

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

УМУМИЙ ВА НООРГАНИК КИМЁ ИНСТИТУТИ

РАСУЛОВ АЪЗАМЖОН АВАЗЖОНОВИЧ

**ҚИЗИЛҚУМ ФОСФОРИТЛАРИНИ ФОСФАТ КИСЛОТАЛИ ҚАЙТА
ИШЛАШ АСОСИДА БОЙИТИЛГАН СУПЕРФОСФАТ ВА
КОМПЛЕКС ЎВИТЛАР ОЛИШ ТЕХНОЛОГИЯСИ**

02.00.13 – Ноорганик моддалар ва улар асосидаги материаллар технологияси

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

Тошкент – 2020

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

Расулов Аъзамжон Авазжанович

Қизилқум фосфоритларини фосфат кислотали қайта ишлаш асосида бойитилган суперфосфат ва комплекс ўғитлар олиш технологияси..... 3

Расулов Аъзамжон Авазжанович

Технология получения обогащенного суперфосфата и комплексных удобрений на основе фосфорнокислотной переработки Кызылкумских фосфоритов..... 21

Rasulov Azamjon Avazjonovich

Technology of enriched superphosphate and complex fertilizers based on phosphoric acid processing Kuzylkum phosphorite..... 39

Эълон қилинган ишлар рўйхати

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

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

УМУМИЙ ВА НООРГАНИК КИМЁ ИНСТИТУТИ

РАСУЛОВ АЪЗАМЖОН АВАЗЖОНОВИЧ

**ҚИЗИЛҚУМ ФОСФОРИТЛАРИНИ ФОСФАТ КИСЛОТАЛИ ҚАЙТА
ИШЛАШ АСОСИДА БОЙИТИЛГАН СУПЕРФОСФАТ ВА
КОМПЛЕКС ЎВИТЛАР ОЛИШ ТЕХНОЛОГИЯСИ**

02.00.13 – Ноорганик моддалар ва улар асосидаги материаллар технологияси

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

Тошкент – 2020

Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси хузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2017.3.PhD/T429 рақам билан рўйхатга олинган.

Докторлик диссертацияси Умумий ва ноорганик кимё институтида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий кенгаш веб-саҳифасида (www.ionx.uz) ва «ZiyoNet» ахборот-таълим порталида (www.ziyounet.uz) жойлаштирилган.

Илмий раҳбар:

Намазов Шафоат Саттарович
техника фанлари доктори, профессор,
академик

Расмий опонентлар:

Шамшидинов Исроилжон Тургунович
техника фанлари доктори, профессор

Реймов Ахмед Мамбеткаримович
техника фанлари доктори, профессор

Ётақчи ташкилот

Навоий Давлат кенчилик институти

Диссертация химояси Умумий ва ноорганик кимё институти хузуридаги DSc. 02/30.12.2019.K/T.35.01 рақамли Илмий кенгашнинг «18» июнь 2020 йил соат 10⁰⁰ 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).

Диссертация билан Умумий ва ноорганик кимё институтининг Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (7 рақам билан рўйхатга олинган). (Манзил: 100170, Тошкент шаҳри, Мирзо-Улугбек кўчаси, 77-а. Тел.: (99871) 262-56-60.

Диссертация автореферати 2020 йил «16» июнь куни тарқатилди.
(2020 йил «16» июнь даги 7- рақамли реестр баённомаси).



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

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

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

КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Жаҳон тажрибасидан маълумки, кимё саноати ҳозирги замонавий илмий-техник таррақиётни белгилаб беради ва шу сабабли кимёлаштириш даражаси мамлакат иқтисодиёти ривожланишининг асосий мезони ҳисобланади. Ҳозирги кунда қишлоқ хўжалигини озуқа моддалари турли хил нисбатдаги минерал ўғитлар (тупроқ агрокимёси ва экинларни озиклантиришда қуйилган талабларни инобатга олган ҳолда) билан таъминлаш масаласи кескин қуйилмоқда, бу эса ўғитларни ишлаб чиқариш бўйича янги технологик ечимларни ишлаб чиқишни талаб этади. Бу борада ўсимликларни етиштиришнинг ҳар хил вегетацион даврларида қўллашга мўлжалланган кенг ассортиментдаги бирламчи ва комплекс ўғитлар технологияларини жорий қилиш катта аҳамият касб этади.

Бутун дунёда фосфорли ўғитлар ишлаб чиқариши фосфат хом ашёсини қайта ишлаш ва техноген чиқиндиларнинг тўпланиши билан бевосита боғлиқдир. Шу сабабли, паст навли фосфоритларни қайта ишлаш, чиқиндиларни бартараф этиш ва минерал кислоталар сарфини камайтиришни таъминлайдиган рационал ва иқтисодий техник ечимларни ишлаб чиқиш ва амалга ошириш долзарб вазифа ҳисобланади. Бу мақсад учун қуйидаги йўналишларда тегишли илмий-техник ечимларни асослаш зарур: фосфат хом ашёсини фосфоркислотали қайта ишлаш йўли билан концентранган фосфорли ва азотфосфорли ўғитлар олишнинг мақбул шароитларини аниқлаш; фосфат хом ашёсини фосфоркислотали гипсли бўтқа (ФКГБ) ва фосфор ва сульфат кислоталари аралашмаси билан парчалаш асосида бойитилган суперфосфат ва аммофосфатли ўғитлар олиш технологиясини ишлаб чиқиш.

Республикамизда кенг миқёсда амалга оширилаётган чора-тадбирлар ва инновацион ишланмалар натижасида азот, фосфор ва калийли, ундан ташқари комплекс ва органоминерал ўғитлар ишлаб чиқариши соҳасида муайян натижаларга эришилмоқда. Ўзбекистон Республикасининг 2017-2021 йилларга мўлжалланган ҳаракатлар стратегиясининг учинчи йўналишида «...саноатни юқори технологияли қайта ишлаш тармоқларини, энг аввало, маҳаллий хом ашё ресурсларини чуқур қайта ишлаш асосида юқори қўшимча қийматли тайёр маҳсулот ишлаб чиқариш...»¹ каби муҳим вазифалар белгилаб берилган. Шу нуқтаи назардан маҳаллий хом ашёларни қўллаш йўли билан кузги шудгорда ҳамда ўсимликларни экиш ва озиклантиришда зарур бўлган бойитилган суперфосфат ва аммофосфатли ўғитлар олишнинг рационал технологиясини ишлаб чиқиш муҳим аҳамият касб этади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947 сон «2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича бешта йўналишдаги Ҳаракатлар стратегияси» тўғрисидаги Фармони ҳамда ва 2018 йил 25 октябрдаги ПҚ-3983 сон

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

«Ўзбекистон Республикаси кимё саноатини кескин ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида» ва 2019 йил 3 апрелдаги ПҚ-4265-сон «Кимё саноатини янада ислоҳ қилиш ва унинг инвестициявий жозибadorлигини ошириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги Қарорлари, шунингдек мазкур фаолиятга тегишли меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни бажаришга ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

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

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Илмий-техник адабиётда Қоратоғ ва Қизилқум фосфоритларини сульфат, фосфат ва нитрат кислоталари билан қайта ишлаш йўли билан бирламчи фосфорли ва азотфосфорли ўғитлар олиш бўйича кенг маълумотлар мавжуд (Набиев М.Н., Беглов Б.М., Намазов Ш.С., Таджиев С.М., Амирова А.М., Мирзакулов Х.Ч., Жураев М.Т., Реймов А.М., Волынскова Н.В., Шамшидинов И.Т., Саттаров Т.А., Умаров С.А., Каноатов Х.М.). Масалан, М.Т.Жураев, И.Т.Шамшидинов ва Х.Ч.Мирзакуловлар камерали ва оқимли усулларни қўллаб, Қоратоғ ва Қизилқум фосфоритлари асосида қўш суперфосфат жараёнини текширган. Аммо қўш суперфосфат олиш учун сифатли фосфат хомашё ва концентранган фосфор кислота зарур. Паст навли фосфоритларни фосфоркислотали фаоллаштириш йўли билан кальций димонофосфатини олиш усули мавжуд бўлиб, уни олиш жараёни Х.М.Каноатов томонидан ўрганилган. Аммо унинг натижалари амалиётга жорий қилинмаган. С.М.Таджиев томонидан ювиб қуритилган концентратни (ЮҚК – 17-18% P_2O_5) сульфаткислотали парчалаш йўли билан оддий суперфосфат олиш технологиясида жуда паст сифатдаги маҳсулот олинади (12% дан кам P_2O_5 ўзл.). С.А.Умаров томонидан оддий фосфорит унини (16-18% P_2O_5) фосфор ва сульфат кислоталари аралашмаси билан парчалаш йўли билан бойитилган суперфосфат (26% P_2O_5 , 3% N) технологияси ишлаб чиқилган. Камчилиги – кислоталарнинг нисбатан юқори сарфи ва эркин нордонликни аммиак билан нейтраллаш зарурияти. Т.А.Саттаров томонидан Қизилқум фосфоритларини фосфоркислотали парчалаш йўли билан аммофосфат технологиси ишлаб чиқилган. Аммофосфатда моноаммонийфосфатдан ташқари дикальцийфосфат, гидроксилфторapatит, парчаланмаган фосфорит, ортиқча ЭФКни аммонийлашда қаттиқ фазага чўккан комплекс тузлар мавжуд. Ушбу сувда эримайдиган бирикмалар аммофосфат сифатини сезиларли даражада ёмонлаштиради.

Жаҳонда Позин М.Е., Классен П.В., Завертяева Т.И., Казак В.Г., Бризицкая Н.М., Бродский А.А., Новиков А.А., Ангелов А.И., Соболев Н.К., Суетинов А.А., Стародубцев В.С., Янишевский Ф.В. ва бошқалар оддий ва бойитилган суперфосфатлар, аммофосфатли ўғитлар олиш технологияларини ишлаб чиқиш бўйича қатор илмий-тадқиқот ишларини ўтказишган.

Таъкидлаш лозимки, Қизилқум фосфорит комплексида фосфорит унини хлордан ювиш жараёнида 24-26% P_2O_5 тутган ЮҚК олинади. ЮҚК мисолида

бойитилган суперфосфат ва аммофосфатли ўғитлар олиш жараёни ҳеч ким томонидан ўрганилмаган. Бойитилган суперфосфат олиш учун эса суперфос-NS ишлаб чиқаришининг оралиқ маҳсулоти – ФКГБ биринчи маротаба жалб этилади. Ундан ташқари карбонатли фосфоритларни фосфорсульфат кислотали парчалаш маҳсулотлари асосида бирламчи фосфорли ва азотфосфорли ўғитлар олишга ёндашиш қилинмаган.

Диссертация мавзусининг диссертация бажарилаётган илмий-тадқиқот муассасининг илмий-тадқиқот ишлари билан боғлиқлиги. Диссертация иши Умумий ва ноорганик кимё институтининг илмий-тадқиқот ишлари режасининг ФА-А12-137 «Марказий Қизилқум фосфоритларининг чиқиндисини фосфорли ўғитларга қайта ишлаш технологиясини ишлаб чиқиш» (2015-2017 йй.) ва ПЗ-20170926269 «Марказий Қизилқум фосфоритлари минераллашган массаси ва ювиб қуритилган концентрати асосида бирламчи ва мураккаб фосфорли ўғитлар олишнинг ресурстежамкор ва юқори самарали технологиясини ишлаб чиқиш» (2018-2020 йй.) мавзуларидаги амалий лойиҳалар доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади Қизилқум фосфоритларини фосфоркислотали қайта ишлаш асосида бойитилган суперфосфат ва концентранган маркадаги аммофосфат олиш технологияларини ишлаб чиқишдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

Қизилқум фосфоритларининг таркиб ва хосаларини аниқлаш (ювиб қуритилган концентрат – ЮҚК, оддий фосфорит уни – ОФУ, минераллашган масса – ММ);

ЮҚК, ОФУ ва ММларни ҳар хил Суюқ (С) : қаттиқ (Қ) нисбатдаги ФКГБ ёрдамида фаоллаштириш асосида бойитилган суперфосфат олиш жараёнини тадқиқ этиш;

монокальцийфосфат ҳосил қилишга қаратилган фосфор ва сульфат кислоталари аралашмасининг ҳар хил меъёрларида ОФУни парчалаш асосида аммонийлашган суперфосфат олиш жараёнини тадқиқ этиш;

ЮҚКни сульфат ва нитрат кислоталари кўшимчаси билан фосфоркислотали парчалаш асосида аммофосфат, сульфо- ва нитроаммофосфатли ўғитлар олиш жараёнларини ўрганиш;

ЮҚК ва ММларни фосфорсульфаткислотали парчалаш маҳсулотларини қаттиқ ва суюқ фазаларга ажратиш йўли билан мос равишда бойитилган суперфосфат ва азотфосфорли ўғитлар олиш орқали аммофосфатли ўғитнинг сифатини яхшилаш;

Бойитилган суперфосфат ва аммофосфатли ўғитларнинг физик-кимёвий хоссаларини ўрганиш ва тузли таркибларини аниқлаш;

тавсия қилинаётган ўғитлар олиш жараёнининг технологик параметрларини «Аmmofos-Махам» АЖда синовдан ўтказиш орқали янги маҳсулотларнинг тажриба партиясини ишлаб чиқариш ва уларнинг агрокимёвий самарадорлигини баҳолаш;

бойитилган суперфосфат ва аммофосфатли ўғитларнинг технологик тизимини ишлаб чиқиш, моддий баланс ва техник-иқтисодий кўрсаткичларини ҳисоблаш.

Тадқиқотнинг объекти ювиб қуритилган концентрат, оддий фосфорит уни, минераллашган масса, фосфоркислотали гипсли бўтқа, фосфор ва сульфат кислоталари аралашмаси, бойитилган суперфосфатлар ва аммофосфатли ўғитлар.

Тадқиқотнинг предмети фосфоркислотали гипсли бўтқа ҳамда фосфор ва сульфат кислоталари аралашмасини қўллаш орқали Қизилқум фосфоритларни мос равишда бойитилган суперфосфат ва концентранган аммофосфатга қайта ишлаш жараёни ҳисобланади.

Тадқиқотнинг усуллари. Кимёвий, физик-механик ва рентгенографик таҳлил усуллари, ундан ташқари вегетацион ва лизиметрик шароитлардаги агрокимёвий синовлари ҳисобланади.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

фосфат хом ашёсига фосфоркислотали гипсли бўтқа (ФКГБ) билан ишлов берилганда ундаги фосфорнинг ўсимлик ўзлаштирмайдиган шаклдан ўзлашувчан ва сувда эрувчан шаклга ўтиши аниқланган;

ФКГБ даги Суюқ : Қаттиқ ва Бўтқа : Фосфорит мақбул нисбатлари аниқланган бўлиб, бунда бойитилган суперфосфат нисбий шакли 50% дан кам бўлмаган сувда эрувчан P_2O_5 тутиши асосланган;

фосфорит унини парчалашда фосфор ва сульфат кислоталари аралашмаси мақбул меъёрлари, ундан ташқари $SO_3 : P_2O_5$ мақбул нисбатларида аммонийлашган суперфосфат аммоний сульфатфосфатга солиштирганда сезиларли устунликка эга эканлиги аниқланган;

аммофосфатли ўғитнинг сифатини яхшилаш ва қўшимча равишда бойитилган суперфосфат олишга имкон берувчи фосфат хом ашёсини кислотали парчалаш маҳсулотларини ажратиш шароитлари асосланган;

карбонатли фосфоритларни фосфоркислотали қайта ишлаш йўли билан бойитилган суперфосфат ва концентранган аммофосфат олиш технологиялари ишлаб чиқилган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

карбонатли фосфоритларни фосфоркислотали гипсли бўтқа билан кимёвий фаоллаштириш йўли билан бойитилган суперфосфат олиш технологияси яратилган;

ювиб қуритилган концентратни нитрат ва сульфат кислоталари қўшимчаси билан фосфоркислотали парчалаш асосида аммофосфатли, нитро-ва сульфоаммофосфатли ўғитлар олиш технологияси ишлаб чиқилган;

ягона технологик циклда карбонатли фосфоритларни фосфорсульфат-кислотали парчалаш маҳсулотларини қайта ишлаш йўли билан бирламчи фосфорли ва азотфосфорли ўғитлар олиш технологияси ишлаб чиқилган;

бойитилган суперфосфат ва аммофосфатли ўғитлар олиш технологияларининг синовлари «Аmmofos-Махам» АЖда ўтказилган ва янги турдаги маҳсулотларнинг тажриба партиялари яратилган;

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

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.

Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти шу билан белгиланадики, улар карбонатли фосфоритларни фосфоркислотали гипсли бўтқа ҳамда фосфор ва сульфат кислоталари аралашмаси билан фаоллаштириш ва парчалаш асосида бойитилган ва аммонийлашган суперфосфат; ЮҚҚни фосфоркислотали қайта ишлаш асосида аммофосфатли ўғитлар ишлаб чиқиш; фосфорсульфаткислотали парчалаш маҳсулотларини қайта ишлаш асосида бир вақтнинг ўзида бойитилган суперфосфат олиш орқали аммофосфатли ўғитнинг сифатини яхшилашга асос солди.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти шундан иборатки, ишлаб чиқилган технологиялар қишлоқ хўжалигини кузги шудгорда қўллаш учун бойитилган суперфосфат, ўсимликни экиш ва озиклантиришда қўллаш учун концентранган аммофосфат билан таъминлайди. Тавсия этилган технологиялар тайёр маҳсулот кўринишида бир тонна P_2O_5 олишда сульфат ва фосфат кислоталар, аммиак каби қиммат ҳисобланадиган дастлабки материаллар ва энергетик маблағлар сарфини сезиларли камайтиришга хизмат қилади.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Қизилқум фосфоритларини фосфоркислотали қайта ишлаш асосида бойитилган суперфосфат ва комплекс ўғитлар олиш технологияларини ишлаб чиқиш бўйича олинган илмий натижалар асосида:

ювиб қурилган концентратни фосфоркислотали бўтқа билан фаоллаштириш йўли билан бойитилган суперфосфат олиш технологияси «Аmmofos-Махам» АЖнинг истиқболли ишланмалар рўйхатига киритилган («Аmmofos-Махам» АЖ нинг 01 июнь 2020 йилдаги 923/С рақамли маълумотномаси). Натижада фосфогипс ҳажмини сезиларли камайтириш ва қишлоқ хўжалигида кузги шудгорда қўллаш учун бирламчи фосфорли ўғит билан таъминлаш имконини берган;

фосфоркислотали қайта ишлаш асосида аммофосфатли ўғит олиш технологияси «Аmmofos-Махам» АЖнинг истиқболли ишланмалар рўйхатига киритилган («Аmmofos-Махам» АЖ нинг 01 июнь 2020 йилдаги 923/С рақамли маълумотномаси). Натижада агрокимёвий самарадорлиги бўйича анъанавий фосфорли ўғитлардан қолишмайдиган фосфорли ўғитлар ассортиментини кенгайтириш имконини берган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Мазкур тадқиқот натижалари 2 та халқаро ва 3 та республика илмий-амалий анжуманларда муҳокамадан ўтказилган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилиниши. Диссертация мавзуси бўйича жами 11 та илмий иш чоп этилган. Жумладан, диссертациянинг (PhD) асосий илмий натижалари 6 та илмий мақола, шулардан Ўзбекистон Республикаси Олий Аттестация комиссияси томонидан чоп этиш тавсия этилган журналларда 2 таси республика ва 4 таси хорижий журналларда нашр этилган.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация таркиби кириш, тўртта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертация ҳажми 120 бетни ташкил этган.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

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

Биринчи бобда «**Фосфат хом ашёсини сульфат- ва фосфоркислотали қайта ишлаш йўли билан бирламчи ва азотфосфорли ўғитлар**» шарҳи келтирилган бўлиб, унда камерали, оқимли ёки камера-оқимли усулларда бирламчи фосфорли ўғитлар – оддий, бойитилган ва қўш суперфосфатлар олишнинг турли хил вариантлари кўриб чиқилган. Сифатли ҳам паст навли фосфат хом ашёсини аммофосфатли ўғитларга қайта ишлаш соҳасидаги ишлар таҳлил қилинган ва уларнинг сифатини яхшилаш йўллари кўрсатилган. Чоп этилган ишлар таҳлили мазкур ишнинг мақсад ва вазифаларини шакллантиришга имкон берган.

Диссертациянинг «**Бирламчи ва аммофосфатли ўғитлар олиш учун дастлабки хом ашё материалларининг таркиб ва хоссалари ҳамда тадқиқотнинг физик-кимёвий усуллари**» иккинчи бобида ОФУ, ЮҚК ва ММ кимёвий ва минералогик таркиблари, физико-механик хоссалари ўрганилган. 1-жадвалда уларнинг кимёвий таркиби келтирилган.

1-жадвал

Марказий Қизилқум фосфоритларининг кимёвий таркиби

Фосфат хом ашёси тури	Компонентлар миқдори, оғир. %									P ₂ O ₅ ^{сўз.} : P ₂ O ₅ ^{умум.} %
	P ₂ O ₅	CaO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	F	CO ₂	SO ₃	н.о.	
ЮҚК	26,08	51,74	1,02	0,31	0,89	3,41	9,95	1,59	2,49	13,08
ОФУ	17,76	47,51	0,95	0,73	1,79	2,0	17,02	3,27	5,27	17,74
ММ	15,05	46,07	1,10	0,89	1,19	1,85	15,29	2,74	6,2	4,78

Рентгенографик тадқиқотлар кўрсатдики, ОФУ, ЮҚК ва ММларда асосий минераллар: франколит миқдори мос равишда 47,78; 70,27 ва 40,67%, кальцит - 25,88; 14,7 ва 30,43%, доломит – 8,24; 4,19 ва 1,38%, гипс – 5,56; 2,67 ва 6,01% ларни ташкил этади. Бир- ва учламчи металлар глауконит, бентонит ва хлорид кўринишларида бўлиши мумкин.

Бойитилган суперфосфат олиш учун «Аmmofos-Махам» АЖ ишлаб чиқаришида ЮҚК-26 ни сульфат кислотаси билан дигидратли режимда парчалашда олинган учта маркадаги фосфоркислотали гипсли бўтқа (ФКГБ) (оғир. %): 1 – С : Қ = 2 : 1 да – P₂O₅^{умум.} 12,19; P₂O₅^{суб.эрив.} 12,04; СаО^{умум.} 12,47;

$\text{SO}_{3\text{умум.}}$ 16,61; 2 – C : K = 2,5 : 1 да – $\text{P}_2\text{O}_{5\text{умум.}}$ 13,13; $\text{P}_2\text{O}_{5\text{сув.эрув.}}$ 13,08; $\text{CaO}_{\text{умум.}}$ 10,07; $\text{SO}_{3\text{умум.}}$ 14,55; 3 – C : K = 3 : 1 да – $\text{P}_2\text{O}_{5\text{умум.}}$ 14,33; $\text{P}_2\text{O}_{5\text{сув.эрув.}}$ 13,56; $\text{CaO}_{\text{умум.}}$ 8,75; $\text{SO}_{3\text{умум.}}$ 13,65 кислотали реагент сифатида олинди. У H_3PO_4 нинг сувли эритмасидаги $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ дан таркиб топган суспензия ҳисобланади. Рентгенограмма расшифровкаси кўрсатдики, фосфогипс ўз таркибида 92% кальций сульфати дигидрати ва 7-8% га яқин эримайдиган қолдиқ тутган.

Аммонийлашган суперфосфат олиш учун SO_3 : P_2O_5 нисбатлари 1,2; 1,65; 2,6 га тенг бўлган экстракцион фосфор (18,69% P_2O_5) ва сульфат (95% H_2SO_4) кислоталари аралашмаси ишлатилди.

Аммофосфатли ўғитлар олиш жараёнида ЮККни парчалаш учун таркибида (оғир.%): 16,46 P_2O_5 , 0,06 CaO , 1,11 MgO , 0,27 Fe_2O_3 , 0,41 Al_2O_3 , 2,98 SO_3 ва 0,99 F бўлган ЭФК олинди. Хом ашёни фосфоркислотали парчалаш жараёнини жадаллаштириш учун қўшимча сифатида концентрация 93,5 ва 55% бўлган сульфат ва нитрат кислоталари қўлланилди.

Хом ашё, ЭФК, ФКГБ, фосфогипс, фосфатли бўтқалар, ундан ташқари ўғитларнинг ҳар хил компонентлари микдорининг кимёвий таҳлили маълум усуллар бўйича ўтказилди. Ўғитларнинг 10 %-ли суспензияси рН қиймати улчови 0,05 бирлик аниқликда И-130М иономерида амалга оширилди. Ўғитларнинг гигроскопик хоссалари эксикатор усулида аниқланди. Ўғит доналари мустаҳкамлиги ГОСТ 21560.2-82 га мувофиқ аниқланди.

Рентгенографик таҳлил XRD-6100 (Shimadzu, Японияда ишл./чиқ.) дифрактометрида ўтказилди. Минерал фазалар таққослаш 2013 International Centre for Diffraction Data базасини қўллаш орқали амалга оширилди.

Диссертациянинг учинчи боби «**Марказий Қизилқум юқори карбонатли фосфоритларини қайта ишлаш асосида бойитилган суперфосфат**» таркиби 2-чи бобда келтирилган учта маркадаги ФКГБ билан ОФУ, ЮКК ва ММларни кимёвий фаоллаштириш йўли билан бирламчи фосфорли ўғитлар олиш жараёнини ўрганишга бағишланган. ФКГБ – бу ЮКК-26 ни сульфаткислотали парчалаш йўли билан олинган ЭФКнинг оралиқ маҳсулотидир. Тизим бўйича ЮКК-26 экстракторда айланма ЭФК билан биргаликда сульфат кислотасида парчаланadi. Бунда ФКГБ ҳосил бўлади ва каруселли вакуум-филтрга йўналтирилади, фосфогипс ва ЭФКга ажратилади. ЭФК аммофосга қайта ишланади.

Лаборатория тажрибалари 200 мл ҳажмдаги реакторда ўтказилди, унга маълум микдорда ФКГБ юкланди, кейин эса аралаштириш давомида фосфат хом ашёси шу микдорда қўшилдики, бўтқанинг хом ашёга оғирлик нисбати 100 : 15 дан 100 : 40 гача бўлди. Компонентлар таъсирлашуви 70°C да 60 дақ. давомида ўтказилди. Кейин суперфосфат масса 95-100°C да етилтирилди. Массани донадорлаш қуритиш жараёнида окатка усулида амалга оширилди. Олинган маҳсулот совитилди, майдаланди ва таҳлил қилинди.

Ҳар хил турдаги фосфат хомашёнинг ФКГБ билан ўзаро таъсирлашув натижалари умумий ўхшаш. Фақатгина маҳсулотдаги компонентлар микдорининг абсолют қийматлари билан ўзаро фарқланади.

2-жадвалда ЮҚКни ФКГБ билан фаоллаштириш асосида олинган бойитилган суперфосфат намуналари таркиби келтирилган. Бўтқанинг суяқ қисмининг қаттиқ қисмига нисбати қанча кўп бўлса, P_2O_5 бўйича ўғит шунча концентрланган бўлади. Фосфат хом ашёси масса улушининг ортиши ёки камайиши маҳсулотдаги $P_2O_{5\text{умум}}$ га деярли таъсир кўрсатмайди. Аммо унинг улуши ортиши фосфор ва кальций шаклларнинг нисбий ўзлашувчан миқдорларига салбий таъсир кўрсатади. Масалан, $C : K = 2 : 1$ да хом ашёнинг миқдори 100г ФКГБга нисбатан 15 дан 40г гача ортиши билан маҳсулотда $P_2O_{5\text{ўзл.}} : P_2O_{5\text{умум}}$ 84,55 дан 59,14% гача, $P_2O_{5\text{суб.эр.}} : P_2O_{5\text{умум}}$ 78,58 дан 43,06% гача ва $CaO_{\text{ўзл.}} : CaO_{\text{умум}}$ 79,4 дан 51,4% гача камаяди. $J : T = 2,5 : 1$ да бу кўрсаткичлар мос равишда 84,82 дан 64,77% гача, 79,75 дан 48,47% гача ва 81,57 дан 58,63% гача ўзгаради, $J : T = 3 : 1$ да эса улар 87,86 дан 65,92% гача, 82,59 дан 51,71% гача ва 88,9 дан 56,23% гача тушади.

Бир хил шароитларда ОФУ ва ММ қўлланилганда ҳам шунга ўхшаш вазият кузатилади. Фақат ЮҚК асосидаги маҳсулотларга қараганда умумий фосфор миқдори сезиларли паст бўлади. $C : K$ ва ФКГБ : ФХ га боғлиқ равишда фосфатли бўтқалар намлиги ЮҚК учун 85-44,03%, ОФУ учун 32,24-42,53%, ММ учун эса 34,05-42,23% оралиғида ётади. Бунда бўтқалар қоникарли реологик хоссаларга эга бўлади.

Қишлоқ хўжалиги талаби бўйича фосфорли ўғит кўп миқдорда умумий ва ўзлашувчан шакллардаги P_2O_5 , умумий шаклдаги P_2O_5 нинг 50% дан кам бўлмаган миқдорини сувда эрувчан шаклдаги P_2O_5 тутган бўлиши шарт.

Ушбу талабдан келиб чиққан ҳолда, ЮҚКни қайта ишлашда $C : K = 2 : 1$ ва $2,5 : 1$ нисбатлари учун ФКГБ : ЮҚК мақбул оғирлик нисбати 100 : 35, 3 : 1 учун эса 100 : 40 ҳисобланади. Бунда биринчи намуна учун бойитилган суперфосфат намунаси қуйидагича (оғир.%): $P_2O_{5\text{умум}}$ 26,03; $P_2O_{5\text{ўзл.}} : P_2O_{5\text{умум}}$ = 65,04; $P_2O_{5\text{суб.эр.}} : P_2O_{5\text{умум}}$ = 51,28; $CaO_{\text{ўзл.}} : CaO_{\text{умум}}$ = 57,35; $P_2O_{\text{эркин}}$ 0,15, $C : K = 2,5 : 1$ учун $P_2O_{5\text{умум}}$ 28,5; $P_2O_{5\text{ўзл.}} : P_2O_{5\text{умум}}$ = 68,31; $P_2O_{5\text{суб.эр.}} : P_2O_{5\text{умум}}$ = 52,87; $CaO_{\text{ўзл.}} : CaO_{\text{умум}}$ = 60,59; $P_2O_{\text{эркин}}$ 0,23, $C : K = 3 : 1$ учун эса $P_2O_{5\text{умум}}$ 29,9; $P_2O_{5\text{ўзл.}} : P_2O_{5\text{умум}}$ = 65,92; $P_2O_{5\text{суб.эр.}} : P_2O_{5\text{умум}}$ = 51,71; $CaO_{\text{ўзл.}} : CaO_{\text{умум}}$ = 56,23; $P_2O_{\text{эркин}}$ - йўқ. Ўғит доналари мустақамлиги 2 МПа дан кам эмас. Бундай маҳсулот таркиб ва хоссаси бўйича қишлоқ хўжалигининг бирламчи фосфорли ўғитларга қуйилган талабига жавоб беради.

ФКГБ : ММ = 100 : 25 намунаси учун гигроскопик нуқта 77%, ФКГБ : РФМ = 100 : 30 учун 78% ва ФКГБ : ЮҚК = 100 : 35 учун 73% ни ташкил этади. Улар ҳавонинг максимал нисбий намлигида ҳам намланмайди (Ўрта Осиё ҳудуди учун 74%). Яъни, олинган ўғитлар қадоқсиз сақлаш ва ташишга яроқлидир.

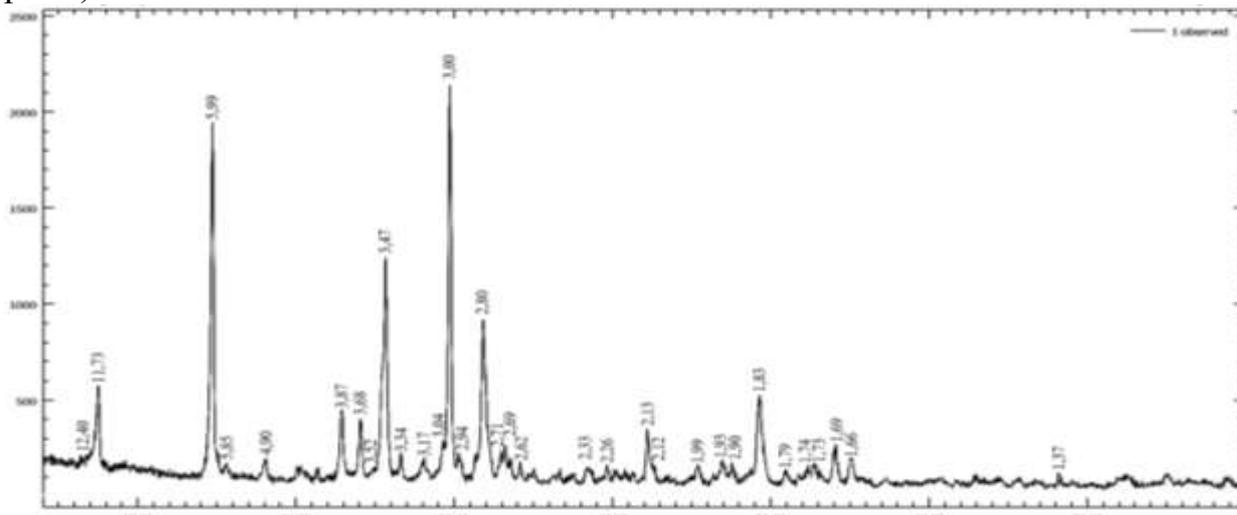
Рентгенограммада 3,87; 3,04; 2,26Å чўққиларининг сезиларли камайиши ва 2,49Å чўққиси бўлмаслиги $CaCO_3$ максимал парчаланиб, $Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O$ (11,73; 4,90; 3,68; 3,52Å) ва $CaHPO_4 \cdot 2H_2O$ (3,34; 2,94Å) ҳосил қилишидан далолат беради. Яна 2,71; 2,69; 2,62; 1,93 ва 1,83Å қийматларига эга $Ca_5(PO_4)_2F$ диффракцион чўққилари бўлиб, улар фосфат минералининг нордон ФКГБ билан тўлиқ парчаланмаганлигини тасдиқлайди. Интенсив

2-жадвал

Ювиб курилган концентратни фосфоркислотали гипсли бЎтқа билан парчалаш асосида олинган бойитилган суперфосфат намуналари таркиби

ФКГБ : ЮКҚ оғирлик нисбати	Намлик, %	Махсулотнинг 10 %-ли эритмаси рН	Махсулотнинг кимёвий таркиби, оғир. %							P ₂ O ₅ ўзл. : P ₂ O ₅ умум., 2% лим. к- таси, %	P ₂ O ₅ ўзл. : P ₂ O ₅ умум., 0,2М трил. Б, %	P ₂ O ₅ сув.эр. : P ₂ O ₅ умум., %	СаОўзл. : СаОумум., 2% лим. к- таси, %
			P ₂ O ₅ умум.	P ₂ O ₅ эркин	P ₂ O ₅ ўзл 2% лим. к- таси	P ₂ O ₅ ўзл 0,2М трил. Б	P ₂ O ₅ сув.эрув.	СаОумум	СаОўзл 2% лим. к-таси				
Фосфоркислотали гипсли бЎтқадаги С : Қ нисбати 2,0 : 1													
100:15	34,87	2,67	24,66	1,13	20,85	19,72	19,38	30,97	24,59	84,55	79,97	78,58	79,40
100:20	33,96	2,74	25,19	0,76	19,52	18,61	18,0	33,06	22,94	77,49	73,88	71,45	69,39
100:25	33,30	2,80	25,58	0,45	18,64	17,39	16,43	34,82	21,79	72,87	67,98	64,23	62,58
100:30	32,64	2,86	25,89	0,26	17,96	16,03	15,18	36,22	22,38	69,37	61,91	58,63	61,79
100:35	31,92	2,94	26,03	0,15	16,93	14,80	13,35	37,42	21,46	65,04	56,86	51,28	57,35
100:40	30,85	3,03	25,94	-	15,34	13,44	11,17	38,09	19,58	59,14	51,81	43,06	51,40
Фосфоркислотали гипсли бЎтқадаги С : Қ нисбати 2,5 : 1													
100:15	42,23	2,77	28,40	1,44	24,09	23,41	22,65	29,73	24,25	84,82	79,75	79,75	81,57
100:20	40,76	2,86	28,43	0,99	22,98	21,75	21,04	31,60	23,32	80,83	74,01	74,01	73,79
100:25	38,87	2,92	28,45	0,64	21,49	19,83	19,26	33,37	22,75	75,54	67,69	67,69	68,17
100:30	37,47	2,98	28,47	0,39	20,42	17,92	17,20	34,79	22,20	71,72	60,41	60,41	63,81
100:35	36,35	3,06	28,50	0,23	19,47	16,35	15,07	36,06	21,85	68,31	52,87	52,87	60,59
100:40	35,26	3,15	28,53	-	18,48	15,04	13,83	37,23	21,83	64,77	48,47	48,47	58,63
Фосфоркислотали гипсли бЎтқадаги С : Қ нисбати 3,0 : 1													
100:15	44,03	2,61	30,97	1,74	27,21	26,47	25,58	28,13	25,01	87,86	85,47	82,59	88,90
100:20	42,56	2,68	30,60	1,21	25,13	24,26	23,26	29,89	23,67	82,12	79,28	76,01	79,19
100:25	40,67	2,74	30,29	0,83	23,34	22,14	21,06	31,46	22,38	77,05	73,09	69,53	71,14
100:30	39,27	2,80	30,08	0,53	22,03	20,25	19,20	32,88	21,65	73,24	67,32	63,83	65,84
100:35	37,85	2,86	29,96	0,30	20,85	18,13	17,27	34,23	20,69	69,59	60,51	57,64	60,44
100:40	36,66	2,92	29,90	-	19,71	16,61	15,46	35,48	19,95	65,92	55,55	51,71	56,23

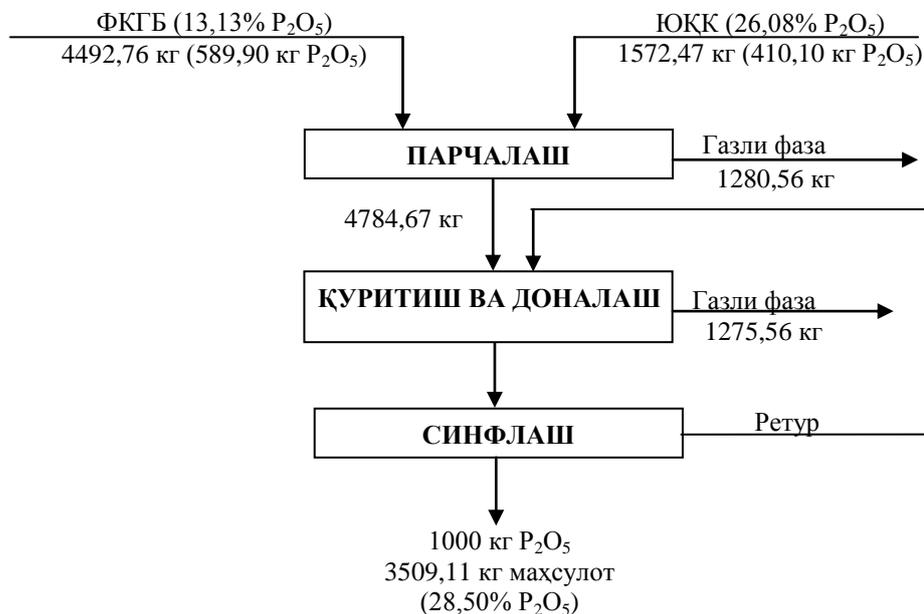
чўққилар 5,99; 3,47; 3,00; 2,80Å ўғит таркибида сезиларли микдорда $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ мавжудлигидан далолат беради (1-расм).



1-расм. С : К = 2,5 : 1 ва ФКГБ : ЮҚК = 100 : 35 да олинган бойитилган суперфосфат рентгенограммаси.

Ишлаб чиқаришнинг асосий қурилмалари экстрактор, каруселли вакуум-фильтр, фаоллаштириш учун реактор, барабанли донадорлагич-қуритгич бўлган бойитилган суперфосфат ишлаб чиқаришининг технологик тизими тавсия этилди.

2-расмда бойитилган суперфосфатда бир тонна P_2O_5 олиш учун моддий баланс келтирилган.



2-расм. С : К = 2,5 : 1 ва ФКГБ : ЮҚК = 100 : 35 да бойитилган суперфосфат олиш учун моддий баланс.

Бунинг барчаси «Аmmofos-Махам» АЖ амалдги ускуналар базасида ФКГБ, фосфоритли маҳсулотлар – ОФУ ва ЮҚК, яна фосфорит рудасини бойитиш чиқиндиси – ММ фойдаланиш йўли билан оқимли усулда бойитилган суперфосфат технологиясини ишлаб чиқиш учун замин яратади.

Кейинчалик ОФУни $SO_3 : P_2O_5 = 1,2; 1,65; 2,6$ нисбатларда фосфор ва сульфат кислоталари аралашмаси билан фосфат хом ашёсига кислоталар аралашмасининг $100 : (10-80)$ нисбатларида парчалаш, кейинчалик аммонийлаштириш ($pH = 3,8$), маҳсулотни куритиш ва донадорлаш йўли билан аммонийлашган суперфосфат олиш жараёни ўрганилди. Бунда кислоталар аралашмасининг ҳақиқий меъёрлари $Ca(H_2PO_4)_2$ ҳосил қилишга стехиометриядан 40 дан 441% гача ўзгарди. Масалан, $SO_3 : P_2O_5 = 1,2$ ва кислота аралашмаси : ОФУ = $100 : 60$ нисбатда таркибида $P_2O_{5\text{умум.}} = 25,3\%$, $P_2O_{5\text{ўзл.}} : P_2O_{5\text{умум.}} = 86\%$, азот 2,65% бўлган ўғит олинади, унда $P_2O_{5\text{сув.эрув.}} : P_2O_{5\text{умум.}} = 50\%$ дан ошади, доналар мустаҳкамлиги эса 3,25 МПа ташкил этади ва кузги шудгорга тўла яроқлидир. Барча олинган маҳсулотларнинг гигроскопик нуктаси 80% дан юқорида бўлади.

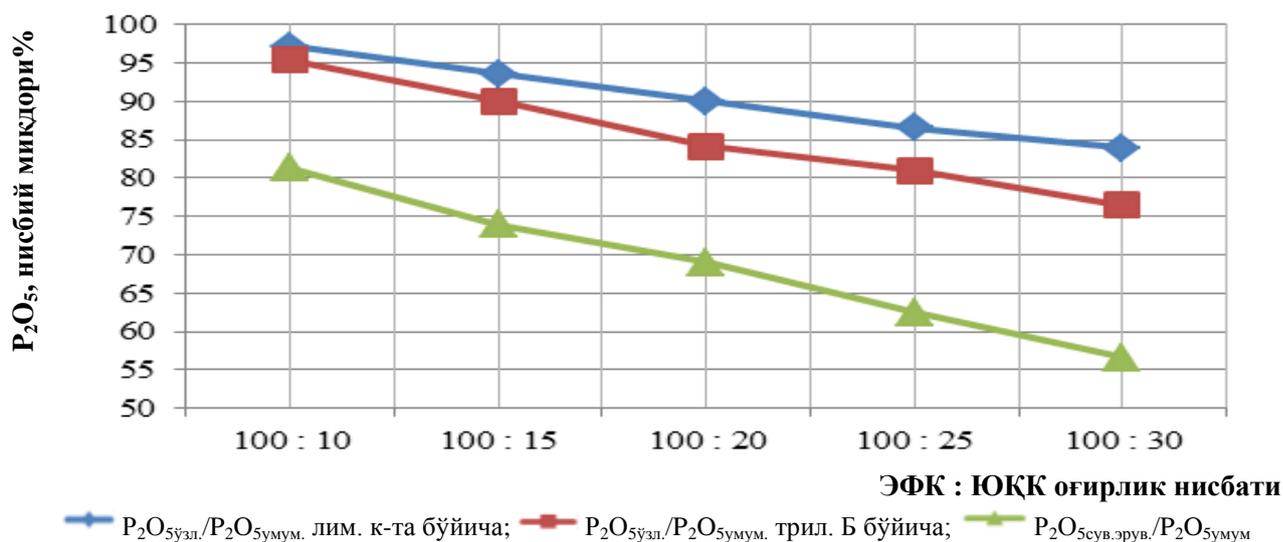
Аммонийлашган суперфосфат ишлаб чиқаришининг технологик тизими тавсия этилди. Учта маркадаги аммоний сульфатфосфат ва кислота аралашмаси : ОФУ = $100 : 50$ оғирлик нисбатда учта маркадаги аммонийлашган суперфосфат кўринишида 100 кг P_2O_5 олишнинг моддий баланслари ҳисобланди. Ушбу жараённинг юқорида келтирилган $SO_3 : P_2O_5$ нисбатларда тайёрланган, фосфор ва сульфат кислоталари аралашмасини аммонийлаш асосидаги маҳсулот – аммоний сульфатфосфатга солиштирганда афзаллигини кўрсатди.

Тўртинчи бобда **«Марказий Қизилқум фосфоритларини фосфоркислотали қайта ишлаш йўли билан аммофосфатли ўғитлар ва уларнинг сифатини яхшилаш йўллари»** ЮҚКни сульфат ва нитрат кислоталари кўшимчаси билан фосфоркислотали қайта ишлаш йўли билан аммофосфатли, сульфо- ва нитроаммофосфатли ўғитлар олиш, ЮҚК ва ММларни фосфорсульфаткислотали парчалаш маҳсулотларини суяқ ва қаттиқ фазаларга ажратиш йўли билан аммофосфатли ўғитнинг сифатини яхшилаш, шунингдек бойитилган суперфосфат ва аммофосфатли ўғит ишлаб чиқаришларининг техник-иқтисодий ҳисоблари натижалари келтирилган.

Аммофосфат олишда ЭФК : ЮҚК оғирлик нисбати $100 : 10$ дан $100 : 30$ гача ўзгартирилди. Парчалаш жараёни давомийлиги – 45 дақиқа. Ундан кейин бўтқани $pH = 3,8$ гача аммонийлаштирилди. Кейин $85-90^\circ\text{C}$ да донадорланди, совитилди ва таҳлил қилинди.

Системага ЮҚК қанча кам киритилса, унда шунча кўп эркин H_3PO_4 қолади ва уни нейтраллаш учун шунча кўп NH_3 талаб этилади. Бу ҳолатда маҳсулотда аммоний фосфат миқдори кальций фосфатдан кўп бўлади. Ўрганилган ЭФК : ЮҚК нисбатларда азотфосфорли ўғитлар олинди ва уларда азот миқдори 4,92-7,11%, $P_2O_{5\text{умум.}} = 41,48-46,44\%$, $P_2O_{5\text{ўзл.}}$ лим. к-таси бўйича 34,79-45,11%, $P_2O_{5\text{ўзл.}}$ трил. Б бўйича 31,7-44,29%, $P_2O_{5\text{сув.эрув.}} = 23,49-37,73\%$ оралиғида ётади. Аммофосфатда анча қисм кальций ўзлашувчан шаклда бўлади (9,66-14,55%). Маҳсулотларнинг доналар мустаҳкамлиги 3,2 дан 3,9 МПа гачани ташкил этади.

ЭФК : ЮҚК га боғлиқ равишда P_2O_5 нинг ўзлашувчан ва сувда эрувчан шаклларининг нисбий миқдорлари ўзгариши 3-расмда яхши кўринган.



3-расм. ЭФК : ЮҚК га боғлиқ равишда P_2O_5 нинг ўзлашувчан ва сувда эрувчан шакллари нисбий миқдорлари (%).

Таъкидлаш лозимки, ЭФК : ЮҚК = 100 : 30 нисбатда ва минимал миқдорда азот тутган (4,92% N) маҳсулотни бирламчи фосфорли ўғит сифатида кузги шудгорга солиш мумкин.

ЮҚКни фосфоркислотали парчалаш жараёнини жадаллаштириш учун H_2SO_4 ва HNO_3 қўлланилди, уларнинг миқдори моногидрат кўринишида 5 ва 7,5г, ЮҚК эса 100г ЭФКга нисбатан 10; 20 ва 30г ни ташкил этди.

Масалан, ЮҚК нинг оғирлик улуши – 30 ва H_2SO_4 оғирлик улуши – 5 ва 7,5 бўлганда маҳсулотда 37,6 ва 34,47% $P_2O_{5\text{умум.}}$; 24,11 ва 22,06% $CaO_{\text{умум.}}$; 88,75 ва 92,40% $P_2O_{5\text{ўзл.}}$ лим. к-та : $P_2O_{5\text{умум.}}$; 84,21 ва 89,7% $P_2O_{5\text{ўзл.}}$ трил. Б : $P_2O_{5\text{умум.}}$; 77,39 ва 79,54% $P_2O_{5\text{сув.эрув.}}$: $P_2O_{5\text{умум.}}$; 6,03 ва 7,08% азот бўлади.

Масалан, H_2SO_4 оғирлик улуши – 5 бўлганда ЮҚК оғирлик улушининг 10 дан 30 гача ортиши билан маҳсулотда $P_2O_{5\text{умум.}}$, N, $CaO_{\text{умум.}}$, $P_2O_{5\text{ўзл.}}$ лим. к-та : $P_2O_{5\text{умум.}}$ ва $P_2O_{5\text{сув.эрув.}}$: $P_2O_{5\text{умум.}}$ миқдори мос равишда 39,21 дан 37,6% гача, 12,43 дан 6,03% гача, 10,73 дан 24,11% гача, 99,98 дан 88,75% гача ва 92,88 дан 77,39% гача ўзгаради. H_2SO_4 оғирлик улуши – 7,5 учун ҳам шунга ўхшаш ҳолат кузатилади (3-жадвал).

Қўшимча сифатида нитрат кислотасини қўллаганда ушбу қонуният сақланади. Аммо бу ҳолатда нитроаммофосфат анча кўп миқдорда N тутаяди, бу эса қўшимча киритилган HNO_3 миқдори билан изоҳланади, гарчанд фосфат хом ашёси нисбатан паст $K_{\text{парч.}}$ га эга бўлади.

Барча ўрганилган вариантларда сульфо- ва нитроаммофосфат доналари мустаҳкамлиги 2 МПа дан кам эмас. Аммофосфат $NH_4H_2PO_4$, $Ca_5(PO_4)_2F$, $Ca(H_2PO_4)_2$ ва $CaHPO_4$ дан иборат. Сульфоаммофосфатда улардан ташқари $CaSO_4$ ва $(NH_4)_2SO_4$, нитроаммофосфатда $(CaNO_3)_2 \cdot 4H_2O$ ва NH_4NO_3 бўлади.

Аммофосфатли, сульфо- ва нитроаммофосфатли ўғитлар олишнинг моддий баланслари ҳисобланди. Ягона технологик циклда уларни олишнинг технологик тизими тавсия этилди.

Шундай қилиб, хулоса қилиш мумкинки, ЮҚК ни концентранган марказдаги азотфосфорли ўғитларга самарали қайта ишлаш мумкин.

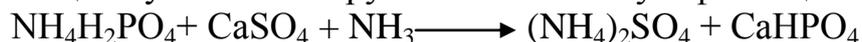
**Ювиб куритилган концентратни фосфор ва сульфат кислота
аралашмасида парчалашдаги сульфоаммофосфат намуналари таркиби**

Компонентлар миқдори, оғ. %	ЭФК : H ₂ SO ₄ _{моногидрат} : ЮҚК оғирлик нисбати					
	100 : 5 : 10	100 : 5 : 20	100 : 5 : 30	100 : 7,5 : 10	100 : 7,5 : 20	100 : 7,5 : 30
Маҳсулот рН	3,78	3,78	3,80	3,79	3,81	3,80
P ₂ O ₅ _{УМУМ.}	39,21	39,15	37,60	36,02	35,65	34,47
N	12,43	7,55	6,03	14,28	8,79	7,08
P ₂ O ₅ _{СВ.ЭРВ.}	36,42	33,05	29,10	35,03	33,65	27,42
СаО _{УМУМ.}	10,73	18,75	24,11	9,84	17,04	22,06
СаО _{ЎЗЛ.}	8,31	14,72	19,85	8,64	13,14	14,35
SO ₃ _{УМУМ.}	14,01	12,86	10,35	17,66	15,12	13,57
P ₂ O ₅ _{ЎЗЛ.} : P ₂ O ₅ _{УМУМ} лим. к-та	99,98	97,34	88,75	100,00	98,69	92,40
P ₂ O ₅ _{ЎЗЛ.} : P ₂ O ₅ _{УМУМ.} трил. Б	99,17	95,07	84,21	99,84	96,21	89,70
P ₂ O ₅ _{СВ.ЭР.} : P ₂ O ₅ _{УМУМ.}	92,88	84,41	77,39	97,25	94,38	79,54
СаО _{ЎЗЛ.} : СаО _{УМУМ.}	77,45	78,51	82,33	87,80	77,11	65,05

Аммофосфат маркасини ошириш, яъни ундаги умумий ва сувда эрувчан фосфор миқдорини кўпайтириш учун бўтқани қаттиқ жисмлар, магний бирикмаларидан, темир ва оксидларидан тозалаш зарур.

Шу сабабли якуний босқич ЮҚК ва ММни фосфорсульфаткислотали парчалаш маҳсулотини ажратиш йўли билан аммофосфат ўғитининг сифатини ошириш ҳисобланди. H₂SO₄ ни қўллаш шундай изоҳланадики, у K_{парч.} сезиларли жадаллаштиради. 100г ЭФКга нисбатан H₂SO₄ миқдори моногидрат кўринишида 2 дан 10г гача олинди, бунда ЭФК : ЮҚК нисбати доиймий 100 : 10. Компонентлар ўзаро таъсирлашуви 70°С да 45 дақиқа. Нордон ФКГП газсимон аммиак билан рН = 1,6; 2,0; 2,5 ва 3,0 гача нейтралланди. Ундан кейин улар суюқ ва қаттиқ фазаларга ажратилди. Фильтрат, яъни суюқ фаза рН = 5 гача қўшимча аммонийлаштирилди. Қаттиқ ва суюқ фазаларни донадорлаш кетма-кет равишда 60 ва 90°С да қуритиш жараёнида окатка усулида амалга оширилди. Компонентлар миқдори бўйича уларнинг фазалар бўйича тақсимланиш даражаси ҳисобланди.

Натижалар кўрсатдики, бўтқаларнинг рН ортиши билан қаттиқ фазага P₂O₅, СаО, MgO, Al₂O₃, Fe₂O₃ ва N ўтиш даражаси ортади, SO₃ эса тескари камаяди. Бу шуни англатадики, ЭФКда иштирок этган эркин H₂SO₄ аввал фосфорит билан реакцияга киришиб СаSO₄·2H₂O ҳосил қилади, аммонийлаш жараёнида реакция бўйича гипс эрувчан аммоний сульфатга қисман ўтади:



Бўтқада рН қанча юқори бўлса, гипс конверсияси шунча жадал кетади. H₂SO₄ масса улуши ва бўтқада рН ортиши билан ушбу кўрсаткичлар бир қанча яхшиланади, яъни қаттиқ фазага қўшимчали компонентларнинг ўтиш даражаси ортади, шу орқали суюқ фаза таркиби қаттиқ жисмлардан максимал ҳалос бўлади, бу эса P₂O₅ бўйича концентранган аммофосфат ўғитини олишга имкон беради.

Масалан, бўтқада рН = 2,0 ва ЭФК : H₂SO₄_{МНГ} : МСК нисбатининг 100 : 2 : 10 дан 100 : 10 : 10 гача ошиши билан қаттиқ фазага СаО нинг ўтиш

даражаси 79,41 дан 93,67% гача, MgO 15,28 дан 40,61% гача, Al₂O₃ 84,57 дан 89,58% гача, Fe₂O₃ 54,44 дан 67,96% гача, N 23,81 дан 32,83% гача, ортади, SO₃ эса 94,32 дан 75,73% гача камаяди. pH = 3,0 да бу қийматлар мос равишда 86,34 дан 98,16% гача, 32,53 дан 67,63% гача, 89,17 дан 95,63% гача, 81,62 дан 89,03% гача, 36,63 дан 40,84% гача, 70,05 дан 62,34% гача ўзгаради. Бунда P₂O₅ кам ўзгаради (33,57 дан 31,02% гача ва 38,68 дан 36,89% гача). Шу билан бирга 60-68% P₂O₅ бўтқанинг суюқ қисми таркибида қолади.

H₂SO₄ улуши ошиши қаттиқ фазада P₂O₅умум. ни камайтиради. H₂SO₄ нинг кам миқдори (2г) ва pH паст қиймати (1,6) эса суюқ фаза таркибидан қўшимчали компонентларни максимал йўқотишни таъминламайди, бу эса иккинчи маҳсулот – аммофосфат сифатини ёмонлашишига олиб келади.

Мақбул шароитлар топилди: ЭФК : H₂SO₄МНГ : ЮҚК = 100 : 5 : 10 ва 100 : 7,5 : 10, pH = 2,5 ва 3, бунда бўтқанинг қаттиқ фазасидан P₂O₅ нинг сувда эрувчан шаклининг нисбий миқдори 50% дан кам бўлмаган бойитилган суперфосфат олинади (4-жадвал).

4-жадвал

Ювиб қуритилган концентратни фосфоркислотали парчалаш маҳсулотлари асосида бойитилган суперфосфат ва аммофосфат таркиби

ЭФК:H ₂ SO ₄ МНГ: ЮҚК оғирлик нисбати	Ажратишгача бўтқа pHи	Қуритилган маҳсулот pHи	Компонентлар миқдори, оғир.%						P ₂ O ₅ ўзл.:P ₂ O ₅ умум. лим к-та, %	P ₂ O ₅ ўзл.:P ₂ O ₅ умум. трил. Б, %	P ₂ O ₅ суб.эрув.: P ₂ O ₅ умум., %	СаО _{ўзл.} :СаО _{умум.} лим к-та, %
			P ₂ O ₅ умум	P ₂ O ₅ суб.эрув.	СаО _{умум.}	СаО _{ўзл.}	SO ₃ умум	N				
Қаттиқ фаза асосидаги бойитилган суперфосфат												
100:5:10	pH=2,5	2,94	30,16	16,74	22,32	17,08	14,17	5,45	98,54	91,74	55,50	76,52
	pH=3,0	3,40	32,01	17,38	21,76	15,82	13,83	6,04	100	100	54,30	72,70
100:7,5:10	pH=2,5	2,86	25,37	16,54	22,91	17,21	16,01	6,02	99,76	96,10	65,20	75,12
	pH=3,0	3,11	26,41	16,94	22,47	16,21	17,45	6,69	100	100	64,14	72,14
Суюқ фаза асосидаги аммофосфат												
100:5:10	pH=2,5	5,10	52,43	45,59	4,01	3,74	4,37	13,6	96,27	93,86	87,41	93,27
	pH=3,0	5,13	53,31	47,17	4,26	3,87	10,74	14,0	94,81	92,44	88,36	90,93
100:7,5:10	pH=2,5	5,12	50,72	45,03	2,89	2,74	7,43	14,3	96,54	94,13	89,69	94,64
	pH=3,0	5,15	51,63	46,83	3,17	2,92	12,88	14,6	95,49	93,10	90,05	92,12

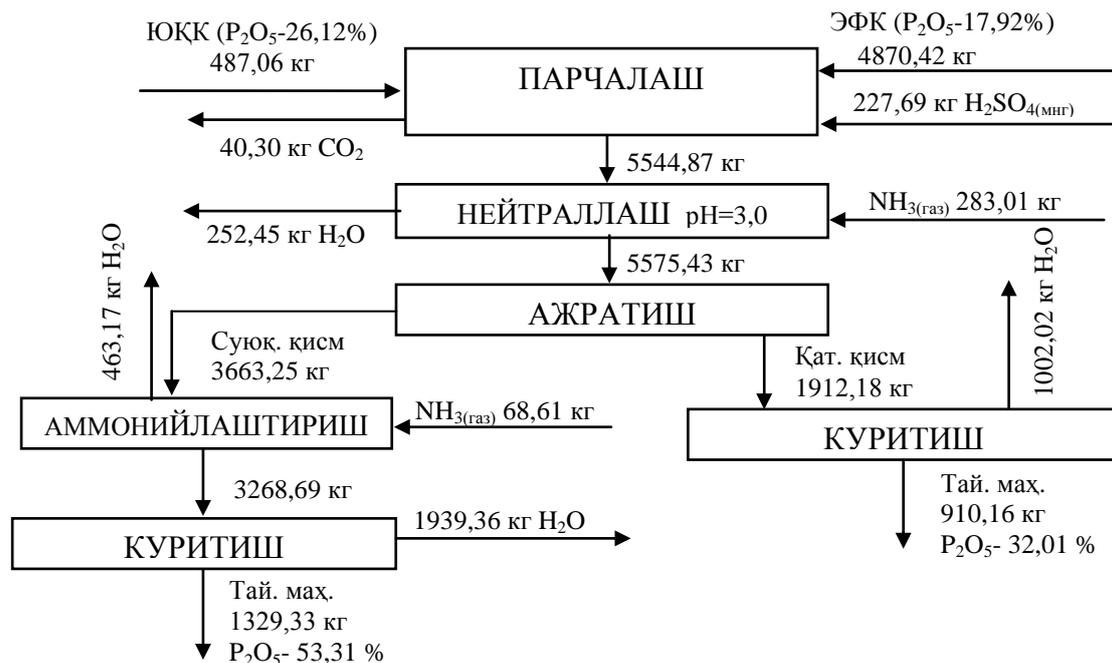
Масалан, ЭФК : H₂SO₄ : ЮҚК = 100 : 5 : 10 ва pH = 2,5-3,0 да бўтқанинг қаттиқ қисми асосида таркибида (оғир.%): P₂O₅умум. 30,16-32,01; P₂O₅ўзл. : P₂O₅умум. лим. к-та = 98,54-100; P₂O₅суб.эрув. : P₂O₅умум. = 54,3-55,5; N = 5,45-6,04, ЭФК :H₂SO₄ : ЮҚК = 100 : 7,5 : 10 да эса (оғир. %): P₂O₅умум. 25,37-26,41; P₂O₅ўзл. : P₂O₅умум. лим. к-та = 100; P₂O₅суб.эрув. : P₂O₅умум. = 64,14-65,2; N = 6,02-6,69 бўлган ва кузги шудгорга яроқли бойитилган суперфосфатлар олинади.

Бўтқанинг суюқ қисмидан қўшимча аммонийлаштиришдан сўнг (pH=5) концентранган ўғитлар олинади. Масалан, ЭФК : H₂SO₄МНГ : ЮҚК : 100 : 5 : 10 нисбатда олинган аммофосфат таркибида (оғир.%): P₂O₅умум. 52,43-53,31; P₂O₅суб.эрув. 45,59-47,17; P₂O₅ўзл. : P₂O₅умум. лим. к-та = 94,81-96,27; P₂O₅суб.эрув. : P₂O₅умум. = 87,41-88,36; СаО_{умум.} 4,01-4,26; СаО_{ўзл.} 3,74-3,87; N 13,65-14,03 ва SO₃умум. 4,37-10,74. ЭФК : H₂SO₄МНГ : ЮҚК : 100 : 7,5 : 10 да эса P₂O₅умум.

50,72-51,63; P_2O_5 _{сув.эрув.} 45,03-46,83; P_2O_5 _{ўзл.} : P_2O_5 _{умум.} лим. к-та = 95,49-96,54; P_2O_5 _{сув.эрув.} : P_2O_5 _{умум.} = 89,69-90,05; CaO _{умум.} 2,89-3,17; N 14,3-14,6; CaO _{ўзл.} 2,74-2,92 ва SO_3 _{умум.} 7,43-12,88 (4-жадвал). Охирги иккита компонент маҳсулотларда $CaHPO_4$ и $(NH_4)_2SO_4$ кўринишида намоён бўлган. Ўсимликларни озиклантиришда S ва Ca физиологик ўрни бўйича N, P ва K дан кейин 4 ва 5 ўринларда туради.

Фосфорит рудасини куруқ саралашдаги чиқинди – ММни қайта ишлашда шунга ўхшаш ҳолат, аммо нисбатан паст кўрсаткичда кузатилади.

Битта циклда бойитилган суперфосфат ва концентранган аммофосфат олишнинг моддий баланси ҳисобланди (4-расм).



4-расм. Ягона циклда бирламчи фосфорли ва азотфосфорли ўғитлар олиш жараёнининг моддий баланси.

Ягона циклда иккита турдаги маҳсулот ишлаб чиқаришнинг технологик тизими тавсия этилди, унинг асосий қурилмалари парчалаш реактори, аммонизатор, лентали фильтр, ТАБ аппарати, БҚ, БДҚ ҳисобланади.

Техник-иқтисодий ҳисоблар кўрсатдики, ФКГБ ва ЮҚК асосидаги 1 тонна бойитилган суперфосфат таннархи 1 097 297 сўм, у вақтда ЭФК ва ЮҚК асосида 1 тонна аммофосфат 1 853 873 сўм бўлади, яъни ишлаб чиқариш ўғитлари – бойитилган суперфосфат ва аммофос таннархига солиштирганда мос равишда 692 773 ва 730 719 сўмга арзондир.

ХУЛОСА

Диссертация иши бажарилишида олинган асосий илмий ва амалий натижалар қуйидагича:

1. Марказий Қизилқум турли хил фосфоритларининг (ОФУ, ЮҚК ва ММ) таркиб хоссалари ўрганилиб, натижалар уларни хом ашё сифатида ҳар хил марказдаги фосфорли ўғитлар: бойитилган суперфосфат, аммофосфат, сульфо- ва нитроаммофосфат олиш учун қўллаш мумкинлигини кўрсатади.

2. Бўтқа қуюқлашмайдиған шароитларда ОФУ, ЮҚК ва ММни ФКГБ билан фаоллаштириш йўли билан бойитилған суперфосфат олиш жараёни ўрганилди. Фосфорли ўғитлар P_2O_5 умумий шаклидан 50% дан кам бўлмаған $P_2O_{5\text{суб.эрув.}}$ тутған бўлиши шарт. Талабдан келиб чиққан ҳолда, $C : K = 2 : 1$ ва $2,5 : 1$ нисбатлари учун мақбул нисбат ФКГБ : ЮҚК = $100 : 35,3 : 1$ учун $100 : 40$ ҳисобланади. Бунда биринчи учун (оғир.%): $P_2O_{5\text{умум.}}$ 26,03 ва $P_2O_{5\text{суб.эрув.}}$: $P_2O_{5\text{умум.}}$ = 51,28; иккинчи учун $P_2O_{5\text{умум.}}$ 28,5 ва $P_2O_{5\text{суб.эрув.}}$: $P_2O_{5\text{умум.}}$ = 52,87; учинчи учун $P_2O_{5\text{умум.}}$ 29,9 ва $P_2O_{5\text{суб.эрув.}}$: $P_2O_{5\text{умум.}}$ = 51,71 таркибдаги суперфосфат олинади.

Бойитилған суперфосфат ишлаб чиқаришининг технологик тизими тавсия этилди ва моддий баланси ҳисобланди.

3. ОФУни фосфор ва сульфат кислоталари аралашмаси билан парчалаш йўли билан аммонийлашған суперфосфат олинди. Масалан, $SO_3 : P_2O_5 = 1,2$ ва кислота аралашмаси : ОФУ = $100 : 60$ нисбатда таркибида $P_2O_{5\text{умум.}}$ = 25,3%, $P_2O_{5\text{ўзл.}}$: $P_2O_{5\text{умум.}}$ = 86%, азот 2,65% бўлған ўғит олинади, унда $P_2O_{5\text{суб.эрув.}}$: $P_2O_{5\text{умум.}}$ 50% дан ошади, доналар мустаҳкамлиги эса 3,25 МПа. Учта маркадаги АСФ ва кислота аралашмаси : ОФУ = $100 : 50$ нисбатда учта маркадаги аммонийлашған суперфосфат кўринишида 100 кг P_2O_5 олишнинг моддий баланслари ҳисобланди. Ушбу жараённинг АСФ олиш жараёнига солиштирганда афзаллиги кўрсатилади.

4. ЮҚКни фосфоркислотали парчалаш йўли билан аммофосфат олиш жараёни ўрганилди. 5-7,5% $H_2SO_{4\text{мнг}}$ ёки $HNO_{3\text{мнг}}$ кўшиш фосфоркислотали парчалаш жараёнини жадаллаштириш, шу орқали анча юқори миқдорда ўзлашувчан ва сувда эрувчан шакллардаги P_2O_5 тутған сульфо- ва нитроаммофосфатлар олишга имкон яратилади. Аммофосфат, сульфо- ва нитроаммофосфатнинг моддий баланслари ҳисобланди. Уларни ягона циклда ишлаб чиқаришнинг технологик тизими тавсия этилған.

5. Аммофосфатли ўғитнинг сифатини яхшилаш учун фосфоркислотали парчалаш маҳсулотларини суюқ ва қаттиқ фазаларга ажратилади. Фильтрлашдан олдин бўтқалар $pH = 2,5$ ва $3,0$ гача аммонийлаштиришга учратилади. Ажратишдан кейин суюқ фаза $pH = 5$ гача кўшимча аммонийлаштирилади. Бунда иккита турдаги маҳсулот: қаттиқ фазадан бойитилған суперфосфат, суюқ фазадан эса сифати бўйича аммофосдан устун турадиған концентранған аммофосфат олинади.

6. «Аммифос-Махам» АЖда бойитилған суперфосфат (ФКГБ ва ЮҚК) ва аммофосфатли ўғит (ЭФК ва ЮҚК асосида) технологияларининг асосий технологик параметрлари синовдан ўказилди ҳамда янги турдаги ўғитларнинг тажриба партиялари ишлаб чиқилди. 1 тонна бойитилған суперфосфат ва аммофосфат таннархи 1 097 297 ва 1 853 873 сўмни ташкил этади, яъни ишлаб чиқаришдаги суперфосфат ва аммофосга солиштирганда 692 773 ва 730 719 сўмга арзон бўлади.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc. 02/30.12.2019.К/Т.35.01 ПО
ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ ИНСТИТУТЕ ОБЩЕЙ
И НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ**

ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ И НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

РАСУЛОВ АЪЗАМЖОН АВАЗЖАНОВИЧ

**ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ОБОГАЩЕННОГО СУПЕРФОСФАТА
И КОМПЛЕКСНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ОСНОВЕ
ФОСФОРНОКИСЛОТНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ КЫЗЫЛКУМСКИХ
ФОСФОРИТОВ**

02.00.13 – Технология неорганических веществ и материалов на их основе

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

Ташкент – 2020

Тема диссертации доктора философии (PhD) зарегистрирована под номером В2017.3.PhD/T429 Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан.

Докторская диссертация выполнена в Институте общей и неорганической химии.

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

Научный руководитель: **Намазов Шафоат Саттарович**
доктор технических наук, профессор, академик

Официальные оппоненты: **Шамшидинов Израилжон Тургунович**
доктор технических наук, профессор

Реймов Ахмед Мамбеткаримович
доктор технических наук, профессор

Ведущая организация: **Навоийский государственный горный институт**

Защита состоится «18» июня 2020 году в «10⁰⁰» часов на заседании Научного совета DSc. 02/30.12.2019.К/Т.35.01 при Институте общей и неорганической химии по адресу: 100170, г. Ташкент, ул. Мирзо Улугбека, 77-а. Тел.: (+99871) 262-56-60; факс: (+99871) 262-79-90; e-mail: iohxanruz@mail.ru

Диссертация зарегистрирована в Информационно-ресурсном центре Института общей и неорганической химии за № 7, с которой можно ознакомиться в информационно-ресурсном центре (100170, г.Ташкент, ул. Мирзо Улугбека, 77-а). Тел.: (+99871) 262-56-60; факс: (+99871) 262-79-90.

Автореферат диссертации разослан «16» июня 2020 года
(реестр протокола рассылки № 7 от «16» июня 2020 года.



Закиров Б.С.
Председатель научного совета по присуждению
ученых степеней, д.х.н., профессор

Салиханова Д.С.
Ученый секретарь научного совета по присуждению
ученых степеней, д.т.н., профессор

Абдурахимов С.А.
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. Мировой опыт свидетельствует, что химическая промышленность определяет уровень современного научно-технического прогресса и поэтому степень химизации является критерием развития экономики государства. На сегодняшний день остро становится вопрос обеспечения сельского хозяйства минеральными удобрениями с различным соотношением питательных веществ (с учетом агрохимии почв и требований к питанию выращиваемой культуры), что требует создание новых технологических решений по их производству. В этом плане большое значение имеет внедрение технологий одинарных и комплексных удобрений широкого ассортимента, предназначенных для применения в различных вегетационных периодах выращивания растений.

Во всем мире производство фосфорсодержащих удобрений непосредственно связано с переработкой природного фосфатного сырья и накоплением техногенных отходов. В связи с этим разработка и реализация рационального и экономичного технического решения, обеспечивающего переработку бедного фосфатного сырья, устранение отходов и снижение расходов минеральных кислот является актуальной задачей. Для этой цели необходимо обосновать соответствующие научно-технические решения по следующим направлениям: определение оптимальных условий получения концентрированных фосфорных и азотнофосфорных удобрений путем фосфорнокислотной переработки фосфатного сырья; разработка технологий получения обогащенного суперфосфата и аммофосфатных удобрений на основе разложения фосфатного сырья фосфорнокислотной гипсовой пульпой (ФКГП) и со смесью фосфорной и серной кислот.

В Республике на основе реализации широкомасштабных мероприятий и инновационных разработок достигнуты существенные результаты в области производства азотных, фосфорных и калийных, а также комплексных и органоминеральных удобрений. В третьем направлении Стратегии действия по дальнейшему развитию Республики Узбекистан, предусмотренной в 2017-2021 гг. отмечены важные задачи, направленные на «...развитие высокотехнологичных перерабатывающих отраслей, прежде всего по производству готовой продукции с высокой добавленной стоимостью на базе глубокой переработки местных сырьевых ресурсов...»². В этом аспекте важное значение приобретает разработка рациональной технологии получения обогащенных суперфосфатов и аммофосфатных удобрений, необходимых как для внесения под зяблевую вспашку, так и для сева и подкормки растений путем использования местного сырья.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных в Указе Президента Республики Узбекистан УП-4947 от 7 февраля 2017 года «Стратегия действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан» и в Постановлениях

² Указ Президента Республики Узбекистан «Стратегия действий по пяти приоритетным направлениям развития Республики Узбекистан в 2017-2021 годах»

Президента Республики Узбекистан ПП-3983 от 25 октября 2018 года «О мерах по ускоренному развитию химической промышленности Республики Узбекистан» и ПП-4265 от 3 апреля 2019 года «О мерах по дальнейшему реформированию и повышению инвестиционной привлекательности химической промышленности», а также в других нормативно-правовых документах, принятых в данной сфере.

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

Степень изученности проблемы. Имеется обширный материал по получению одинарных фосфорных и азотнофосфорных удобрений путем переработки Каратауских и Кызылкумских фосфоритов серной, фосфорной и азотной кислот (Набиев М.Н., Беглов Б.М., Намазов Ш.С., Таджиев С.М., Амирова А.М., Мирзакулов Х.Ч., Жураев М.Т., Реймов А.М., Волынскова Н.В., Шамшидинов И.Т., Саттаров Т.А., Умаров С.А., Каноатов Х.М.). Например, М.Т.Жураев, И.Т.Шамшидинов и Х.Ч.Мирзакулов рассматривали процесс двойной суперфосфата на базе фосфоритов Каратау и Кызылкумов с применением камерного и поточного методов. Но для двойного суперфосфата необходимо качественное фоссырье и концентрированная фосфорная кислота. Имеется способ получения димонофосфата кальция путем фосфорнокислотной активации низкосортных фосфоритов, процесс получения которого исследовался Х.М.Каноатовым. Однако его результаты не внедрены в практику. В разработанной С.М.Таджиевым технологии получения простого суперфосфата путем сернокислотного разложения мытого сушеного концентрата (МСК – 17-18% P_2O_5) получается продукт очень низкого качества (менее 12% $P_2O_{5\text{ycв.}}$). С.А.Умаровым разработана технология обогащенного суперфосфата (26% P_2O_5 , 3% N) путем разложения рядовой фосмуки (16-18% P_2O_5) смесью фосфорной и кислот. Недостаток – сравнительно высокий расход кислот и необходимость нейтрализации свободной кислотности аммиаком. Т.А.Саттаровым разработана технология аммофосфата путем фосфорнокислотного разложения Кызылкумских фосфоритов. В аммофосфате кроме моноаммонийфосфата содержится дикальцийфосфат, гидроксилфторапатит, недоразложенный фосфорит, комплексные соли, выпадающие в твердую фазу при аммонизации избыточной ЭФК. Эти водонерастворимые соединения в значительной мере ухудшают качество аммофосфата.

В мире Позин М.Е., Классен П.В., Завертяева Т.И., Казак В.Г., Бризицкая Н.М., Бродский А.А., Новиков А.А., Ангелов А.И., Соболев Н.К., Суетинов А.А., Стародубцев В.С., Янишевский Ф.В. и другие провели ряд научно-исследовательских работ по разработке технологий получения простого и обогащенного суперфосфатов, аммофосфатного удобрения.

Следует отметить, что на Кызылкумском фосфоритовом комплексе в процессе промывки фосфоритовой муки от хлора получается МСК с содержанием 24-26% P_2O_5 . На примере МСК процессы получения

обогащенного суперфосфата и аммофосфатных удобрений никем не изучены. А для получения обогащенного суперфосфата впервые будет вовлекаться ФКГП – промежуточный продукт производства супрефос-NS. Кроме того не сделан подход получения одинарного фосфорного и азотнофосфорного удобрения на основе продуктов фосфорносерноокислотного разложения карбонатных фосфоритов.

Связь диссертационного исследования с тематическим планом научно-исследовательских работ. Диссертационная работа выполнена в рамках плана научно-исследовательских работ прикладных проектов Института общей и неорганической химии ФА-А12-137 «Разработка переработки забалансовой руды фосфоритов Центральных Кызылкумов в фосфорсодержащие удобрения» (2015-2017 гг.) и ПЗ-20170926269 «Разработка ресурсосберегающей и высокоэффективной технологии получения одинарного и сложного фосфорных удобрений на основе минерализованной массы и мытого сушеного концентрата фосфоритов Центральных Кызылкумов» (2018-2020 гг.).

Целью исследования является разработка технологии получения обогащенного суперфосфата и концентрированной марки аммофосфата на основе фосфорноокислотной переработки Кызылкумских фосфоритов.

Задачи исследования:

определение состава и свойств Кызылкумских фосфоритов (мытый сушеный концентрат – МСК, рядовая фосфоритовая мука – РФМ, минерализованная масса – ММ);

исследование процесса получения обогащенного суперфосфата на основе активации МСК, РФМ и ММ с помощью ФКГП с различным соотношением Жидкий (Ж) : Твердый (Т);

исследование процесса получения аммонизированного суперфосфата на основе разложения РФМ смесью фосфорной и серной кислот с различными их нормами на образование монокальцийфосфата;

изучение процесса получения аммофосфатных, сульфо- и нитроаммофосфатных удобрений на основе фосфорноокислотного разложения МСК с добавкой серной и азотной кислот;

улучшение качества аммофосфатного удобрения путем разделения продуктов фосфорносерноокислотного разложения МСК и ММ на твердую и жидкую фазы с получением соответственно обогащенного суперфосфата и азотнофосфорного удобрения;

изучение физико-химических свойств и определение солевого состава образцов обогащенного суперфосфата и аммофосфатных удобрений;

отработка технологических параметров процесса получения предлагаемых удобрений на АО «Amtofос-Maxam» с выпуском опытных партий новых видов продуктов и оценка агрохимической их эффективности;

разработка технологических схем, расчет материальных балансов и технико-экономических показателей производства обогащенного суперфосфата и аммофосфатных удобрений.

Объектом исследования является мытый сушеный концентрат, рядовая фосмука, минерализованная масса, фосфорнокислотная гипсовая пульпа, смесь фосфорной и серной кислот, обогащенные суперфосфаты и аммофосфатные удобрения.

Предметом исследования является процесс переработки Кызылкумских фосфоритов в обогащенный суперфосфат и концентрированный аммофосфат с применением фосфорнокислотной гипсовой пульпы и смеси фосфорной и серной кислот соответственно.

Методы исследования. Химический, физико-механический и рентгенографический методы анализа, а также агрохимические испытания в вегетационных и лизиметрических условиях.

Научная новизна диссертационного исследования заключается в следующем:

выявлено перехода фосфора в фосфатном сырье из неусвояемой формы в усвояемую и водорастворимую для растений форму при обработке его фосфорнокислотной гипсовой пульпой (ФКГП);

обоснованы оптимальные соотношения Жидкий : Твердый в ФКГП и Пульпа : Фосфорит, при которых обогащенный суперфосфат содержит не менее 50% относительной формы водорастворимой P_2O_5 ;

определены оптимальные нормы смеси фосфорной и серной кислот, а также соотношения $SO_3 : P_2O_5$ при разложении фосфоритовой муки, при котором аммонизированный суперфосфат имеет значительное преимущество по сравнению с аммоний сульфатфосфатом;

обоснованы условия разделения продуктов кислотного разложения фосфатного сырья на твердую и жидкую фазы, позволяющие улучшить качество аммофосфатного удобрения и дополнительно получить обогащенный суперфосфат;

разработаны технологии получения обогащенного суперфосфата и концентрированного аммофосфата путем фосфорнокислотной переработки карбонатных фосфоритов.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

разработана технология получения обогащенного суперфосфата путем химической активации карбонатных фосфоритов фосфорнокислотной гипсовой пульпой;

создана технология аммофосфатных, нитро- и сульфоаммофосфатных удобрений на основе фосфорнокислотного разложения мытого сушеного концентрата с добавкой азотной и серной кислот;

разработана технология одинарного фосфорного и азотнофосфорного удобрений путем переработки продуктов фосфорносернокислотного разложения карбонатных фосфоритов в едином технологическом цикле;

апробации технологии получения обогащенного суперфосфата и аммофосфатного удобрения проведены на АО «Аmmofos-Махам» с выпуском опытных партий новых видов продуктов.

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

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость результатов исследования определяется тем, что они заложили основу для создания обогащенного и аммонизированного суперфосфата на основе активации и разложения карбонатных фосфоритов фосфорнокислотной гипсовой пульпой и смесью фосфорной и серной кислот; аммофосфатного удобрения на основе фосфорнокислотной переработки мытого сушеного концентрата; улучшении качества аммофосфатного удобрения с попутным получением обогащенного суперфосфата на основе переработки продуктов фосфорносернокислотного разложения.

Практическая значимость результатов исследования заключается в том, что разработанные технологии обеспечивают сельское хозяйство такими удобрениями, как обогащенный суперфосфат для внесения под зябь и аммонизированный суперфосфат и концентрированный аммофосфат для сева и подкормки растений. Предлагаемые технологии служат значительно сократить расход таких дорогостоящих исходных материалов, как серная и фосфорная кислоты, аммиак и энергетические затраты на получение одной тонны P_2O_5 в готовом продукте.

Внедрение результатов исследования. На основе полученных научных результатов по разработке технологии получения обогащенного суперфосфата и комплексных удобрений на основе фосфорнокислотной переработки Кызылкумских фосфоритов:

технология получения обогащенного суперфосфата путем активации мытого сушеного концентрата фосфорнокислотной гипсовой пульпой включена в перечень перспективных разработок АО «Amnofos-Махам» (справка АО « Amnofos-Махам » от 01 июнь 2020 года № 923/С). В результате появилась возможность значительно снизить объем фосфогипса и обеспечить сельское хозяйство одинарным фосфорным удобрением для внесения под зяблевую пахоту;

технология получения аммофосфатного удобрения на основе фосфорнокислотной переработки включена в перечень перспективных разработок АО «Amnofos-Махам» (справка АО « Amnofos-Махам » от 01 июнь 2020 года № 923/С). В результате создана возможность расширения ассортимента фосфорных удобрений, по агрохимической эффективности, не уступающие традиционным фосфорным удобрениям.

Апробация результатов исследования. Результаты данного исследования были доложены и обсуждены на 2 международных и 3 республиканских научно-практических конференциях.

Опубликованность результатов исследования. По теме диссертации опубликовано 16 научных работ. Из них 6 научных статей, в том числе 2 в республиканских и 4 в зарубежных журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации

основных научных результатов диссертаций (PhD).

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации составляет 120 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

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

В первой главе «**Одинарные и азотнофосфорные удобрения путем серно- и фосфорнокислотной переработки фосфатного сырья**» приводится обзор, в котором рассмотрены различные варианты получения одинарных фосфорных удобрений – простых, обогащенных и двойных суперфосфатов камерным, поточным или камерно-поточным способами. Проанализированы работы в области переработки как качественного, так и низкосортного фосфатного сырья в аммофосфатные удобрения и показаны пути улучшения их качества. Анализ опубликованных работ позволил сформулировать цель и задачи настоящей работы.

Во второй главе диссертации «**Состав и свойства исходных сырьевых материалов для получения одинарных и аммофосфатных удобрений и физико-химические методы исследования**» изучены химический и минералогический составы, а также физико-механические характеристики РФМ, МСК и ММ. В табл. 1 приведен их химический состав.

Таблица 1

Химический состав фосфоритов Центральных Кызылкумов

Вид фосфатного сырья	Содержание компонентов, вес. %									P ₂ O ₅ суб. : P ₂ O ₅ общ., %
	P ₂ O ₅	CaO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	F	CO ₂	SO ₃	н.о.	
МСК	26,08	51,74	1,02	0,31	0,89	3,41	9,95	1,59	2,49	13,08
РФМ	17,76	47,51	0,95	0,73	1,79	2,0	17,02	3,27	5,27	17,74
ММ	15,05	46,07	1,10	0,89	1,19	1,85	15,29	2,74	6,2	4,78

Рентгенографические исследования показали, что в РФМ, МСК и ММ содержание основных минералов: франколита составляет 47,78; 70,27 и 40,67%, кальцита - 25,88; 14,7 и 30,43%, доломита – 8,24; 4,19 и 1,38%, а гипса – 5,56; 2,67 и 6,01% соответственно. Одно- и трёх валентные металлы, по всей видимости, могут быть в виде глауконита, бентонита и хлорита.

Для получения обогащенного суперфосфата в качестве кислотного реагента служила фосфорнокислотная гипсовая пульпа (ФКГП) трёх марок производства АО «Аmmofos-Махам», полученной в дигидратном режиме разложения МОК-26 серной кислотой (вес. %): 1 – при Ж : Т = 2 : 1 – P₂O₅общ. 12,19; P₂O₅водн. 12,04; CaO_{общ.} 12,47; SO₃общ. 16,61; 2 – при Ж : Т = 2,5 : 1 –

$P_2O_{5\text{общ.}}$ 13,13; $P_2O_{5\text{водн.}}$ 13,08; $CaO_{\text{общ.}}$ 10,07; $SO_{3\text{общ.}}$ 14,55; 3 – при Ж : Т = 3 : 1 – $P_2O_{5\text{общ.}}$ 14,33; $P_2O_{5\text{водн.}}$ 13,56; $CaO_{\text{общ.}}$ 8,75; $SO_{3\text{общ.}}$ 13,65. Она представляет собой суспензию, состоящую из $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ в водном растворе H_3PO_4 . Расшифровка рентгенограммы показывает, что фосфогипс в своём составе 92% дигидрата сульфата кальция и около 7-8% нерастворимого остатка.

Для получения аммонизированного суперфосфата использовался смесь экстракционной фосфорной (18,69% P_2O_5) и серной (95% H_2SO_4) кислот при соотношениях $SO_3 : P_2O_5$, равных 1,2; 1,65; 2,6.

В процессе получения аммофосфатных удобрений для разложения МСК была взята ЭФК состава (вес. %): 16,46 P_2O_5 , 0,06 CaO , 1,11 MgO , 0,27 Fe_2O_3 , 0,41 Al_2O_3 , 2,98 SO_3 и 0,99 F. Для интенсификации процесса фосфорнокислотного разложения сырья в качестве добавки применялись серная и азотная кислоты с концентрациями 93,5 и 55% соответственно.

Химический анализ сырья, ЭФК, ФКГП, фосфогипса, фосфатных пульп, а также удобрений на содержание различных компонентов проводили по известным методикам. Измерение величины рН 10 %-ных водных суспензий удобрений осуществляли в иономере И-130М с точностью до 0,05 единиц рН. Гигроскопические свойства удобрений определяли эксикаторным методом. Прочность гранул удобрений в соответствии с ГОСТом 21560.2-82.

Рентгенографический анализ проводили на дифрактометре XRD-6100 (Shimadzu, пр-во Япония). Идентификация минеральных фаз производилась с использованием базы данных 2013 International Centre for Diffraction Data.

Третья глава диссертации **«Обогащенный суперфосфат на основе переработки высококарбонатных фосфоритов Центральных Кызылкумов»** посвящена изучению процесса получения одинарных фосфорных удобрений путем химической активации РФМ, МСК и ММ с ФКГП трёх марок, состав которых приведен во 2-ой главе. ФКГП – это промежуточный продукт ЭФК, полученный путем сернокислотного разложения МОК-26. По схеме МОК-26 разлагается серной кислотой совместно с оборотной ЭФК в экстракторе. При этом образуется ФКГП и направляется на карусельный вакуум-фильтр, который разделяет фосфогипс и ЭФК. Последняя перерабатывается на аммофос.

Лабораторные опыты проводили в реакторе объёмом 200 мл, куда загружали расчётное количество ФКГП, а затем при перемешивании постепенно к ней дозировали фоссырьё в таком количестве, чтобы весовое соотношение пульпы к сырью было от 100 : 15 до 100 : 40. Взаимодействие компонентов проводили при 70°C в течение 60 мин. Затем суперфосфатная масса дозревалась при 95-100°C. Гранулирование массы осуществляли в процессе сушки методом окатывания. Полученный продукт охлаждали, измельчали и анализировали.

Общая картина результатов взаимодействия различных видов фосфатного сырья с ФКГП аналогична. Различаются между собой только абсолютные значения содержания компонентов в продуктах.

В табл. 2 приведен состав образцов обогащенного суперфосфата, полученных на основе активации МСК с ФКГП. Чем больше отношение

Таблица 2

Состав образцов обогащенного суперфосфата, полученных на основе разложения мытого сушеного концентрата фосфорнокислотно-гипсовой пульпой

Массовое соотношение ФКГП : МСК	Влага, %	рН 10 %-ного раствора продукта	Химический состав продукта, вес. %							P ₂ O ₅ усл. : P ₂ O ₅ общ., в 2% ЛИМ. к-те, %	P ₂ O ₅ усл. : P ₂ O ₅ общ., по 0,2М трил. Б, %	P ₂ O ₅ водн. : P ₂ O ₅ общ., %	СаОусл. : СаОобщ., в 2% ЛИМ. к-те, %
			P ₂ O ₅ общ	P ₂ O ₅ своб.	P ₂ O ₅ усл. в 2% ЛИМ. к-те	P ₂ O ₅ усл. по 0,2М трил. Б	P ₂ O ₅ вод.	СаОобщ	СаОусл. в 2% ЛИМ. к-те				
Соотношение Ж : Т в фосфорнокислотной гипсовой пульпе 2,0 : 1													
100:15	34,87	2,67	24,66	1,13	20,85	19,72	19,38	30,97	24,59	84,55	79,97	78,58	79,40
100:20	33,96	2,74	25,19	0,76	19,52	18,61	18,0	33,06	22,94	77,49	73,88	71,45	69,39
100:25	33,30	2,80	25,58	0,45	18,64	17,39	16,43	34,82	21,79	72,87	67,98	64,23	62,58
100:30	32,64	2,86	25,89	0,26	17,96	16,03	15,18	36,22	22,38	69,37	61,91	58,63	61,79
100:35	31,92	2,94	26,03	0,15	16,93	14,80	13,35	37,42	21,46	65,04	56,86	51,28	57,35
100:40	30,85	3,03	25,94	-	15,34	13,44	11,17	38,09	19,58	59,14	51,81	43,06	51,40
Соотношение Ж : Т в фосфорнокислотной гипсовой пульпе 2,5 : 1													
100:15	42,23	2,77	28,40	1,44	24,09	23,41	22,65	29,73	24,25	84,82	79,75	79,75	81,57
100:20	40,76	2,86	28,43	0,99	22,98	21,75	21,04	31,60	23,32	80,83	74,01	74,01	73,79
100:25	38,87	2,92	28,45	0,64	21,49	19,83	19,26	33,37	22,75	75,54	67,69	67,69	68,17
100:30	37,47	2,98	28,47	0,39	20,42	17,92	17,20	34,79	22,20	71,72	60,41	60,41	63,81
100:35	36,35	3,06	28,50	0,23	19,47	16,35	15,07	36,06	21,85	68,31	52,87	52,87	60,59
100:40	35,26	3,15	28,53	-	18,48	15,04	13,83	37,23	21,83	64,77	48,47	48,47	58,63
Соотношение Ж : Т в фосфорнокислотной гипсовой пульпе 3,0 : 1													
100:15	44,03	2,61	30,97	1,74	27,21	26,47	25,58	28,13	25,01	87,86	85,47	82,59	88,90
100:20	42,56	2,68	30,60	1,21	25,13	24,26	23,26	29,89	23,67	82,12	79,28	76,01	79,19
100:25	40,67	2,74	30,29	0,83	23,34	22,14	21,06	31,46	22,38	77,05	73,09	69,53	71,14
100:30	39,27	2,80	30,08	0,53	22,03	20,25	19,20	32,88	21,65	73,24	67,32	63,83	65,84
100:35	37,85	2,86	29,96	0,30	20,85	18,13	17,27	34,23	20,69	69,59	60,51	57,64	60,44
100:40	36,66	2,92	29,90	-	19,71	16,61	15,46	35,48	19,95	65,92	55,55	51,71	56,23

жидкой части пульпы к твердой, тем концентрированнее по P_2O_5 удобрение. Увеличение либо уменьшение массовой доли фосфатного сырья практически не влияет на $P_2O_{5\text{общ.}}$ в продукте. Но увеличение его доли способствует снижению относительного содержания усвояемой форм фосфора и кальция. Так, при $Ж : Т = 2 : 1$ с увеличением количества сырья с 15 до 40г по отношению к 100г ФКГП в продукте $P_2O_{5\text{усв.}} : P_2O_{5\text{общ.}}$ снижается от 84,55 до 59,14%, $P_2O_{5\text{водн.}} : P_2O_{5\text{общ.}}$ от 78,58 до 43,06% и $CaO_{\text{усв.}} : CaO_{\text{общ.}}$ от 79,4 до 51,4%. При $Ж : Т = 2,5 : 1$ эти показатели меняются от 84,82 до 64,77%, от 79,75 до 48,47% и от 81,57 до 58,63%, а при $Ж : Т = 3 : 1$ они падают от 87,86 до 65,92%, от 82,59 до 51,71% и от 88,9 до 56,23% соответственно.

При одинаковых условиях наблюдается такая же картина с использованием РФМ и ММ. Только отличается тем, что общее содержание фосфора значительно ниже, чем в продуктах на основе МСК. В зависимости от $Ж : Т$ и ФКГП : ФС влажность фосфатных пульп находится в пределах для МСК 30,85-44,03%, для РФМ 32,24-42,53%, а для ММ 34,05-42,23%. При этом пульпы обладают удовлетворительными реологическими свойствами.

По требованию сельского хозяйства фосфорное удобрение должно иметь высокое содержание общей и усвояемой форм P_2O_5 , а содержание водорастворимой формы P_2O_5 не менее 50% от общей формы P_2O_5 .

Исходя из этих требований, при переработке МСК для соотношений $Ж : Т = 2 : 1$ и $2,5 : 1$ оптимальным весовым соотношением ФКГП : МСК является 100 : 35, а для $3 : 1$ – 100 : 40. При этом для первого образца обогащенный суперфосфат имеет состав (вес. %): $P_2O_{5\text{общ.}}$ 26,03; $P_2O_{5\text{усв.}} : P_2O_{5\text{общ.}} = 65,04$; $P_2O_{5\text{водн.}} : P_2O_{5\text{общ.}} = 51,28$; $CaO_{\text{усв.}} : CaO_{\text{общ.}} = 57,35$; $P_2O_{\text{своб.}}$ 0,15, для $Ж : Т = 2,5 : 1$ – $P_2O_{5\text{общ.}}$ 28,5; $P_2O_{5\text{усв.}} : P_2O_{5\text{общ.}} = 68,31$; $P_2O_{5\text{водн.}} : P_2O_{5\text{общ.}} = 52,87$; $CaO_{\text{усв.}} : CaO_{\text{общ.}} = 60,59$; $P_2O_{\text{своб.}}$ 0,23, для $Ж : Т = 3 : 1$ – $P_2O_{5\text{общ.}}$ 29,9; $P_2O_{5\text{усв.}} : P_2O_{5\text{общ.}} = 65,92$; $P_2O_{5\text{водн.}} : P_2O_{5\text{общ.}} = 51,71$; $CaO_{\text{усв.}} : CaO_{\text{общ.}} = 56,23$; $P_2O_{\text{своб.}}$ - нет. Прочность гранул удобрений составляет не менее 2 МПа. Такой продукт по составу и качеству удовлетворяет требованиям сельского хозяйства к одинарным фосфорным удобрениям.

Гигроскопическая точка для образца ФКГП : ММ = 100 : 25 составляет 77%, для ФКГП : РФМ = 100 : 30 – 78% и ФКГП : МСК = 100 : 35 – 73%. То они не увлажняются даже при максимальной относительной влажности воздуха (для Среднеазиатского региона - 74%). Из этого следует, что получаемые удобрения пригодны для бестарного хранения и перевозки.

На рентгенограмме значительное уменьшение полос 3,87; 3,04; 2,26Å и отсутствие полос 2,49Å свидетельствует о максимальном разложении $CaCO_3$ с образованием $Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O$ (11,73; 4,90; 3,68; 3,52Å) и $CaHPO_4 \cdot 2H_2O$ (3,34; 2,94Å). Также имеются дифракционные полосы $Ca_5(PO_4)_2F$ со значениями 2,71; 2,69; 2,62; 1,93 и 1,83Å, что подтверждает неполное разложение фосфатного минерала кислой ФКГП.

Установлено, что в составе удобрения кроме дифракционных максимумов дигидрата сульфата интенсивные полосы 5,99; 3,47; 3,00; 2,80Å говорит о наличии значительного количества $CaSO_4 \cdot 0,5H_2O$, образующейся при температуре выше 75-80°C (рис. 1).

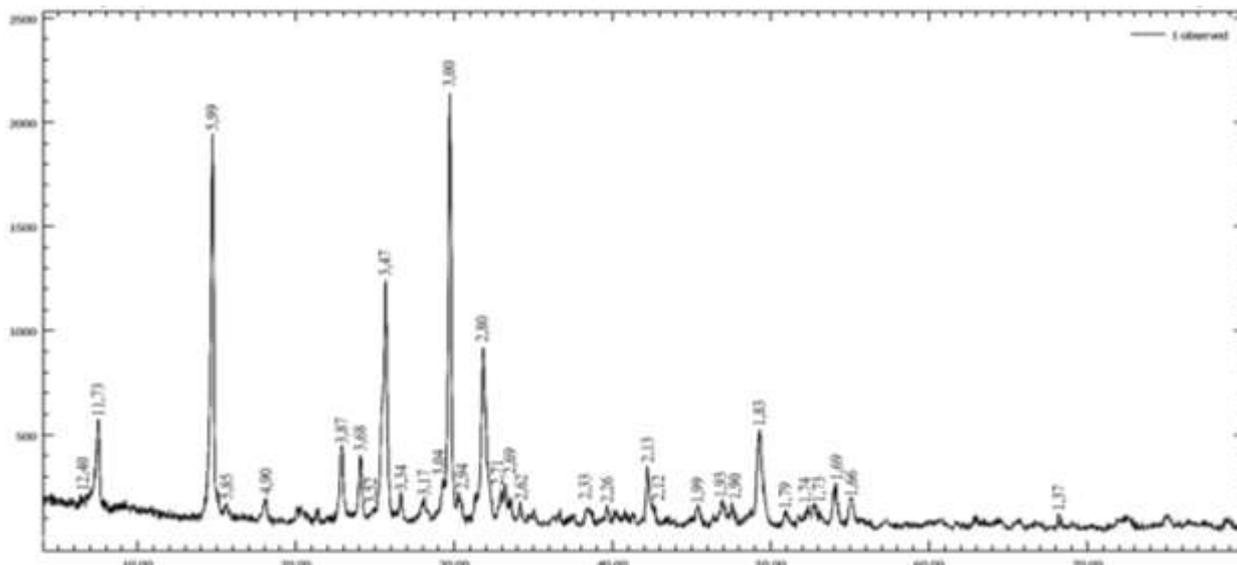


Рис. 1. Рентгенограмма обогащенного суперфосфата, полученного при Ж : Т = 2,5 : 1 и ФКГП : МСК = 100 : 35.

Предложена технологическая схема производства обогащенного суперфосфата, основными аппаратами его производства являются экстрактор, карусельный вакуум-фильтр, реактор для активации, барабанный гранулятор-сушилка.

На рис. 2 приведен материальный баланс на получение одной тонны P_2O_5 в обогащенном суперфосфате.

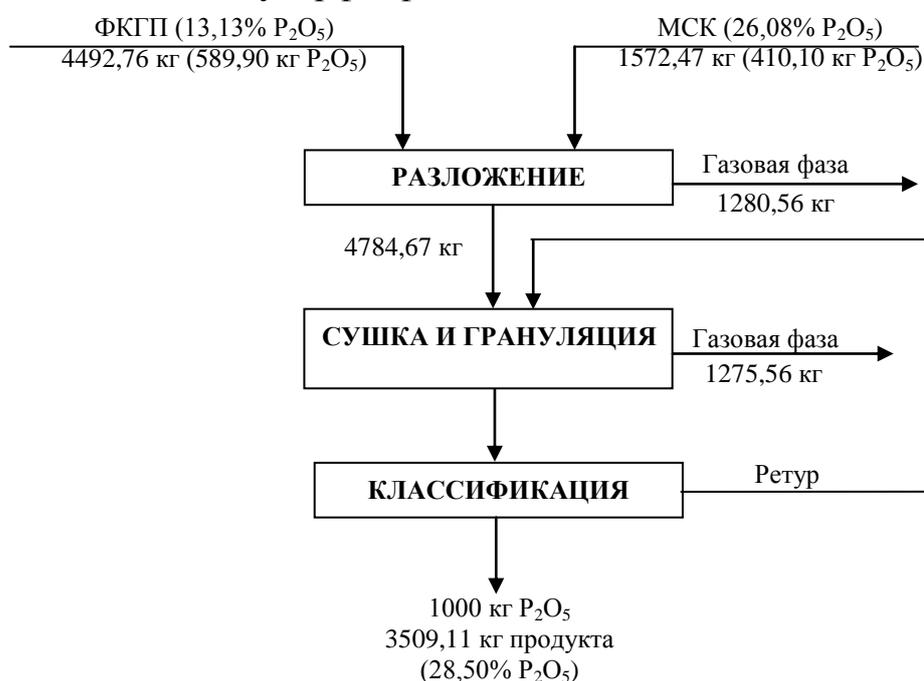


Рис. 2. Материальный баланс для получения обогащенного суперфосфата при Ж : Т = 2,5 : 1 и ФКГП : МСК = 100 : 35.

Все это создает предпосылку для разработки технологии обогащенного суперфосфата путём использования ФКГП, фосфоритных продукций – РФМ и МСК, а также ММ – отхода обогащения фосфоритной руды в поточном способе на базе действующего оборудования АО «Аmmofos-Махам».

Далее изучен процесс получения аммонизированного суперфосфата путем разложения РФМ смесями фосфорной и серной кислот при соотношениях $SO_3 : P_2O_5 = 1,2; 1,65; 2,6$ и при соотношениях смеси кислот к фосфатному сырью $100 : (10-80)$ с последующей аммонизацией ($pH = 3,8$), сушкой и грануляцией продукта. При этом фактические нормы смесь кислот на образование $Ca(H_2PO_4)_2$ меняются от 40 до 441% от стехиометрии. Так, при соотношениях $SO_3 : P_2O_5 = 1,2$ и смесь кислот : РФМ = $100 : 60$ получается удобрение, в котором $P_2O_{5общ.} = 25,3\%$, $P_2O_{5усв.} : P_2O_{5общ.} = 86\%$, азота 2,65%, в нем $P_2O_{5водн.} : P_2O_{5общ.}$ превышает 50%, а прочность гранул составляет 3,25 МПа и вполне пригодно под зяблевую вспашку. Гигроскопическая точка всех получаемых продуктов находится выше 80%.

Предложена технологическая схема производства аммонизированного суперфосфата. Рассчитаны материальные балансы на получение 100 кг P_2O_5 в виде трех марок аммоний сульфатфосфата и трех марок аммонизированного суперфосфата при массовом соотношении смесь кислот : РФМ = $100 : 50$. Показаны преимущества этого процесса по сравнению с аммоний сульфатфосфатом – продуктом на основе аммонизации смеси фосфорной и серной кислот, приготовленной при указанных соотношениях $SO_3 : P_2O_5$.

В четвертой главе **«Аммофосфатные удобрения путем фосфорно-кислотной переработки фосфоритов Центральных Кызылкумов и пути улучшения их качества»** приведены результаты получения аммофосфатных, сульфо- и нитроаммофосфатных удобрений путем фосфорнокислотной переработки МСК с добавкой серной и азотной кислот, улучшения качества аммофосфатного удобрения путем разделения продуктов фосфорносернокислотного разложения МСК и ММ на жидкую и твердую фазы, а также технико-экономические расчеты производств обогащенного суперфосфата и аммофосфатного удобрения.

При получении аммофосфата весовое соотношение ЭФК : МСК варьировалось от $100 : 10$ до $100 : 30$. Продолжительность процесса разложения – 45 мин. После чего пульпу аммонизировали до $pH = 3,8$. Затем гранулировали при $85-90^\circ C$, охлаждали и анализировали.

Чем меньше МСК вводится в систему, тем больше в ней остаётся свободной H_3PO_4 и тем больше требуется NH_3 на её нейтрализацию, следовательно, чем выше содержание N в продуктах. В этом случае в готовом продукте преобладает фосфат аммония над фосфатом кальция. При изучаемых соотношениях ЭФК : МСК получены азотнофосфорные удобрения и содержание азота в них лежит в пределах 4,92-7,11%, $P_2O_{5общ.}$ 41,48-46,44%, $P_2O_{5усв.}$ по лим. к-те 34,79-45,11%, $P_2O_{5усв.}$ по трил. Б 31,7-44,29%, $P_2O_{5водн.}$ 23,49-37,73%. В аммофосфате значительная часть кальция находится в усвояемой форме (9,66-14,55%). Прочность гранул продуктов составляет от 3,2 до 3,9 МПа.

Изменение относительных содержаний усвояемых и водорастворимых форм P_2O_5 в зависимости от ЭФК : МСК хорошо просматривается на рис. 3.

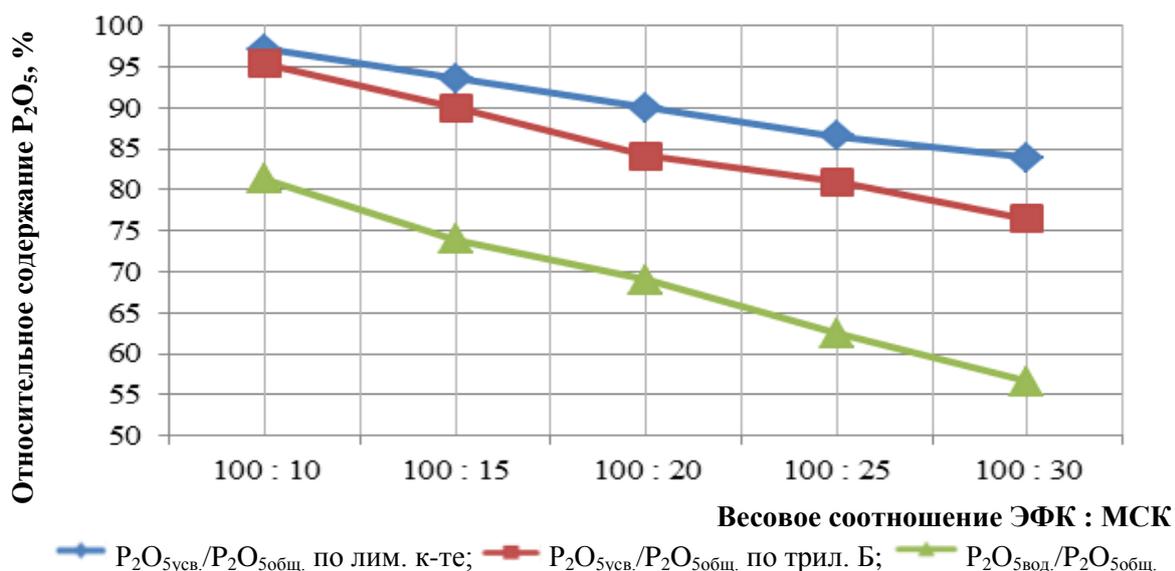


Рис. 3. Относительные содержания усвояемых и водорастворимой форм P_2O_5 (%) в зависимости от весового соотношения ЭФК : МСК.

Следует отметить, что продукт со соотношением ЭФК : МСК = 100 : 30 и имеющим минимальное содержание азота (4,92% N) можно вносить под зябь в качестве одинарного фосфорного удобрения.

Для интенсификации процесса фосфорнокислотного разложения МСК использовались H_2SO_4 и HNO_3 , количество которых составляли 5 и 7,5г в виде моногидрата, а МСК - 10; 20 и 30г по отношению 100г ЭФК.

Так, при весовой доли МСК - 30 и весовых долях H_2SO_4 - 5 и 7,5 в продукте имеется 37,6 и 34,47% $P_2O_{5\text{общ.}}$; 24,11 и 22,06% $CaO_{\text{общ.}}$; 88,75 и 92,40% $P_2O_{5\text{усв.}}$ по лим. к-те : $P_2O_{5\text{общ.}}$; 84,21 и 89,7% $P_2O_{5\text{усв.}}$ по трил. Б : $P_2O_{5\text{общ.}}$; 77,39 и 79,54% $P_2O_{5\text{водн.}}$: $P_2O_{5\text{общ.}}$; 6,03 и 7,08% азота, соответственно.

Так, при весовой доли H_2SO_4 – 5 с увеличением весовой доли МСК от 10 до 30 в продукте содержание $P_2O_{5\text{общ.}}$, N, $CaO_{\text{общ.}}$, $P_2O_{5\text{усв.}}$ по лим. к-те : $P_2O_{5\text{общ.}}$ и $P_2O_{5\text{водн.}}$: $P_2O_{5\text{общ.}}$ меняются с 39,21 до 37,6%, с 12,43 до 6,03%, с 10,73 до 24,11%, с 99,98 до 88,75% и с 92,88 до 77,39%, соответственно. Аналогичная картина наблюдается и для весовой доли H_2SO_4 – 7,5 (табл. 3).

Такая же закономерность сохраняется при использовании в качестве добавки азотной кислоты. Но в этом случае нитроаммофосфат содержит наибольшее количество N, что объясняется дополнительно вводимым количеством HNO_3 , хотя фосфатное сырье имеет относительно низкий $K_{\text{разл.}}$.

При всех изучаемых вариантах прочность гранул как, сульфо- и так и нитроаммофосфата составляет не менее 2 МПа. Аммофосфат состоит из $NH_4H_2PO_4$, $Ca_5(PO_4)_2F$, $Ca(H_2PO_4)_2$ и $CaHPO_4$. Сульфоаммофосфат кроме них содержит $CaSO_4$ и $(NH_4)_2SO_4$, а нитроаммофосфат $(CaNO_3)_2 \cdot 4H_2O$ и NH_4NO_3 .

Рассчитаны материальные балансы получения аммофосфатных, сульфо- и нитроаммофосфатных удобрений. Предложена их технологическая схема получения в едином технологическом цикле.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что МСК может эффективно перерабатываться в концентрированные марки азотнофосфорных удобрений.

Таблица 3

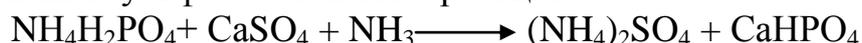
**Состав образцов сульфоаммофосфата на основе разложения мытого
сушеного концентрата со смесью фосфорной и серной кислот**

Содержание компонентов, вес. %	Весовое соотношение ЭФК : H ₂ SO ₄ моногидрат : МСК					
	100 : 5 : 10	100 : 5 : 20	100 : 5 : 30	100 : 7,5 : 10	100 : 7,5 : 20	100 : 7,5 : 30
рН продукта	3,78	3,78	3,80	3,79	3,81	3,80
P ₂ O ₅ общ.	39,21	39,15	37,60	36,02	35,65	34,47
N	12,43	7,55	6,03	14,28	8,79	7,08
P ₂ O ₅ водн.	36,42	33,05	29,10	35,03	33,65	27,42
CaO _{общ.}	10,73	18,75	24,11	9,84	17,04	22,06
CaO _{усв.}	8,31	14,72	19,85	8,64	13,14	14,35
SO ₃ общ.	14,01	12,86	10,35	17,66	15,12	13,57
P ₂ O ₅ усв. : P ₂ O ₅ общ. по лим. к-те	99,98	97,34	88,75	100,00	98,69	92,40
P ₂ O ₅ усв. : P ₂ O ₅ общ. по трил. Б	99,17	95,07	84,21	99,84	96,21	89,70
P ₂ O ₅ водн. : P ₂ O ₅ общ.	92,88	84,41	77,39	97,25	94,38	79,54
CaO _{усв.} : CaO _{общ.}	77,45	78,51	82,33	87,80	77,11	65,05

Чтобы повысить марочность аммофосфата, то есть увеличить в нём содержание общего и воднорастворимого фосфора, необходимо очистить пульпу от твердых взвесей, соединений магния и полуторных оксидов.

Поэтому окончательным этапом явился улучшение качества аммофосфатного удобрения путем разделения продукта фосфорносерно-кислотного разложения МСК и ММ. Применение H₂SO₄ диктуется тем, что она значительно интенсифицирует K_{разл.}. Количество H₂SO₄ брали от 2 до 10г в виде моногидрата по отношению 100г ЭФК, при этом соотношение ЭФК : МСК постоянно 100 : 10. Продолжительность взаимодействия компонентов 45 мин при 70°C. Кислые ФКГП нейтрализовали газообразным аммиаком до рН = 1,6; 2,0; 2,5 и 3,0. После чего их разделяли на жидкую и твердую фазы. Фильтрат, то есть жидкую фазу дополнительно аммонизировали до рН = 5. Гранулирование как твердой, так и жидкой фазы осуществляли в процессе сушки методом окатывания последовательно при 60 и 90°C. По содержанию компонентов рассчитывали степень их распределения по фазам.

Результаты показывают, что по мере повышения рН пульп постепенно возрастает степень перехода P₂O₅, CaO, MgO, Al₂O₃, Fe₂O₃ и N в твердую фазу, а SO₃ наоборот падает. Это означает, что присутствующая в ЭФК свободная H₂SO₄ сначала вступает в реакцию с фосфоритом, образуя CaSO₄·2H₂O, затем в процессе аммонизации гипс частично переходит в водорастворимый сульфат аммония по реакции:



Чем выше рН пульпы, тем интенсивнее протекает конверсия гипса. С увеличением, как массовой доли H₂SO₄, так и рН пульпы эти показатели несколько улучшаются, то есть увеличиваются степень перехода примесных компонентов в твердую фазу, тем самым состав жидкой фазы максимально освобождаются от твердых взвесей, что позволяет получить концентрированное по P₂O₅ аммофосфатное удобрение.

Например, при pH = 2,0 с увеличением соотношения ЭФК : H₂SO₄МНГ : МСК с 100 : 2 : 10 до 100 : 10 : 10 степень перехода CaO в твердую фазу повышается от 79,41 до 93,67%, MgO от 15,28 до 40,61%, Al₂O₃ от 84,57 до 89,58%, Fe₂O₃ от 54,44 до 67,96%, N от 23,81 до 32,83%, а SO₃ снижается от 94,32 до 75,73%. При pH = 3,0 эти показатели меняются от 86,34 до 98,16%, от 32,53 до 67,63%, от 89,17 до 95,63%, от 81,62 до 89,03%, от 36,63 до 40,84%, от 70,05 до 62,34% соответственно. При этом P₂O₅ меняется незначительно (снижается с 33,57 до 31,02 и с 38,68 до 36,89%). Причем около 60-68% P₂O₅ остается в составе жидкой части пульпы.

Увеличение доли H₂SO₄ приводит к снижению P₂O₅общ. в твердой фазе. А меньшее количество H₂SO₄ (2г) и нижнее значение pH (1,6) не обеспечивает максимальное удаление примесных компонентов из состава жидкой фазы, что приводит к ухудшению качества второго продукта – аммофосфата.

Найдены оптимальные условия: ЭФК : H₂SO₄МНГ : МСК = 100 : 5 : 10 и 100 : 7,5 : 10, pH = 2,5 и 3, при которых из твердой фазы пульпы получается обогащенный суперфосфат с относительным содержанием водорастворимой формы P₂O₅ не менее 50% (табл. 4).

Таблица 4

Состав обогащенного суперфосфата и аммофосфата на основе продуктов фосфорнокислотного разложения мытого сушеного концентрата

Массовое соотношение ЭФК:H ₂ SO ₄ МНГ:МСК	pH пульпы до разделения	pH высушенного продукта	Содержание компонентов, вес. %						P ₂ O ₅ сув. : P ₂ O ₅ общ. по лим к-те, %	P ₂ O ₅ сув. : P ₂ O ₅ общ. по трил. Б, %	P ₂ O ₅ вод. : P ₂ O ₅ общ., %	CaOсув. : CaOобщ. по лим к-те, %
			P ₂ O ₅ общ.	P ₂ O ₅ водн.	CaOобщ.	CaOсув.	SO ₃ общ.	N				
Обогащенный суперфосфат на основе твердой фазы												
100:5:10	pH=2,5	2,94	30,16	16,74	22,32	17,08	14,17	5,45	98,54	91,74	55,50	76,52
	pH=3,0	3,40	32,01	17,38	21,76	15,82	13,83	6,04	100	100	54,30	72,70
100:7,5:10	pH=2,5	2,86	25,37	16,54	22,91	17,21	16,01	6,02	99,76	96,10	65,20	75,12
	pH=3,0	3,11	26,41	16,94	22,47	16,21	17,45	6,69	100	100	64,14	72,14
Аммофосфат на основе жидкой фазы												
100:5:10	pH=2,5	5,10	52,43	45,59	4,01	3,74	4,37	13,6	96,27	93,86	87,41	93,27
	pH=3,0	5,13	53,31	47,17	4,26	3,87	10,74	14,0	94,81	92,44	88,36	90,93
100:7,5:10	pH=2,5	5,12	50,72	45,03	2,89	2,74	7,43	14,3	96,54	94,13	89,69	94,64
	pH=3,0	5,15	51,63	46,83	3,17	2,92	12,88	14,6	95,49	93,10	90,05	92,12

Так, при ЭФК : H₂SO₄ : МСК = 100 : 5 : 10 и pH = 2,5-3,0 обогащенные суперфосфаты на основе твердой части пульпы имеют (вес. %): P₂O₅общ. 30,16-32,01; P₂O₅сув. : P₂O₅общ. по лим. к-те = 98,54-100; P₂O₅водн. : P₂O₅общ. = 54,3-55,5; N = 5,45-6,04, а при ЭФК : H₂SO₄ : МСК = 100 : 7,5 : 10 (вес. %): P₂O₅общ. 25,37-26,41; P₂O₅сув. : P₂O₅общ. по лим. к-те = 100; P₂O₅водн. : P₂O₅общ. = 64,14-65,2; N = 6,02-6,69 и вполне пригодных под зяблевую пахоту.

Концентрированные удобрения получается из жидкой части пульпы после её доаммонизации (pH=5). Так, при ЭФК : H₂SO₄МНГ : МСК : 100 : 5 : 10 полученный аммофосфат содержит (вес. %): P₂O₅общ. 52,43-53,31; P₂O₅водн. 45,59-47,17; P₂O₅сув. : P₂O₅общ. по лим. к-те = 94,81-96,27; P₂O₅водн. : P₂O₅общ. =

87,41-88,36; $\text{CaO}_{\text{общ.}}$ 4,01-4,26; $\text{CaO}_{\text{усв.}}$ 3,74-3,87; N 13,65-14,03 и $\text{SO}_{3\text{общ.}}$ 4,37-10,74. А при ЭФК : $\text{H}_2\text{SO}_{4\text{МНГ}}$: МСК : 100 : 7,5 : 10 - $\text{P}_2\text{O}_{5\text{общ.}}$ 50,72-51,63; $\text{P}_2\text{O}_{5\text{водн.}}$ 45,03-46,83; $\text{P}_2\text{O}_{5\text{усв.}}$: $\text{P}_2\text{O}_{5\text{общ.}}$ по лим. к-те = 95,49-96,54; $\text{P}_2\text{O}_{5\text{водн.}}$: $\text{P}_2\text{O}_{5\text{общ.}}$ = 89,69-90,05; $\text{CaO}_{\text{общ.}}$ 2,89-3,17; N 14,3-14,6; $\text{CaO}_{\text{усв.}}$ 2,74-2,92 и $\text{SO}_{3\text{общ.}}$ 7,43-12,88 (табл. 4). Причем последние два компонента в продуктах представлены в виде CaHPO_4 и $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. По физиологической роли в питании растений S и Ca следуют поставить на 4 и 5 места после N, P и K.

Аналогичная картина наблюдается при переработке ММ – отхода сухой сортировки фосфоритной руды, но с относительно низкими показателями.

Рассчитан материальный баланс получения обогащенного суперфосфата и концентрированного аммофосфата в одном цикле (рис. 4).

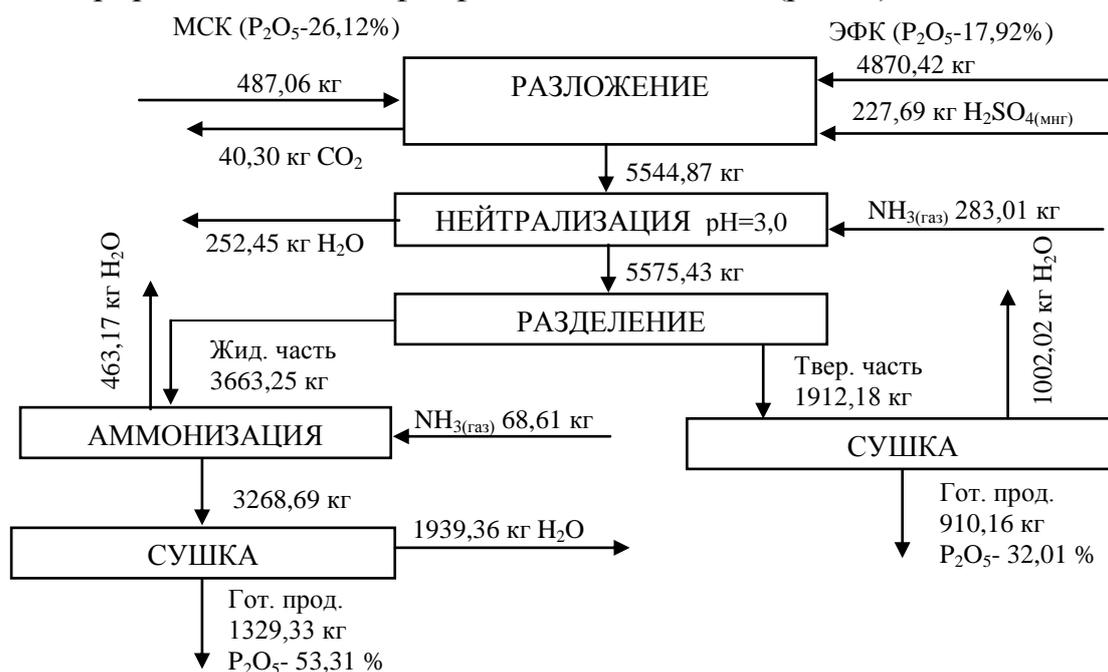


Рис. 4. Материальный баланс процесса получения одинарного фосфорного и азотнофосфорного удобрения в едином цикле.

Предложена технологическая схема производства двух видов продукта в едином цикле, основными её аппаратами являются реактор разложения, аммонизатор, ленточный фильтр, аппарат САИ, БС, БГС.

Технико-экономические расчёты показывают, что себестоимость 1 тонны обогащенного суперфосфата на основе ФКГП и МСК составляет 1 097 297 сум, тогда как 1 тонна аммофосфата на основе ЭФК и МСК обходится на 1 853 873 сум, то есть соответственно дешевле на 692 773 и 730 719 сум по сравнению себестоимостью производственных удобрений – обогащенного суперфосфата и аммофоса.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

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

1. Изучены состав и свойства различных фосфоритов Центральные Кызылкумов (РФМ, МСК и ММ), в результаты которых показывают на

возможность их применения в качестве сырья для получения различных марок фосфорсодержащих удобрений: обогащенного суперфосфата, аммофосфата, сульфо- и нитроаммофосфата.

2. Изучен процесс получения обогащенного суперфосфата путём активации РФМ, МСК и ММ с ФКГП в условиях незагустевающей пульпы. Фосфорные удобрения должны иметь содержание $P_2O_{5\text{водн.}}$ не менее 50% от общей формы P_2O_5 . Исходя из требований, для соотношений Ж : Т = 2 : 1 и 2,5 : 1 оптимальным ФКГП : МСК является 100 : 35, а для 3 : 1 – 100 : 40. При этом для первого получается суперфосфат состава (вес. %): $P_2O_{5\text{общ.}}$ 26,03 и $P_2O_{5\text{водн.}} : P_2O_{5\text{общ.}} = 51,28$; для второго – $P_2O_{5\text{общ.}}$ 28,5 и $P_2O_{5\text{водн.}} : P_2O_{5\text{общ.}} = 52,87$; для третьего – $P_2O_{5\text{общ.}}$ 29,9 и $P_2O_{5\text{водн.}} : P_2O_{5\text{общ.}} = 51,71$.

Предложена технологическая схема и рассчитан материальный баланс производства обогащенного суперфосфата.

3. Изучен процесс получения аммонизированного суперфосфата путем разложения РФМ смесями фосфорной и серной кислот. Так, при соотношении кислот $SO_3 : P_2O_5 = 1,2$ и смеси кислот : фосмука = 100 : 60 получается удобрение, в котором $P_2O_{5\text{общ.}} = 25,3\%$, $P_2O_{5\text{усв.}} : P_2O_{5\text{общ.}} = 86\%$, азота 2,65%, в нем $P_2O_{5\text{водн.}} : P_2O_{5\text{общ.}}$ превышает 50%, а прочность гранул - 3,25 МПа. Рассчитаны материальные балансы на получение 100 кг P_2O_5 в виде трех марок АСФ и трех марок аммонизированного суперфосфата при смеси кислот : фосмука = 100 : 50. Они показывают преимущество этого процесса по сравнению с получением АСФ.

4. Изучен процесс получения аммофосфата путем фосфорнокислотного разложения МСК. Добавление 5-7,5% $H_2SO_{4\text{мнг}}$ либо $HNO_{3\text{мнг}}$ позволяют интенсифицировать процесс фосфорнокислотного разложения, тем самым получить сульфо- и нитроаммофосфаты со значительно высокими содержаниями усвоемой и водной форм P_2O_5 . Рассчитаны материальные балансы аммофосфата, сульфо- и нитроаммофосфата. Предложена технологическая схема их производства в едином цикле.

5. Для улучшения качества аммофосфатного удобрения продукты фосфорнокислотного разложения разделяются на жидкую и твердую фазы. Перед фильтрацией пульпы подвергаются аммонизации до рН = 2,5 и 3,0. После разделения жидкая фаза дополнительно аммонизируется до рН = 5. При этом получают два вида продукта: из твердой фазы – обогащенный суперфосфат, а из жидкой – концентрированный аммофосфат, по качеству превосходящий аммофос.

6. На АО «Аmmofos-Махам» отработаны основные технологические параметры технологии обогащенного суперфосфата (на основе ФКГП и МСК) и аммофосфатного удобрения (на основе ЭФК и МСК) с выпуском опытных партий новых видов удобрений. Себестоимость 1 тонны обогащенного суперфосфата и аммофосфата составляет 1 097 297 и 1 853 873 сум, то есть по сравнению производственным суперфосфатом и аммофосом дешевле на 692 773 и 730 719 сум.

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

INSTITUTE OF GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY

RASULOV A`ZAMJON AVAZJONOVICH

**TECHNOLOGY OF ENRICHED SUPERPHOSPHATE AND COMPLEX
FERTILIZERS BASED ON PHOSPHORIC ACID PROCESSING
KYZYLKUM PHOSPHORITE**

02.00.13 – Technology of inorganic substances and materials on their basis

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

Tashkent – 2020

The theme of dissertation doctor of philosophy (PhD) was registered at the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under number B2017.3.PhD/T429.

Dissertation was carried out at institute of General and inorganic chemistry.

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

Research supervisors: **Namazov Shafolat Sattarovich**
doctor of technical science, professor, academician

Official opponents: **Shamshidinov Israiljon Turgunovich**
doctor of technical sciences, professor

Reymov Ahmed Mambetkarimovich
doctor of technical sciences, professor

Leading organization: **Navoi State Mining Institute**

The defense will take place "18" june 2020 at 10⁰⁰ o'clock at the meeting of scientific council No. DSc. 02/30.12.2019.K/T. 35.01 at institute of General and Inorganic Chemistry (Address: 100170, Tashkent city, Mirzo Ulug'bek district, Mirzo Ulug'bek street, 77-a. Tel.: (+99871) 262-56-60, fax: (+99871) 262-79-90, e-mail: ionxanruz@mail.ru).

The dissertation can be reviewed at the Information Resource Centre of the General and Inorganic Chemistry, (is registered under №13). Address: 100170, Tashkent city, Mirzo Ulug'bek street, 77-a. Tel./fax: (+99871) 262-56-60, (+99871) 262-79-90).

Abstract of dissertation sent out on "16" june 2020 y.
(mailing report № 7 from "16" june 2020 y.).



Zakirov B.S.
Chairman of the scientific council
awarding scientific degrees,
doctor of chemical sciences, professor

Salikhanova D.S.
Scientific secretary of the scientific council
awarding scientific degrees, doctor of technical sciences,
professor

Abdurakhimov S.A.
Chairman of scientific seminar at scientific council on
awarding of scientific degrees, d.ch s., professor

INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

The aim of the research work is to develop technology of enriched superphosphate and a concentrated brand of ammophosphate based on phosphoric acid processing of the Kyzylkum phosphorites.

The object of the research are washed and dried concentrate, ordinary powdered phosphorite, mineralized mass, phosphoric acid gypsum slurry, a mixture of phosphoric and sulfuric acids, enriched superphosphates and ammophosphate fertilizers.

The scientific novelty of dissertational research consists in the following:

there has been revealed the transferring phosphorus in phosphate ore from unacceptable form into acceptable and water soluble form for plants when processing it by phosphoric acid gypsum slurry (PHGS);

there have been justified the optimal ratios Liquid:Solid in PHGS and Slurry:Phosphorite, in which enriched superphosphate contents at least 50% relative form of water soluble P_2O_5 ;

there have been determined the optimal rates of the mixing phosphoric and sulfuric acids, as well as ratio of $SO_3 : P_2O_5$ when decomposing powdered phosphorite, in which ammoniated superphosphate has a certain advantage in comparison with ammonium sulphate phosphate;

there have been justified the condition of separation of acid decomposition products of phosphate raw material into solid and liquid phases allowing to improve quality of ammophosphate fertilizers and additionally to obtain of enriched superphosphate;

there have been developed the technology for producing enriched superphosphate and a concentrated ammophosphate using phosphoric acid processing of carbonate phosphorites.

Implementation of the research results:

technology for producing enriched superphosphate by activation of washed and dried concentrate with phosphoric acid gypsum slurry was included in a list of perspective developments of JSC "Ammofos-Maxam" (Certificate of JSC "Ammofos-Maxam" from June 01, 2020 № 923/C). As a result, the possibility to decrease considerably the volume phosphogypsum has been appeared and provide agriculture by unary phosphoric fertilizers for application under autumn land;

technology for producing ammophosphate fertilizers based on phosphoric acid processing has been included in a list of promising developments of JSC "Ammofos-Maxam" (Certificate of JSC "Ammofos-Maxam" from June 01, 2020 № 923/C). As a result, the possibility for increasing assortments of phosphoric fertilizers on agriculture efficiency has been created which is not making by conventional phosphoric fertilizers.

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

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I бўлим (I часть; part I)

1. Расулов А.А., Бадалова О.А., Алимов У.К., Намазов Ш.С., Сейтназаров А.Р., Беглов Б.М. Обогащенный суперфосфат и аммофосфатное удобрение на основе фосфорнокислотной переработки забалансовой фосфоритной руды // Universum: Технические науки. – Новосибирск, 2017. Выпуск: 8(41). – С. 47-55. (02.00.00, №1)

2. Расулов А.А., Намазов Ш.С., Сейтназаров А.Р., Бадалова О.А., Беглов Б.М. Одинарные фосфорные и аммофосфатные удобрения на основе фосфорносернокислотной переработки фосфоритов Центральных Кызылкумов // Узбекский химический журнал. - Ташкент, 2018. - № 4. - С.18-25. (02.00.00, №6)

3. Расулов А.А. Обогащенный суперфосфат, полученный путем разложения забалансовой фосфоритной руды с фосфорнокислотной гипсовой пульпой // Узбекский химический журнал. - Ташкент, 2018. - № 5. - С.15-22. (02.00.00, №6)

4. Rasulov A.A., Badalova O.A., Alimov U.K., Namazov Sh.S., Seytnazarov A. R., Sultonov B.E. Enriched superphosphate based on decomposition of ordinary phosphorite powder with phosphoric acid gypsum slurry // Chemical Science International Journal. – USA, 2018. – Volume 24, Issue 3. – pp. 1-6. (02.00.00, №2)

5. Расулов А.А., Намазов Ш.С., Сейтназаров А.Р., Беглов Б.М. Обогащенный суперфосфат, получаемый путем разложения мытого сушеного фосконцентрата фосфорнокислотной гипсовой пульпой // Химическая промышленность. - Санкт-Петербург, 2018. - т.95, №5. - С. 236-240. (02.00.00, №21)

6. Rasulov A.A., Alimov U.K., Seytnazarov A. R., Namazov Sh.S., Sultonov B.E. Production of NP fertilizers based on the decomposition of poor phosphates using a mixture of phosphoric and sulphuric acids // Journal of Chemical Technology and Metallurgy. - Sofia, 2019. – Volume 54, Issue 6 pp. 1263-1270. Scopus.

II бўлим (II часть; part II)

7. Расулов А.А., Алимов У.К., Сейтназаров А.Р., Намазов Ш.С., Каймакова Д.А. Высококонцентрированные фосфорсодержащие удобрения на основе забалансовой руды фосфоритов Центральных Кызылкумов // Материалы IX–Международной научно-технической конференции: «Достижения, проблемы и современные тенденции развития горно-металлургического комплекса». - Навои, 12-14 июня 2017 года - С. 326.

8. Расулов А.А., Бадалова О.А., Намазов Ш.С., Сейтназаров А.Р., Беглов Б.М. Переработка забалансовой фосфоритной руды с фосфорнокислотной гипсовой пульпой // Сборник материалов Международной научно-технической конференции: «Современное состояние и перспективы развития производства фосфорсодержащих удобрений на основе фосфоритов Центральные Кызылкумов и Каратау». - Ташкент, 25-26 октября 2018 года – С. 54-55.

9. Расулов А.А., Намазов Ш.С., Сейтназаров А.Р., Бадалова О.А., Беглов Б.М. Обогащенный суперфосфат на основе фосфорнокислотной гипсовой пульпы // Материалы международной научно-технической конференции «Перспективы инновационного развития горно-металлургического комплекса». – Навои, 22-23 ноября 2018 года – С. 130-131.

10. Rasulov A.A., Kholmurodov J.E., Seitnazarov A.R., Beglov B.M., Namazov Sh. S. Enriched superphosphate based on phosphoric acid gypsum pulp and carbonate phosphorite flour // LII International correspondence scientific and practical conference: «European research: Innovation in science, education and technology». - London, May 7-8, 2019. – № 5(52) – pp. 19-21.

11. Rasulov A.A., Seitnazarov A.R., Beglov B.M., Namazov Sh.S. Phosphorussulfur acid treatment of high carbonate phosphorite flour into enriched super phosphate // XI-International correspondence scientific specialized conference «International scientific review of the technical science, mathematics and computer science». – Boston, June 10-11, 2019. – № 3(11) – pp. 34-39.