёнига таъсири ролини аниқлаш учун МК фосфоритлардан олинган ва таркибида 1% аммоний нитрат бўлган 15,76% P_2O_5 концентрацияли ЭФКдаги 20% P_2O_5 ни сульфат кислотага алмаштириб, таркиби (оғ.%): $CaO = 40,67$; $MgO = 11,55$; $CO_2 = 44,76$; $FeO = 0,48$; $R_2O_3 = 0,50$; $SO_3 = 0,36$; э.к. = 1,08 бўлган доломитлашган бўрни парчалаш жараёнига таъсири ўрганилди.

Кислота аралашмасининг меъёри CaO , MgO , R_2O_3 ни парчалаш учун 100%, кислотанинг 100% меъёри учун бўрни 50%, 70%, 85% ва 100% миқдориди ишлатилди.

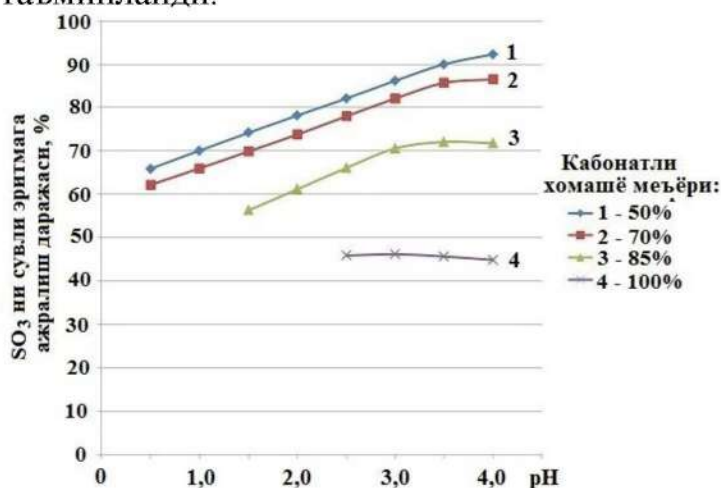
Нордон бўтқалар pH қиймати 3,29-3,24 бўлгунга қадар аммонийланганда P_2O_5 умумий шаклининг миқдори 15,44-15,03%, ўзлашувчан шакл миқдори 14,96-14,06% ва сувда эрувчан шакл миқдори 13,60-11,46% бўлади.

SO_3 умумий шаклининг миқдори кислотали бўтқада 2,81-1,83%,

аммонийланган бЎтқада 4,03-3,96% ни ташкил этади. Сувда эрувчан шакл 2,81-1,83% ва 3,58-1,81% орасида ўзгаради, яъни парчаланиш учун бЎр меъёри қанча кичик бўлса, SO₃ нинг сувда эрувчан шакли шунча кўп бўлади.

Аммонийланган бЎтқаларда рН қийматининг 3,5 гача ортиши билан SO₃ ни сувли эритмага ажралиш даражаси бирданига бЎр меъёри 50% бўлганда 88,83% дан, 70% бўлганда 85,75% гача, 80% бўлганда 71,61% гача ва 100% бўлганда 45,71% гача кескин пасайиши кузатилади.

БЎрнинг 50 ва 70% меъёрида олинган бЎтқани аммонийлаш натижасида кальций сульфатнинг аммиак ва ажралиб чиқадиган карбонат ангидрид билан конверсияси натижасида ҳосил бўладиган аммоний сульфат бЎтқадаги SO₃ нинг 85,75-88,83% сувда эрувчан шаклда бўлишини таъминлайди.



2-расм. БЎрнинг: 1 – 50%, 2 – 70%, 3 – 85%, 4 – 100% меъёрида олинган суперфосфат бЎтқасидаги кальций сульфатни конверсия даражасига аммонийлаш даражасининг таъсири.

ортади. БЎрнинг 100% меъёрида SO₃ нинг сувли экстрактга ажралиш даражаси деярли ўзгармайди ва 45,9-46,2% ни ташкил этади.

Келтирилган расмлардан кўринадики, кальций сульфат конверсия даражасининг юқори қийматига эришиш учун ЭФКдаги 20% P₂O₅ ни сульфат кислотага аралаштириш орқали бЎр меъёрини 70-85% ва рН муҳитини 3-3,5 бўлишини таъминлаш керак бўлади.

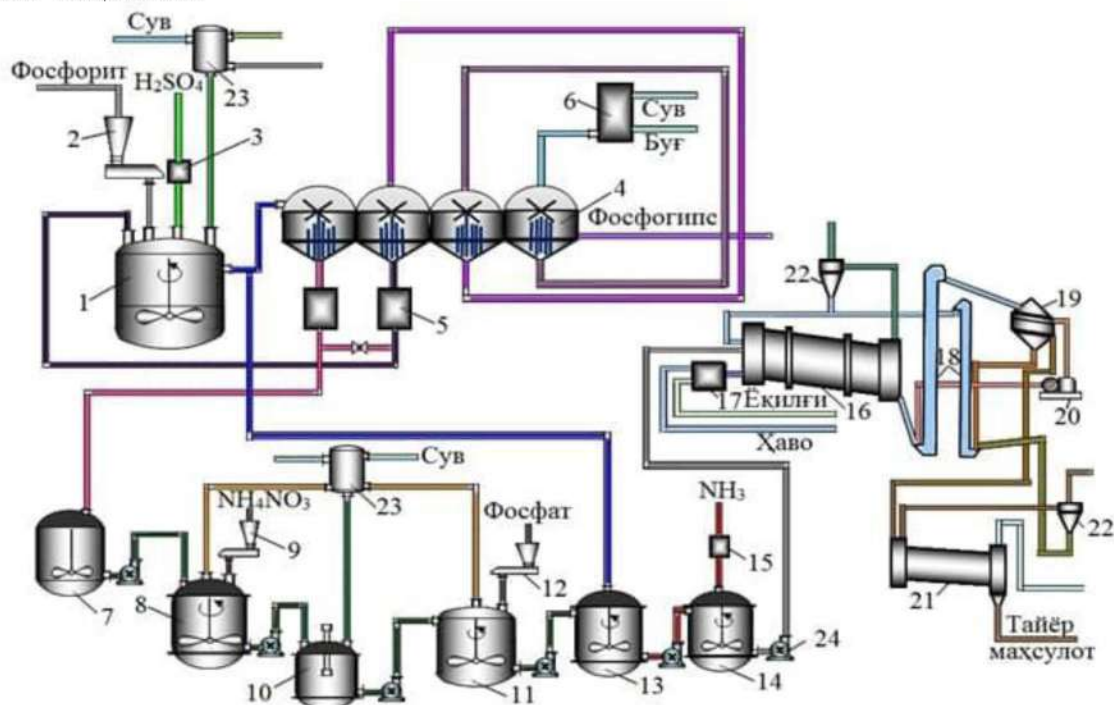
Сульфасупераммофосфат олишнинг принципиал технологик схемаси 3-расмда кўрсатилган.

Биринчи вариантга кўра, экстракцион бЎтқанинг (ЭБ) бир қисми (94%) филтрланади, ЭФК 54% P₂O₅ концентрациясигача аммоний нитрат иштирокида буғлатилади ва ЭБнинг қолган қисми (6%) билан аралаштирилади, 35% P₂O₅ концентрацияли фторсизланган ЭФК олинади. Унда иккиламчи фосфат парчаланаяди, аммонийланади ва қуритилади.

JSC «Indorama Kokand fertilizers and chemicals» ва «IFODA AGRO KIMYO NI MOYA» МЧЖда мазкур ўғитнинг саноат намунаси ишлаб чиқарилди. Олинган ўғит таркибидаги азот миқдори 3,03÷3,28%, P₂O₅_{сум.} – 44,27÷44,77%, P₂O₅_{ўзл.} – 42,81÷43,32%, P₂O₅_{с.эр.} – 32,14÷33,18%, доначалар мустаҳкамлиги 35÷45 кгс/см² ва K_{парч} = 80,21÷84,33% бўлади. SO₃ ни конверсия даражаси 82,09-88,44% га етади.

2-расмда SO₃ ни сувли эритмага ажралиш даражасига кислотали бЎтқаларни аммонийлаш даражасининг таъсири бўйича маълумотлар келтирилган. Сувли эритмага SO₃ ажралиш даражасининг энг юқори кўрсаткичлари кислоталар аралашмасини 50% бЎр меъёрида нейтралланганда кузатилади. Шу билан бирга ажралиш даражаси рН=0,5 да 65,9% дан, рН=4 да 92,3% гача

Таркибида 15,76% P_2O_5 , 1% аммоний нитрат бўлган, 15% P_2O_5 ни сульфат кислотага алмаштирилган ЭФК билан ЮКФК ва БФХни парчалаб сульфасупераммофосфат олишнинг моддий оқим схемаси ва моддий баланси ишлаб чиқилган.



3-расм. Сульфасупераммофосфат ишлаб чиқаришнинг принципиал технологик схемаси:

1-экстрактор; 2,9,12-таъминловчи бункер; 3,15-меъёрлаштиргичлар; 4- карусель вакуум-фильтр; 5-фильтратлар йиғгичи; 6-ювиш учун сувнинг босимли сизими; 7-ЭФК омбори; 8,13-аралаштиргичлар; 10-буғлатиш жиҳози; 11-реактор 14-аммонийлагич; 16-БДК; 17-печь; 18-элеватор; 19-тебранма элак; 20-майдалагич; 21-совутгич; 22-циклонлар; 23-абсорбер; 24-насослар.

Техник-иқтисодий ҳисоблар сульфатларнинг сувда эрувчан шакли билан таркибида кальций бўлган азот-фосфорли ўғитлар ишлаб чиқариш технологиясининг иқтисодий жиҳатдан мақсадга мувофиқлигини, дала синовлари эса ишлаб чиқарилган ўғитларнинг юқори агрокимёвий самарадорлигини кўрсатади.

ХУЛОСА

1. Фосфатли хомашёнинг фосфат ва сульфат кислоталар билан парчаланганда кальций ва магний дигидрофосфатлари, темир ва алюминий фосфатлари ва сульфатлари, кальций сульфат ҳосил бўлиши билан борадиган реакцияларнинг эҳтимоллиги энг юқори бўлиши термодинамик ҳисоблаш усуллардан фойдаланган ҳолда кўрсатиб ўтилди. Бунда кальций ва магний карбонатлари, трикальцийфосфат, темир ва алюминий оксидларининг сульфат кислота билан реакциялари тезроқ содир бўлади.

2. Қоратоғ фосфоритлари парчаланганининг иссиқлик эффектлари МК фосфоритлардан фойдаланилган жараёнларга нисбатан юқори эканлиги аниқланди. Қоратоғ фосфоритларининг фосфат кислота билан парчалаш пайтида иссиқлик эффекти 87,7 кж/моль ни, сульфат кислота билан парчалаш

пайтида эса 173,1 кж/мол ни ташкил қилса, худди шундай МК фосфоритлари учун бу маълумотлар мос равишда 73,9 кж/моль ва 158,0 кж/моль ни ташкил этади.

3. Фосфат кислотадаги P_2O_5 ни 10, 20 ва 30% миқдори сульфат кислотага алмаштирилган 20, 30 ва 40% P_2O_5 концентрацияли термик фосфат кислотаси билан трикальцийфосфатни парчалаш жараёнлари ўрганилди, бунда фосфат кислотада аммоний нитрат ва магний сульфат ёки уларнинг биргаликдаги миқдорига боғлиқ бўлмаган ҳолда нордон бўтқа таркибидаги SO_3 умумий ва сувли шаклларининг кўпайиши аниқланди. Фосфат кислотасини юқорироқ концентрацияли эритмаси ишлатилганда SO_3 нинг умумий шакли 3,90-6,96%, сув эрийдиган шакли эса 1,34-1,54% ни ташкил қилади. H_2SO_4 улушининг ошиши билан SO_3 ни суяқ фазага ажралиш коэффициентлари камайтирилади ва 35,26-22,24%, 34,36-22,19%, 35,43-22,13% ни ташкил қилади.

4. Нордон бўтқа аммонийлаш даражасининг SO_3 ни сувли экстрактга ажралиш даражасига таъсири ўрганилди ва кислоталар аралашмаси меъёрининг ортиши SO_3 сувда эрувчан шакли миқдорини сезиларли даражада оширади ва ажралиш даражаси 49,30-66,80% га етади. SO_3 сувда эрийдиган шаклга ўтиш даражасининг энг яхши кўрсаткичлари таркибида аммоний нитрат бўлган кислоталар аралашмасидан фойдаланилганда кузатилади.

5. Аммоний нитрат билан фаолланган, 10-25% P_2O_5 ни сульфат кислотага алмаштирилган 21,5-35,1% P_2O_5 концентрацияли ЭФК билан Қоратоғ фосфоритларини парчалаш жараёнлари ҳамда аммонийлаш даражаси ва қуритиш жараёнининг SO_3 умумий ва сувда эрийдиган шакллари миқдорига таъсири ўрганилди. Сульфатларни сувда эрийдиган шакли юқори миқдорда бўлган ўғитлар олишнинг мақбул технологик кўрсаткичлари аниқланди: ЭФК концентрацияси 34,7%, P_2O_5 нинг 20% ни сульфат кислотага алмаштириш, бўтқа $pH=4$ гача аммонийлаш, бунда сувда эрийдиган сульфатлар миқдори 6,80% ни ташкил қилади, сувли эритмага ажралиш даражаси 90% дан ошади.

6. 15,76% P_2O_5 концентрацияли, таркибида 1% аммоний нитрат бўлган ва 10-20% P_2O_5 ни сульфат кислотага алмаштирилган ЭФК билан МК фосфоритларини парчалаш жараёнлари, аммонийлаш даражаси ва қуритиш жараёнининг сульфасупераммофосфат таркиби ва сульфатларнинг сувда эрийдиган шакллари миқдорига таъсири ўрганилди. БФХдан фойдаланганда сульфатлар умумий шаклининг миқдори 8,90%, SO_3 ни сувли эритмага ажралиш даражаси эса 82,70% эканлиги кўрсатиб ўтилди. Агар ЮКФК фойдаланилса, 15% P_2O_5 ни сульфат кислотага алмаштирилганда SO_3 умумий шаклининг миқдори 8,30% ни ташкил қилади, $pH=3,41$ ва кислоталар аралашмасининг меъёри 150% бўлганда SO_3 ни сувли эритмага ажралиш даражаси 82,53% га етади.

7. Таркибида азот, фосфор, кальций, магний ва сульфатларнинг сувда эрийдиган шакли бўлган ўғитлар олишнинг технологик схемаси, материал оқим схемалари, моддий баланси ишлаб чиқилди.

Техник-иктисодий ҳисоблар ва агрохимёвий синов натижалари Қоратоғ ва МК фосфоритларидан сульфасупераммофосфат ишлаб чиқаришнинг иктисодий самарадорлигини кўрсатади.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
PhD.03/30.12.2019.К/Т.66.02 ПРИ НАМАНГАНСКОМ ИНЖЕНЕРНО-
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ИНСТИТУТЕ**

НАМАНГАНСКИЙ ИНЖЕНЕРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ

АРИСЛАНОВ АКМАЛЖОН САЙИББАЕВИЧ

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ
КАЛЬЦИЙСОДЕРЖАЩИХ АЗОТНО-ФОСФОРНЫХ УДОБРЕНИЙ С
ВОДОРАСТВОРИМОЙ ФОРМОЙ СУЛЬФАТОВ ИЗ ФОСФОРИТОВ
КАРАТАУ И ЦЕНТРАЛЬНЫХ КЫЗЫЛКУМОВ**

02.00.13 – Технология неорганических веществ и материалов на их основе

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

Тема диссертации доктора философии (PhD) зарегистрирована под номером В2021.3.PhD/T2352 в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан.

Диссертация выполнена в Наманганском инженерно-строительном институте.

Автореферат диссертации на трёх языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице Научного совета (www.nammti.uz) и Информационно-образовательном портале «Ziynet» по адресу (www.ziynet.uz).

Научный руководитель:

Шамшидинов Исраилжон Тургунович
доктор технических наук, профессор

Официальные оппоненты:

Султонов Боходир Элбекович
доктор технических наук,
старший научный сотрудник

Исаков Хаятулла
доктор технических наук, доцент

Ведущая организация:

Ферганский политехнический институт

Защита состоится «18» март 2022 г. в 13⁰⁰ часов на заседании Научного совета PhD.03/30.12.2019.K/T.66.02 при Наманганском инженерно-технологическом институте по адресу: 160115, г.Наманган, ул. Косонсой, 7. Тел.: (+99869) 228-76-75; факс: (+99869) 228-76-71; e-mail: nei_info@edu.uz.

Диссертация зарегистрирована в Информационно-ресурсном центре Наманганского инженерно-технологического института за № 453 с которой можно ознакомиться в информационно-ресурсном центре (160115, г.Наманган, ул. Косонсой, 7.). Тел.: (+99869) 228-76-75; факс: (+99869) 228-76-71.

Автореферат диссертации разослан «4» марта 2022 года.

(реестр протокола рассылки № 5 от «4» марта 2022 года).



Эргашев О.К.

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

Шеркузиев Д.Ш.

Заместитель секретаря научного совета
по присуждению ученой степени, к.т.н., профессор

Дехканов З.К.

Председатель научного семинара при научном совете
по присуждению ученой степени, д.т.н., доцент

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации (PhD) доктора философии)

Актуальность и востребованность темы диссертации. Мировой агрохимический комплекс является ключевой составляющей экономического развития и от его развития зависит благосостояние населения. В связи с этим необходимо обеспечить агропромышленный комплекс широким спектром средств защиты растений, стимуляторов роста и развития растений, минеральных удобрений, содержащих в различных соотношениях основные макроэлементы, в том числе азот, фосфор, калий, кальций, магний и серу. При этом важно не только повышать нормы минеральных удобрений, но и расширять их ассортимент с целью повышения урожайности сельскохозяйственных культур. В этом направлении большое значение имеет разработка и внедрение технологии получения кальций и серосодержащих азотно-фосфорных удобрений.

В мире фосфорные удобрения производятся на основе богатых апатитовых и фосфоритных концентратов, а их запасы из года в год сокращаются, и вовлечением в производство низкосортного, в том числе высококарбонатного сырья, с использованием их ведутся научные работы по получению кальцийсодержащих фосфорных удобрений с водорастворимой формой сульфатов. В связи с этим, для обеспечения сельскохозяйственного производства фосфорными удобрениями с водорастворимой формой сульфатов, особое внимание уделяется следующим направлениям: разработка способов получения кальцийсодержащих азотно-фосфорных удобрений с водорастворимой формой сульфатов, установление оптимальных технологических показателей частичной замены фосфорной кислоты на серную, определение степени аммонизации кислых пульп, при которых достигается максимальное количество водорастворимой формы сульфатов, разработка технологии получения кальцийсодержащих азотно-фосфорных, концентрированных удобрений с водорастворимой формой сульфатов.

В Республике, в результате реализации конкретных широкомасштабных мер и инновации, были достигнуты высокие результаты научных исследований в области получения новых видов фосфорсодержащих удобрений на основе местных сырьевых ресурсов и обеспечению сельского хозяйства качественными минеральными удобрениями. В третьем направлении стратегии действий развития Республики Узбекистан на 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...»¹. В этом аспекте важное значение имеет разработка технологии производства кальций и серосодержащих азотно-фосфорных удобрений с водорастворимыми сульфатами путем разложения фосфоритов экстракционной фосфорной

¹Указ Президента Республики Узбекистан № УП-4947 «О стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан»

кислотой с частичной заменой фосфорной на серную кислоту, в присутствии нитрата аммония, с дальнейшей аммонизацией для осуществления конверсии сульфата кальция в сульфат аммония.

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 пяти приоритетным направлениям развития Республики Узбекистан в 2017-2021 годах», Постановлениях Президента Республики Узбекистан № ПП-3236 от 23 августа 2017 года «О программе развития химической промышленности на 2017-2021 годы», № 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» и в других нормативно-правовых документах, принятых в данной сфере.

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

Степень изученности проблемы. Исследованиями по получению серосодержащих фосфорных удобрений занимались Набиев М.Н., Позин М.Е., Копылев Б.А., Бродский А.А., Суетинов А.А., Намазов Ш.С., Гафуров К., Тожиев С.М., Шамшидинов И.Т., Мирзакулов Х.Ч., Усманов И.И., Реймов А.М., Саттаров Т.С., Собиров М.М., Расулов А.А. и др. Имеющиеся технологии получения серосодержащих фосфорных удобрений включают разложение фосфатного сырья термической или ЭФК кислотами, смесью серной и фосфорной кислот, нейтрализацию кислых продуктов мелом или аммиаком. В Узбекистане, в качестве концентрированных фосфорных удобрений, в настоящее время, в основном, используют аммофос, получаемый из фосфоритов Центральных Кызылкумов. В результате применения аммофоса ежегодно уменьшается количество вносимых в почву растворимых и усвояемых растениями соединений кальция, магния и серы, что в свою очередь приводит к дефициту этих элементов в организме животных и растений.

В связи с этим, необходимо решение проблемы получения кальций и серосодержащих, концентрированных азотно-фосфорных удобрений с водорастворимой формой сульфатов.

Связь темы диссертации с научно-исследовательскими работами высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация. Диссертационное исследование выполнено в рамках научно-исследовательских работ Наманганского инженерно-строительного института и прикладного проекта № ППИ-12-39 «Получение удобрений типа двойного суперфосфата с использованием местных низкосортных

фосфоритов и микроэлементсодержащих промышленных отходов» (2012-2015 гг.).

Целью исследования является разработка эффективной технологии получения концентрированных азот, фосфор, кальций и магнийсодержащих удобрений с водорастворимой формой сульфатов.

Задачи исследования:

теоретическое обоснование возможности получения азотно-фосфорных удобрений с водорастворимой формой сульфатов в результате разложения трикальцийфосфата смесью кислот в присутствии нитрата аммония путем замены части фосфорной кислоты серной кислотой и аммонизации кислой пульпы;

изучение процесса разложения фосфоритов Каратау и Центральных Кызылкумов (ЦК) смесью серной и экстракционной фосфорной кислоты, полученной из этих же фосфоритов и активированной нитратом аммония, при замене части фосфорной кислоты на серную кислоту;

исследование процесса нейтрализации кислых пульп разложения фосфоритов Каратау и ЦК смесью кислот газообразным аммиаком и установление оптимальных технологических параметров процессов аммонизации и сушки;

техничко-экономическое обоснование получения кальцийсодержащих азотно-фосфорных удобрений с водорастворимой формой сульфатов и установление их агрохимической эффективности;

разработка технологии переработки фосфоритов Каратау и ЦК на азот, фосфор, кальций и магнийсодержащие удобрения с водорастворимой формой сульфатов;

Объектом исследования являются фосфориты Каратау и Центральных Кызылкумов, экстракционная фосфорная кислота из фосфоритов Каратау и ЦК, азотно-фосфорные удобрения с водорастворимой формой сульфатов.

Предметом исследования являются процессы переработки фосфоритов Каратау и Центральных Кызылкумов на азотно-фосфорные удобрения с водорастворимой формой сульфатов.

Методы исследования. В диссертационной работе использованы химические (фотокалориметрический, гравиметрический, комплексонометрический, весовой, титриметрический) и физико-химические (рентгенографический, ИК-спектроскопический и термографический) методы анализа.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

впервые обоснованы процессы получения кальций и магнийсодержащих, концентрированных азотно-фосфорных удобрений с водорастворимой формой сульфатов;

установлены оптимальные технологические параметры разложения фосфоритов Каратау и ЦК ЭФК из этих же фосфоритов, активированных нитратом аммония, при замене части фосфорной кислоты на серную;

обоснованы процессы конверсии сульфата кальция в сульфат аммония при аммонизации кислой пульпы, содержащей дигидрата сульфата кальция и

установлены оптимальные условия достижения максимального значения степени конверсии дигидрата сульфата кальция в сульфат аммония;

установлены оптимальные технологические параметры получения концентрированных азот, фосфор, кальций, магнийсодержащих удобрений с водорастворимой формой сульфатов;

разработана технология переработки фосфоритов Каратау и ЦК на концентрированные азотно-фосфорные удобрения с водорастворимой формой сульфатов.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

благодаря полной конверсии дигидрата сульфата кальция в сульфат аммония в процессе аммонизации фосфатной пульпы получены концентрированные удобрения, содержащие азот, фосфор, кальций, магний и водорастворимые формы сульфатов;

установлены оптимальные технологические параметры, обоснована экономическая целесообразность и разработана принципиальная технологическая схема переработки фосфоритов Каратау и ЦК на азот, фосфор, кальций и магнийсодержащие концентрированные удобрения с водорастворимой формой сульфатов.

выпущены опытные партии нового вида удобрения – сульфосуперфосфат из фосфоритов ЦК;

под влиянием азот, фосфор, кальций, магнийсодержащих удобрений с водорастворимой формой сульфатов урожайность сельскохозяйственных культур повышается за счет сбалансированного питания.

Достоверность результатов исследования. Результаты химических и физико-химических методов анализа подтверждены при испытании разработанных технологий в опытно-промышленных условиях.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость результатов исследования заключается в том, что она заложила основы для получения концентрированных азот, фосфор, кальций, магнийсодержащих удобрений с водорастворимой формой сульфатов, что объясняется конверсией дигидрата сульфата кальция в суперфосфатной пульпе в монокальцийфосфат и сульфат аммония в процессе аммонизации.

Практическая значимость работы заключается в использовании ЭФК, активированной нитратом аммония, и замене части P_2O_5 фосфорной кислоты на серную для получения концентрированного азот, фосфор, кальций, магнийсодержащего удобрения с водорастворимой формой сульфатов, а также использование полученных результатов в учебных процессах при подготовке кадров по специальности технология неорганических веществ и минеральных удобрений в высших учебных заведениях Республики Узбекистан.

Внедрение результатов исследования. На основе полученных научных результатов по разработке технологии переработки фосфоритов Каратау и ЦК на концентрированные удобрения с водорастворимой формой сульфатов:

технология получения кальцийсодержащих азотно-фосфорных концентрированных удобрений с водорастворимой формой сульфатов в результате разложения фосфоритов ЦК в фосфатно-гипсовой суспензии путем аммонизации пульпы, грануляции и сушки продукта, которая внедрена на ООО «IFODA AGRO KIMYO NIMOYA» (Справка хокимията Наманганской области от 18 декабря 2021 года № 05/14-4652). В результате появляется возможность получения удобрений содержащих азот, фосфор, кальций, магний с водорастворимой формой сульфатов и вовлечение в производство низкосортных фосфоритов путем внедрения результатов в химической промышленности страны и производство новых видов продукции, экономии сырья – серной кислоты и аммиака, уменьшение отходов – фосфогипса;

технология получения кальцийсодержащих азотно-фосфорных удобрений с водорастворимой формой сульфатов на основе фосфорно-сернокислотного разложения фосфоритов ЦК внедрена в JSC «Indorama Kokand fertilizers and chemicals» (Справка хокимията Наманганской области от 18 декабря 2021 года № 05/14-4652). В результате появляется возможность получения удобрений с максимальной величиной конверсии дигидрата сульфата кальция в сульфат аммония и одновременно содержащих азот, фосфор, кальций, магний и водорастворимую форму сульфатов.

Апробация результатов исследования. Результаты данного исследования были обсуждены на 4 международных и 2 республиканских научно-практических конференциях.

Опубликованность результатов исследования. По теме диссертации опубликовано 12 научных работ, из них 4 научные статьи, в том числе 3 в республиканских и 1 в зарубежных журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов докторских (PhD) диссертаций и 2 монографии, в том числе 1 в республиканских и 1 в зарубежных изданиях.

Структура и объем диссертации. Структура диссертации состоит из введения, четырех глав, заключения, список использованной литературы, приложения. Объем диссертации составляет 127 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

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

В первой главе диссертации «**Современное состояние в области фосфорнокислотной переработки фосфатного сырья**» являющейся литературным обзором, дана характеристика фосфатного сырья, приведены

физико-химические основы переработки фосфатного сырья на фосфорсодержащие концентрированные удобрения, существующие традиционные и альтернативные способы их получения. На основе анализа опубликованных работ в научно-технической и патентной литературе сформулированы цель и задачи исследования.

Во второй главе диссертации **«Характеристика исходных сырьевых материалов для получения кальцийсодержащих азотно-фосфорных удобрений с водорастворимой формой сульфатов и физико-химические методы исследования»** посвящена используемым в работе исходным сырьевым материалам, методам проведения экспериментов, методикам химических анализов и физико-химических исследований.

Третья глава **«Физико-химическое обоснование фосфорно-сернокислотной переработки фосфоритов на азотно-фосфорные удобрения с водорастворимой формой сульфатов»** посвящена термодинамическому обоснованию процессов получения серосодержащих азотно-фосфорных удобрений, исследованиям процесса разложения трикальцийфосфата смесью термической фосфорной кислоты с частичной заменой фосфорной на серную в присутствии сульфата магния, нитрата аммония и их совместном присутствии, изучению процесса конверсии сульфата кальция в сульфат аммония.

Термодинамические расчеты показали, что наиболее вероятными реакциями при взаимодействии трикальцийфосфата, карбонатов кальция, магния, оксидов железа, алюминия являются процессы с образованием дигидрофосфатов кальция и магния, фосфатов железа и алюминия, причем трикальцийфосфат легче взаимодействует с фосфорной и серной кислотами, чем карбонаты кальция, магния, оксиды железа и алюминия.

Изобарно-изотермический потенциал реакции трикальцийфосфата меньше (-197 и -220 кДж/моль), чем у реакций карбонатов кальция, магния, оксидов железа, алюминия с фосфорной и серной кислотами (-88 ÷ -127 и -134 ÷ -160 кДж/моль).

Основной вклад в тепловой эффект при взаимодействии фосфоритов Каратау с фосфорной и серной кислотами вносит процесс взаимодействия кислот с трикальцийфосфатом 89,8% и 85,9%, соответственно. 96% теплового эффекта в процесс взаимодействия фосфоритов ЦК вносит взаимодействия трикальцийфосфата и карбоната кальция с фосфорной кислотой и 95,4% с серной кислотой. Тепловые эффекты остальных компонентов не превышают 4-4,6%.

Для теоретического обоснования переработки фосфоритов на одинарные фосфорные удобрения фосфорной кислотой, с частичной заменой P_2O_5 фосфорной кислоты на серную, проведены исследования по разложению трикальцийфосфата термической фосфорной кислотой с содержанием 20% P_2O_5 и заменой 10, 20 и 30% P_2O_5 на серную кислоту при суммарной стехиометрической норме кислот, температуре 80⁰C и продолжительности процесса 2 часа.

При разложении трикальцийфосфата термической фосфорной кислотой, с исходной концентрацией 18,25% P_2O_5 и содержащей 1,14% SO_3 содержание P_2O_5 _{общ.} составляет 23,25%, P_2O_5 _{усв.} 21,69 %, P_2O_5 _{в.р.} 19,83 %. С увеличением количества замены P_2O_5 на серную кислоту содержание P_2O_5 _{общ.} в продукте снижается до 21,83% и 20,39%, соответственно, при замене 20 и 30% P_2O_5 на серную кислоту. Отношение усвояемых форм к общей при этом повышается с 93,29% до 95,19% и 97,35%, водных с 85,29% до 88,18% и 90,39%, соответственно. Коэффициент разложения трикальцийфосфата повышается с 81,21% до 87,50% и 94,58%.

При замене 10% P_2O_5 фосфорной кислоты на H_2SO_4 содержание SO_3 _{общ.} в пульпе составляет 0,93% и SO_3 _{водн.} 0,37%. Увеличение нормы серной кислоты приводит к повышению содержания в пульпе как общей, так и водной форм SO_3 . Содержание общей формы SO_3 достигает 1,89% при замене 20% P_2O_5 на H_2SO_4 и 2,86% при замене 30%. При этом содержание водорастворимой формы SO_3 составляет 0,59% и 0,69%. При использовании более концентрированной фосфорной кислоты содержание общей формы SO_3 составляет 1,28-4,85% и водной 0,52-1,16%. Коэффициент извлечения SO_3 в жидкую фазу с увеличением доли H_2SO_4 снижается и составляет 39,79-24,13% при замене 10% P_2O_5 на H_2SO_4 , 40,63-23,80% при замене 20% и 41,14-23,92% при замене 30%.

Использование более концентрированной фосфорной кислоты с заменой 10, 20 и 30% P_2O_5 на серную кислоту позволяет получить продукт с более высокой степенью разложения фосфорита.

Наиболее высокие результаты коэффициента разложения получены при использовании фосфорной кислоты с содержанием 32,90% P_2O_5 и 4,64% SO_3 , а также 29,20% P_2O_5 и 7,06% SO_3 , соответственно, 97,92% и 99,51 %.

Содержание SO_3 как общей, так и водной форм в высушенных продуктах с увеличением доли серной кислоты повышается и практически не зависит от концентрации исходной фосфорной кислоты.

Введения в исходную фосфорную кислоту с содержанием 20% P_2O_5 1% нитрата аммония и замена 10% P_2O_5 на серную кислоту приводит к снижению P_2O_5 до 18,07%, в которой содержится 1,13% SO_3 .

Выпарка этих кислот позволяет получить фосфорную кислоту с содержанием 27,11-21,68% P_2O_5 и 1,69-5,25 % SO_3 , а также 36,14-28,91% P_2O_5 и 2,26 -6,99 % SO_3 .

При замене 10% P_2O_5 фосфорной кислоты на H_2SO_4 содержание SO_3 _{общ.} в пульпе составляет 0,93% и SO_3 _{водн.} 0,39%. Увеличение нормы серной кислоты приводит к повышению содержания в пульпе как общей, так и водной форм SO_3 . При использовании более концентрированной фосфорной кислоты содержание общей формы SO_3 составляет 1,27-4,82% и водной 0,54 - 1,34%.

Коэффициент извлечения SO_3 в жидкую фазу составляет 41,94-43,31% при замене 10% P_2O_5 на H_2SO_4 , а с увеличением доли H_2SO_4 снижается и составляет 35,10-35,64% при замене 20% и 27,80-28,32% при замене 30%.

Введения в исходную фосфорную кислоту с содержанием 20% P_2O_5 1% $MgSO_4$ и замена 10% P_2O_5 на серную кислоту приводит к снижению P_2O_5 до 16,25%, в которой содержится 4,58% SO_3 .

Выпарка этих кислот позволяет получить фосфорную кислоту с содержанием 24,38-19,50% P_2O_5 и 5,08-8,28 % SO_3 , а также 32,50-26,00% P_2O_5 и 5,59-9,85 % SO_3 .

При разложении трикальцийфосфата термической фосфорной кислотой, с исходной концентрацией 16,25% P_2O_5 и содержащей 4,58% SO_3 содержание $P_2O_{5\text{общ}}$ составляет 21,12%, $P_2O_{5\text{усв}}$ 20,01%, $P_2O_{5\text{в.р}}$ 18,39%. Отношение усвояемых форм к общей форме при этом повышается с 94,74% до 95,87% и 98,27% и водных с 87,07% до 90,03% и 91,85%, соответственно. Соответственно коэффициент разложения трикальцийфосфата повышается с 85,30% до 89,27% и 96,44%.

При замене 10% P_2O_5 фосфорной кислоты на H_2SO_4 содержание $SO_{3\text{общ}}$ в пульпе составляет 3,83% и $SO_{3\text{водн}}$ 1,16%. Увеличение нормы серной кислоты приводит к повышению содержания общей формы SO_3 до 4,69% при замене 20% P_2O_5 на H_2SO_4 и до 5,57% при замене 30%. При этом содержание водорастворимой формы SO_3 составляет 1,28% и 1,13%.

При использовании более концентрированной фосфорной кислоты содержание общей формы SO_3 составляет 3,92-7,01% и водной 1,15-1,44%. Повышение концентрации H_3PO_4 и замена 10-30% P_2O_5 на H_2SO_4 коэффициент извлечения SO_3 в жидкую фазу снижается и составляет с 30,29-20,29% до 29,34-20,63% и до 30,42-20,54%.

Дальнейшие исследования по разложению трикальцийфосфата фосфорной кислотой с частичной заменой P_2O_5 на серную кислоту проводили с 20% термической фосфорной кислотой, содержащей нитрата аммония (1%) и сульфата магния (2% MgO).

Выпарка этих кислот позволяет получить фосфорную кислоту с содержанием 24,17-19,33% P_2O_5 и 5,04-8,21 % SO_3 , а также 32,22-25,77% P_2O_5 и 5,54-9,79 % SO_3 .

При разложении трикальцийфосфата термической фосфорной кислотой с исходной концентрацией 16,10% P_2O_5 и содержащей 4,54% SO_3 содержание $P_2O_{5\text{общ}}$ составляет 20,95%, $P_2O_{5\text{усв}}$ 19,89%, $P_2O_{5\text{в.р}}$ 18,42 %. С увеличением количества замены P_2O_5 на серную кислоту отношение усвояемых форм к общей форме при этом повышается с 94,94% до 96,14% и 98,86% и водных с 87,92% до 90,86% и 92,55%, соответственно. Коэффициент разложения трикальцийфосфата повышается с 85,83% до 89,97 % и 97,67%.

При замене 10% P_2O_5 фосфорной кислоты на H_2SO_4 содержание $SO_{3\text{общ}}$ в пульпе составляет 3,80% и $SO_{3\text{водн}}$ 1,34%. Увеличение нормы серной кислоты приводит к повышению содержания в пульпе как общей, так и водной форм SO_3 и достигает 4,66% при замене 20% P_2O_5 на H_2SO_4 и 5,53% при замене 30%. При этом содержание водорастворимой формы SO_3 составляет 1,36% и 1,23%.

При использовании более концентрированной фосфорной кислоты содержание общей формы SO_3 составляет 3,90-6,96% и водной 1,34-1,54%. Коэффициент извлечения SO_3 в жидкую фазу, с увеличением доли H_2SO_4 , снижается и составляет 35,26-22,24% и 34,36-22,19% и 35,43-22,13%.

Доля водорастворимой формы SO_3 по отношению к общей форме при замене 10% P_2O_5 на серную изменяется от 40,32% до 36,29%, при замене 20% от 32,87% до 30,32%, при замене 30% от 25,36% до 25,35%.

Для исследований влияния нормы смеси кислот использовали 29, 30% по P_2O_5 фосфорную кислоту с заменой 20% P_2O_5 на серную кислоту и содержащую сульфата магния (2% MgO), а также кислоту, содержащую сульфата магния (2% MgO) и нитрата аммония (1%). Норму смеси кислот выбрали 100%, 150% и 200% от стехиометрии на разложение трикальцийфосфата (табл. 1).

Таблица 1
Влияние нормы смеси кислот, содержащих сульфат магния (2% MgO), а также сульфат магния (2% MgO) и нитрата аммония (1%) на химический состав пульпы

№	Показатели	Содержание компонентов в пульпе, масс. %					
		без нитрата аммония			с нитратом аммония		
1.	Норма смеси кислот	100	150	200	100	150	200
2.	Исходная концентрация P_2O_5 в ФК, %	29,30			29,04		
3.	Исходная концентрация SO_3 в ФК, %	7,69			7,63		
4.	Содержание в пульпе:						
	P_2O_5 (общ.), %	34,02	33,23	32,43	33,80	33,03	32,36
	P_2O_5 (усв.), %	33,74	33,09	32,36	33,58	32,96	32,31
	P_2O_5 (в.р.), %	31,53	31,33	30,70	31,60	31,45	30,91
	SO_3 (общ.), %	5,49	8,09	8,60	5,46	8,04	8,57
	SO_3 (в.р.), %	1,44	3,24	3,51	1,55	4,04	4,38
	CaO (общ.), %	15,48	12,91	10,29	15,38	12,83	10,27
	CaO (в.р.), %	3,37	4,17	3,40	3,91	4,33	3,72
	MgO %	1,27	1,42	1,51	1,27	1,41	1,49
	влаги %	26,14	32,89	36,12	25,88	32,73	35,94
5.	$(P_2O_{5\text{усв.}}:P_2O_{5\text{общ}}) \times 100$, %	99,18	99,58	99,78	99,35	99,79	99,85
6.	$(P_2O_{5\text{в.р.}}:P_2O_{5\text{общ}}) \times 100$, %	92,68	94,28	94,67	93,49	95,22	95,52
7.	K_p по $P_2O_{5\text{усв.}}$, %	97,87	98,72	99,19	98,31	99,34	99,42
8.	$K_{\text{извл}}$ по CaO в водном растворе, %	21,77	32,30	33,04	25,42	35,75	36,23
9.	Степень извлечения SO_3 в водный раствор (Степень конверсии сульфата кальция), %	26,23	40,05	40,81	28,39	50,25	51,11

С увеличением нормы смеси кислот содержание всех форм P_2O_5 снижается, а свободной P_2O_5 повышается. Увеличение нормы смеси кислот

приводит к повышению в пульпе как общей, так и водной форм SO_3 .

При использовании смеси кислот с содержанием сульфата магния (2% MgO) содержание общей формы SO_3 повышается с 5,49% при норме 100% до 8,09% при норме 150% и до 8,60% при норме 200%. Введение нитрата аммония в количестве 1% в исходную термическую фосфорную кислоту с содержанием 20% P_2O_5 и сульфата магния (2% MgO) замена 20% P_2O_5 на серную кислоту повышает содержание общей формы SO_3 с 5,46% до 8,04% и до 8,57%, соответственно.

При этих условиях коэффициент извлечения SO_3 в жидкую фазу составляет 26,23-40,81% в присутствии в смеси кислот сульфата магния и 28,39-51,11% в присутствии сульфата магния и нитрата аммония.

В случае использования смеси кислот с сульфатом магния коэффициент извлечения SO_3 составляет 26,73% при норме кислот 100%, 40,66% при норме кислот 150% и 41,58% при норме 200%.

Изучено влияние степени нейтрализации пульп, полученных разложением трикальцийфосфата 20-35% термической фосфорной кислотой с заменой 20% P_2O_5 на серную кислоту и содержащую 1% нитрат аммония, сульфат магния (2% MgO), нитрата аммония (1%) и сульфата магния (2% MgO) (при суммарной норме кислот 100-200%) на степень извлечения SO_3 в водную вытяжку пульпы, аммонизированных газообразным аммиаком от рН 1 до рН 4.

С увеличением рН пульпы, полученной с использованием фосфорной кислоты, содержащей 16,45-14,52% P_2O_5 и 2,32-5,58% SO_3 степень извлечения SO_3 в жидкую фазу повышается для всех пульп. Наилучшие результаты получены из пульпы, полученной разложением трикальцийфосфата смесью кислот, содержащих нитрат аммония (рис. 1а). Далее в этом ряду идут пульпы, полученные разложением трикальцийфосфата смесью кислот, содержащих сульфат магния и нитрат аммония, смесью фосфорной и серной кислот и смесью кислот, содержащих сульфат магния.

С повышением рН пульпы коэффициент извлечения SO_3 в жидкую фазу увеличивается с 35,6% в присутствии нитрата аммония и рН=1,0 до 40,90% при рН=4,0. В присутствии в смеси кислот сульфата магния и нитрата аммония увеличивается с 32,90% при рН=1,0 до 37,80% при рН=4,0.

Увеличение нормы смеси кислот до 150% повышает содержание водорастворимой формы SO_3 и степень извлечения составляет 43,80-44,50 % при рН = 1,0 и достигает 49,30-66,80% при рН = 4,0.

Повышение концентрации фосфорной кислоты до 32,90-29,04% P_2O_5 и содержания SO_3 до 4,64-7,63% аммонизированная пульпа с рН=1,0 содержит 0,97-4,04% SO_3 в водорастворимой форме. При рН=4 эти показатели составляют 50,9-80,1%.

При повышении концентрации фосфорной кислоты в смеси кислот также наблюдается повышение степень извлечения SO_3 в жидкую фазу в такой же последовательности, как и при более низких концентрациях (рис.

1б). Наилучшие результаты достигнуты при аммонизации пульпы, полученной разложением трикальцийфосфата смесью кислот, содержащих 1% нитрата аммония.

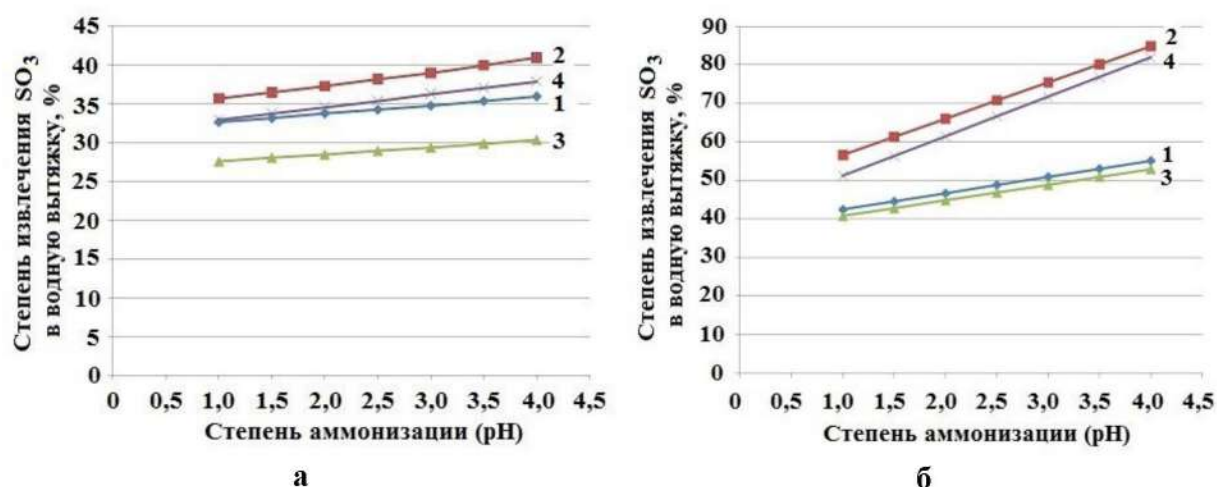


Рис. 1. Влияние степени аммонизации пульп на степень извлечения SO₃ в водную вытяжку [а) при исходной концентрации кислоты – 16,45% P₂O₅ и норме 100%; б) при исходной концентрации кислоты – 32,90% P₂O₅ и норме 150%]: 1 – смесь кислот; 2 – в присутствии нитрата аммония; 3 – в присутствии сульфата магния; 4 – в присутствии нитрата аммония и сульфата магния.

Результаты химических анализов и физико-химических исследований показали, что основными компонентами продуктов разложения являются катионы кальция, магния, аммония и анионы фосфатов, сульфатов и нитратов. В результате аммонизации полученных пульп, происходит конверсии дигидрата сульфата кальция на сульфат аммония.

Четвертая глава «Исследование процессов переработки фосфоритов Каратау и Центральных Кызылкумов на азотно-фосфорные удобрения с водорастворимой формой сульфатов» посвящена изучению процессов получения азотно-фосфорных удобрений с водорастворимой формой сульфатов из фосфоритов Каратау, МСК и МОФК из фосфоритов ЦК.

Исследовано влияние частичной замены ЭФК из фосфоритов Каратау с содержанием 21,5% P₂O₅ и 1% нитрата аммония на 10, 15, 20 и 25% P₂O₅ кислоты на серную.

При аммонизации кислой пульпы с рН 1,13 до рН 3,93 содержание P₂O₅общ снижается с 25,38% до 24,61% при замене 10% P₂O₅ кислоты и повышается с 24,31 до 24,51% при замене 20% P₂O₅ на серную кислоту. Степень разложения при этом снижается с 82,14% до 56,93 и с 91,17% до 65,96%, соответственно. Содержание общей формы SO₃ снижается с 3,55% до 3,45% и с 4,73% до 4,77%, соответственно. Степень извлечения SO₃ в водную вытяжку составляет 55,49-74,20% и 52,85-76,52%.

Повышение концентрации ЭФК до 24,9%, 29,9%, 34,7% P₂O₅ и замене 20% P₂O₅ на серную кислоту содержание P₂O₅общ после аммонизации до рН 4

составляет 27,60-34,95% и степень разложения фосфорита составляет 89,09-86,14%.

Содержание $SO_{3\text{общ}}$ при аммонизации повышается и составляет 8,75-9,34% для ЭФК 24,9%, 8,79-8,87% для ЭФК 29,9% и 8,73-8,98% для ЭФК 34,7% P_2O_5 . Степень извлечения SO_3 при этом составляет 53-84,05%, 52,10-89,31% и 50,33-91,07%, соответственно.

Увеличение доли серной кислоты при замене ею 24,95% по P_2O_5 ЭФК содержание водорастворимой доли SO_3 возрастает на 23,32% при замене 10% ЭФК, на 25,95% при замене 20% P_2O_5 и на 30,84% при замене 25% ЭФК на серную кислоту.

Степень извлечения SO_3 в водную вытяжку с повышением концентрации ЭФК повышается с 83,33% для ЭФК с содержанием 24,9% P_2O_5 при pH 3,96 до 88,45% для ЭФК с содержанием 29,9% P_2O_5 при pH 4,01, до 90,15% для ЭФК с содержанием 34,7% P_2O_5 при pH 3,94 замене 20% ЭФК на серную кислоту и снижается до 72,14% для ЭФК с содержанием 35,1% P_2O_5 при pH 4,08 и замене 25% ЭФК на серную кислоту.

Из полученных результатов видно, что наилучшие данные по содержанию водорастворимых форм SO_3 получены при замене 20% ЭФК на серную кислоту, pH около 4 и концентрации ЭФК 34,7% P_2O_5 . Эти результаты указывают на возможность получения обогащенного суперфосфата или сульфасупераммофосфата по поточной технологии с использованием ЭФК с содержанием 35% P_2O_5 и замене 20% кислоты на серную кислоту. При этом содержание водорастворимых сульфатов в продукте превысит 90%.

Оптимальной концентрацией ЭФК для разложения фосфоритов Каратау является 30-35% P_2O_5 , замена 20% P_2O_5 ЭФК на серную кислоту, аммонизация пульпы до pH 3,0-3,5. При этом степень перехода SO_3 в водную вытяжку составит 86,13-88,31%.

Фосфориты Централых Кызылкумов (ЦК) существенно отличаются по химическому и минералогическому составу от фосфоритов Каратау. Поэтому для получения сульфасупераммофосфата исследовали влияние 15,76% по P_2O_5 ЭФК из фосфоритов ЦК, содержащей 1% нитрата аммония, на процесс разложения мытого сусшеного концентрата (МСК), мытого обожженного фосфоконцентрата (МОФК) при замене 10, 15 и 20% ЭФК (в пересчете P_2O_5) на серную кислоту.

Содержания общей формы P_2O_5 при разложении необогащенного фосфатного сырья (НФС) ЭФК, содержащей 1% нитрата аммония, при аммонизации повышается с 16,90% при pH 0,91 до 17,41% при pH 2,48, до 17,43% при pH 3,42 и до 17,57% при pH 3,88. Коэффициенты разложения повышается с 82,07-71,74% без замены, 84,36-71,06% при замене 10%, до 85,72-70,14% при замене 15% и до 86,35-68,22% при замене 20% ЭФК на серную кислоту.

Содержание общей формы SO_3 составляет 3,09-3,15% при замене 10%, 3,59-3,56% при замене 15% и 4,16-4,39% при замене 20% ЭФК. При этих

условиях содержание $\text{SO}_{3\text{водн}}$ составляет 2,12-2,47%, 2,51-4,44% и 2,50-4,52%, соответственно. Степень извлечения SO_3 в водный раствор составляет с 52,10-76,19% при замене 10% ЭФК на серную кислоту, 54,32-83,15% при замене 15% и 48,80-71,30% при замене 20% ЭФК.

При замене 10 и 15% ЭФК на серную кислоту и последующей аммонизации степень извлечения SO_3 в водную вытяжку повышается с 64,60% до 76,19% при замене 10% ЭФК, и до 83,15% при замене 15% ЭФК на серную кислоту. Увеличение доли серной кислоты до 20% в составе ЭФК приводит к снижению степени извлечения SO_3 в водный раствор до 71,30%.

При разложении МОФК и аммонизации кислых пульп до pH около 3,3 содержание общей формы P_2O_5 практически не изменяется и составляет от 17,90% до 17,95% в кислой пульпе и от 17,70% до 17,71% в аммонизированной. Коэффициенты разложения фосфорита в аммонизированных продуктах составляют 83,43% без замены ЭФК на серную кислоту, 83,99% при замене 10%, 82,69% при замене 15% и 83,26% при замене 20%. Содержание $\text{SO}_{3\text{общ}}$ в аммонизированных пульпах составляет 1,97% в пульпе без замены ЭФК на серную кислоту, 2,83% при замене 10%, 3,31% при замене 15% и 3,85% при замене 20%. Содержание водной формы SO_3 составляет 1,23% после аммонизации в пульпе без замены ЭФК на серную кислоту, 2,14% при замене 10%, 2,73% при замене 15% и 3,20% при замене 20% ЭФК. Степень извлечения SO_3 в водную вытяжку повышается с 47,76% до 62,44% без замены ЭФК на серную кислоту, с 52,80% до 75,62% при замене 10%, с 54,76% до 82,48% при замене 15% и с 53,59% до 83,12% при замене 20% ЭФК на серную кислоту.

НФС кроме фосфатной части содержит карбонатную. Для выяснения роли сульфата кальция, образующегося при разложении фосфоритов смесью фосфорной и серной кислот, на процесс конверсии при аммонизации изучено влияние 15,76% по P_2O_5 ЭФК из фосфоритов ЦК, содержащей 1% нитрата аммония замене 20% P_2O_5 на серную кислоту, на процесс разложения доломитизированного мела состава (масс.%): $\text{CaO} = 40,67$; $\text{MgO} = 11,55$; $\text{CO}_2 = 44,76$; $\text{FeO} = 0,48$; $\text{R}_2\text{O}_3 = 0,50$; $\text{SO}_3 = 0,36$; н.о. = 1,08.

Норму смеси кислот использовали 100% на разложение CaO , MgO , R_2O_3 , а количество мела использовали в количестве 50%, 70%, 85% и 100% от необходимого количества для нормы кислоты 100%.

При аммонизации кислых пульп до pH 3,29-3,24 содержание общих форм P_2O_5 составляет 15,44-15,03%, усвояемых 14,96-14,06% и водорастворимых 13,60-11,46%.

Содержание общих форм SO_3 в кислых пульпах составляет 2,81-1,83%, в аммонизированных 4,03-3,96%. Водорастворимая форма SO_3 изменяется в пределах 2,81-1,83% и 3,58-1,81%, т.е. чем меньше норма мела на разложение, тем выше содержание водорастворимой формы SO_3 .

В аммонизированных пульпах, с повышением pH до 3,5 наблюдается резкое снижение степени извлечения SO_3 в водный раствор с 88,83% при норме мела 50% до 85,75% при норме 70%, до 71,61% при норме 85% и до

45,71% при норме 100%.

При норме мела 50 и 70% и замене 20% ЭФК на серную кислоту в результате аммонизации 85,75-88,83% SO_3 в пульпе находится в виде водорастворимой формы, скорее всего в виде сульфата аммония, образующегося в результате конверсии сульфата кальция аммиаком и выделяющимся диоксидом углерода.

На рисунке 2 приведены данные влияния степени аммонизации кислых пульп на степень извлечения SO_3 в водную вытяжку. Наивысшие показатели степени извлечения SO_3 в водный раствор наблюдаются при нейтрализации смеси кислот 50% нормой мела. При этом степень извлечения SO_3 повышается с 65,9% при pH 0,5 до 92,3% при pH 4.

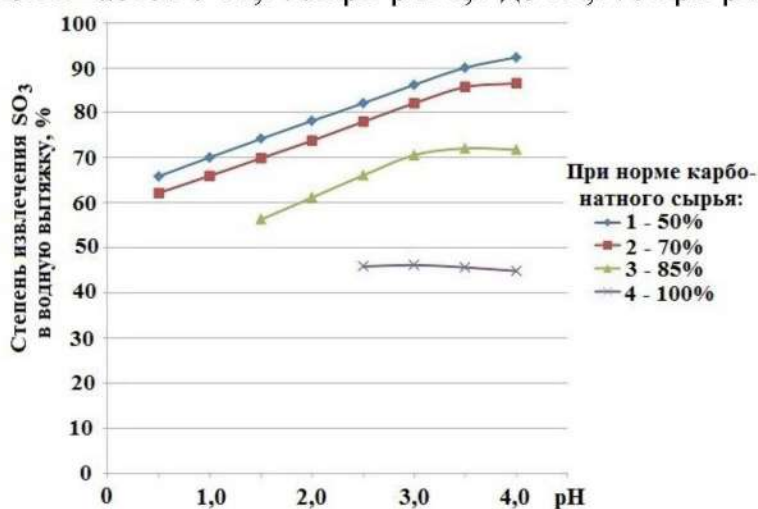


Рис. 2 Влияние степени аммонизации суперфосфатной пульпы на степень конверсии сульфата кальция: при норме мела: 1 – 50%, 2 – 70%, – 85%, 4 – 100%.

При 100% норме мела степень извлечения SO_3 в водную вытяжку практически не изменяется и составляет 45,9-46,2%.

Из приведенного рисунка видно, что для получения высокой степени конверсии сульфата кальция при аммонизации пульпы необходимо норму мела поддерживать 70-85% с заменой 20% P_2O_5 на серную кислоту и pH 3-3,5.

Принципиальная техно-логическая схема получения сульфасупераммофосфата приведены на рисунке 3.

По первому варианту часть (94%) экстракционной пульпы (ЭП) фильтруют, ЭФК упаривают до концентрации 54% P_2O_5 в присутствии нитрата аммония и смешивают с частью ЭП (6%), с получением обесфторенной ЭФК с концентрацией 35-37% P_2O_5 . В ней разлагают вторичный фосфат, аммонизируют и сушат.

В JSC «Indorama Kokand fertilizers and chemicals» и ООО «IFODA AGRO KIMYO NI MOYA» выпущены промышленные партии указанного выше удобрения. В полученном продукте содержание азота достигло 3,03÷3,28%, $P_2O_{5\text{общ}}$ – 44,27÷44,77%, $P_2O_{5\text{сусв}}$ – 42,81÷43,32%, $P_2O_{5\text{в.р}}$ – 32,14÷33,18%, прочность гранул 35÷45 кгс/см² и $K_p = 80,21÷84,33\%$. Степень конверсии SO_3 82,09-88,44%.

Разработана схема материальных потоков и материальные баланс получения сульфасупераммофосфата путем разложения МСК и МОФК ЭФК, содержащей 15,76% P_2O_5 , 1% нитрата аммония и замене 15% P_2O_5 на серную кислоту.

Технико-экономические расчеты указывают на экономическую целесообразности технологии производства кальцийсодержащих азотно-фосфорных удобрений с высокой водорастворимой формы сульфатов, а полевых испытаний указывают на высокую агрохимическую эффективность разработанных удобрений.

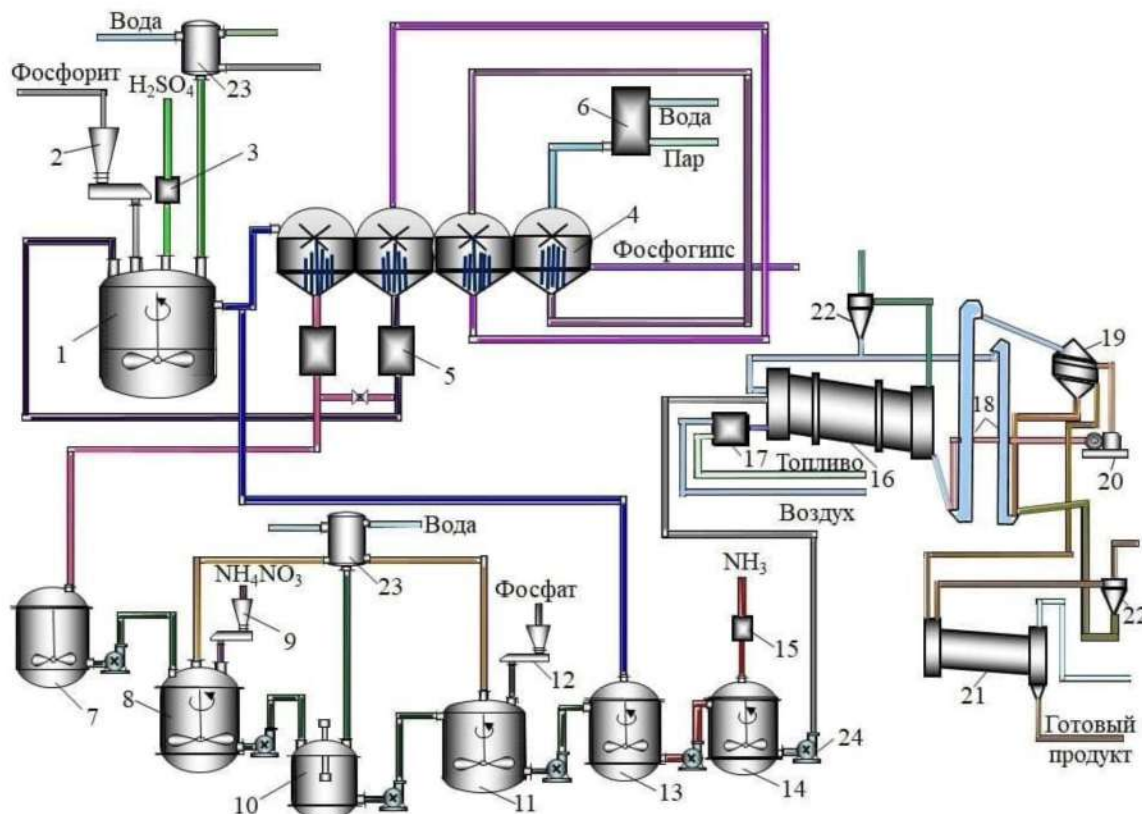


Рис. 3. Принципиальная технологическая схема производства сульфасупераммофосфата: 1-экстрактор; 2,9,12-бункер питатель; 3,15-дозаторы; 4-карусельный вакуум-фильтр; 5-сборник фильтратов; 6-напорный бак промывной воды; 7-хранилище ЭФК; 8,13-смесители; 10-выпарной аппарат; 11-реактор; 14-аммонизатор; 16-БГС; 17-топка; 18-элеватор; 19-вибросита; 20-дробилка; 21-холодильник; 22-циклоны; 23-абсорбер; 24-насосы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Используя термодинамические методы расчета показано, что наиболее вероятными при разложении фосфатного сырья фосфорной и серной кислотами, являются реакции с образованием дигидрофосфатов кальция, магния, фосфатов и сульфатов железа и алюминия, сульфата кальция. Причем реакции карбонатов кальция и магния, трикальцийфосфата, оксидов железа и алюминия с серной кислотой предпочтительнее.

2. Установлено, что тепловые эффекты процесса разложения фосфоритов Каратау выше, чем процессов с использованием фосфоритов ЦК. Тепловые эффекты при разложении фосфоритов Каратау с фосфорной кислотой составляют 87,7 кДж/моль, серной 173,1 кДж/моль, тогда как эти данные для фосфоритов ЦК составляют 73,9 кДж/моль и 158,0 кДж/моль,

соответственно.

3. Изучены процессы разложения трикальцийфосфата термической фосфорной кислотой с концентрацией 20, 30 и 40% P_2O_5 с заменой 10, 20 и 30% P_2O_5 на серную кислоту и установлено, что независимо от содержания в фосфорной кислоте нитрата аммония, сульфата магния или их совместного присутствия с повышением доли серной кислоты содержание в кислой пульпе как общей, так и водной форм SO_3 увеличивается. При использовании более концентрированной фосфорной кислоты содержание общей формы SO_3 составляет 3,90-6,96% и водной 1,34-1,54%. Коэффициент извлечения SO_3 в жидкую фазу, с увеличением доли H_2SO_4 , снижается и составляет 35,26-22,24% и 34,36-22,19% и 35,43-22,13%.

4. Изучено влияние степень аммонизации кислых пульп на степень извлечения SO_3 в водную вытяжку и показано, что увеличение нормы смеси кислот заметно повышает содержание водорастворимой формы SO_3 и степень извлечения достигает 49,30-66,80%. Наилучшие показатели степени перехода SO_3 в водорастворимую форму наблюдаются при использовании смеси кислот, содержащих нитрат аммония.

5. Изучены процессы разложения фосфоритов Каратау ЭФК, активированной нитратом аммония, с заменой 10-25% P_2O_5 на серную кислоту с концентрацией ЭФК 21,5-35,1% P_2O_5 , влияние степени аммонизации и процесса сушки на содержание общей и водорастворимой форм SO_3 . Установлены оптимальные технологические параметры получения удобрений с повышенным содержанием водорастворимой формы сульфатов: концентрация ЭФК 34,7%, замена 20% P_2O_5 ЭФК на серную кислоту, аммонизация пульпы до pH 4, при которых содержание водорастворимых сульфатов составляет 6,80%, степень извлечения превышает 90%.

6. Изучены процессы разложения фосфоритов ЦК с использованием ЭФК с содержанием 15,76% P_2O_5 , 1% нитрата аммония и заменой 10-20% P_2O_5 на серную кислоту, влияние степени аммонизации и процесса сушки на состав сульфасупераммофосфата и содержание водорастворимых форм сульфатов. Показано, что при использовании НФС содержание общей формы составляет 8,90%, а степень извлечения SO_3 в водную вытяжку 82,70%. В случае использования МОФК содержание общей формы SO_3 при замене 15% P_2O_5 на серную кислоту составляет 8,30%, а степень извлечения достигает 82,53% при pH 3,41 и норме смеси кислот 150%.

7. Разработаны технологические схемы, схемы материальных потоков, материальные балансы получения азот, фосфор, кальций, магнийсодержащих удобрений с высокой водорастворимой формой сульфатов.

Результаты технико-экономические расчеты и агрохимические испытания указывают на экономическую эффективность производства сульфасупераммофосфата из фосфоритов Каратау и ЦК.

**SCIENTIFIC COUNCIL ON AWARDING OF SCIENTIFIC DEGREE
PhD.03/30.12.2019.K/T.66.02 NAMANGAN ENGINEERING AND
TECHNOLOGY INSTITUTE**

NAMANGAN ENGINEERING-CONSTRUCTION INSTITUTE

ARISLANOV AKMALJON

**DEVELOPMENT OF A TECHNOLOGY FOR OBTAINING CALCIUM-
CONTAINING NITROGEN-PHOSPHORUS FERTILIZERS WITH A
WATER-SOLUBLE FORM OF SULFATES FROM PHOSPHORITES OF
KARATAU AND CENTRAL KYZYL KUM**

02.00.13 – Technology of inorganic substances and materials on their basis

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

Namangan - 2022

The dissertation subject of Doctor of Philosophy (PhD) is registered at Supreme Attestation Commission of the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan in number B2021.3.PhD/T2352

Dissertation was carried out at Namangan engineering-construction institute.

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


Research consultant:	Shamshidinov Israiljon Doctor of technical sciences, professor
Official Opponents:	Sultonov Boxodir Doctor of technical sciences, Senior Scientific Researcher
	Isakov Xayatulla Doctor of technical sciences, dotsent
Leading organization:	Fergana polytechnic institute

The defense of the dissertation will take place on «18»March, 2022 at 13⁰⁰ at the meeting of Scientific council PhD.03/30.12.2019.K/T.66.02 at the Namangan institute.of engineering and technology and Research Center at the following address: 7, Kosonsoy Street, Namagan District 160115, Namangan, tel.: (99869) 228-76-71, Fax: (99869) 228-76-71, e-mail: niei_info@edu.uz.

The dissertation has been registared at the Information-resource Centre of the Namangan institute.of engineering and technology (registration number № 453). (Address: 7, Kosonsoy Street, 160115, Namangan, tel.: (99869) 228-76-71, fax: (99869) 228-76-71).

Abstract of dissertation sent out on «4» March 2022 year.

(mailing report №5 on «4» March 2022 year.).

	Ergashev O. Chairman of the scientific council awarding scientific degree, Dr.chem.sci., professor
	Sherkuziyev D. Secretary of the scientific council awarding scientific degree, Candidate of technical sciences, professor
	Dekhkanov Z. Chairman of scientific seminar at scientific council on awarding of scientific degree, doctor of technical sciences, dotsent

INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

The aim of this research work is the development of an effective technology for obtaining concentrated nitrogen, phosphorus, calcium and magnesium-containing fertilizers with a water-soluble form of sulfates.

The subject of the research is the processes of processing phosphorites of Karatau and Central Kyzylkum for nitrogen-phosphorus fertilizers with a water-soluble form of sulfates.

The scientific novelty of the research is as follows:

for the first time, the processes of obtaining calcium and magnesium-containing concentrated nitrogen-phosphorus fertilizers with a water-soluble form of sulfates were substantiated;

the optimal technological parameters for the decomposition of Karatau phosphorites and CK WPPA from the same phosphorites activated with ammonium nitrate were established when a part of phosphoric acid was replaced by sulfuric acid;

substantiated the processes of conversion of calcium sulfate to ammonium sulfate during ammonization of acid pulp containing calcium sulfate dihydrate and established the optimal conditions for achieving the maximum value of the degree of conversion of calcium sulfate dihydrate to ammonium sulfate;

the optimal technological parameters for obtaining concentrated nitrogen, phosphorus, calcium, magnesium-containing fertilizers with a water-soluble form of sulfates were established;

the technology has been developed for processing Karatau and CK phosphorites into concentrated nitrogen-phosphorus fertilizers with a water-soluble form of sulfates.

Implementation of the research results. Based on the scientific results obtained on the development of technology for processing Karatau and CK phosphorites into concentrated fertilizers with a water-soluble form of sulfates:

the technology for obtaining calcium-containing nitrogen-phosphorus concentrated fertilizers with a water-soluble form of sulfates as a result of the decomposition of phosphorites of the Central Kyzylkum in a phosphate-gypsum suspension by ammonization of the pulp, granulation and drying of the product, introduced at LLC "IFODA AGRO KIMYO HIMOYA" (Reference of Namangan region administration dated December 18, 2021 No. 05/14-4652). As a result, it becomes possible to obtain fertilizers containing nitrogen, phosphorus, calcium, magnesium with a water-soluble form of sulfates and to involve low-grade phosphorites in the production by implementing the results in the country's chemical industry and producing new types of products, saving raw materials - sulfuric acid and ammonia, reducing waste - phosphogypsum;

the technology for obtaining calcium-containing nitrogen-phosphorus fertilizers with a water-soluble form of sulfates based on phosphorus-sulphuric acid decomposition of phosphorites of the Central Kyzylkum was introduced in JSC "Indorama Kokand fertilizers and chemicals" (Reference of Namangan region administration dated December 18, 2021 No. 05/14-4652). As a result, it becomes

possible to obtain fertilizers with a maximum conversion of calcium sulfate dihydrate to ammonium sulfate and simultaneously containing nitrogen, phosphorus, calcium, magnesium and a water-soluble form of sulfates.

The structure and volume of the dissertation. The structure of the dissertation consists of an introduction, four chapters, a conclusion, a list of references, an appendix. The volume of the dissertation is 127 pages.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАРИ РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I бўлим (I часть; part I)

Илмий мақолалар (научные статьи, scientific articles)

1. Арисланов А.С., Шамшидинов И.Т., Гафуров К. Кальцийсодержащие азотно-фосфорные удобрения с растворимыми сульфатами // *Узбекский химический журнал*. – Ташкент, 2005. – № 4. – С. 9-13. (02.00.00. №6)

2. Арисланов А.С., Шамшидинов И.Т. Комбинированная технология производства серосодержащего азотно-фосфорного удобрения // *Композиционные материалы. Узбекский научно-технический и производственный журнал*. – Ташкент, 2018. – № 3. – С. 56-57. (02.00.00. №4)

3. Arislanov Akmaljon Sayubbaevich, Shamshidinov Israiljon Turgunovich, Ergashev Oybek Karimovich. Phosphoric Acid Decomposition of Phosphorite with Partial Replacement of Its Sulfuric Acid // *International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology*. – 2019. – Vol. 6, – Issue 8. – pp. 10473-10475. (05.00.00. №8)

4. Arislanov Akmaljon Sayubbaevich., Shamshidinov Israiljon Turgunovich., Usmanov Ilkham Ikramovich. Thermodynamic justification for the production of sulfurcontaining nitrogen-phosphorus fertilizers // *Scientific and technical journal of Namangan institute of engineering and technology*. – Vol 6. – Issue (2): 2021. – P. 77-81 (05.00.00. №33)

5. Гафуров К., Шамшидинов И.Т., Арисланов А.С. Сернокислотная переработка высокомагнезиальных фосфатов и получение NPS-удобрений на их основе // *Монография*. – Наманган: Издательство «Истеъдод зиё пресс», 2020. – 136 с.

6. Гафуров К., Шамшидинов И.Т., Арисланов А.С. Сернокислотная переработка фосфоритов Каратау и сложных удобрений на их основе // *Монография*. Издательство LAP LAMBERT Academic Publishing, 2020. – 132 с.

II бўлим (II часть; part II)

7. Арисланов А.С., Нуридинов О.К., Жўрабоев Ф., Тухтамирзаев А. Способы и технологии производства серосодержащего азотно-фосфорного удобрения // «Кимёвий технология ва озик-овқат саноати корхоналарида ишлаб чиқариш технологияларини такомиллаштиришда инновацион ғоялар» мавзусидаги Республика илмий-амалий анжумани материаллари тўплами. – Наманган: НамМТИ, 2016 йил, 26-27 апрель. – Б.84-87.

8. Арисланов А.С., Отабоев Х.А., Мадалиева О.К. Фосфоритлардан NPS типидagi ўғит ишлаб чиқариш // «Кимёвий технология ва озик-овқат саноати корхоналарида ишлаб чиқариш технологияларини такомиллаштиришда

инновацион гоялар» мавзусидаги Республика илмий-амалий анжуман материаллари тўплами. – Наманган: НамМТИ, 2016 йил, 26-27 апрель. – Б.100-101.

9. Арисланов А.С., Журабоев Ф.М., Аманов А.К., Каримов А.И. Комбинированная технология производства серосодержащего азотно-фосфорного удобрения // Материалы международной научно-практической конференции «Современные тенденции развития аграрного комплекса». – Россия: ФГБНУ «ПНИИАЗ» - Соленое Займище, 11-13 мая 2016 г. – С. 260-262.

10. Арисланов А.С., Хабибуллаев Ж., Абдураззақова М. Технология производства серосодержащего азотно-фосфорного удобрения // «Инновацион ривожланиш даврида интенсив ёндашув истикболлари» мавзусидаги Халқаро анжуман материаллари тўплами. – Наманган: НамМТИ, 2018 йил, 10-11 июль. – Б. 221-223.

11. Арисланов А.С., Шамшидинов И.Т., Усманов И.И. Термодинамическое обоснование процесса получения серосодержащих азотно-фосфорных удобрений // «Иқтисодиёт тармоқлари ва ижтимоий соҳанинг энергия самарадорлигини оширишга қаратилган автоматлаштириш ва энергетика муаммоларни ечишда илғор инновацион технологиялар ва таълимнинг ўрни» мавзусидаги Халқаро илмий-амалий конференция материаллари тўплами. – Наманган: НамМТИ, 2021 йил, 24-25 июнь. – Б. 221-223.

12. Арисланов А.С., Шамшидинов И.Т., Нажмиддинов Р.Ю. Олтингугуртли азотли-фосфорли ўғитлар олиш жараёнини термодинамик асослаш // «Кимё, озиқ-овқат ҳамда кимёвий технология маҳсулотларини қайта ишлашдаги долзарб муаммоларини ечишда инновацион технологияларнинг аҳамияти» мавзусидаги Халқаро илмий-амалий конференция материаллари тўплами. – Наманган: НамМТИ, 2021 йил, 23-24 ноябрь. – Б. 1050-1053.

Автореферат «Наманган муҳандислик-технология институти Илмий-техник журнали» таҳририятида таҳрирдан ўтказилиб, ўзбек, рус ва инглиз тилларидаги матнлар ўзаро мувофиқлаштирилди.

Босмахона лицензияси:



9338

Бичими: 84x60 ¹/₁₆. «Times New Roman» гарнитураси.

Рақамли босма усулда босилди.

Шартли босма табағи: 3,5. Адади 100дона. Буюртма № 19/22.

Гувоҳнома № 851684.

«Тирограff» МЧЖ босмахонасида чоп этилган.

Босмахона манзили: 100011, Тошкент ш., Беруний кўчаси, 83-уй.