

**УМУМИЙ ВА НООРГАНИК КИМЁ ИНСТИТУТИ ВА  
ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ ҲУЗУРИДАГИ  
ИЛМИЙ ДАРАЖАСИНИ БЕРУВЧИ  
DSc.27.06.2017.К/Т.35.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

---

**УМУМИЙ ВА НООРГАНИК КИМЁ ИНСТИТУТИ**

**УМАРОВ ШАВКАТ ИСОМИДДИНОВИЧ**

**МАРКАЗИЙ ҚИЗИЛҚУМ ФОСФОРИТЛАРИНИ НИТРАТ ВА  
ФОСФОР КИСЛОТАЛАРИ БИЛАН БОЙИТИШНИНГ САМАРАДОР  
ТЕХНОЛОГИЯСИНИ ЯРАТИШ**

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

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

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

**Умаров Шавкат Исомиддинович**

Марказий Қизилқум фосфоритларини нитрат ва фосфор кислоталари билан бойитишнинг самарадор технологиясини яратиш..... **3**

**Умаров Шавкат Исомиддинович**

Разработка эффективной технологии обогащения фосфоритов Центральных Кызылкумов азотной и фосфорной кислотами..... **19**

**Umarov Shavkat Isomiddinovich**

Development of effective technology enrichment phosphorites of Central Kyzylkum by nitric and phosphoric acids ..... **35**

**Эълон қилинган ишлар рўйхати**

**Список опубликованных работ**

**List of published works..... **38****

**УМУМИЙ ВА НООРГАНИК КИМЁ ИНСТИТУТИ ВА  
ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ ҲУЗУРИДАГИ  
ИЛМИЙ ДАРАЖАСИНИ БЕРУВЧИ  
DSc.27.06.2017.К/Т.35.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

---

**УМУМИЙ ВА НООРГАНИК КИМЁ ИНСТИТУТИ**

**УМАРОВ ШАВКАТ ИСОМИДДИНОВИЧ**

**МАРКАЗИЙ ҚИЗИЛҚУМ ФОСФОРИТЛАРИНИ НИТРАТ ВА  
ФОСФОР КИСЛОТАЛАРИ БИЛАН БОЙИТИШНИНГ САМАРАДОР  
ТЕХНОЛОГИЯСИНИ ЯРАТИШ**

**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 B2017.3.PhD/T299 рақам билан рўйхатга олинган.**

Диссертация иши Тошкент кимё-технология институтида бажарилган.

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

**Илмий раҳбар:**

**Мирзакулов Холтура Чориевич**  
техника фанлари доктори, профессор

**Расмий оппонентлар:**

**Намазов Шафаат Сатторович**  
техника фанлари доктори, профессор,  
Ўзбекистон Республикаси Фанлар Академияси  
академиги

**Шамшидинов Исраилжон Тургунович**  
техника фанлари доктори

**Етакчи ташкилот:**

**Навоний давлат кончилиқ институти**

Диссертация химояси Умумий ва ноорганик кимё институти ва Тошкент кимё-технология институти ҳузуридаги DSc.27.06.2017.К/Т.35.01 рақамли Илмий кенгашнинг «20» декабрь 2018 йил соат 14<sup>00</sup> даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 100170, Тошкент шаҳри, Мирзо Улугбек кўчаси, 77-а. Тел.: (+99871) 262-56-60; факс: (+99871) 262-79-90; e-mail: [ionxanruz@mail.ru](mailto:ionxanruz@mail.ru)).

Диссертация билан Умумий ва ноорганик кимё институтининг Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (29 рақами билан рўйхатга олинган). (Манзил: 100170, г. Тошкент шаҳри, Мирзо Улугбек кўчаси, 77-а. Тел.: (+99871) 262-56-60); факс: (+99871) 262-79-90.

Диссертация автореферати 2018 йил «07» декабрь куни тарқатилди.  
(2018 йил «07» декабрь № 29 рақамли реестр баённомаси).

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

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

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

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

**Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати.** Дунёда долзарб муаммолардан бири аҳолини озиқ – овқат маҳсулотлари билан таъминлашдир. Шу муносабат билан қишлоқ хўжалик комплекс фаолиятини жадаллаштириш ва унинг минерал ўғитларга бўлган эҳтиёжини тўла қондириш биринчи даражали масаладир. Минерал ўғитлардан фойдаланиш туфайли қишлоқ хўжалик экинларининг ҳосилдорлиги 40-50% га ошади. Шунинг учун охириги вақтда минерал ўғитлар, ўсимликларни ҳимоялаш воситалари, ўсимликлар ўсиш ва ривожланиш стимуляторларини ишлаб чиқаришга катта аҳамият берилмоқда.

Жаҳон миқёсида фосфорли ўғитларнинг бой хомашё манбаи камайиб бориши сабабли паст сифатли фосфоритлардан ишлаб чиқаришда фойдаланишга ва уларни бойитиш бўйича бир қатор илмий ечимларини асослаш: паст сифатли фосфат хомашёларини кимёвий бойитишнинг самарадор усулларини ишлаб чиқиш, бойитиш жараёнини мақбул технологик параметрларини топиш, бойитиш эритмаларини суюқ ва комплекс ўғитларга қайта ишлаш, кимёвий бойитилган фосфоконцентратдан экстракцион фосфат кислота олишнинг самарали технологияларини яратиш зарур.

Республикамызда Марказий Қизилқум ювиб куйдирилган фосфоконцентратдан фосфорли ўғитлар олиш технологияларини ишлаб чиқиш, уларни кислотали қайта ишлаш борасида илмий ва амалий натижаларга эришилмоқда. Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегиясининг учинчи йўналишида «юқори технологияли қайта ишлаш соҳаларини ривожлантириш, аввало маҳаллий хомашёдан юқори қийматли маҳсулот ишлаб чиқариш...»<sup>1</sup> вазибалар белгилаб берилган. Бу борада жумладан ювиб куйдирилган фосфоконцентрат (ЮКФК)ни кимёвий бойитиш, эркин СаО миқдорини камайтириш ва шу ҳисобда экстракцион фосфат кислота ишлаб чиқаришда сарфланадиган сульфат кислота сарфини камайтиришга қаратилган илмий тадқиқотлар бажариш республикамызни фосфорли ўғитлар ва озуқабоп фосфорли ўғитлар билан таъминлашда муҳим аҳамият касб этади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сонли «2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини ривожлантиришнинг бешта устувор йўналиши бўйича Ҳаракатлар стратегияси» тўғрисидаги Фармони ва 2017 йил 23 августдаги ПҚ-3236 сонли «2017-2021 йилларда кимё саноатини ривожлантириш дастури» тўғрисидаги, 2018 йил 25 октябрдаги ПҚ-3983 сонли «Ўзбекистон кимё саноатини жадал ривожлантириш чора тадбирлари тўғрисида»ги Қарорлари ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазибаларни амалга оширишга мазкур диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

---

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

**Тадқиқотнинг Республикада фан ва технологиялари ривожланишининг асосий устувор йўналишларига боғлиқлиги.** Мазкур тадқиқот Республика фан ва технологиялар ривожланишининг VII. «Кимё технологиялари ва нанотехнологиялар» устувор йўналишига мувофиқ бажарилган.

**Муаммонинг ўрганилганлик даражаси.** Илмий –техник адабиётларда Марказий Қизилқум фосфоритларини минерал кислоталар билан бойитишга бағишланган катта ҳажмдаги маълумотлар мавжуд (Набиев М.Н., Кармышов В.Ф., Амирова А.М., Зокиров Б.С., Намазов Ш.С., Мадалиева С.Х., Паганя И.К., Султанов Б.Э., Сейтназаров А.Р.). Лекин Қизилқум фосфоритларидан карбонатларни минерал кислоталар эритмалари билан танлаб йўқотишдаги ютуқлар саноатда қўлланилмади, чунки бойитишда ҳосил бўладиган кўп миқдордаги эритмаларнинг утилизация ва кислотали реагентларнинг кўп сарфланиш муаммолари вужудга келади.

Органик кислоталар ёрдамида турли фосфоритларни кимёвий бойитиш бўйича кўплаб илмий ишлар мавжуд. Нитрат кислота билан этанолни қўллаб, кальций нитратининг айланма эритмасини кальций нитрат экстрагенти сифатида кимёвий бойитиш технологиялари ишлаб чиқилмоқда.

Таклиф этилаётган технология моҳияти ЮКФКни нитрат ва экстракцион фосфат кислоталарининг эритмалари билан бойитишдан иборат. Бунда бойитиладиган фосфор хомашёси миқдори ва бойитиш эритмалари ҳажми камаяди, улардан экстракцион фосфат кислота, фосфорли ўғитлар ва фосфат кислота тоза тузларини олиш имконияти пайдо бўлади.

**Диссертация мавзусининг диссертация бажарилаётган илмий-тадқиқот муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари билан боғлиқлиги.** Диссертация тадқиқоти Тошкент кимё-технология институтини илмий-тадқиқот ишлари режасининг А-12-016 «Фосфат хомашёсида кальций модулини камайтириш усулида фосфорли ўғитлар ишлаб чиқариш самарали технологиясини яратиш» (2015-2017 йй.) мавзусидаги амалий лойиҳаси ва ИЗ-20170929716 «Марказий Қизилқум ювиб куйдирилган фосконцентратини бойитиш технологиясини тажриба-саноатда ўзлаштириш» (2018-2019 йй.) мавзусидаги инновацион лойиҳаси асосида бажарилган.

**Тадқиқотнинг мақсади** Марказий Қизилқум фосфоритларини нитрат ва фосфор кислоталари билан бойитишнинг самарадор технологиясини яратишдан иборат.

**Тадқиқот вазифалари:**

ЮКФКни сув, саноат нордон оқовалари, нитрат ва экстракцион фосфат кислоталарининг эритмалари билан бойитиш жараёнларини тадқиқ қилиш;

бойитилган фосконцентратдан дигидратли режимда экстракцион фосфат кислота олиш жараёнининг тадқиқи ва экстракция жараёни кўрсаткичларига асосий технологик омиллар таъсирини ўрганиш;

бойитишнинг нитрат кислотали эритмаларини сууқ азот – кальцийли, комплекс ва грануланган ўғитларга қайта ишлаш жараёнини аниқлаш;

бойитишнинг фосфат кислотали эритмаларини фосфорли ўғитлар, озучабоп аммоний ва кальций фосфатларига қайта ишлаш жараёнини ўрганиш;

яратилган технологиялар моделини, лаборатория қурилмаларида ва тажриба – саноат шароитида синовдан ўтказиш;

яратилган ЮКФКни бойитиш технологияси, бойитиш эритмаларини азот-кальцийли ва фосфорли ўғитларга, фосфат кислотаси тоза тузларини олишнинг моддий баланси, технологик схемасини яратиш. Нитрат ва экстракцион фосфат кислота эритмалари билан бойитилган фосфоконцентратдан экстракцион фосфат кислота олишнинг иқтисодий самарадорлигини баҳолаш.

**Тадқиқотнинг объекти** Марказий Қизилқум ЮКФК, нитрат ва экстракцион фосфат кислота, бойитилган фосфоконцентрат, суюқ ва донадорланган азот–кальцийли ва фосфорли ўғитлар, фосфат кислота тузлари ҳисобланади.

**Тадқиқотнинг предмети** Марказий Қизилқум фосфоритларини бойитиш технологияси, бойитилган фосфоконцентратни экстракцион фосфат кислотага қайта ишлаш ва қайта ишланган бойитиш эритмаларидан азот – кальцийли ва фосфорли ўғитлар, фосфат кислотасининг тоза тузларини олиш ҳисобланади.

**Тадқиқотнинг усуллари.** Кимёвий ва рентгенографик анализ усулларидан фойдаланилган.

**Тадқиқотнинг илмий янгилиги:**

илк бор Марказий Қизилқум ЮКФКни сув, нордон кислота оқовалар, нитрат ва фосфат кислота эритмалари билан бойитиш жараёнига таъсир этувчи технологик омилларнинг ўзаро боғлиқлик жараёнлари исботланган;

ЮКФК нитрат ва фосфат кислота эритмалари билан бойитилганда фосфорнинг эритмага ўтмайдиган бирикмалари ҳосил бўлиши аниқланган;

қисман фторсизлантирилган ва сульфатсизлантирилган таркибида кальций тутган экстракцион фосфат кислота олишнинг мақбул технологик шароитлари аниқланган;

илк бор ЮКФКнинг фосфат кислотали бойитиш эритмаларидан юқори сифатли аммофос ва тоза моноаммонийфосфат эритмалари ва ўғитлари олиниши мумкинлиги аниқланган.

**Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:**

ЮКФКни нитрат ва фосфат кислота эритмалари билан бойитиб, кальций модулини камайтириш имконини беради ва шундай қилиб, бойитилган фосфорит хомашёсидан экстракцион фосфат кислота олишда сульфат кислота сарфи камаяди, фосфат кислотанинг экстрактордаги температураси ва коррозион активлигини камайтиришга имкон берадиган технологияси ишлаб чиқилган;

нитрат кислота эритмалари билан бойитилиб суюқ ва гранулаланган азот – кальцийли ўғитларга қайта ишлаш технологияси ишлаб чиқилган;

фосфат кислота эритмалари билан бойитиб юқори навли аммофос, аммофосфат, кўшсуперфосфат, моноаммонийфосфат ва тоза озуқабоп дикальцийфосфатга қайта ишлаш технологияси ишлаб чиқилган;

қисман фторсизлантириб ва сульфатсизлантириб олинган экстракцион фосфат кислотасини юқори навли аммофос, озуқабоп тозаликдаги аммоний ва кальций фосфатларини олиш имконини берувчи ресурс- ва энергиятежамкор самарали технологияси ишлаб чиқилган.

**Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги.** Тажириба-саноат шароитида ишлаб чиқилган технологияни синовдан ўтказиш кимёвий ва физик-кимёвий таҳлил натижалари билан тасдиқланган.

**Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.**

Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти шундан иборатки, Марказий Қизилқум ЮКФКда кальций модулини пасайтириш муаммосини ечишга асос солди; ишлатилган нитрат ва фосфат кислоталарининг эритмалари фосфоритдан экстракцион фосфат кислота олишда сарфланадиган сульфат кислота сарфини, экстракторда режим температурасини, фосфат кислотаси коррозия активлигини пасайтиради, шунингдек экстракция жараёнининг технологик кўрсаткичлари ва олинадиган фосфорли ўғитлар сифатини яхшилаш имконини беради.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти шундан иборатки, ЮКФКни бойитиш қулай технологияси ишлаб чиқилди ва бойитиш эритмалари суюқ, донадор азот-кальцийли, фосфорли ўғитлар ва озуқабоп тозалигига эга бўлган фосфат тузлари олиш имконини беради. ЮКФКга олдиндан экстракцион фосфат кислота билан ишлов бериш фақат фосфат кислота тоза тузларини олиш эмас, балки таркибида  $P_2O_5$  52,0% дан кам бўлмаган олий навли аммофос олишга имкон беради.

**Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши.** Марказий Қизилқум фосфоритларини нитрат ва фосфор кислоталари билан бойитишнинг самарадор технологиясини ишлаб чиқиш бўйича олинган илмий натижалар асосида:

юқори карбонатли фосфоритларни бойитиш усулига Ўзбекистон Республикаси Интеллектуал мулк агентлиги томонидан ихтирога патент олинган (№ IAP 05667, 2018 й.). Натижада фосфоконцентратдаги  $P_2O_5$  бўйича кальций модули 1,6-1,7 бўлган бойитилган эритмаларидан азот-кальцийли, фосфорли ўғитлар, озуқабоп тозаликдаги аммоний ва кальций фосфатлари ишлаб чиқариш имконияти яратилган;

ЮКФКни бойитиш технологияси «Аммофос – Максам» АЖнинг истиқболли ишланмалари рўйхатига киритилган («Ўзкимёсаноат» АЖнинг 2018 йил 9 ноябрдаги 01/3-5054/А-сон маълумотномаси). Натижада фосфоконцентратнинг ҳар бир тоннасига 266 кг гача сульфат кислотани тежаш, экстрактор температурасини пасайтириш, экстракцион фосфат кислотасини ишлаб чиқариш технологик кўрсаткичларини яхшилаш ва Марказий Қизилқум фосфоритларидан биринчи навбатда юқори навли фосфорли ўғитлар олиш имконияти яратилган



**Тадқиқот натижаларининг апробацияси.** Мазкур тадқиқот натижалари 2 та халқаро ва 19 та республика илмий – амалий анжуманларида муҳокамадан ўтказилган.

**Тадқиқот натижаларининг эълон қилиниши.** Диссертация мавзуси бўйича 30 та илмий иш чоп этилган, шулардан, Ўзбекистон Республикаси Олий Аттестация Комиссияси томонидан чоп этиш тавсия этилган журналларда 7 та илмий мақола, жумладан 4 таси республика ва 3 таси хорижий журналларда нашр этилган, шунингдек, 2 та патент олинган.

**Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми.** Диссертация таркиби кириш, бешта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан ташкил топган. Диссертация ҳажми 120 бетни ташкил этган.

## **ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ ҚИСМИ**

**Кириш қисмида** мавзунинг долзарблиги ва зарурияти асосланган, тадқиқотнинг мақсади ва асосий вазифалари тавсифланган, тадқиқотнинг объекти ва предмети аниқланган, Ўзбекистон Республикаси фан ва технологияси тараққиётининг устувор йўналишларига мослиги, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари баён қилинган, олинган натижаларнинг илмий ва амалий аҳамияти очиб берилган, чоп этилган илмий ишлар ва диссертация тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг «**Фосфоритларни бойитиш ва қайта ишлаш соҳасидаги ҳозирги ҳолат**» номли биринчи бобида Марказий Қизилқум фосфоритларини бойитиш жараёнининг ҳозирги ҳолати ёритилган, фосфат хомашёлари захиралари, фосфатли хомашёлари тавсифи, табиий фосфатларнинг кислотали парчалаш жараёни физик-кимёвий асослари тўғрисидаги маълумотлар келтирилган. Адабиётлар таҳлили асосида тадқиқот мақсади ва вазифалари аниқланган.

Диссертациянинг «**Бошланғич, оралик ва тайёр маҳсулотлар тавсифи**» деб номланган иккинчи боби Марказий Қизилқум ЮКФКни нитрат ва фосфор кислоталари билан қайта ишлашга бағишланган, тадқиқотни ўтказишда фойдаланилган кислоталар ва кимёвий моддалар тавсифи, ҳамда кимёвий таҳлил ва физик-кимёвий тадқиқот усулларига бағишланган.

Диссертациянинг «**Марказий Қизилқумнинг ювиб куйдирилган фосфоконцентратини бойитиш жараёнини тадқиқоти**» номли учинчи бобида Марказий Қизилқум ЮКФКни сув, нордон кислота оқовалари, нитрат ва экстракцион фосфат кислотаси билан бойитиш тадқиқотига бағишланган.

Жараёнлар активланиш энергияларини назарий ҳисоблашлар асосида сув, нитрат ва фосфат кислотанинг кальций оксидига таъсири ўрганилди, кальций оксиди нитрат ва фосфат кислоталарига нисбатан сув билан яхшироқ реакцияга киришади.

ЮКФК таркибидаги кальций оксиди фосфоритларни парчалаш жараёнига кўшадиган иссиқлик эффекти микдори ЮКФК асосий таркиби

иссиқлик эффекти миқдорига яқин. Натижада амалиётда ЮКФКни парчалаш жараёнида температура мақбул шароитдан юқори бўлишига олиб келади.

Термодинамик ҳисоблар кўрсатадики, Марказий Қизилқум ЮКФКни аввалдан сув, нитрат ёки фосфат кислоталар билан ишлов бериш усули билан технологик кўрсаткичларни яхшилаш мумкинлиги аниқланди.

ЮКФКни «Аmmofos-Махам» АЖдаги сув ва таркибида 0,08%  $P_2O_5$ , 0,10%  $CaO$  ва  $pH=3,2$  бўлган нордон оқовалар билан бойитиш бўйича тадқиқотда аниқландики, аралаштириш тўхтатилгандан кейин пульпа икки фракцияга: тез чўкадиган йирик фракцияси ва секин чўкадиган майда фракцияга ажралади.

Сув билан бойитилганда суюқ фазада  $P_2O_5$  бўлмайди,  $CaO$  миқдори эса С:Қ нисбат 2:1 дан 5:1 нисбатгача оширилганда 0,372% дан 0,248% гача пасаяди. Бойитиш эритмаларининг  $pH$  қиймати 12 дан катта, бу эса  $pH$ ни ортиши билан  $Ca(OH)_2$  ҳосил бўлишидан далолат беради.

Йирик фракция таркиби 28,21-29,12%  $P_2O_5$  ва 53,20-54,66%  $CaO$  дан иборат. Кальций модули 2,202 дан 1,88 гача камаяди. Майда фракция таркибида 20,24-20,68%  $P_2O_5$ , 64,67-64,92%  $CaO$  бўлиб, кальций модули 3,127-3,201 гача кўтарилади. Нордон оқовалар билан бойитилганда таркибида  $P_2O_5$  тўлиқ чўкади,  $P_2O_5$  умумий унуми ошади ва бойитилган эритмадаги кальций гидроксид ҳосил бўлади.

Сув билан бойитилган ва экстракцион фосфат кислота эритмалари билан ажратиб олинган ЮКФК майда фракцияси кальций модулини пасайтиришга бағишланган изланишлар олиб борилди. Тадқиқот ишларида қуйидаги таркибга эга бўлган экстракцион фосфат кислота ишлатилган, % оғир:  $P_2O_5$  – 17,90;  $CaO$  – 0,31;  $SO_3^{-2}$  – 2,32;  $Al_2O_3$ -0,86;  $Fe_2O_3$  – 0,73;  $MgO$  – 1,12;  $F$  – 1,25.

С:Қ нисбати 3:1 дан 8:1 ошиши билан жараён 30 минут давом этганда қаттиқ фазадаги  $P_2O_5$  миқдори 31,36% дан 26,37% гача,  $CaO$  44,81 дан 41,21% гача камаяди, кальций модули 1,4289 дан 1,5628 гача ошади (1-жадвал).

#### 1-жадвал

### ЮКФК майда фракцияси кальций модулига экстракцион фосфат кислота нормасининг таъсири

№	Қ:С	Н <sub>3</sub> РО <sub>4</sub> нормаси, %		Қаттиқ фаза таркиби, оғир. %		Суюқ фаза таркиби, оғир. %		pH	Кальций модул
		CaO <sub>св</sub>	CaO <sub>общ</sub>	CaO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	CaO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		
1	1:3	148,47	33,51	44,81	31,36	3,75	14,54	3,42	1,4289
2	1:4	197,96	44,68	44,65	29,60	3,98	16,28	3,20	1,5085
3	1:5	247,45	55,85	43,70	27,98	4,07	16,93	2,99	1,5618
4	1:6	296,95	67,02	41,51	26,57	4,10	17,32	2,93	1,5623
5	1:8	395,93	89,36	41,21	26,37	4,11	18,08	2,80	1,5628

$P_2O_5$  кескин ошиши ва Қ:С=1:(3-4) бўлганда кальций модулининг камайиши дикальцийфосфат ҳосил бўлиши ва чўкиши билан тушунтирилади

ва қаттиқ фаза массаси ошиши билан тасдиқланади. Дикальцийфосфат ҳосил бўлиши рН муҳит қиймати 3,20 – 3,42 тенг бўлади ва бойитиш эритмасидаги  $P_2O_5$  17,90% дан 14,54 – 16,28% гача камайиши тасдиқланди.

Қ:С фаза нисбати 1:(5-8) гача камайганда рН қиймати 3 дан ошмайди, кальций модули 1,5618-1,5628 га яқин бўлади. Бунда ЮКФК майда фракциясидаги  $P_2O_5$  20,68% дан 26,37 – 27,98% гача ошади, СаО миқдори эса 64,67% дан 41,21 – 43,70% гача камаяди.

ЮКФКни экстракцион фосфат кислота билан бойитиш жараёнининг тадқиқоти С:Қ нисбати 3:1 дан 8:1 гача ёки  $CaO_{умум}$  38,71 дан 97,89% гача оширилганда қаттиқ фазада  $P_2O_5$  31,15% дан 28,01% гача, СаО 46,45% дан 43,75% гача камаяди (2-жадвал).

## 2-жадвал

### Экстракцион фосфат кислотали бойитишда ЮКФК кальций модулига Қ:С фаза нисбатини таъсири

№	Қ:С	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> нормаси, %		Қаттиқ фаза таркиби, оғир. %		Суюқ фаза таркиби, оғир. %		Кальций модуль
		СаО <sub>св</sub>	СаО <sub>общ</sub>	СаО	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	СаО	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	
1	1:3	141,20	38,71	46,45	31,15	4,18	16,30	1,4911
2	1:4	188,26	48,94	45,48	30,05	4,13	16,71	1,5135
3	1:5	235,33	61,18	43,93	28,15	3,92	17,91	1,5605
4	1:8	376,52	97,89	43,75	28,01	2,25	18,31	1,5620

С:Қ фаза нисбати юқори 1:(5-8) бўлганда кальций модули 1,56 га яқин бўлади. С:Қ нисбати кичик 1:(3-4) бўлганда ҳам дикальцийфосфат ҳосил бўлиш кузатилади.

ЮКФК бойитиш ҳамда унинг майда фракцияси ва кальций модулини камайтириш мақсадида у 3-20% ли нитрат кислота билан Қ:С=1:3 бўлганда ишлов берилди (3-жадвал).

## 3-жадвал

### Қ:С=1:3 нисбатда ЮКФК майда фракцияси кальций модулига нитрат кислота концентацияси ва нормасининг таъсири

№	C <sub>HNO<sub>3</sub></sub> , %	HNO <sub>3</sub> нормаси, %	Қаттиқ фаза таркиби, оғир. %		Суюқ фаза таркиби, оғир. %		рН	Кальций модуль
			СаО	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	СаО	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		
1	3	7	56,62	20,76	1,85	-	11,63	2,7274
2	5	12	52,77	21,68	3,91	-	11,59	2,4340
3	10	23	52,15	21,99	4,77	-	11,31	2,3715
4	15	35	51,00	23,29	6,20	-	9,98	2,1898
5	20	46	40,45	22,94	10,30	0,17	3,71	1,7633

Нитрат кислота концентацияси ошган сари жараён 30 минут давом эттирилганда қаттиқ фазадаги  $P_2O_5$  20,76% дан 22,94% гача ошади, СаО 58,92% дан 40,45% гача камаяди, кальций модули 2,72 дан 1,76 гача камаяди. Бунда суюқ фаза нитрат кислота 3% ли бўлганда рН 11,63 бўлиб, 20%

бўлганда рН 3,71 гача камаяди. Нитрат кислота концентрацияси 3-15% бўлганда  $P_2O_5$  бойитиш эритмаларида йўқ, 20% бўлганда эритмада 0,17%  $P_2O_5$  мавжуд бўлади.

ЮКФКни нитрат кислотанинг 15-20% ли эритмалари билан бойитишда кислота нормаси таъсири ўрганилган. ЮКФК таркибидаги  $CaO_{\text{умум}}$  миқдорига қараб кислота миқдори 25 дан 35% гача ўзгартирилди, натижалар 4-жадвалда кўрсатилган.

#### 4-жадвал

#### ЮКФК кальций модулига нитрат кислотаси концентрацияси ва нормасининг таъсири

№	$HNO_3$ , %	$HNO_3$ нормаси, %	К:С	Қаттиқ фаза таркиби, оғир. %		К.м.	Суюқ фаза таркиби, оғир. %		
				CaO	$P_2O_5$		CaO	$P_2O_5$	рН
2	15	30	1:2,6	47,61	31,97	1,4892	9,36	0,28	4,17
3	15	25	1:2,2	53,22	31,61	1,6836	6,62	0,00	7,34
4	20	25	1:1,6	53,68	31,41	1,7090	8,57	0,00	7,39

Тадқиқот натижалари кўрсатдики,  $CaO_{\text{умум}}$  га 25% нитрат кислота тўғри келганда суюқ фазада  $P_2O_5$  деярли йўқ. Қаттиқ фаза таркибидаги CaO 57,70 дан 53,22% гача камаяди,  $P_2O_5$  26,20 дан 31,61% гача ошади. Кальций модули 1,6836 га тенг.

Кислота нормаси 30-35% бўлганда ЮКФКдаги  $P_2O_5$  қисман суюқ фазага ўтади ва унинг эритмадаги концентрацияси фосфоконцентратдаги  $P_2O_5$  миқдорига қараб 0,28-1,02% ёки 2,39-10,24% бўлади.

Диссертациянинг «Марказий Қизилқум бойитилган фосфоконцентрати ва бойитиш эритмаларини қайта ишлаш жараёнини тадқиқ этиш» номли тўртинчи бобида нитрат кислота билан бойитилган ЮКФКдан экстракцион фосфат кислота ва бойитиш эритмаларини қайта ишлашга бағишланган.

Экстракцион фосфат кислота олиш учун нитрат кислота билан бойитилган ЮКФК ишлатилди; таркибида 29,51%  $P_2O_5$ , 47,95 CaO бўлиб, кальций модули 1,620, айланма кислота ҳам бўлиб  $P_2O_5$  концентрацияси 12,5 ва 15% К:С=1:3, экстракция жараёнининг давомийлиги 120-240 минутни ташкил этади.

5 - жадвалда олинган экстракцион фосфат кислота таркиби, пульпа ва кислота эритмаларининг зичлиги келтирилган. Айланма фосфат кислотасининг 12,5% дан 15%  $P_2O_5$  гача ошиши олинган кислотанинг концентрацияси 19,31-19,53% дан 20,89-21,91%  $P_2O_5$ , сульфатлар 3,44-3,55% дан 3,32-3,46% гача, CaO миқдори сульфат кислота нормаси 103% бўлганда 0,35-0,42% ва жараён давомийлиги 2-4 соатни ташкил этади.

Бунда пульпа зичлиги 1,443-1,482 дан 1,472-1,494 г/см<sup>3</sup> гача, экстракцион фосфат кислота эса 1,204-1,211 дан 1,214-1,222 гача ўзгаради.

Вақт ошган сайин хомашёнинг парчаланиш коэффициенти ва технологик унуми ошади, фильтрация кўрсаткичлари ҳам яхшиланади.

Нитрат кислота билан бойитилган ЮКФК 120 минут давомида 97,81% га, 180 минутда 98,06%, 240 минутда 98,49% парчаланеди. Бунда техник унумдорлик ва фильтрация тезлиги айланма фосфат кислотасида  $P_2O_5$  12,5% бўлганда мувофиқ равишда 97,22% дан 93,17% гача ва 2197 дан 2382  $кг/м^3$ соат гача ўзгаради.

#### 5-жадвал

#### С:К≈3:1 нисбатнинг экстракцион фосфат кислота, пульпа зичлиги ва кислоталар таркибига жараён давомийлигининг таъсири

Вақт, Мин	Зичлик, $г/см^3$		Компонентлар таркиби, оғир. %		
	Пульпа	ЭФК	$P_2O_5$	CaO	$SO_3$
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> нормаси – 103%, айланма ЭФК – 12,5% $P_2O_5$					
120	1,443	1,204	19,31	0,35	3,55
180	1,465	1,207	19,42	0,38	3,49
240	1,482	1,211	19,53	0,41	3,44
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> нормаси – 103%, айланма ЭФК – 15,0% $P_2O_5$					
120	1,472	1,214	20,89	0,35	3,46
180	1,485	1,218	21,45	0,39	3,39
240	1,494	1,222	21,91	0,42	3,32

Айланма фосфат кислотаси концентрацияси ошган сари парчаланиш коэффициенти пасаяди ва 120 минутда 96,96%, 180 минутда 97,23%, 240 минутда 97,57% бўлади. Бунда унум коэффициенти 92,93 – 93,50%, фильтрация тезлиги 1769-1897  $кг/м^3$ соатни ташкил этади. ЮКФКни парчалаб экстракцион фосфат кислотаси олиш жараёнини оптимал шароитлари ўрнатилди.

Бойитиш эритмалари таркибида азотнинг миқдори 4% дан ошмайди, азот миқдорини ошириш мақсадида бойитиш эритмаларини қайта фойдаланиш бўйича тадқиқот ишлари олиб борилди, талаб этилган кислота нормасини таъминлаш мақсадида нитрат кислота ва бошланғич К:С фаза нисбатини сақлаш учун сув қўшилди.

Бойитиш эритмаси иккинчи марта ишлатилганда азот миқдори 5,08% гача, учинчи марта ишлатилганда эса 6,48% гача ошади. Мувофиқ равишда кальций оксиди миқдори 6,75% дан 10,07% гача ва 12,96% гача ошади. Эритмалар рН қиймати 3,96-4,91 оралиқда ўзгаради. Бу бойитиш эритмалари қайта ишлатилганда кальций оксидини ажратиш даражаси пасаяди. Кальций нитрат концентрацияси бир-, икки- ва уч марта фойдаланилганда мувофиқ равишда 21,03% дан 29,49% ва 37,95% га ошади.

Суюқ азот-кальцийли ўғит олишда бойитиш эритмаси уч марта ишлатилгандан кейин нитрат кислота қўшилади ва ҳосил бўлган эритма аммиак билан рН=7,0-7,5 гача нейтралланади, азот миқдори 16% гача етади.

Донадор азот-кальцийли ўғитлар олишда эритмани намлиги 15-18% бўлгунча буғлатилди, кальций нитрат эритмасига 5-7% миқдорда кальций карбонат қўшилиб, донадорлаш ва қуритиш йўли билан бир йилдан кейин ҳам 100% сочилувчан хусусиятини сақлайдиган донадор азот-кальцийли ўғит олинди.

Бойитишнинг фосфат кислотали эритмалари сульфатсизлантирилган, қисман фторсизлантирилган экстракцион фосфат кислота бўлиб, таркибида монокальцийфосфат шаклидаги эрийдиган кальций бор. Бойитиш эритмаларини газсимон аммиак билан нейтраллаб, таркибида 56,16%  $P_2O_5$  бўлган аммофос олишга имкон беради, бу апатит концентратидан олинган олий навли аммофосдан яхшироқ хисобланади.

Бойитиш эритмаларига 10-15% фосфорит кўшиб таркибида 48,09-48,68%  $P_2O_5$  ва 6,64-7,84% азот бўлган аммофосфат олинди. Сувда эрийдиган  $P_2O_5$  улуши 71,47-75,32%, ўзлашувчан  $P_2O_5$  улуши эса 97,21-98,23% га етади.

ЮКФК бойитиш эритмаси нормаси 95-120% гача ошириш йўли билан таркиби монокальцийфосфатдан иборат бўлган кўшсуперфосфат туридаги ўғит олинди. Таркибида  $P_2O_5$  умумий 40,54-40,68%, ўзлашувчан 39,36-39,90% гача, сувда эрувчан шакли 31,87-35,02% ни ташкил этди.

Тоза моноаммонийфосфат олиш мақсадида фосфат кислотали бойитиш эритмаси рНи 4,5-5,0 бўлгунча аммонийлаштирилди, ҳосил бўлган чўкма ажратилди. Филтратдан кейин тиниқ бўлган эритма таркибида 15,62%  $P_2O_5$  ёки туз кўринишида 25,30% моноаммонийфосфат бўлади.

Тозаланган моноаммонийфосфат эритмасидан олинган дикальцийфосфат олиш жараёни ўрганилди. Дикальцийфосфат олиш учун моноаммонийфосфат эритмасига 50% ли  $Ca(NO_3)_2$  эритмаси кўшиб газ ҳолидаги аммиак билан  $t=70^\circ C$  да рН=6-7 гача нейтралланади. Олинган тоза дикальцийфосфат таркибида 51,90%  $P_2O_5$ , 40,26%  $CaO$ , 0,002% фтор бўлиб, озуқавий фосфатларга қўйилган тозалик талабларига мувофиқ келади.

**Диссертациянинг «Ювиб куйдирилган фосфоконцентратни бойитиш, фосфоконцентрат ва бойитиш эритмаларини қайта ишлаш технологиясини яратиш»** номли бешинчи бобида тадқиқот натижалари ЮКФК таркибидаги эркин кальций оксидини нитрат ва фосфат кислоталари билан ажратиб олиш орқали бойитиш, бойитилган ЮКФКдан экстракцион фосфат кислотаси олиш, бойитиш эритмаларини қайта ишлаш технологик схемасини яратишга бағишланган.

ЮКФКни сув билан бойитишда ҳамда майда фракцияни биргаликда сувли ва нитрат кислотали бойитишдан кейинги эркин кальций оксидини сувли бойитиш жараёнининг блок-схемаси ишлаб чиқилди. ЮКФКни сув ва нитрат кислотали бойитиш моддий баланси тузилди.

Нитрат кислота эритмалари билан бойитиш изланишлари ва декантация усулида тез чўкадиган йирик фракциясини ажратиш жараёнида аниқландики, 15% ли нитрат кислота нормаси ЮКФК таркибидаги  $CaO$  22,96% дан 30,61% гача оширилганда  $P_2O_{5\text{умум}}$  куйиклаштирилган чўкмада нормаси 26,79% бўлганда 17,59% дан 18,11% гача ошади ва норма 30,61% бўлганда 17,59% гача камаяди (6-жадвал). Бунда  $P_2O_5$  сувда эрувчан шакли фақатгина кислота нормаси 26,79% бўлганда ҳосил бўлади ва 0,15% ни, норма 30,61% бўлганда эса 0,62% ни ташкил этади.

Кислота нормаси яна ошганда қуюқлашган қисмда кальций оксид миқдори 35,18% дан 28,32% гача камаяди, магний оксид миқдори деярли ўзгармайди. Таркибидаги нитрат шаклидаги азот миқдори 1,85% дан 1,21%

гача камаяди. Қуюқлашган чўкмада кальций модули 2,000 дан 1,610 гача камаяди. Бу ҳол нитрат кислота нормаси 26,79-30,61% бўлганда ЮКФК таркибидаги фторапатитлар билан реакция кетади, эритмада  $P_2O_5$  миқдори ортади.

#### 6-жадвал

#### Қуюлтирилган қолдиқ кимёвий таркибига 15% ли нитрат кислотаси нормасининг таъсири

№	К:С	$HNO_3$ норма, % (100% СаО)	$HNO_3$ норма, % (СаО <sub>эркин</sub> )	Қуюлтирилган қолдиқ таркиби, оғир. %					СаО/ $P_2O_5$
				$P_2O_5$ <sub>умум</sub>	$P_2O_5$ <sub>сув</sub>	СаО	MgO	N	
1	1:1,99	22,96	90	17,59	0,0	35,18	0,56	1,85	2,000
2	1:2,21	25,51	100	18,08	0,0	33,66	0,56	1,51	1,862
3	1:2,32	26,79	105	18,11	0,15	32,34	0,56	1,35	1,786
4	1:2,43	28,06	110	18,02	0,31	30,97	0,55	1,28	1,719
5	1:2,54	29,34	115	17,83	0,46	29,45	0,55	1,24	1,652
6	1:2,65	30,61	120	17,59	0,62	28,32	0,54	1,21	1,610

Қуюқлаштирилган чўкмени, яъни бойитилган фосфоритни филтрация, ювиш ва қуритишдан кейинги таркиби қуйидагича: 30,12-31,14%  $P_2O_5$ , 48,93-54,26% СаО ва кальций модули 1,538-1,801. Суспензия бойитиш эритмаси декантациядан кейин таркиби: 4,58%  $P_2O_5$ <sub>умум</sub>, 10,85% СаО, 0,351% MgO, 2,17% азотни ташкил этади.

ЮКФКни экстракцион фосфат кислота билан бойитишдан кейинги декантация кўрсаткичлари ЭФК:ЮКФК нисбати 3:1 дан 8:1 гача оширилганда  $P_2O_5$  миқдори қуюқлашган чўкмада 26,22% дан 22,70% гача камаяди (7-жадвал).

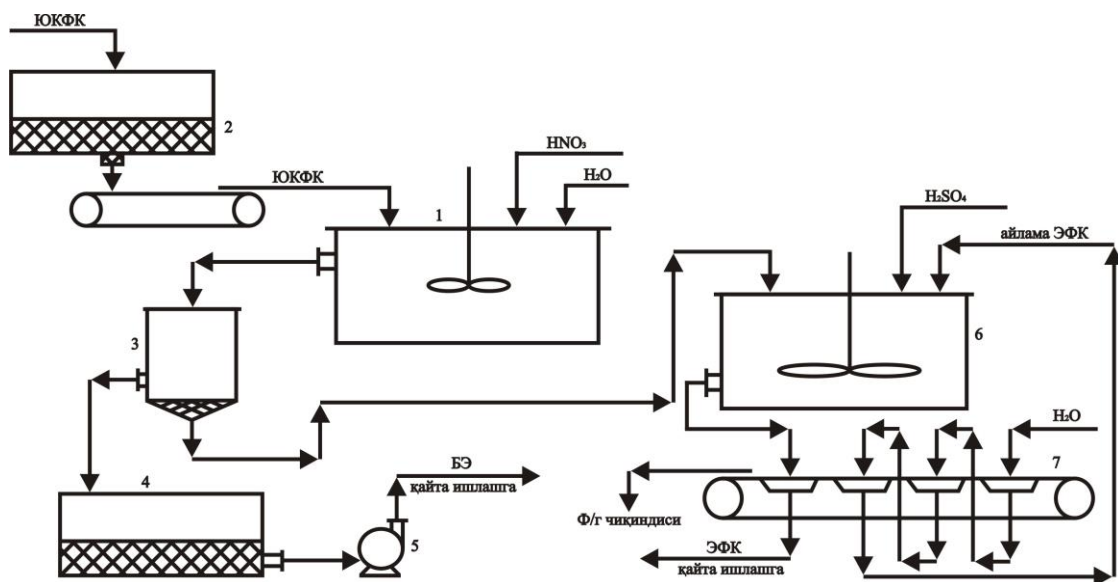
#### 7-жадвал

#### Қуюлтирилган қолдиқ кимёвий таркибига ЮКФК:ФК нисбатининг таъсири

№	ЮКФК:ЭФК	Қуюлтирилган қолдиқ таркиби, оғир. %					
		$P_2O_5$ <sub>умум</sub>	$P_2O_5$ <sub>сув</sub>	СаО	MgO	H <sub>2</sub> O	СаО/ $P_2O_5$
1	1:3,0	26,22	7,60	28,12	0,61	29,88	1,51
2	1:4,0	25,27	8,84	24,91	0,66	32,85	1,52
3	1:5,0	24,79	9,62	23,51	0,72	34,37	1,55
4	1:6,0	24,75	9,86	23,97	0,80	34,90	1,61
5	1:7,0	24,20	9,91	25,01	0,90	37,61	1,75
6	1:8,0	22,70	9,95	25,25	1,02	43,30	1,98

Бунда  $P_2O_5$ нинг сувдаги миқдори 7,60% дан 9,95% гача ошади. ЮКФК:ЭФК 1:(5-6) бўлганда СаО миқдори 28,12% дан 23,51-23,97% гача камаяди ва нисбат 1:8 бўлганда 25,25% гача ошади.

Биринчи расмда Марказий Қизилқум ЮКФКни нитрат кислота билан бойитиш ва бойитилган фосфоконцентратни экстракцион фосфат кислотага қайта ишлаш принципиал технологик схемаси келтирилган.

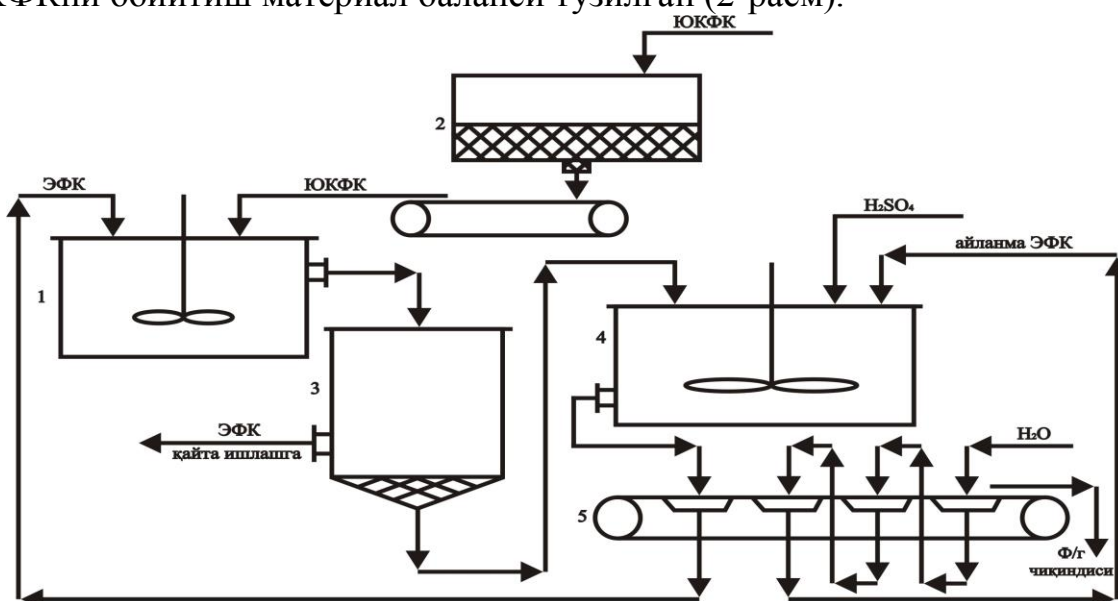


**1-расм. ЮКФК нитрат кислотали бойитиш ва экстрацион фосфат кислототага қайта ишлаш технологик схемаси.**

1- реактор; 2-таъминлагич; 3-тиндиргич; 4-хажмли идиш; 5- насос; 6- экстрактор; 7-каруселли вакуумли филътр.

Бунда  $\text{CaO}_{\text{умум}}$  миқдори 9,15% дан 4,96% гача пасаяди. ЮКФК:ЭФК 1:4 дан 1:6 гача бўлганда  $\text{CaO}$  миқдори 7,73-7,96% бўлиб деярли ўзгармайди. Нисбат 1:7 ва кичик бўлганда  $\text{CaO}$  миқдори камайиши гидрофосфат ҳосил бўлиши билан тушунтиралади. ЮКФКни экстрацион фосфат кислотаси билан бойитиш мақбул шароити ЮКФК:ЭФК=1:6. Бунда  $\text{P}_2\text{O}_5$  нинг эритмага ўтиши кузатилмайди,  $\text{CaO}$  миқдори максимал даржада бўлади.

ЮКФКни фосфат кислотали бойитиш ва дикантация усулида ажратиш билан экстрацион фосфат кислототага технологик схемаси ишлаб чиқилган, ЮКФКни бойитиш материали баланси тузилган (2-расм).



**2-расм. ЮКФК ни фосфаткислотали бойитиш ва экстрацион фосфат кислототага қайта ишлаш технологик схемаси**

1- реактор; 2-таъминлагич; 3-тиндиргич; 4-экстрактор; 5-каруселли вакуумли филътр.



ЮКФКни нитрат ва фосфат кислоталари билан бойитиш технологиялари “Аmmofos-Махам” АЖни кимёвий технология илмий тадқиқот лабораториясида ишлаб чиқариш шароитини такрорлайдиган тажриба синов ускунасида синовдан ўтказилди.

“Аmmofos-Махам” АЖ томонидан ЮКФКни экстракцион фосфат кислотаси билан бойитиш технологияси ишлаб чиқаришга жорий этишга қабул қилинган ва ЮКФКни бойитиш билан бир қаторда концентрланган, фосфорли ўғитлар олиш ҳам режалаштирилди.

Дастлабки техник-иктисодий ҳисоблар ЮКФК нитрат ва экстракцион фосфат кислотаси билан бойитиш самарали эканлигини кўрсатди. ЮКФКни экстракцион фосфат кислотаси билан бойитиб қайта ишлашда, ҳар бир тонна ЮКФКдан мос равишда 109,32 кг ва 266,89 кг сульфат кислота тежалади. 100 минг т. ЮКФКни бойитиш ва қайта ишлашда иктисодий самарадорлик нитрат кислотали бойитишда 9,4 млрд. сўм ва фосфат кислотали бойитишда 12,54 млрд. сўмни ташкил этади. Ундан ташқари, фосфогипс чиқими 46,84 минг т ёки 23% га камаяди.

## ХУЛОСА

Диссертация ишини бажаришда олинган асосий илмий ва амалий натижалар қуйидагилар ҳисобланади:

1. ЮКФК таркибидаги бирикмаларнинг нитрат, фосфат, сульфат кислоталари билан реакциясининг термодинамик ҳисоблари бажарилди ва бойитиш нафақат минерал кислоталар билан, балки сув билан ҳам бойитиш мумкинлиги аниқланди, кальций оксиди билан сульфат кислота реакциясининг иссиқлик эффекти 422,22 кЖ ва бу фторапатит парчаланиш эффектига жуда яқин (447,56 кЖ) эканлиги ёки эркин кальций оксидининг бирлик миқдордаги иссиқлик эффекти фторкарбонатапатит иссиқлик эффектидан 3 баробар кўпроқ энергия ажралиб чиқади. Бунда ЮКФКдаги эркин кальций оксидини ажратиш мумкинлигини кўрсатди ва бойитилган фосконцентратни сульфат кислотали парчалашда чиқадиган иссиқлик эффектини ҳам камайиши мумкинлигини кўрсатади.

2. ЮКФКнинг фракцион ва кимёвий анализи O'zDST 2825÷2014 бўйича ўтказилди ва P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> асосий қисми 0,5-0,10 мм фракция, СаО нинг максимал миқдори 0,5 мм фракцияда; 0,1 мм фракцияда 54,6% дан 58,0% гача СаО мавжуд. Улуши 41,8% бўлган 0,1мм фракция ажратилганда кальций модули 1,9 гача камайтириш мумкинлигини кўрсатади.

3. ЮКФК сув ва экстракцион фосфат кислота саноатидаги нордон оқовалар билан ишлов бериб, ЮКФК секин чўкадиган майда ва тез чўкадиган йирик фракцияларга ажратиш мумкин. Бунда йирик фракция 70-72% бўлиб, кальций модули 1,88 ва майда фракция 28-30% ташкил этиб, кальций модули 3,1 ни ташкил этади.

4. Сув билан ювишдан кейин ажратилган майда фракцияни бойитиш ва ЮКФК нитрат ва фосфор кислоталар эритмалари билан ишлов бериб аниқландики, майда фракцияга нитрат ва фосфор кислоталар ишлов берилса

кальций модули 1,76 ва 1,56 гача камайтириш мумкин. ЮКФКга нитрат ва фосфор кислоталар эритмалари билан ишлов бериб, кальций модулини мос равишда 1,68 ва 1,56 гача камайтириш мумкин. Фосфат хомашёсидан  $P_2O_5$  бойитиш эритмасига ўтмайдиган шароитлари аниқланган. Яъни,  $CaO_{\text{умум}}$ га ҳисобланганда нитрат кислота нормаси 27-28%, фосфат кислота учун  $K:C=1:(5-8)$  нисбатни ташкил этади.

5. Нитрат кислота билан бойитилган ювиб куйдирилган Марказий Қизилқум фосконцентратини ўрганиш натижасида аниқландики, ўлчами 1,0-0,5 бўлган фракцияга фосконцентратнинг 91,62% тўғри келади;  $P_2O_5$  асосий қисми шу фракцияда бўлади, кальций модули 1,67-1,70 ни ташкил этади.

ЮКФКга нитрат кислотаси билан ишлов бериш жараёнини ўрганиб исботландики, сульфат кислотали экстракция мақбул шароити  $H_2SO_4$  нормаси 103%, айланма фосфат кислота концентрацияси 15%  $P_2O_5$ , нисбат  $K:C=1:3$ , жараён 2-4 соат давом этади. Бунда технологик унум коэффициенти 97,72% гача кўтарилади, фильтрация тезлиги  $2382 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{соат}$ гача ошади,  $P_2O_5$  миқдори кислотада 20,30-21,90% ни ташкил этади.

6. Бойитиш эритмаларини қайта ишлаш бўйича тадқиқотлар кўрсатдики, шўр ва камшўрланган ерлар учун самарали суяқ ва донадор азот-кальцийли ўғитлар, концентранган, оддий ва мураккаб фосфорли ўғитлар – юқори навли аммофос, аммофосфат, кўшсуперфосфат ва тоза фосфат тузлари – озуқабоп аммоний ва кальций фосфатларига қайта ишлаш мумкинлиги билан изоҳланади.

7. ЮКФКни нитрат ва экстракцион фосфор кислотаси эритмалари билан бойитиш жараёнларини технологик схемаси ва моддий баланси яратилди. Дастлабки бажарилган техник-иқтисодий ҳисоблар экстракцион фосфор кислотаси ишлаб чиқариш ва бойитиш эритмаларини қайта ишлашда ЮКФК ни аввалдан бойитишнинг юқори иқтисодий самарадорлиги таъминланди.

100 минг т ЮКФКни қайта ишланганда нитрат кислотали бойитишда 9,4 млрд сўм, фосфор кислотали бойитишда эса 12,54 млрд сўм иқтисодий самарадорликга эришилади.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.27.06.2017.К/Т.35.01 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ  
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ПРИ ИНСТИТУТЕ ОБЩЕЙ И  
НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ И ТАШКЕНТСКОМ ХИМИКО-  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ИНСТИТУТЕ**

---

**ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ И НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ**

**УМАРОВ ШАВКАТ ИСОМИДДИНОВИЧА**

**РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ОБОГАЩЕНИЯ  
ФОСФОРИТОВ ЦЕНТРАЛЬНЫХ КЫЗЫЛКУМОВ АЗОТНОЙ И  
ФОСФОРНОЙ КИСЛОТАМИ**

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

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

**Ташкент – 2018**

**Тема диссертации доктора философии (PhD) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за номером B2017.3.PhD/T299**

Диссертация выполнена в Ташкентском химико-технологическом институте.

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

**Научный руководитель:**

**Мирзакулов Холтура Чориевич**  
доктор технических наук, профессор

**Официальные оппоненты:**

**Намазов Шафаат Сатторович**  
доктор технических наук, профессор, академик  
Академии Наук Республики Узбекистана

**Шамшидинов Исраилжон Тургунович**  
доктор технических наук

**Ведущая организация:**

Навоийский государственный горный институт

Защита диссертации состоится «20» декабря 2018 г. в «14<sup>00</sup>» часов на заседании Научного совета DSc.27.06.2017.K/T.35.01 при Институте общей и неорганической химии и Ташкентском химико-технологическом институте (Адрес: 100170, г. Ташкент, ул. Мирзо Улугбек, 77-а. Тел.: (+99871) 262-56-60; факс: (+99871) 262-79-90; e-mail: [ionxanruz@mail.ru](mailto:ionxanruz@mail.ru)).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Института общей и неорганической химии (зарегистрирована за № 29). (Адрес: 100170, г. Ташкент, ул. Мирзо Улугбека, 77-а. Тел.: (+99871) 262-56-60).

Автореферат диссертации разослан «07» декабря 2018 года.  
(реестр протокола рассылки № 29 от «07» декабря 2018 года).

**Б.С. Закиров**

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

**Д.С. Салиханова**

Ученый секретарь научного совета по присуждению  
ученых степеней, д.т.н.

**С.А. Абдурахимов**

Председатель Научного семинара при научном совете  
по присуждению ученых степеней, д.т.н., профессор.

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

**Актуальность и востребованность темы диссертации.** В мире одной из актуальных проблем остается обеспечение населения планеты продовольственной продукцией. В связи с этим интенсификация сельскохозяйственного комплекса и обеспечение его потребности в минеральных удобрениях является первостепенной задачей. Благодаря применению минеральных удобрений обеспечивается 40–50% прироста сельхозкультур. Поэтому в последнее время большое внимание уделяется производству минеральных удобрений, средств защиты растений, стимуляторов роста и развития растений.

В мире с истощением богатых сырьевых источников фосфатного сырья уделяется большое внимание вовлечению в промышленное производство бедных фосфоритов и их обогащению. Для этого необходимо обосновать ряд соответствующих научных решений, в том числе по следующим направлениям: разработка эффективных методов химического обогащения низкосортного фосфатного сырья, установление оптимальных технологических параметров процесса обогащения и переработки растворов обогащения на жидкие и комплексные удобрения, получения экстракционной фосфорной кислоты из качественного, химически обогащенного фосконцентрата.

В Республике достигнуты научные и прикладные результаты в области технологии получения фосфорных удобрений из мытого, обожженного фосконцентрата и его кислотной переработки. В третьем направлении стратегии развития Республики Узбекистан отмечены важные задачи, направленные на опережающее «развитие высокотехнологичных обрабатывающих отраслей, прежде всего по производству готовой продукции с высокой добавленной стоимостью на базе глубокой переработки местных сырьевых ресурсов»<sup>2</sup>. В этом отношении необходимость выполнения научных исследований по химическому обогащению мытого обожженного фосконцентрата (МОФК), снижению содержания свободного оксида кальция и, тем самым, усменьшению расхода серной кислоты при получении экстракционной фосфорной кислоты занимают особое место в обеспечении Республики дешевыми фосфосодержащими удобрениями и кормовыми фосфатами.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных в Указах Президента Республики Узбекистан № УП 4947 от 7 февраля 2017 года «Стратегия действий по пяти приоритетным направлениям Республики Узбекистан в 2017-2021 годах», Постановлением Президента Республики Узбекистан № ПП 3236 от 23 августа 2017 года «О программе развития химической промышленности на 2017-2021 годы» и Постановлением Президента Республики Узбекистан № ПП 3983 от 25 октября 2018 года «О мерах по ускоренному развитию

---

<sup>2</sup> Указ Президента Республики Узбекистан № УП-4947 от 7 февраля 2017 года «Стратегия действий по пяти приоритетным направлениям развития Республики Узбекистан в 2017-2021 годах».

химической промышленности Республики Узбекистан», а также других нормативно-правовых документах, принятых в данной сфере.

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

**Степень изученности проблемы.** В научно-технической литературе имеется большой объем материалов по химическому обогащению фосфоритов ЦК минеральными кислотами (Набиев М.Н., Кармышов В.Ф., Амирова А.М., Закиров Б.С., Намазов Ш.С., Мадалиева С.Х., Паганяс И.К., Султанов Б.Э., Сейтназаров А.Р.). Однако, попытки селективно удалить карбонаты из Кызылкумских фосфоритов путем обработки последних растворами неорганических кислот не нашли промышленного применения из-за проблемы утилизации большого объема растворов обогащения и расхода кислотного реагента.

Имеется множество работ, посвященных химическому обогащению различных фосфоритов с использованием органических кислот. Технологии химического обогащения азотной кислотой с использованием этанола и циркулирующего раствора нитрата кальция в качестве экстрагента нитрата кальция находятся на стадии разработки.

Сущность предлагаемой технологии заключается в обогащении МОФК растворами азотной и экстракционной фосфорной кислот. При этом резко сокращаются объемы обогащаемого фоссырья и, соответственно, растворов обогащения, создается возможность их переработки на экстракционную фосфорную кислоту, азотно-кальциевые, фосфорсодержащие удобрения и чистые соли фосфорной кислоты.

**Связь диссертационного исследования работы с планами научно-исследовательских работ научно-исследовательского учреждения, где выполнена диссертация.** Диссертационное исследование выполнено в рамках плана научно-исследовательских работ и прикладного проекта А-12-016 «Разработка эффективной технологии получения фосфорсодержащих удобрений путем снижения кальциевого модуля фосфатного сырья» (2015-2017 г.г.) и инновационного проекта ИЗ-20170929716 «Опытно-промышленное освоение технологии обогащения мытого обожженного фосконцентрата Центральных Кызылкумов» (2018-2019 гг.).

**Целью исследования** является разработка эффективной технологии обогащения МОФК растворами азотной и экстракционной фосфорной кислот.

**Задачи исследования:**

исследование процессов обогащения МОФК водой, кислыми промышленными стоками, растворами азотной и экстракционной фосфорной кислот;

установление оптимальных технологических параметров процессов обогащения;

исследование процесса получения экстракционной фосфорной кислоты из обогащенного фосконцентрата в дигидратном режиме и установление влияния основных технологических параметров на показатели процесса экстракции;

исследование процесса переработки азотнокислых растворов обогащения на жидкие азотно-кальциевые, комплексные и гранулированные удобрения;

исследование процесса переработки фосфорнокислых растворов обогащения на фосфорсодержащие удобрения, кормовые фосфаты аммония, кальция.

апробация разработанных технологий на модельных, лабораторных установках и в опытно-промышленных условиях;

разработка технологических схем, материальных балансов разработанных технологий обогащения МОФК, растворов обогащения на азотно-кальциевые и фосфорсодержащие удобрения, чистые соли фосфорной кислоты. Оценка экономической эффективности получения экстракционной фосфорной кислоты из фосконцентрата, обогащенного растворами азотной и фосфорной кислот.

**Объектом исследования** являются МОФК ЦК, азотная и экстракционная фосфорная кислоты, обогащенный фосконцентрат, жидкие и гранулированные азотно-кальциевые и фосфорсодержащие удобрения, соли фосфорной кислоты.

**Предметом исследования** являются технологии обогащения фосфоритов ЦК, переработки обогащенного фосконцентрата в экстракционную фосфорную кислоту и растворов обогащения в азотно-кальциевые и фосфорсодержащие удобрения, получения чистых солей фосфорной кислоты.

**Методы исследования.** Используются химический и рентгенографический методы анализа.

**Научная новизна исследования:**

впервые выявлено влияние технологических параметров на процесс обогащения МОФК ЦК водой, кислыми стоками, растворами азотной и экстракционной фосфорной кислот и установлено взаимовлияния параметров процесса.

установлены условия обогащения МОФК растворами азотной и фосфорной кислот, при которых не происходит перехода фосфора в растворы обогащения;

установлены оптимальные условия технологического режима получения частично обесфторенной и обессульфаченной экстракционной фосфорной кислоты, содержащей кальций;

впервые установлена возможность получения аммофоса высшего сорта и чистых растворов моноаммонийфосфата из растворов фосфорнокислотного обогащения МОФК.

**Практические результаты исследования** заключаются в следующем:

разработана технология обогащения МОФК растворами азотной и

фосфорной кислот, позволяющая снизить кальциевый модуль и, тем самым, сократить расход серной кислоты, идущей на получение экстракционной фосфорной кислоты из обогащенного фоссырья, снизить температуру в экстракторе и коррозионную активность фосфорной кислоты;

разработаны технологии переработки азотнокислых растворов обогащения на жидкие и гранулированные азотно-кальциевые удобрения;

разработаны технологии переработки фосфорнокислых растворов обогащения на аммофос высшего сорта, аммофосфат, двойной суперфосфат, моноаммонийфосфат и дикальцийфосфат кормовой чистоты;

разработана эффективная ресурсо- и энергосберегающая технология получения частично обесфторенной и обессульфаченной экстракционной фосфорной кислоты, позволяющая получить из нее аммофос высшего сорта, фосфаты аммония и кальция кормовой чистоты.

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

**Научная и практическая значимость результатов исследования.**

Научная значимость результатов исследования определяется тем, что она заложила основы для решения проблемы снижения кальциевого модуля МОФК ЦК растворами азотной и фосфорной кислот, позволяющей снизить удельные расходы серной кислоты, температурный режим в экстракторе и коррозионную активность фосфорной кислоты, а также улучшить технологические показатели процесса экстракции и улучшить качество получаемого при этом аммофоса.

Практическая значимость результатов исследования заключается в разработке приемлемой технологии обогащения МОФК и переработке растворов обогащения на жидкие, гранулированные азотно-кальциевые и фосфорсодержащие удобрения, соли фосфорной кислоты кормовой чистоты. Предварительная обработка МОФК экстракционной фосфорной кислотой позволяет получать аммофос высшего сорта с содержанием  $P_2O_5$  не менее 52,0%.

**Внедрение результатов исследования.** На основе полученных научных данных по разработке технологии обогащения МОФК растворами азотной и фосфорной кислот:

получен патент Агентства по интеллектуальной собственности Республики Узбекистан на «Способ обогащения высококарбонизированных фосфоритов» (№ IAP 05667). В результате появляется возможность получить обогащенный по  $P_2O_5$  фосконцентрат с кальциевым модулем 1,6-1,7 и растворы обогащения, перерабатываемые в азотно-кальциевые, фосфорсодержащие удобрения, фосфаты аммония и кальция кормовой чистоты;

технологии обогащения МОФК включена в список перспективных разработок АО «Amnofos - Махам» (справка АО «Узкимёсаноат» от «09» ноября 2018 года за № 01/3-5054/А). Внедрение данной технологии позволит сэкономить до 266 кг серной кислоты с каждой тонны МОФК, снизить



температуру в экстракторе, улучшить технологические показатели производства экстракционной фосфорной кислоты и получить впервые аммофос высшего сорта из фосфоритов ЦК.

**Апробация результатов исследования.** Результаты данного исследования были доложены и обсуждены на 2 международных и 19 республиканских научно – практических конференциях и совещаниях.

**Опубликованность результатов исследования.** По теме диссертации опубликовано 30 научных работ, из них 7 научных статей, в том числе 4 в республиканских и 3 в зарубежных журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов диссертаций, а также получено 2 патента РУз.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка использованной литературы и приложения. Объем диссертации составляет 120 страницы.

## **ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ ДИССЕРТАЦИИ**

**Во введении** обоснована актуальность и востребованность темы диссертации, сформулированы цель и задачи, выявлены объекты и предметы исследования, определено соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики Узбекистан, изложены научная новизна и практические результаты исследования, раскрыты научная и практическая значимость полученных результатов, приведены сведения по опубликованным работам и структуре диссертации.

В первой главе диссертации **«Современное состояние в области обогащения и переработки фосфоритов»** изложено современное положение в области обогащения фосфоритов ЦК, приведены сведения о запасах, характеристике фосфатного сырья, физико-химических основах кислотного разложения природных фосфатов. На основе анализа литературного материала сформулированы цель и задачи исследования.

Вторая глава диссертации **«Характеристика исходных, промежуточных и готовых продуктов»** посвящена характеристике использованных кислот, используемых химических веществ, а также методике проведения химических анализов и физико-химических исследований.

Третья глава диссертации **«Исследование процессов обогащения мытого обожженного фосконцентрата Центральных Кызылкумов»** посвящена исследованиям обогащения МОФК ЦК водой, кислыми промышленными стоками, азотной и экстракционной фосфорной кислотами.

На основе теоретических расчетов энергии активации процессов взаимодействия оксида кальция с водой, азотной и фосфорной кислотами показано, что оксид кальция вступает во взаимодействие с водой даже лучше чем с азотной и фосфорной кислотами. А вклад оксида кальция в тепловой эффект процесса разложения МОФК составляет приблизительно столько же,

как и вклад основных компонентов МОФК. Избавившись от оксида кальция в МОФК, можно снизить температуру реакции разложения практически вдвое.

Термодинамические расчеты показали возможность улучшения технологических показателей переработки МОФК ЦК путем предварительной обработки водой, растворами азотной или фосфорной кислот.

Исследования по обогащению МОФК водой и кислыми стоками с АО «Аmmofos-Махат», содержащими 0,08%  $P_2O_5$ , 0,10% CaO и имеющими pH 3,20 показали, что пульпа при прекращении перемешивания разделяется на две фракции – быстро оседающую, крупную фракцию МОФК и медленно оседающую, мелкую фракцию.

При водном выщелачивании в жидкой фазе отсутствует  $P_2O_5$ , а содержание CaO с повышением Ж:Т с 2:1 до 5:1 снижается с 0,372% до 0,248%. pH растворов выщелачивания более 12, что указывает на образование гидроксида кальция, который и повышает pH.

Крупная фракция содержит 28,21-29,12%  $P_2O_5$ , и 53,20-54,66% CaO. Кальциевый модуль с 2,202 снижается до 1,88. Мелкая фракция содержит 20,24-20,68%  $P_2O_5$ , 64,67-64,92% CaO и кальциевый модуль повышается до 3,127-3,201. При выщелачивании кислыми стоками, содержащийся в них  $P_2O_5$  полностью осаждается, повышая общий выход  $P_2O_5$ , а раствор обогащается кальцием, образуя гидроксид.

Для исследований по обогащению МОФК и мелкой фракции МОФК, выделенной после водного обогащения, растворами экстракционной фосфорной кислоты использовали экстракционную фосфорную кислоту состава (масс. %):  $P_2O_5$  – 17,90; CaO – 0,31;  $SO_3$  – 2,32;  $Al_2O_3$  – 0,86;  $Fe_2O_3$  – 0,73; MgO – 1,12; F – 1,25.

С повышением Ж:Т с 3:1 до 8:1 при продолжительности процесса 30 минут содержание  $P_2O_5$  в твердой фазе снижается с 31,36% до 26,37%, оксида кальция с 44,81% до 41,21%, кальциевый модуль повышается с 1,4289 до 1,5628 (табл. 1).

**Таблица 1**

**Влияние нормы экстракционной фосфорной кислоты на кальциевый модуль мелкой фракции МОФК**

№	Т:Ж	Норма $H_3PO_4$ , %		Состав твердой фазы, масс. %		Состав жидкой фазы, масс. %		pH	Кальциевый модуль
		CaO <sub>св</sub>	CaO <sub>общ</sub>	CaO	$P_2O_5$	CaO	$P_2O_5$		
1	1:3	148,47	33,51	44,81	31,36	3,75	14,54	3,42	1,4289
2	1:4	197,96	44,68	44,65	29,60	3,98	16,28	3,20	1,5085
3	1:5	247,45	55,85	43,70	27,98	4,07	16,93	2,99	1,5618
4	1:6	296,95	67,02	41,51	26,57	4,10	17,32	2,93	1,5623
5	1:8	395,93	89,36	41,21	26,37	4,11	18,08	2,80	1,5628

Резкое повышение  $P_2O_5$  и снижение кальциевого модуля при Т:Ж = 1:(3-4) объясняется образованием дикальцийфосфата и его осаждением, что

подтверждается и увеличением массы твердой фазы. Подтверждением образования дикальцийфосфата является и рН среды, которое равно 3,20-3,42 и снижение  $P_2O_5$  в растворе обогащения с 17,90% до 14,54-16,28%.

При снижении Т:Ж до 1:(5-8) рН не превышает 3, а кальциевый модуль сохраняется на уровне 1,5618-1,5628. При этом  $P_2O_5$  в мелкой фракции МОФК с 20,68% повышается до 26,37-27,98, а содержание СаО снижается с 64,67% до 41,21-43,70%.

Исследования по обогащению МОФК экстракционной фосфорной кислотой показали, что с повышением Ж:Т от 3:1 до 8:1 или нормы кислоты с 38,71% до 97,89% на  $CaO_{\text{общ}}$  содержание  $P_2O_5$  в твердой фазе снижается с 31,15% до 28,01%, окиси кальция с 46,45% до 43,75% (табл. 2).

**Таблица 2**

**Влияния Т:Ж на кальциевый модуль МОФК при обогащении экстракционной фосфорной кислотой**

№	Т:Ж	Норма $H_3PO_4$ , %		Состав твердой фазы, масс. %		Состав жидкой фазы, масс. %		Кальциевый модуль
		$CaO_{\text{св}}$	$CaO_{\text{общ}}$	СаО	$P_2O_5$	СаО	$P_2O_5$	
1	1:3	141,20	38,71	46,45	31,15	4,18	16,30	1,4911
2	1:4	188,26	48,94	45,48	30,05	4,13	16,71	1,5135
3	1:5	235,33	61,18	43,93	28,15	3,92	17,91	1,5605
4	1:8	376,52	97,89	43,75	28,01	2,25	18,31	1,5620

При высоких Ж:Т кальциевый модуль сохраняется в пределах 1,56. При низких (3-4):1 значениях Ж:Т также отмечается образование дикальцийфосфата. Для обогащения МОФК и его мелкой фракции азотной кислотой мелкая фракция была обработана 3-20% растворами азотной кислоты при Т:Ж =1:3 (табл. 3).

**Таблица 3**

**Влияние концентрации и нормы азотной кислоты на кальциевый модуль мелкой фракции МОФК при Т:Ж=1:3**

№	$C_{HNO_3}$ , %	Норма $HNO_3$ , %	Состав твердой фазы, масс. %		Состав жидкой фазы, масс. %		рН	Кальциевый модуль
			СаО	$P_2O_5$	СаО	$P_2O_5$		
1	3	7	56,62	20,76	1,85	-	11,63	2,7274
2	5	12	52,77	21,68	3,91	-	11,59	2,4340
3	10	23	52,15	21,99	4,77	-	11,31	2,3715
4	15	35	51,00	23,29	6,20	-	9,98	2,1898
5	20	46	40,45	22,94	10,30	0,17	3,71	1,7633

С повышением концентрации азотной кислоты при продолжительности процесса 30 минут содержание  $P_2O_5$  в твердой фазе повышается с 20,76% до 22,94%, оксид кальция снижается с 56,62% до 40,45%, кальциевый модуль снижается с 2,72 до 1,76. При этом рН жидкой фазы с 11,63 при концентрации азотной кислоты 3% снижается до 3,71 при

концентрации 20%.  $P_2O_5$  в растворах обогащения при концентрации азотной кислоты 3-15% отсутствует. При концентрации 20%  $HNO_3$  раствор содержит 0,17%  $P_2O_5$ .

При обогащении МОФК 15-20% растворами азотной кислоты норму кислоты изменяли от 25 до 35% из расчета на  $CaO_{\text{общ}}$ . Полученные результаты приведены в таблице 4.

Таблица 4

**Влияние концентрации и нормы азотной кислоты на кальциевый модуль МОФК**

№	$HNO_3$ , %	Норма $HNO_3$ , %	Т:Ж	Состав твердой фазы, масс. %		К.М.	Состав жидкой фазы, масс. %		
				CaO	$P_2O_5$		CaO	$P_2O_5$	pH
1	15	35	1:3,0	47,79	32,26	1,4814	8,82	1,02	2,89
2	15	30	1:2,6	47,61	31,97	1,4892	9,36	0,28	4,17
3	15	25	1:2,2	53,22	31,61	1,6836	6,62	0,00	7,34
4	20	25	1:1,6	53,68	31,41	1,7090	8,57	0,00	7,39

Исследования показали, что при норме азотной кислоты 25% на  $CaO_{\text{общ}}$  в жидкой фазе практически отсутствует  $P_2O_5$ . Содержание CaO в твердой фазе снижается с 57,70 до 53,22%, а  $P_2O_5$  повышается с 26,20 до 31,61%. Кальциевый модуль составляет 1,6836.

При норме кислоты 30-35% в жидкую фазу переходит  $P_2O_5$  из МОФК и его концентрация в растворе составляет 0,28-1,02% или 2,39-10,24% от исходного содержания  $P_2O_5$  в фосконцентрате.

Четвертая глава **«Исследование процессов переработки обогащенного фосконцентрата Центральных Кызылкумов и растворов обогащения»** посвящена получению экстракционной фосфорной кислоты из обогащенного азотной кислотой МОФК и переработке растворов обогащения.

Для получения экстракционной фосфорной кислоты использовали МОФК, обогащенный азотной кислотой, содержащий 29,51 %  $P_2O_5$ , 47,95 % CaO и имеющий кальциевый модуль 1,620, оборотную фосфорную кислоту с концентрацией 12,5% и 15%  $P_2O_5$ , при Т:Ж = 1:3. Продолжительность процесса экстракции составляла 120-240 минут.

В таблице 5 приведены составы полученной экстракционной фосфорной кислоты, плотности пульп и растворов кислоты. Увеличение концентрации оборотной фосфорной кислоты с 12,5% до 15,0%  $P_2O_5$  способствует повышению концентрации получаемой кислоты с 19,31-19,53% до 20,89-21,91%  $P_2O_5$ , снижению содержания сульфатов с 3,44-3,55% до 3,32-3,46%, содержание оксида кальция составляет 0,35-0,42% при норме серной кислоты 103% и продолжительности процесса 2-4 часа.

Плотность пульпы при этом изменяется с 1,443-1,482 до 1,472-1,494 г/см<sup>3</sup>, а экстракционной фосфорной кислоты с 1,204-1,211 г/см<sup>3</sup> до 1,214-1,222.

Таблица 5.

**Влияния продолжительности процесса на состав экстракционной фосфорной кислоты, плотности пульпы и кислоты при Ж:Т≈3:1**

Время, Мин	Плотность, г/см <sup>3</sup>		Содержание компонентов, масс. %		
	пульпы	ЭФК	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	CaO	SO <sub>3</sub>
Норма H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> – 103 %, оборотная ЭФК – 12,5 % P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>					
120	1,443	1,204	19,31	0,35	3,55
180	1,465	1,207	19,42	0,38	3,49
240	1,482	1,211	19,53	0,41	3,44
Норма H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> - 103 %, оборотная ЭФК – 15,0 % P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>					
120	1,472	1,214	20,89	0,35	3,46
180	1,485	1,218	21,45	0,39	3,39
240	1,494	1,222	21,91	0,42	3,32

При увеличении времени взаимодействия коэффициенты разложения сырья и технологического выхода увеличиваются, наблюдается и улучшение показателей фильтрации. Так, обогащенный азотной кислотой МОФК в течение 120 минут разлагается на 97,81%, через 180 минут - на 98,06 и через 240 минут - на 98,49%. При этом коэффициент технического выхода и скорость фильтрации увеличиваются, соответственно, с 97,22% до 93,17% и с 2197 кг/м<sup>3</sup>·ч до 2382 кг/м<sup>3</sup>·ч при концентрации оборотной фосфорной кислоты 12,5% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

С повышением концентрации оборотной фосфорной кислоты коэффициент разложения снижается и составляет 96,96% через 120 минут, 97,23 через 180 минут и 97,57% через 240 минут. Коэффициент выхода при этом составляет 92,93-93,50% , а скорость фильтрации – 1769-1897 кг/ м<sup>3</sup>·ч. Аналогичные результаты получены и при использовании обогащенного МОФК экстракционной фосфорной кислотой.

В виду того, что в растворах обогащения содержание азота составляет не более 4%, были проведены исследования по вторичному использованию растворов обогащения с целью повышения содержания азота, путем добавления азотной кислоты в количестве, обеспечивающем требуемую норму кислоты, и воду для поддержания исходного Т:Ж.

При повторном использовании раствора обогащения содержание азота повышается до 5,08%, а при трехкратном использовании до 6,48%. Соответственно, содержание оксида кальция повышается с 6,75% до 10,07% и до 12,96%, соответственно. рН растворов изменяется в пределах 3,96-4,91. Это указывает на то, что с увеличением кратности использования растворов обогащения степень извлечение оксида кальция снижается. Концентрация нитрата кальция повышается с 21,03% до 29,49% и 37,95%, соответственно, после одно-, двух- и трехкратного использования.

Для получения жидких азотно-кальциевых удобрений к раствору обогащения после трехкратного использования добавляли азотную кислоту и аммонизировали полученный раствор газообразным аммиаком до рН 7,0 -7,5.

При этом содержание азота достигает 16%.

Путем упаривания растворов азотно-кальциевых удобрений до содержания 15-18% влаги, введением в плав нитрата кальция карбоната кальция в количестве 5-7%, грануляцией и сушкой получено азотно-кальциевое удобрение, сохраняющее 100% рассыпчатость через год хранения.

Фосфорнокислые растворы обогащения представляют собой обессульфаченную, частично обесфторенную экстракционную фосфорную кислоту, содержащую водорастворимый кальций в виде монокальцийфосфата. Нейтрализация растворов обогащения газообразным аммиаком позволяет получить аммофос с содержанием  $P_2O_5$  56,16 %, что лучше аммофоса высшего сорта из апатитового концентрата.

Введением в раствор обогащения 10-15% фосфорита получен аммофосфат с содержанием 48,09-48,68 %  $P_2O_5$  и 6,64-7,84 % азота. Доля усвояемого  $P_2O_5$  составляет 97,21-98,23 %, водорастворимого  $P_2O_5$  71,47-75,32 %.

С увеличением нормы раствора обогащения МОФК фосфорной кислотой до 95-120 % на разложение вторичного фосфатного сырья до образования монокальцийфосфата получено удобрение типа двойного суперфосфата. Содержание общей формы  $P_2O_5$  составляет 40,54-40,68%, усвояемой 39,36-39,90% и водной 31,87-35,02%.

Для получения чистых растворов моноаммонийфосфата раствор фосфорнокислотного обогащения аммонизировали до pH 4,5-5 и отделяли выпавший осадок. После фильтрации осветленный раствор моноаммонийфосфата содержит 15,62%  $P_2O_5$  или 25,30% в виде соли. Из очищенного раствора моноаммонийфосфата получен дикальцийфосфат, содержащий 51,90%  $P_2O_5$ , 40,26% CaO, и менее 0,002% фтора и соответствующий по чистоте кормовому.

Пятая глава диссертации **«Разработка технологий обогащения мытого обожженного фосфоконцентрата, переработки фосконцентрата и растворов обогащения»** посвящена разработанным в ходе исследований технологическим схемам обогащения водным выщелачиванием свободного оксида кальция, азотной и фосфорной кислотами, получению экстракционной фосфорной кислоты из обогащенного кислотами МОФК, переработке растворов обогащения.

Разработаны блок-схемы водного выщелачивания МОФК и одновременного водного выщелачивания и азотнокислотного обогащения мелкой фракции после водного выщелачивания свободного оксида кальция. Составлен материальный баланс водно-азотнокислотного обогащения МОФК.

Исследованиями по обогащению МОФК растворами азотной кислоты и отделению быстро оседающей крупной фракции методом декантации установлено, что с увеличением нормы 15% азотной кислоты с 22,96% до 30,61% на содержание оксида кальция в составе МОФК содержание  $P_2O_{5\text{общ}}$  в сгущенном осадке повышается с 17,59% до 18,11% при норме 26,79% и

снижается до 17,59% при норме 30,61% (табл. 6). При этом, водная форма  $P_2O_5$  появляется только начиная с нормы кислоты 26,79% и составляет 0,15%, при норме 30,61% она составляет 0,62%.

**Таблица 6**

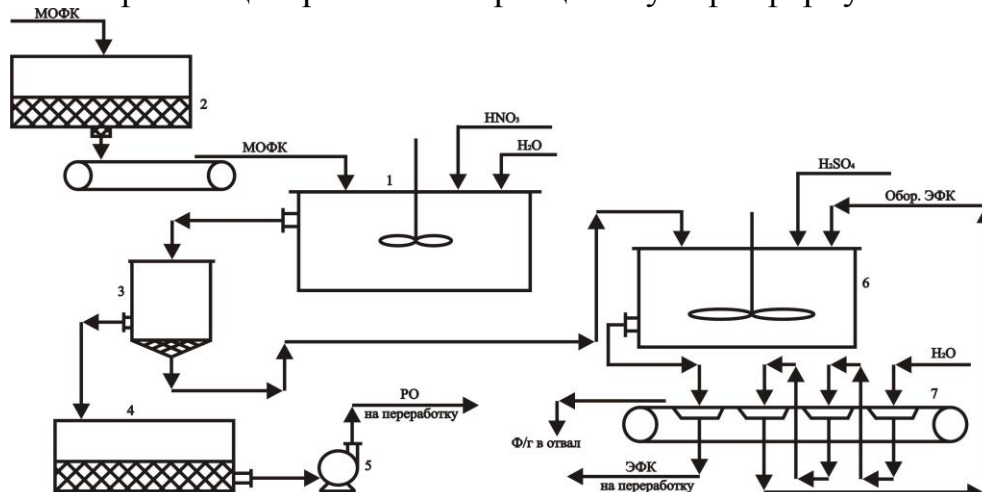
**Влияние нормы 15% азотной кислоты на химический состав сгущенного осадка**

№	Т:Ж	Норма $HNO_3$ , % (100% CaO)	Норма $HNO_3$ , % ( $CaO_{своб}$ )	Состав сгущенного осадка, масс. %					CaO/ $P_2O_5$
				$P_2O_5$ общ	$P_2O_5$ водн	CaO	MgO	N	
1	1:1,99	22,96	90	17,59	0,0	35,18	0,56	1,85	2,000
2	1:2,21	25,51	100	18,08	0,0	33,66	0,56	1,51	1,862
3	1:2,32	26,79	105	18,11	0,15	32,34	0,56	1,35	1,786
4	1:2,43	28,06	110	18,02	0,31	30,97	0,55	1,28	1,719
5	1:2,54	29,34	115	17,83	0,46	29,45	0,55	1,24	1,652
6	1:2,65	30,61	120	17,59	0,62	28,32	0,54	1,21	1,610

С увеличением нормы кислоты содержание окиси кальция в сгущенной части снижаться с 35,18% до 28,32%, содержание окиси магния сохраняется на одном уровне. Содержание нитратного азота снижается с 1,85% до 1,21%. Кальциевый модуль сгущенного осадка изменяется с 2,000 до 1,610. Это указывает на то, что при норме азотной кислоты 29,34-30,61% идет вскрытие фосфатной части МОФК и образование мелких частиц фосфорита, которые удаляются с суспензией при декантации.

Состав сгущенного осадка после фильтрации, промывки и сушки содержит 30,12-31,14%  $P_2O_5$ , 48,93-54,26% CaO и имеет кальциевый модуль 1,538-1,801. Суспензия – раствор обогащения после декантации содержит 4,58%  $P_2O_{5общ.}$ , 10,85% CaO, 0,35% MgO, 2,17% азота.

На рисунке 1 приведена принципиальная технологическая схема обогащения МОФК ЦК растворами азотной кислоты и переработки обогащенного фосконцентрата на экстракционную фосфорную кислоту.



**Рис. 1. Технологическая схема азотнокислотного обогащения МОФК и переработки на экстракционную фосфорную кислоту**

1 - реактор-выщелачиватель; 2 - дозатор; 3 - отстойник; 4 - ёмкость; 5 - насос; 6 - экстрактор; 7 - карусельный вакуумный фильтр.

Исследования по обогащению МОФК экстракционной фосфорной кислотой (ЭФК) с последующей декантацией показали, что с повышением соотношения ЭФК:МОФК с 3:1 до 8:1 приводит к снижению  $P_2O_5$  с 26,22% до 22,70% в сгущенном осадке (табл. 7). При этом водная форма  $P_2O_5$  повышается с 7,60% до 9,95%, а содержание CaO с 28,12% снижается до 23,51-23,97% при соотношении МОФК:ЭФК 1:(5-6) и затем повышается до 25,25% при соотношении 1:8.

**Таблица 7**

**Влияние соотношения МОФК:ФК на химический состав сгущенного осадка**

№	МОФК:ЭФК	Состав сгущенного осадка, масс. %					
		$P_2O_{5\text{общ}}$	$P_2O_{5\text{водн}}$	CaO	MgO	H <sub>2</sub> O	CaO/ $P_2O_5$
1	1:3,0	26,22	7,60	28,12	0,61	29,88	1,51
2	1:4,0	25,27	8,84	24,91	0,66	32,85	1,52
3	1:5,0	24,79	9,62	23,51	0,72	34,37	1,55
4	1:6,0	24,75	9,86	23,97	0,80	34,90	1,61
5	1:7,0	24,20	9,91	25,01	0,90	37,61	1,75
6	1:8,0	22,70	9,95	25,25	1,02	43,30	1,98

В составе суспензии с повышением соотношения ЭФК:МОФК содержание общей формы  $P_2O_5$  повышается с 17,69% до 18,62% при соотношении МОФК:ЭФК = 1:6 и затем снижается до 17,81%. При этом содержание  $CaO_{\text{общ}}$  снижается с 9,15% до 4,96%. Причем, при соотношении МОФК:ЭФК от 1:4 до 1:6 содержание CaO практически не изменяется и составляет 6,73-7,96%. Оптимальными параметрами обогащения МОФК экстракционной фосфорной кислотой являются соотношение МОФК:ЭФК = 1:6. При этом не наблюдается извлечения  $P_2O_5$  в растворы обогащения, а содержание CaO максимальное.

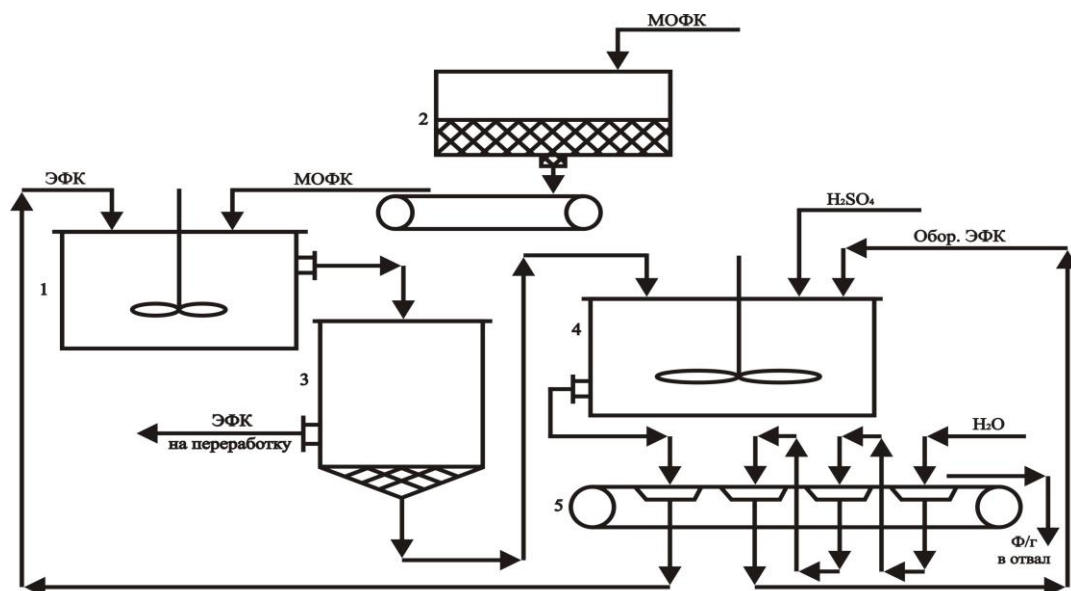
Разработана технологическая схема фосфорнокислотного обогащения с применением декантации и переработки на ЭФК, составлен материальный баланс обогащения МОФК (рис.2).

Разработанные технологии обогащения МОФК азотной и фосфорной кислотами апробированы в опытных условиях в НИХЛТ АО “Аmmofos-Махам”, которые подтвердили полученные данные в лабораторных условиях.

Технология обогащения МОФК экстракционной фосфорной кислотой принята к внедрению и будет использована при получении концентрированных, одинарных фосфорсодержащих удобрений с одновременным обогащением МОФК.

Предварительные технико-экономические расчеты показали эффективность обогащения МОФК азотной и экстракционной фосфорной кислотами.





**Рис.2. Технологическая схема фосфорнокислотного обогащения МОФК и переработки на экстракционную фосфорную кислоту**

1 - реактор-выщелачиватель; 2 - дозатор; 3 - отстойник; 4 - экстрактор;  
5 - карусельный вакуумный фильтр.

При переработке, обогащенного кислотами МОФК на ЭФК, экономия серной кислоты составляет 109,32 кг и 266,89 кг с каждой тонны МОФК. При обогащении и переработке 100 тыс. т МОФК экономический эффект составит 9,4 млрд. сум при обогащении азотной кислотой и 12,54 млрд. сум при обогащении фосфорной кислотой. Кроме того, снижается выход фосфогипса на 46,84 тыс. т или 23%.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты исследований, проведенных по теме диссертации позволяют сформулировать следующие общие выводы:

1. Термодинамические расчеты взаимодействия компонентов МОФК с растворами азотной, фосфорной, серной кислот показали, что оксид кальция из МОФК можно выщелачивать не только растворами минеральных кислот, но и водой, а тепловой эффект взаимодействия оксида кальция с серной кислотой составляет 422,22 кДж. Это почти столько же, сколько и при разложении фторапатита (447,56 кДж) или тепловой эффект единицы свободного оксида кальция в 3 с лишним раза больше, чем тепловой эффект фторкарбонатапатита. Это указывает на возможность значительного снижения теплового эффекта сернокислотного разложения фосконцентрата путем выщелачивания свободного оксида кальция из МОФК.

2. Фракционный и химический анализ МОФК по O'z DSt 2825÷2014 и установлено, что основное содержание  $P_2O_5$  находится во фракциях -0,5 ÷ +0,10 мм, а наибольшее содержание CaO во фракциях -0,5 мм, причем фракция -0,10 мм содержит от 54,6% до 58,0% окиси кальция. Отделение

мелкой -0,10 мм фракции показывает возможность снижения кальциевого модуля с 2,2 до 1,9.

3. При обработке МОФК водой и кислыми стоками МОФК разделяется на мелкую, медленно оседающую, и крупную, быстро оседающую фракции. При этом выход крупной фракции составляет 70-72% с кальциевым модулем 1,88 и мелкой фракции 28-30% с кальциевым модулем 3.1.

4. Исследованиями по обогащению мелкой фракции МОФК растворами азотной и фосфорной кислот установлено, что путем обработки мелкой фракции можно снизить кальциевый модуль до 1,76 и 1,56, а обработкой МОФК растворами азотной и фосфорной кислот можно снизить кальциевый модуль до 1,68 и 1,56, соответственно. Выявлены условия, при которых не наблюдается переход  $P_2O_5$  из фоссырья в растворы обогащения. Для азотной кислоты норма 27-28% из расчета на  $CaO_{общ.}$ , для фосфорной кислоты соотношение Т:Ж составляет 1:(5-8).

5. Фракционный и химический анализ показал, что в обогащенном фосконцентрате на класс крупности -1,0- +0,5 мм приходится 91,62% от общей массы и основное содержание  $P_2O_5$  находится в этих фракциях. Кальциевый модуль составляет 1,67-1,70.

Оптимальными условиями сернокислотной экстракции является норма серной кислоты 103%, концентрация оборотной фосфорной кислоты 15%  $P_2O_5$ , соотношение Т:Ж= 1:3, продолжительность процесса 2-4 часа. При этом коэффициент технологического выхода повышается до 97,72 и скорость фильтрации увеличивается до  $2382 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{ч.}$ , а содержание  $P_2O_5$  в кислоте составляет 20,30-21,90%.

6. Исследования по утилизации растворов обогащения объясняют возможность их переработки на эффективные жидкие и гранулированные азотно-кальциевые удобрения для засоленных и слабозасоленных почв, концентрированные, одинарные и сложные фосфорсодержащие удобрения – аммофос высшего сорта, аммофосфат, двойной суперфосфат и чистые соли фосфорной кислоты – кормовые фосфаты аммония, кальция.

7. Разработаны технологические схемы, материальные балансы процессов обогащения МОФК растворами азотной и экстракционной фосфорной кислотами. Проведенные предварительные технико-экономические расчеты указывают на высокую экономическую эффективность предварительного обогащения МОФК при получении экстракционной фосфорной кислоты и переработке растворов обогащения.

При переработке 100 тыс. тонн МОФК экономическая эффективность при обогащении азотной кислотой составит 9,4 млрд. сум, фосфорной кислотой 12,54 млрд. сум.

**SCIENTIFIC COUNCIL AWARDING SCIENTIFIK DEGREES  
DSc.27.06.2017.K/T.35.01 AT INSTITUTE OF GENERAL AND  
INORGANIC CHEMISTRY AND TASHKENT CHEMIKAL-  
TECHNOLOGICAL INSTITUTE**

---

**TASHKENT CHEMIKAL TECHNOLOGICAL INSTITUTE**

**UMAROV SHAVKAT ISOMIDDINOVICH**

**DEVELOPMENT OF EFFECTIVE TECHNOLOGY ENRICHMENT  
PHOSPHORITES OF CENTRAL KYZYLKUM BY NITRIC AND  
PHOSPHORIC ACIDS**

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

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

**TASHKENT – 2018**

**The theme of dissertation for doctor of philosophy (PhD) degree was registered at the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under the number B2017.3.PhD /299.**

Dissertation was carried out at Tashkent institute of chemical technology.

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

**Research supervisors:**

**Mirzakulov Kholtura Chorievich**  
Doctor of technical sciences, Professor

**Official opponents:**

**Namazov Shafaat Sattarovich**  
Doctor of technical sciences, Professor,  
academician

**Shamshidinov Israiljon Turgunovich**  
Doctor of technical sciences

**Leading organization:**

**Navoi institute of state mountain**

The defense will take place «20» December 2018 at "14<sup>00</sup> o'clock at the meeting of scientific council DSc.27.06.2017.K/T.35.01 General and Inorganic Chemistry, Tashkent Chemical Technological Institute, (Address: 100170, Tashkent city, Mirzo Ulug'bek district, Mirzo Ulug'bek street, 77-a. Tel/fax: (+99871 262-56-60, +99871 262-79-90), e-mail: [ionxanruz@mail.ru](mailto:ionxanruz@mail.ru)).

It is possible to familiarise with the dissertation in the information-resource centre of Institute of the general and inorganic chemistry (it is registered for № 29). (The Address: 100170, Tashkent, street Mirzo Ulug'bek, 77. Ph.: (+99871) 262-56-60).

The dissertation author's abstract is dispatched on December, 07, 2018.  
(The register of the report of dispatch № 29 from December, 07, 2018).

**B.S. Zakirov**

Chairman of the scientific council awarding  
scientific degrees, Dr ch.sci., prof.

**D.S. Salikhanova**

Scientific secretary of the scientific council awarding  
scientific degrees, Dr tech. sci.

**S.A. Abdurakhimov**

Chairman of scientific seminar at scientific council on  
awarding of scientific degrees, Dr tech. sci., prof.

## INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

**The aim of the research work:** is the development of an effective technology for enriching WBPhC with solutions of nitric and extraction phosphoric acids.

**The objects of the research work:** the WBPhC CK, nitric and extraction phosphoric the acids, enriched phosconcentrate, liquid and granulated nitrogen-calsium and phosphoprous-containing fertilizers, salts of phosphoric acid.

**The scientific novelty of dissertational research:**

For the first time, was revealed that the influence of technological parameters on the enrichment process of WBPhC CK with water, acidic effluents, solutions of nitric and extraction phosphoric acids and the mutual influence of process parameters was established;

the conditions for the enrichment of WBPhC with solutions of nitric and phosphoric acids, under which no transfer of phosphorus to the enrichment solutions occurs;

the optimal conditions were established for the technological mode for the production of partially defluorinated and disulpha-nated extraction phosphoric acid containing calcium;

for the first time, was established the possibility of obtaining higher grade ammophos and pure solutions of monoammonium phosphate from WBPhC phosphate-acid enrichment solutions.

**Implementation of the research results.** Based on the obtained scientific data on the development of the WBPhC enrichment technology with solutions of nitric and phosphoric acids:

obtained patent by the Agency on Intellectual Property of the Republic of Uzbekistan for the “Method of enrichment of high carbonated phosphorites” (No. IAP 05667). As a result, it becomes possible to obtain a phosphate concentrate enriched in  $P_2O_5$  with a calcium module of 1.6-1.7 and enrichment solutions that are processed into nitrogen-calcium, phosphorus-containing fertilizers, ammonium and calcium phosphates of fodder purity;

the technology of enrichment the WBPhC is included in the list of promising developments of Ammofos-Maxam JSC (reference of “Uzkimyosanoat” JSC dated November 9, 2018, No. 01 / 3-5054 / A). The introduction of this technology will save up to 266 kg of sulfuric acid from each ton of WBPhC, reduce the temperature in the extractor, improve the technological performance of the production of phosphoric acid and get the first grade ammofos of the highest grade from CK phosphates.

**The structure and volume of the dissertation.** The structure of the dissertation consists of an introduction, five chapters, conclusion, the list of the references, applications. The volume of the dissertation is 120 pages.

## ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ

### Список опубликованных работ

#### List of published works

#### I бўлим (I часть; part I)

1. Умаров Ш.И., Меликулова Г.Э., Усманов И.И., Мирзакулов Х.Ч. Исследование процесса обогащения термоконцентрата из фосфоритов Центральных Кызылкумов растворами азотной кислоты // Химия и химическая технология. - Ташкент, 2014. - № 2. - С. 11-15. (02.00.00 № 3).

2. Мирзакулов Х.Ч., Умаров Ш.И., Насридинов А.У., Меликулова Г.Э., Усманов И.И. Исследование процессов снижения кальциевого модуля в мытом, обожженном фосконцентрате Центральных Кызылкумов // Узбекский химический журнал. - Ташкент, 2015. - № 6. - С. 42-46. (02.00.00 № 6).

3. Мирзакулов Х.Ч., Насридинов А.У., Умаров Ш.И., Адинаев Х.А., Усманов И.И. Обогащение мытого обожженного фосконцентрата Центральных Кызылкумов растворами азотной кислоты // Узбекский химический журнал. - Ташкент, 2016. - № 2. - С. 63-66. (02.00.00 № 6).

4. Насридинов А.У., Умаров Ш.И., Усманов И.И., Мирзакулов Х.Ч. Обогащение мытого обожженного фосконцентрата Центральных Кызылкумов растворами фосфорной кислоты // Узбекский химический журнал. - Ташкент, 2016. - № 3. - С. 62-65. (02.00.00 № 6).

5. Умаров Ш.И., Меликулова Г.Э., Усманов И.И., Мирзакулов Х.Ч. Экстракционная фосфорная кислота из обогащенного азотной кислотой мытого, обожженного фосконцентрата Центральных Кызылкумов // Universum: Технические науки: электрон научн. журн. 2017 № 8 (41). <http://7universum.com/ru/tech/archive/item/3083> - С. 64-68. (02.00.00 № 1).

6. Umarov Sh.I., Mirzakulov Kh.Ch., Abdurakhmanov B.M., Zulyarova N.Sh. Research of the Process of Processing of Nitrogen Sulfate Solutions for Enhancing the Phosconcentrate of Central Kyzylkum to Liquid Fertilizers // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. India. Vol. 5, Issue 5, May 2018. [ISSN: 2350-0328] pp. 5706-5710. (05.00.00 № 8).

7. Умаров Ш.И., Меликулова Г.Э., Усманов И.И., Мирзакулов Х.Ч. Исследование процесса переработки фосфорнокислых растворов обогащения фосконцентрата Центральных Кызылкумов // Universum: Технические науки: электрон. научн. журн. 2018. № 6(51). URL: <http://7universum.com/ru/tech/archive/item/6088>. (02.00.00 № 1).

#### Патентлар (патены; patents)

#### II бўлим (II часть; part II)

8. Патент РУз. № IAP 05667. «Способ обогащения высококарбонатных фосфоритов». Мирзакулов Х.Ч., Халмуминов С.А., Усманов И.И., Меликулова Г.Э., Умаров Ш.И. Оpub. 31.10.2018. – Бюл. № 10.

9. Патент РУз. № IAP 05054 UZ. «Способ получения кормового преципитата». / Мирзакулов Х.Ч., Усманов И.И., Садыков Б.Б., Волынскова Н.В., Меликулова Г.Э., Умаров Ш.И. (UZ) /. Оpub. 31.07.2015. – Бюл. № 7.

**Илмий тўпламларда эълон қилинган мақолалар ва тезислар**  
**Статьи и тезисы, опубликованные в сборниках научных трудов**  
**Articles and theses, published in collected scientific works III бўлим**  
**(III часть; part III)**

10. Меликулова Г.Э., Алимов Ш.Б., Умаров Ш.И., Усманов И.И., Мирзакулов Х.Ч. Исследование процесса получения растворов нитрата кальция из термически обогащенного фосконцентрата Центральных Кызылкумов // Проблема предмета биоорганической химии: VII Республиканской конференции молодых химиков, 3-часть. - 25-26 ноябрь, 2011. - Наманган, - С. 38-40.

11. Умаров Ш.И., Меликулова Г.Э., Алимов Ш.Б., Усманов И.И., Мирзакулов Х.Ч. Азотнокислотное обогащение фосфоритов Центральных Кызылкумов // Материалы региональной Центрально-азиатской международной конференции по химической технологии. Под редакцией: С.М. Турабджанова, Д.С. Кадыровой Ю.А. Заходяевой, В.В. Беловой. - Москва, 2012 г. - С. 91-92.

12. Умаров Ш.И., Меликулова Г.Э., Усманов И.И., Мирзакулов Х.Ч. Фосфорнокислотное обогащение фосфоритов Центральных Кызылкумов // Материалы региональной Центрально-азиатской международной конференции по химической технологии. Под редакцией: С.М. Турабджанова, Д.С. Кадыровой, Ю.А. Заходяевой, В.В. Беловой. - Москва, 2012 г. - С. 93-94.

13. Умаров Ш.И., Мирзакулов Х.Ч., Усманов И.И., Эрматов Н.И. Исследование процессов механической активации фосфоритов Центральных Кызылкумов // «Актуальные проблемы инновационных технологий химической, нефтегазовой и пищевой промышленности» Сборник трудов научно-технической конференции 22 ноября 2012. - Ташкент, 2012. - С. 249-251.

14. Умаров Ш.И., Меликулова Г.Э., Волынскова Н.В., Усманов И.И. Термодинамическое обоснование возможности улучшения технологических показателей производства экстракционной фосфорной кислоты // Сборник материалов Республиканской научно-технической конференции «Состояние и перспективы инновационных разработок в области технологии неорганических веществ и химизации сельскохозяйственного производства». - Ташкент, ИОНХ АН РУз. 16-17 мая 2013 г. - С. 124-127.

15. Умаров Ш.И., Вокосов С., Тураев К.А., Мирзакулов Х.Ч. Исследование процесса получения экстракционной фосфорной кислоты из обогащенного мытого обожженного фосконцентрата Центральных Кызылкумов // «Проблемы внедрения инновационных идей, технологий и

проектов в производства»: Сборник материалов Республиканской научно-технической конференции. 16-17 мая 2014 г. - Джиззах, 2014. - С. 101-103.

16. Умаров Ш.И., Юлдошев Х.М., Усманов И.И., Мирзакулов Х.Ч. Обогащение мытого обожженного фосконцентрата Центральных Кызылкумов // “Иқтисодийётни модернизация қилиш ва технологик янгилаш шароитида фан-таълим - ишлаб чиқариш интеграциясини ривожлантириш муаммолари ва ечимлари” мавзусидаги Республика илмий-амалий анжумани. ҚарМИИ, - Қарши. 29-30 май 2015 й. - С. 220-222.

17. Насридинов А.У., Умаров Ш.И., Меликулова Г.Э., Мирзакулов Х.Ч., Усманов И.И. Исследование процесса обогащения мытого обожженного фосконцентрата Центральных Кызылкумов // «VIII - Международная научно-технологическая конференция» Горно-металлургический комплекс: Достижения, проблемы и современные тенденции развития. - Навои, 19-21 ноября 2015 г. - С. 151.

18. Насридинов А.У., Умаров Ш.И., Усманов И.И., Мирзакулов Х.Ч. Исследование процесса водного обогащения мытого обожженного фосконцентрата Центральных Кызылкумов // «Актуальные вопросы в области технических и социально экономических наук». - Часть 1. - Ташкент, 2015. - С. 197-198.

19. Насриддинов А.У., Умаров Ш.И., Мирзакулов Х.Ч. Изучение физико-механических свойств мытого обожженного фосконцентрата Центральных Кызылкумов и процесса его переработки на экстракционную фосфорную кислоту // «Умидли кимёгарлар»: Труды XXV – научно – технической конференции молодых ученых, магистрантов и студентов бакалавриата. 5-8 апрель 2016 г. - Ташкент, 2016. - С. 30-31.

20. Умаров Ш.И., Усманов И.И., Мирзакулов Х.Ч., Насриддинов А.У. Обогащение мелкой фракции мытого обогащенного фосконцентрата Центральных Кызылкумов раствором фосфорной кислоты // «Актуальные проблемы инновационных технологий химической, нефтегазовой и пищевой промышленности». Сборник трудов международной научно-технической конференции 26-27 мая 2016. - Ташкент, 2016. - С. 385-386

21. Умаров Ш.И., Усманов И.И., Мирзакулов Х.Ч. Обогащение фосконцентрата Центральных Кызылкумов растворами азотной и фосфорной кислот // Первая международная конференция «Ресурсосберегающие технологии переработки фосфоритов Центральных Кызылкумов в фосфорсодержащие удобрения и фосфорные соли». Тезисы докладов. Ташкент – Алмалык, 2016. - С.30.

22. Умаров Ш.И., Меликулова Г.Э., Усманов И.И., Мирзакулов Х.Ч. Исследования процессов получения дикальцийфосфата кормовой чистоты // Первая международная конференция «Ресурсосберегающие технологии переработки фосфоритов Центральных Кызылкумов в фосфорсодержащие удобрения и фосфорные соли». Тезисы докладов. Ташкент - Алмалык, 2016. - С. 65.

23. Меликулова Г.Э., Арифжанова К.С., Умаров Ш.И., Мирзакулов Х.Ч. Кормовой дикальцийфосфат и удобрительный монокалийфосфат из



фосфоритов Центральных Кызылкумов // Республиканской научно-технологической конференции Горно-металлургический комплекс: Достижения, проблемы и перспективы инновационного развития. Навои, 15-16 ноября 2016 г. - С. 390.

24. Умаров Ш.И., Усманов И.И., Мирзакулов Х.Ч. Обогащение мелкой фракции фосконцентрата Центральных Кызылкумов растворами фосфорной кислоты // Республиканской научно-технологической конференции Горно-металлургический комплекс: Достижения, проблемы и перспективы инновационного развития. Навои, 15-16 ноября 2016 г. - С. 393.

25. Умаров Ш.И., Усманов И.И., Мирзакулов Х.Ч. Фосфорнокислотное обогащение мытого обожженного фосконцентрата Центральных Кызылкумов // «Актуальные проблемы инновационных технологий в развитии химической, нефте-газовой и пищевой промышленности» Сборник трудов международной научно-технической конференции. Ташкент Часть 1. 26-27 май 2017. С.

26. Умаров Ш.И., Меликулова Г.Э., Усманов И.И., Мирзакулов Х.Ч. Переработка растворов азотнокислотного обогащения мытого обожженного фосконцентрата // Академик А.Ф.Ганиевнинг 85 йиллигига бағишланган “Аналитик кимё фанининг долзарб муаммолари” V-Республика илмий-амалий анжумани материаллари тўплами. 26-28 апрель 2017 йил. Термиз. 143-144 б.

27. Умаров Ш.И., Меликулова Г.Э., Усманов И.И., Мирзакулов Х.Ч. Переработка растворов обогащения мытого обожженного фосконцентрата на дикальцийфосфат // IX-Международной научно-технологической конференции: «Достижения, проблемы и современные тенденции развития горно-металлургического комплекса» Навои, 12-14 июня 2017 г. С. 440.

28. Mirzakulov Kh. Ch., Umarov Sh.I., Melikulova G.E., Arifdjanova K.S. Complex processing of phosphorites of Central Kyzylkum to traditional and new kinds of phosphor contents fertilizers and salt of phosphoric acid // Proceedings of the international conference on integrated innovative development of Zarafshan region: achievements, challenges and prospects Volume I. 26-27 October, 2017. Navoi. – P. 369-373.

29. Умаров Ш.И., Усманов И.И., Мирзакулов Х.Ч. Исследование процесса обогащения мытого обожженного фосконцентрата экстракционной фосфорной кислотой // ТХТИ. Республика илмий-техникавий конференция. Тошкент. 2018 йил 22-23 ноябрь. -С. 65.

30. Умаров Ш.И., Меликулова Г.Э., Усманов И.И., Мирзакулов Х.Ч. Технология обогащения мытого, обожженного фосконцентрата Центральных Кызылкумов // Сборник материалов Международной научно-технической конференции: «Современное состояние и перспективы развития производства фосфорсодержащих удобрений на основе фосфоритов Центральных Кызылкумов и Каратау» Ташкент, ИОНХ АН РУз. 25-26 октября 2018 г. -С. 89.

Автореферат «Ўзбекистон кимё журналі» тахририятида  
тахрирдан ўтказилди.

Босишга рухсат этилди: 06.12.2018 йил  
Бичими 60x84 <sup>1/16</sup>. «Times New Roman»  
гарнитурда рақамли босма усулда чоп этилди.  
Шартли босма табоғи 3,25. Адади 80. Буюртма №06-12

«IMPRESS MEDIA» MChJ босмахонасида чоп этилди.  
Тошкент шаҳри, Қушбеги кўчаси, 6-уй.

