

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

**НАМАНГАН МУҲАНДИСЛИК-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ
УМУМИЙ ВА НООРГАНИК КИМЁ ИНСТИТУТИ**

ГИЯСИДИНОВ АБДУАЗИЗ ЛУТФИДИНОВИЧ

**ҚИЗИЛҚУМ ФОСФОРИТЛАРИНИ НИТРАТ КИСЛОТА АСОСИДА
ФОСФОРЛИ ВА АРАЛАШ ЎҒИТЛАРГА ҚАЙТА ИШЛАШ
ТЕХНОЛОГИЯСИ**

02.00.13 – Ноорганик моддалар ва улар асосидаги материаллар технологияси

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

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

Гиясидинов Абдуазиз Лутфидинович

Қизилкум фосфоритларини нитрат кислота асосида фосфорли ва аралаш ўғитларга қайта ишлаш технологияси..... 3

Гиясидинов Абдуазиз Лутфидинович

Технология переработки Кызылкумских фосфоритов азотной кислотой на фосфорные и смешанные удобрения..... 21

Гиясидинов Абдуазиз Лутфидинович

Technology of processing Kyzylkum phosphorites with nitric acid to phosphoric and mixed fertilizers 39

Эълон қилинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ
List of published works 43

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

**НАМАНГАН МУҲАНДИСЛИК-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ
УМУМИЙ ВА НООРГАНИК КИМЁ ИНСТИТУТИ**

ГИЯСИДИНОВ АБДУАЗИЗ ЛУТФИДИНОВИЧ

**ҚИЗИЛҚУМ ФОСФОРИТЛАРИНИ НИТРАТ КИСЛОТА АСОСИДА
ФОСФОРЛИ ВА АРАЛАШ ЎҒИТЛАРГА ҚАЙТА ИШЛАШ
ТЕХНОЛОГИЯСИ**

02.00.13 – Ноорганик моддалар ва улар асосидаги материаллар технологияси

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

Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2021.2.PhD/T1054 рақами билан рўйхатга олинган.

Диссертация иши Наманган муҳандислик-технология институти ҳамда Умумий ва ноорганик кимё институтида бажарилган.

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

Илмий раҳбар:

Султонов Боходир Элбекович
техника фанлари доктори, кат.илм. ходим

Расмий оппонентлар:

Шамшидинов Исраилжон Тургунович
техника фанлари доктори, профессор

Эркаев Ақтам Улашевич
техника фанлари доктори, профессор

Етакчи ташкилот:

Навоний давлат кончилиқ институти

Диссертация ҳимояси Наманган муҳандислик-технология институти ҳузуридаги илмий даражалар берувчи PhD 03/30.12.2019.К/Т.66.02 рақамли Илмий кенгашнинг 2021 йил «8» сентябрь соат 14⁰⁰ да ўтадиган мажлисида бўлади (Манзил: 160115, Наманган шаҳар, Косонсой кўчаси 7. Тел.: (99869) 228-76-75; факс: (99869) 228-76-71; e-mail: nei_info@edu.uz).

Диссертация билан Наманган муҳандислик-технология институти Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (414-рақам билан рўйхатга олинган). (Манзил: 160115, Наманган ш., Косонсой кўчаси, 7-уй. Тел.: (99869) 228-76-75; факс: (99869) 228-76-71.

Диссертация автореферати 2021 йил «27» «август» куни тарқатилди.

(2021 йил «27» «август» даги 414- рақамли реестр баённомаси).

О.К.Эргашев

Илмий даражалар берувчи
илмий кенгаш раиси, к.ф.д., доц.

Д.Ш. Шеркузиев

Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш
котиби, т.ф.н., доц.

З.К. Дехканов

Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш
қошидаги илмий семинар раиси, т.ф.д., доц.

КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Дунёда озиқ-овқат саноати ва қишлоқ хўжалигининг асосий вазифаларидан бири аҳолини етарли даражада озиқ-овқат маҳсулотлари билан таъминлашдан иборат. Бу ўринда қишлоқ хўжалиги экинларидан юқори ва сифатли ҳосил етиштиришнинг асосий омилларидан бири бўлган кимёвий воситалардан, жумладан минерал ўғитлардан самарали фойдаланиш зарурдир. Бунда қишлоқ хўжалиги экинларини сифатли ўғитлар билан таъминлаш ва уларни ассортиментини кўпайтириш муҳим аҳамиятга эга. Бу йўналишда азот ва калийли ўғитлар билан биргаликда фосфорли ўғитлар ишлаб чиқариш ҳажми ва ассортиментини кўпайтириш, уларни ишлаб чиқариш технологиясини ишлаб чиқиш долзарб ҳисобланади.

Дунёда фосфорли ўғитлар ишлаб чиқаришга хизмат қиладиган сифатли фосфат хом ашёлари захирасини излаш, уларни ўрнини босувчи хом ашё захираларини топиш бўйича илмий изланишлар олиб борилмоқда. Бу борада, фосфоритлар ва нитрат кислота асосида турли хил таркибга эга бўлган фосфорли ўғитлар олиш жараёнларини тадқиқ қилиш; паст навли ва чиқинди фосфат хом ашёларини турли усуллар билан фосфорли ва турли аралаш ўғитлар ишлаб чиқариш технологиясини яратиш; ФУ ва ММлар асосида олинган фосфорли ўғитларнинг баъзи физик-кимёвий хоссалари (сочилувчанлик, табиий қиялик бурчаги ва уйма оғирлик) ва товар хоссаларини ўрганиш ҳамда туз таркибини аниқлаш; ФУ ва ММлар фосфат хом ашёларидан олинган фосфорли ўғитлар асосида NP-, PK- ва NPK-туридаги аралаш ўғитлар олиш жараёнларини тадқиқ этиш; фосфорли ўғитларни агрокимёвий синовлардан ўтказишга алоҳида эътибор берилмоқда. Республикамизда маҳаллий фосфоритлар, саноат чиқиндилари асосида азот, фосфор ва калийли, шунингдек мураккаб ва органоминерал ўғитлар ишлаб чиқариш соҳасида муайян илмий ва амалий 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. Бу борада, жумладан маҳаллий хом ашёлардан фойдаланган ҳолда кузги шудгорда ёки ғўза ва бошоқли дон экинларини экишдан олдин ва озиклантиришда зарур бўлган фосфорли ўғитлар олиш технологиясини ишлаб чиқиш муҳим аҳамият касб этади.

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

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

«Ўзбекистон Республикаси кимё саноатини кескин ривожлантириш чоратадбирлари тўғрисида», 2019 йил 3 апрелдаги ПҚ-4265-сон «Кимё саноатини янада ислоҳ қилиш ва унинг инвестициявий жозибадорлигини ошириш чоратадбирлари 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 Марказий Қизилқум (МК) фосфоритларини нитрат, фосфат, сульфат кислота реагентлари билан қайта ишлаш усули билан оддий фосфорли, аралаш ва комплекс ўғитлар олиш технологиясини ишлаб чиқиш бўйича кенг маълумотлар мавжуд (М.Н. Набиев, Б.М. Беглов, Ш.С. Намазов, С.М.Таджиев, А.М. Амирова, Х.Ч. Мирзакулов, А.У. Эркаев, А.М. Реймов, А.Р.Сейтназаров, Б.Э. Султонов, Р.Я. Якубов, И.Т. Шамшидинов, З.К.Дехқанов, М.М. Мирходжаев, Н.В. Волынскова, И.И. Усманов, У.К.Алимов, Б.Б. Содиқов, Д.Ш. Шерқўзиев, М.В. Йўлбарсова). Масалан, С.Б. Мамажанов томонидан Қоратоғ ва Қизилқум фосфоритларини хлорид кислотали қайта ишлаш орқали оддий фосфорли ўғитлар олиш технологияси ишлаб чиқилган. Ушбу технологияда P_2O_5 микдори катта бўлган фосфат хом ашёси ишлатилган ва кам эҳтиёжга эга $CaCl_2$ эритмалари ҳосил бўлган.

А.М. Реймов, Д.Ш. Шерқўзиев ва М.В. Йўлбарсовалар томонидан ўтказилган илмий тадқиқотлар МК фосфат хом ашёларни нитрат кислота билан парчалаб, олинган нитрокальцийфосфат бўтқаларига сув қўшиб ва ҳосил бўлган суспензияларни газсимон аммиак билан нейтраллаш орқали нитрокальцийфосфат ўғитлар (НКФЎ), қаттиқ ҳолидаги $NP\text{Ca}$ -туридаги ва азоткальцийли суюқ ўғитлар олиш технологияларини ишлаб чиқиш ва НКФЎ туридаги ўғитларни товар хоссаларини карбамид ёрдамида яхшилашга бағишланган. НКФЎ туридаги ўғитлар ишлаб чиқаришда нитрат кислота сарфи кўп ва нейтраллашда аммиак газидан фойдаланиш ҳамда ўғитни донаторлаш жараёнида катта энергиялар сарф этилади. Қаттиқ ҳолидаги $NP\text{Ca}$ -туридаги ва азоткальцийли суюқ ўғитлар олиш технологиясини соддалаштириш, кислота ва энергия сарфини камайтириш бўйича илмий ишлар олиб борилиши зарур. НКФЎ туридаги ўғитларни товар хоссалари карбамид ёрдамида яхшилаш бўйича ҳам кенг миқёсдаги илмий тадқиқотларни олиб бориш керак.

Яна шуни таъкидлаш лозимки, паст навли Қизилқум фосфорит уни (ФУ) ва фосфоритларни термик бойитиш технологиясини саралаш босқичида ҳосил бўладиган чиқинди-минераллашган массани (ММ) нитрат кислотали қайта ишлаш ва ҳосил бўлган фосфорли ўғитлар ҳамда ушбу ўғитлар асосида аралаш ўғитлар (NP -, PK - ва PK -туридаги) технологиясини ишлаб чиқиш бўйича илмий-тадқиқот ишлари олиб борилмаган.

Диссертация мавзусининг диссертация бажарилаётган илмий-тадқиқот муассасининг илмий-тадқиқот ишлари билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқоти ЎзР ФА Умумий ва ноорганик кимё институтининг илмий-тадқиқот ишлари режасининг ПЗ-20170926269 “Марказий Қизилкум фосфоритлари минераллашган массаси ва ювиб қуритилган концентрати асосида бирламчи ва мураккаб фосфорли ўғитлар олишнинг ресурстежамкор ва юқори самарали технологиясини ишлаб чиқиш” (2018-2020 йй.) мавзусидаги амалий лойиҳа доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади Паст навли МК фосфорит уни (ФУ) ва фосфат чиқиндиси бўлган ММ ни нитрат кислотаси билан қайта ишлаб сифатли фосфорли ўғитлар ва улар асосида NP-, РК- ва NPK-туридаги аралаш ўғитлар олишнинг рационал технологиясини ишлаб чиқишдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

Қизилкум фосфоритлари ва нитрат кислота асосида турли хил таркибга эга бўлган фосфорли ўғитлар олиш жараёнларини тадқиқ қилиш;

технологик кўрсаткичларнинг фосфорли ўғитларни сифатига таъсирини ўрганиш;

кальцийнитратфосфат кислотали бўтқа ва суспензияларнинг реологик хоссаларини тадқиқ этиш;

ФУ ва ММ лар асосида олинган фосфорли ўғитларнинг баъзи физик-кимёвий хоссалари (сочилувчанлик, табиий қиялик бурчаги ва уйма оғирлик) ва товар хоссаларини ўрганиш ҳамда туз таркибини аниқлаш;

ФУ ва ММ фосфат хом ашёларидан олинган фосфорли ўғитлар, азотли ва калий компонентлар асосида NP-, РК- ва NPK-туридаги аралаш ўғитлар олиш жараёнларини тадқиқ этиш;

фосфорли ўғитларни агрокимёвий синовлардан ўтказиш;

ФУ ва ММ ларидан фосфорли, NP-, РК- ва NPK-туридаги аралаш ўғитлар олишнинг технологик тизимини ишлаб чиқиш, моддий баланси ва техник иқтисодий кўрсаткичларини ҳисоблаш;

тажриба-саноат ишлаб чиқариш шароитида фосфорли ўғит ва NP-, РК- ва NPK-туридаги аралаш ўғитлар олиш технологияларини синовдан ўтказиш ва янги маҳсулотларнинг тажриба партиясини ишлаб чиқариш ҳамда жараённинг асосий технологик катталикларни аниқлаш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида минераллашган масса (ММ) ва фосфорит уни (ФУ), кальций гидроксид, кальцийнитратфосфат кислотали бўтқа, фосфорли ўғит суспензияси, эримайдиган қолдиқ (ЭК), фосфорли ўғит, NP-, РК- ва NPK-туридаги аралаш ўғитлар олинган.

Тадқиқотнинг предмети ФУ ва ММ фосфат хом ашёларини нитрат кислота билан парчалаш орқали олинган маҳсулотларни тўғридан-тўғри кальций гидроксид суспензияси билан нейтраллаб фосфорли ўғит ва улар асосида аралаш ўғитлар олишдан иборат.

Тадқиқотнинг усуллари. Диссертация ишини бажаришда кимёвий, физик-кимёвий таҳлилнинг сканерловчи электрон микроскоп (SEM - EVO MA 10 (Zeiss, Germany)), элемент таҳлил учун (Energy-Dispersive x-ray

spectrometer (EDS-Oxford Instrument)) ва рентгенофазали усулидан («Panalytical Empyrean» (Нидерландия)) фойдаланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

ФУ ва ММ ларни нитрат кислотаси билан дикальций фосфат ҳосил бўлиши учун ҳар хил меъёрларда парчаланиш жараёнлари асосланган;

турли ҳароратларда кальцийнитратфосфат кислотали бўтқа ва фосфорли ўғит суспензияларининг реологик хоссалари аниқланган;

турли омилларни (сувнинг миқдори ва ҳарорати, кальций нитрат концентрацияси ва миқдори) фосфорли ўғит сифат кўрсаткичларига таъсири исботланган;

ФУ ва ММ лардан олинган фосфорли ўғитларнинг физик-кимёвий ва товар хоссалари аниқланган;

фосфорли ўғит, аммоний нитрат ва калий хлориддан фойдаланиб NP-, РК- ва NPK-туридаги аралаш ўғитларни олиш жараёнлари, уларнинг физик-кимёвий ва товар хоссалари ҳамда туз таркиблари аниқланган;

фосфорли ўғитлар, NP-, РК- ва NPK-туридаги аралаш ўғитлар замонавий таҳлил усулларида фойдаланиб уларнинг элемент таркиблари аниқланган;

ФУ ва ММ фосфат хом ашёларидан фосфорли ўғит, NP-, РК- ва NPK-туридаги аралаш ўғитлар олишнинг материал оқими, иқтисодий кўрсаткичлари ҳисобланган ва технологик схемаси ишлаб чиқилган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

Паст навли юқори карбонатли МК фосфат хом ашёларини нитрат кислота билан парчалош маҳсулотларидан фосфорли ўғит олишнинг мақбул шароитлари аниқланган, иқтисодий жиҳатдан мақсадга мувофиқлиги асосланган ва принципиал технологияси ишлаб чиқилган;

ФУ ва ММ асосида олинган фосфорли ўғит, азот ва калийли компонентлар асосида NP-, РК- ва NPK-туридаги аралаш ўғитлар олишнинг мақбул шароитлари аниқланган, иқтисодий самарадорлиги ҳисобланган ва принципиал технологияси ишлаб чиқилган;

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

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти. Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти ФУ ва ММ туридаги фосфат хом ашёларини нитрат кислотасининг ҳар хил концентрация ва меъёрларида парчалош жараёнларининг умумий қонуниятлари очиқ берилганлиги, парчалошнинг мақбул шароитларини топиш ва фосфорли ўғитлардан кальций нитратни ажратиш олиш жараёнларини тадқиқ этиш билан ва яхши физик-кимёвий ҳамда товар хоссаларига эга бўлган янги фосфорли ва NP-, РК- ва NPK-туридаги аралаш ўғитлар технологиясини яратишга асос бўлади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти шундан иборатки, паст навли юқори карбонатли Қизилқум фосфоритларини термик бойитишни саралаш босқичида ҳосил бўладиган фосфат чиқиндиси (ММ) ва ФУни нитрат кислотаси билан парчалош маҳсулотларини кальций гидроксид билан

нейтраллаб фосфорли ўғитлар олиш ҳамда аммоний нитрат ва калий хлориди асосида сифатли концентранган NP-, PK- ва NPK-туридаги аралаш ўғитлар олишнинг рационал технологияси ишлаб чиқишга хизмат қилади.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Маҳаллий МК фосфат хом ашёларидан тўғридан-тўғри оддий фосфорли ўғит ҳамда ушбу фосфорли ўғит, азот ва калийли компонентлар асосида сифатли аралаш ўғитлар олиш технологиясини ишлаб чиқишнинг илмий натижалари асосида:

фосфат хом ашёлар (ММ ва ФУ) ва нитрат кислота асосида тўғридан-тўғри фосфорли ўғит-олиш технологияси Навоий шаҳридаги “Elektrokimyozavod” ҚК АЖ нинг амалиётга жорий этиладиган истиқболли ишланмалар рўйхатига киритилган (“Elektrokimyozavod” ҚК АЖ нинг 2021 йил 14 июндаги 115 сон маълумотномаси). Натижада таркибида P_2O_5 миқдори анча катта бўлган ҳамда қишлоқ хўжалиги талабларига мос келадиган фосфорли ўғитлар олиш имконини берган.

ММ асосида олинган фосфорли ўғит, аммоний нитрат ва калий хлориди асосида NP-, PK- ва NPK-туридаги аралаш ўғитлар олиш технологияси “Elektrokimyozavod” ҚК АЖ нинг амалиётга жорий этиладиган истиқболли ишланмалар рўйхатига киритилган (“Elektrokimyozavod” ҚК АЖ нинг 2021 йил 14 июндаги 115 сон маълумотномаси). Натижада қишлоқ хўжалиги талабларига мос келадиган сифатли ва самарадор бўлган NP-, PK- ва NPK-туридаги аралаш ўғитлар олиш имконини берган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Мазкур тадқиқот натижалари 3 та халқаро, 2 та республика илмий-амалий анжуманларида муҳокамадан ўтган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилиниши. Диссертация мавзуси бўйича 11 та илмий ишлар чоп этилган. Жумладан, диссертациянинг (PhD) асосий илмий натижалари 6 та илмий мақола, шулардан Ўзбекистон Республикаси Олий Аттестация комиссияси томонидан чоп этиш тавсия этилган журналларда 3 таси республика ва 3 таси хорижий журналларда чоп этилган.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация иши кириш, тўртта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертациянинг ҳажми 118-бетни ташкил этган.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Кириш қисмида диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати асосланган, тадқиқотнинг мақсади ва вазифалари шакллантирилган, тадқиқотнинг объекти ва мавзуси тавсифланган, тадқиқотнинг Ўзбекистон Республикаси фан ва технологиялари ривожланишнинг устувор йўналишларига мувофиқлиги кўрсатилган, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари баён қилинган, натижаларнинг амалиётга жорий этилиши берилган, чоп этилган илмий ишлар ва диссертация тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг «Ўзбекистон фосфоритларини фосфорли, комплекс ва аралаш ўғитларга қайта ишлаш» деб номланган биринчи бобида турли фосфат хом-ашёларини тавсифи, фосфоритларни ўғитларга қайта ишлаш, уларни кислотали қайта ишлаб фосфорли, комплекс ва аралаш ўғитлар олиш усуллари танқидий таҳлил қилинган. Ушбу таҳлил бўйича хулосалар келтирилган. Илмий материални таҳлил қилиш асосида тадқиқотнинг мақсади ва вазифалари шакллантирилган.

Диссертациянинг «Тадқиқот объектларини тавсифи ва тажрибаларни бажариш усуллари» деб номланган иккинчи бобида тадқиқ этилаётган фосфат хом ашёларни асосий кимёвий таркиблари, физик-кимёвий ва механик хоссалари, тажриба ва хом ашёлар ҳамда олинган ўғитларни кимёвий таҳлилларни ўтказиш усуллари ҳамда тадқиқотнинг физик-кимёвий усуллари келтирилган.

Диссертациянинг «Марказий Қизилқум фосфоритларни нитрат кислота асосида фосфорли ўғитларга қайта ишлаш жараёнлари» деб номланган учинчи бобида фосфат хом ашёларни нитрат кислота ёрдамида фосфорли ўғитларга қайта ишлаш жараёнларига технологик катталикларни таъсири, фосфорли ўғитлардан кальций нитратни ажратиб олиш жараёнларини тадқиқи, нейтралланган ва нейтралланмаган кальцийнитратфосфат кислотали бўтқа ва суспензияларни реологик хоссалари, фосфорли ўғитларни физик-кимёвий ва товар хоссалари ҳамда уларнинг физик-кимёвий таҳлили, ММ ва ФУни нитрат кислотали қайта ишлаб фосфорли ўғит олишнинг материал оқими, технологик схемаси ва иқтисодий кўрсаткичлари келтирилган.

Лаборатория тадқиқотларини бошида МҚ фосфоритларни термик усул орқали бойитиш технологиясини саралаш босқичида ҳосил бўлган фосфатли чиқинди–ММ дан фойдаланилди. Бу фосфат хом ашёларни парчалаш учун “МАХАМ СИРСИҚ” АЖ корхонасида ишлаб чиқариладиган нитрат кислотадан фойдаланилди. Нитрат кислотани концентрациясини 30,0 дан 58,78% гача бўлган оралиқда олинди. HNO_3 ни минераллашган массадаги (ММ) CaO ни CaHPO_4 га ўтказишга нисбатан стехиометрик меъёри 100% деб олинди. ММни нитрат кислотани паст концентрацияларида (30-45%) парчаланганда катта ҳажмдаги кўпиклар пайдо бўлганлиги кузатилди, аммо унинг юқори қисми концентрацияларида (50,0-58,78%) эса ҳосил бўлган кўпиклар ҳажми технологик жараёнларни мўътадил кетишига деярли ҳалақит бермади ва лаборатория тажрибалари осон ҳолда олиб борилди. Аммо юқори концентрацияли HNO_3 ишлатилганда эса кам ҳаракатчан кальцийнитратфосфат кислотали бўтқалар ҳосил бўлади ва уларни бир-биридан ажратишни қийинлаштиради ҳамда филтрланишни ёмонлашишига олиб келади. Ушбу ҳолатни бартараф этиш учун ҳосил бўлган нитрат кислотали бўтқаларга унинг таркибидаги сувнинг миқдори 70-75% бўлиши учун сув қўшилади. Бунда олинган фосфорли ўғит намуналаридаги P_2O_5 ва CaO ларни нисбий ўзлашувчан миқдорлари 50% дан кам бўлганлиги учун қишлоқ хўжалиги томонидан қўйилган талабларга жавоб бермайди. Бундан

ташқари фосфат хом ашёсидаги P_2O_5 нинг 24,05 дан 25,75% гача миқдори суюқ фазага чиқинди сифатида ўтиб кетади. Бу камчиликларни бартараф этиш мақсадида кейинги лаборатория тажрибаларида P_2O_5 нинг чиқинди сифатида пайдо бўлишини максимал даражада камайтириш учун ҳосил бўлган кальцийнитратфосфат кислотали суспензияни $Ca(OH)_2$ суспензияси билан рН қиймати 4,5 гача нейтралланди ҳамда олинган фосфорли ўғитлардаги P_2O_5 ва CaO ларнинг нисбий ўзлашувчан миқдорларини ошириш учун нитрат кислота меъёри 110% гача оширилди. Олинган натижалар 1-жадвалда келтирилган. 30%-ли нитрат кислота ишлатилганда олинган ўғит намунасидаги $P_2O_{5\text{умум}}$ нинг миқдори 22,87% га тенг бўлади. P_2O_5 ни суюқ фазага ўтиши, яъни уни исроф бўлиши бор-йўғи 2,29% ни ташкил этади. Бунда $P_2O_{5\text{ўзл}}$ ва $CaO_{\text{ўзл}}$ нинг шакллари миқдорлари мос равишда 12,69 ва 23,30% ларга тенг бўлади. Ушбу шаклларнинг нисбий миқдорлари эса мос равишда 55,49 ва 60,61% ни ташкил этади. Кислотани концентрацияси 58,78% бўлганда олинган ўғит намунасидаги $P_2O_{5\text{умум}}$ нинг миқдорини бир оз

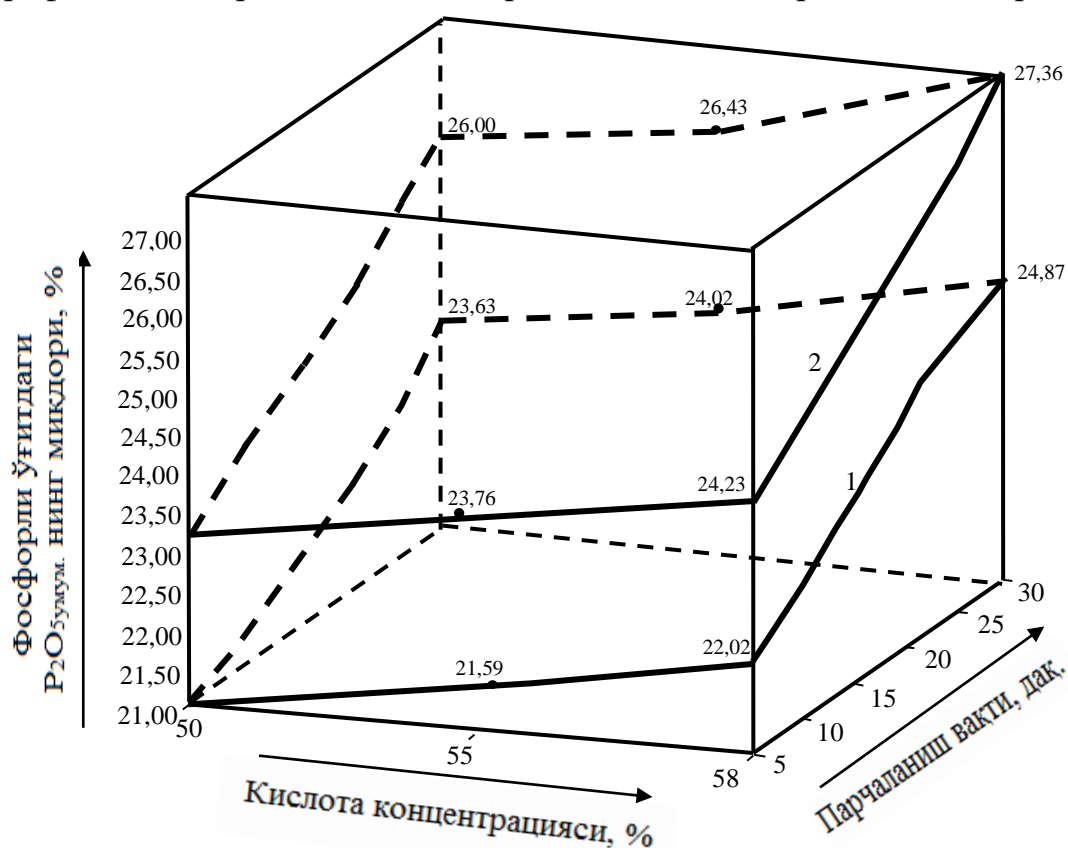
1-жадвал

Ca(OH)₂ билан нейтралланган ҳолда олинган фосфорли ўғитларни кимёвий таркиби

Кимёвий таркиб, %							
$P_2O_{5\text{умум}}$	2-% ли лим. кис-си бўйича $P_2O_{5\text{ўзл}}$	$P_2O_{5\text{с.э}}$	$CaO_{\text{умум}}$	2-% ли лим. кис-си бўйича $CaO_{\text{ўзл}}$	$CaO_{\text{с.э}}$	N	P_2O_5 ни суюқ фазага ўтиш даражаси, %
HNO₃ концентрацияси – 30,0%							
22,87	12,69	2,30	38,44	23,30	3,80	1,50	2,29
HNO₃ концентрацияси – 35,0%							
22,79	12,80	2,34	38,51	23,46	3,90	1,55	2,27
HNO₃ концентрацияси – 40,0%							
22,63	12,93	2,37	38,68	23,68	4,01	1,59	2,24
HNO₃ концентрацияси – 45,0%							
22,51	13,05	2,41	38,89	23,94	4,11	1,63	2,21
HNO₃ концентрацияси – 50,0%							
22,40	13,19	2,45	39,10	24,20	4,20	1,67	2,19
HNO₃ концентрацияси – 55,0%							
22,30	13,35	2,49	39,35	24,50	4,30	1,71	2,16
HNO₃ концентрацияси – 58,78%							
22,21	13,46	2,52	39,46	24,67	4,47	1,74	2,13

камайиши кузатилади ва у 22,21% га тенг бўлади. P_2O_5 ва CaO ни ўзлашувчан шаклларининг нисбий миқдорлари мос равишда 60,60 ва 62,52% га тенг бўлади. Ушбу ўғитларнинг намуналари $P_2O_{5\text{умум}}$ ва нисбий ўзлашувчан шакллар бўйича қишлоқ хўжалиги талабларига тўлиқ жавоб беради ва бундай турдаги фосфорли ўғитлар ушбу соҳада муваффақиятли қўлланилиши мумкин. Кейинги тадқиқотларимизда эса фосфорли ўғитлар олиш учун фосфорит ундан (ФУ) фойдаланилди. Бунда худди ММ даги каби умумий қонуниятлар кузатилди. Аммо ММ ва ФУ асосида олинган

фосфорли ўғитлар таркибидаги $P_2O_{5\text{умум}}$ миқдорлари ўзаро таққосланганда ФУ асосида олинган ўғитда янада кўпроқ миқдорда P_2O_5 борлиги кузатилади. ММ ва ФУ дан олинган фосфорли ўғитлар таркиби мос равишда қўйидаги қийматларга эга бўлади (оғир.,%): $P_2O_{5\text{умум}}$ = 21,83 – 22,40; $P_2O_{5\text{ўзл}}$ = 11,48 – 13,46; $CaO_{\text{умум}}$ = 39,10 – 41,38; $CaO_{\text{ўзл}}$ = 21,21 – 24,67; $CaO_{\text{сув}}$ = 4,00 – 4,37; N = 1,56 – 1,74 ва $P_2O_{5\text{умум}}$ = 26,22 – 26,44; $P_2O_{5\text{ўзл}}$ = 15,07 – 15,09; $CaO_{\text{умум}}$ = 45,60 – 45,85; $CaO_{\text{ўзл}}$ = 26,45 – 27,05; $CaO_{\text{сув}}$ = 4,26 – 4,51; N = 1,78 – 1,85. 1-расмда ММ ва ФУ асосида олинган фосфорли ўғит намуналаридаги $P_2O_{5\text{умум}}$ ни миқдорига бир вақтни ўзида кислота концентрацияси ва парчаланиш вақтининг таъсирлари ҳажмий график кўринишида келтирилган. Графикда келтирилган натижалар кислота концентрацияси ва парчаланиш



1-расм. Фосфорли ўғит намуналаридаги P_2O_5 нинг миқдорига нитрат кислота концентрацияси ва парчалиш вақтининг таъсири: 1-ММ асосида ва 2-ФУ асосида.

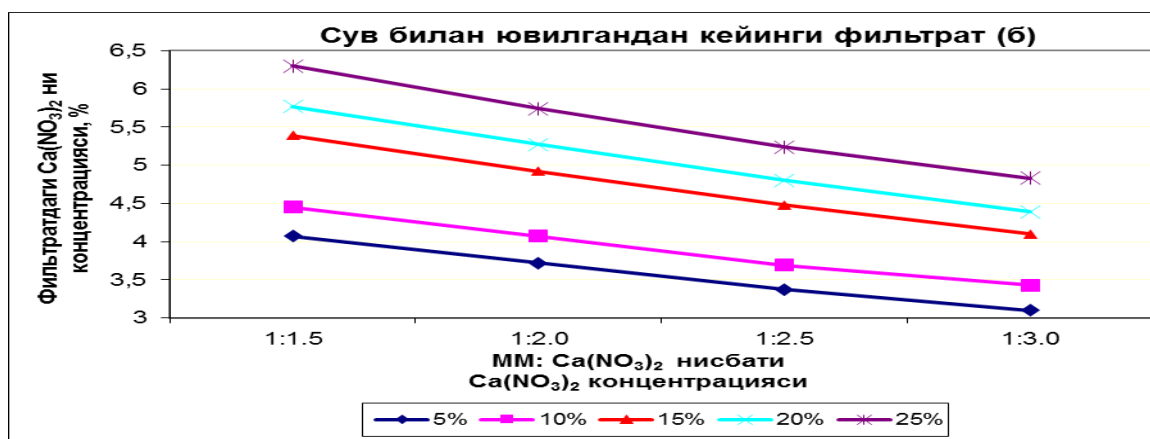
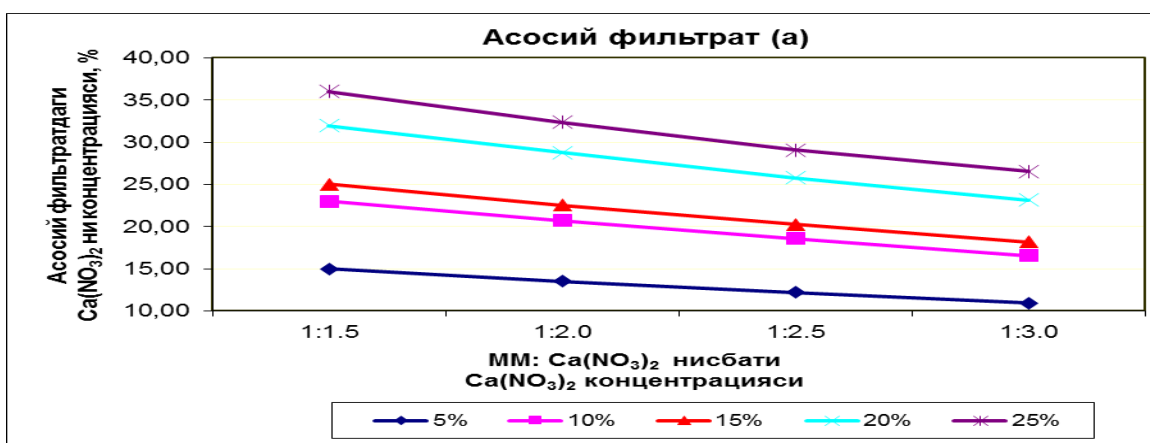
вақтини олинган фосфорли ўғит намуналаридаги P_2O_5 нинг миқдорига таъсир этиши кўриниб турибди. Бу катталиклар ичида парчаланиш вақтини кислота концентрациясига нисбатан янада яхшироқ таъсир этиши яққол кўриниб турибди. Масалан, ММ асосида олинган фосфорли ўғит таркибидаги P_2O_5 нинг миқдори парчаланиш вақтини 5 дақиқадан 30 дақиқага оширилганда 2,75% га ортиши, кислота концентрацияси 50,0 дан 58,78% га ортганда эса бор-йўғи 1,01% га ортади (парчаланиш вақти 5 дақиқа бўлганда).

Маълумки, фосфорли ўғитларнинг асосий сифат кўрсаткичларига ($P_2O_{5\text{умум}}$, $P_2O_{5\text{сув}}$ ва $CaO_{\text{ўзл}}$) ювувчи сувнинг миқдори ва ҳароратини таъсири

муҳим роль ўйнайди. Шунинг учун кейинги тадқиқотларда сувни миқдори ва ҳароратини юқоридаги кўрсаткичларга таъсири ўрганилди. Олинган натижалар асосида $MM(ФУ):H_2O=1,0:2,0$ нисбатни ювишнинг мақбул нисбати ва ювувчи сувнинг ҳарорати $80-90^{\circ}C$ деб қабул қилиш мумкин. Мақбул катталикларда олинган фосфорли ўғитларнинг асосий таркиби қуйидагилардан иборат бўлади (оғир.,%): $P_2O_{5умум.} = 21,60 - 22,65$; 2%-ли лимон кислотаси бўйича $P_2O_{5ўзл.} = 11,43-12,21$; $CaO_{умум.} = 40,89-41,40$; 2%-ли лимон кислотаси бўйича $CaO_{ўзл.} = 22,12-23,07$; $CaO_{сув.} = 4,03 - 4,26$; $N = 1,69 - 1,79$ (ММ асосида) ва $P_2O_{5умум.} = 24,86-26,07$; 2%-ли лимон кислотаси бўйича $P_2O_{5ўзл.} = 13,19-14,08$; $P_2O_{5сув.} = 2,40-2,57$; $CaO_{умум.} = 45,19-45,41$; 2%-ли лимон кислотаси бўйича $CaO_{ўзл.} = 24,56-25,39$; $CaO_{сув.} = 4,25 - 4,48$; $N = 1,78 - 1,90$ (ФУ асосида). Фосфорли ўғитларни $Ca(NO_3)_2$ дан ювилиш даражаси мос равишда $97,80-98,01$ ва $97,75-97,98\%$ га тенг. Ҳосил бўлган кальций нитрат эритмасини концентрацияси $8-10\%$ га тенг. Кейинги тадқиқотларда олинадиган фосфорли ўғит сифатларига ва ҳосил бўладиган кальций нитрат эритмасини концентрациясини юқорироқ қийматларга эга бўлиши учун сув ўрнига кальций нитрат эритмасини турли концентрация ва миқдорлари қўлланилди. $MM : H_2O$ нисбатни $1,0 : 1,5$ дан $1,0 : 3,0$ гача ортиши, яъни сув миқдорини ортиши билан олинган фосфорли ўғит намуналаридаги $P_2O_{5умум.}$ нинг қийматлари $23,69$ дан $24,35\%$ гача ортиши, $P_2O_{5сув.}$ шакли эса $2,21$ дан $2,06\%$ гача, ҳамда $CaO_{сув.}$ ва N лар эса мос равишда $4,20$ дан $3,92\%$ гача ва $1,75$ дан $1,63\%$ гача камайиши кузатилади. Фосфорли ўғитларни кальций нитратдан ювилиши даражаси $97,02$ дан $98,78\%$ гача ортиши кузатилади. Бу шунинг англатадики, нам маҳсулотдан кальций нитратни чиқиб кетиши ҳисобига олинган фосфорли ўғитларни сифати ошади. Кальций нитратнинг турли концентрацияларидан фойдаланилганда ҳам юқоридагидек умумий қонуниятлар кузатилади. Сув ўрнида 5% -ли кальций нитрат эритмасидан фойдаланилганда $MM : Ca(NO_3)_2$ эритмасини нисбати $1,0 : 1,5$ дан $1,0 : 3,0$ гача ортганда ўғитлар таркибидаги $P_2O_{5умум.}$ нинг миқдорлари $23,60$ дан $24,08\%$ гача кўтарилиши, $P_2O_{5сув.}$ шакли эса $2,19$ дан $2,04\%$ гача, ҳамда $CaO_{сув.}$ ва N лар эса мос равишда $4,25$ дан $3,97\%$ гача ва $1,77$ дан $1,66\%$ гача камайиши кузатилади. Фосфорли ўғитларни кальций нитратдан ювилиши даражаси $96,84$ дан $98,56\%$ гача ортиши кузатилади. Олинган тажриба натижаларидан $MM : Ca(NO_3)_2$ эритмасини $1,0:2,0$ нисбатини мақбул нисбат деб олиш мумкин, чунки бу нисбатдан кам қийматларда олинган фосфорли ўғит намуналарида кўп миқдорда кальций нитрат қолиб кетади ва ушбу нисбатдан катта қийматларда эса кўп миқдорларда кальций нитрат эритмаси пайдо бўлади. Бундан ташқари кальций нитрат эритмасини концентрациясини ортиши билан юқорида таъкидланганидек олинган ўғитларнинг сифати бир оз пасаяди. Бу ҳолат шундан далолат берадики, фосфорли ўғит суспензияларидан кальций нитратни ажратиб олиш учун юқорироқ концентрацияли кальций нитрат эритмаларидан фойдаланиш мақсадга мувофиқ эмас. Кальций нитрат эритмасини энг мақбул концентрацияси деб унинг $10-15\%$ -ли эритмаларини ҳисоблаш мумкин,

чунки бунда нисбатан концентрацияси юқориқ бўлган кальций нитрат эритмалари пайдо бўлади. Бу эритмаларни қаттиқ ўғитларга ёки мақсадли моддаларга айлантириш осон. 2 (а,б)-расмда кальций нитрат концентрацияси ва ММ:Ca(NO₃)₂ нисбатни асосий ва сув билан ювишда ҳосил бўладиган фильтратлар таркибидаги кальций нитрат миқдорига таъсири келтирилган. Ушбу маълумотлардан кўриниб турибдики, қўшиладиган кальций нитрат концентрациясини ортиши билан ҳосил бўладиган иккала фильтратларда ҳам Ca(NO₃)₂ нинг миқдорлари ортади, ММ:Ca(NO₃)₂ эритмаси нисбатини ортиши билан эса улардаги кальций нитратнинг миқдорлари камаяди. Бунда таркибида 20,70-22,52% тутган Ca(NO₃)₂ фильтратлар аралашмаси ҳосил бўлади. Худди шундай қонуниятлар ФУ асосида бажарилган лаборатория тадқиқотларида ҳам кузатилади.

Ўғитлар олиш жараёнларини автоматлаштириш ва назорат қилишда ҳамда оддий фосфорли ўғит олиш технологиясида ҳосил бўлган фосфорли ўғит



2-расм. Кальций нитрат концентрацияси ва ММ:Ca(NO₃)₂ нисбатни асосий фильтратдаги (а) ва сув билан ювилганда ҳосил бўладиган фильтратдаги (б) Ca(NO₃)₂ миқдорига таъсири.

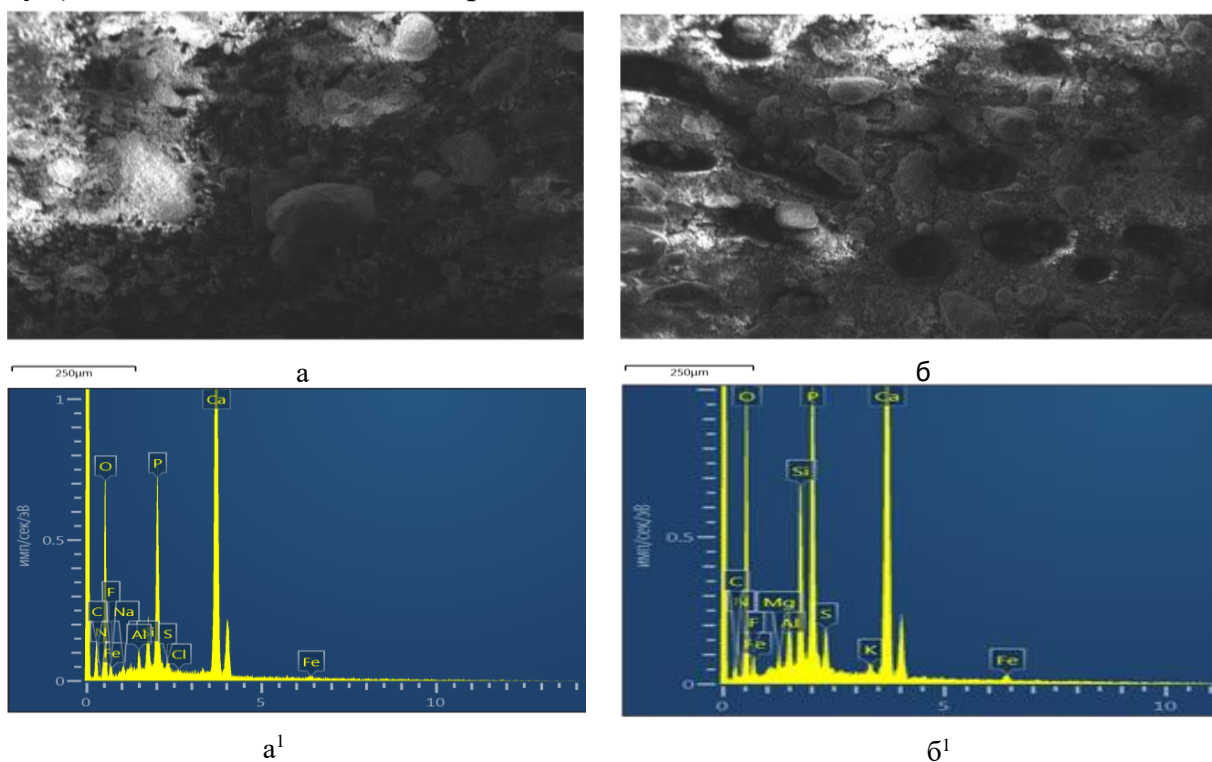
суспензияларни бир технологик жиҳоздан иккинчи бир технологик жиҳозга ўтказишда уларнинг реологик хоссалари муҳим роль ўйнайди, шунинг учун кейинги тадқиқотларда ММ ва ФУлар асосида олинган нейтралланмаган кислотали фосфорли ўғит ва Ca(OH)₂ билан нейтралланган фосфорли ўғит

суспензияларни реологик хоссалари (зичлиги ва қовушқоклиги) ўрганилди. ММ ва ФУ асосида олинган нейтралланмаган ва нейтралланган фосфорли ўғит суспензияларда умумий қонуниятлар бир хил эканлиги кузатилди. ММ ва ФУ асосида олинган нейтралланмаган ва нейтралланган фосфорли ўғит суспензияларни бемалол бир жиҳоздан бошқа бир жиҳозга ўтказиш мумкин.

Одатда қишлоқ хўжалигида ишлатиладиган ўғитларнинг физик-кимёвий хоссалари (сочилувчанлик, табиий қиялик бурчаги ва уйма оғирлиги) ва товар хоссаси (гигроскопик нуқта) асосий роль ўйнайди. Чунки бу хоссалар бундай турдаги ўғитларни омборхоналарда сақлаш, транспортларда ташиш ва тўғридан-тўғри қўллаш шароитларини белгилайди. ММ ва ФУ асосида олинган фосфорли ўғит намуналарининг гигроскопик нуқталари қуйидагича бўлди: 1-намуна –69,8%ва 2-намуна – 70,6%. Иккита намуналарнинг сочилувчанлик баллари мос равишда 5,4 ва 5,2 га тенг. Бу қийматлар ўн баллик тизимда ўртача сочилувчанликка эга, ўғит намуналарини табиий қиялик бурчаклари 38,2 ва 38,6°. Бу шуни кўрсатадики, ушбу намуналарни ҳаракатчанлиги бир-бирига яқин. Юқоридаги иккита фосфорли ўғит намуналарининг уйма оғирлиги мос равишда 0,521 ва 0,527 г/см³ ларга тенг бўлиб, ишлаб чиқариш заводлари томонидан қўйиладиган талабларга тўлиқ жавоб беради.

Кейинги ишларимизда эса юқорида ишлатилган ММ ва унинг асосида олинган фосфорли ўғитларнинг электрон микроскоп усулда ва уларнинг элемент таркиблари ўрганилди.

Олинган натижалар 3(а,б)-расмларда (ММ ва унинг асосидаги ўғит учун) ҳамда 2-жадвалда келтирилган.



3-расм.ММ (а, а¹) ва унинг асосида олинган фосфорли ўғитнинг (б, б¹) электрон микроскоп кўриниши.

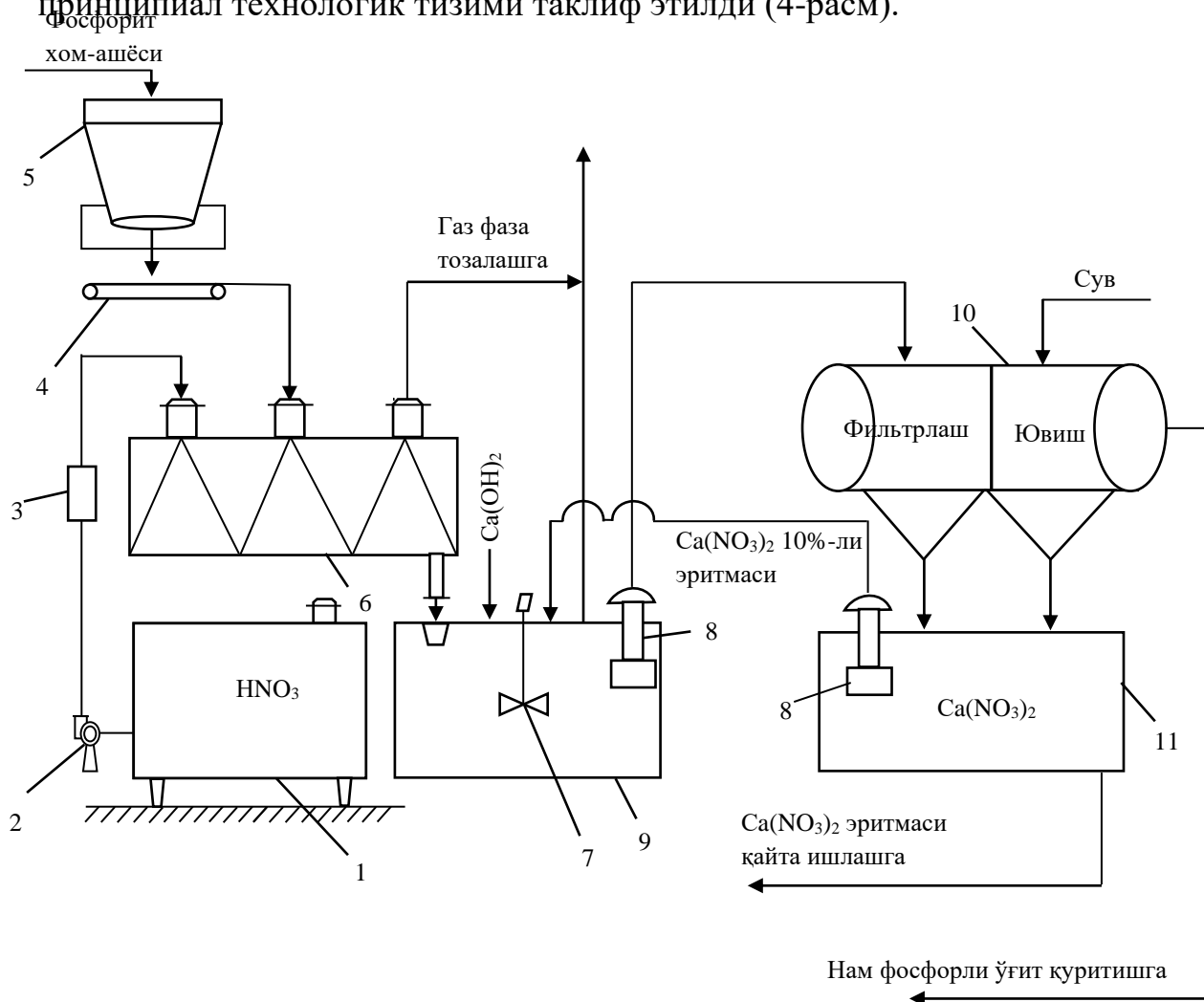
Бу натижалардан кўриниб турибдики, ММ ва унинг асосида олинган ўғитлар таркиби бир-биридан сезиларли даражада фарқ қилади.

2-жадвал

ММ ва унинг асосида олинган ўғитнинг элемент таркиби

ММ													
Элемент	C	N	O	F	Na	Al	Si	P	S	Cl	Ca	Fe	Бошқа.
Оғир.,%	6,04	1,95	37,02	1,31	0,33	0,97	2,41	6,37	0,71	0,06	40,01	0,83	1,99
ММ асосидаги ўғит													
Элемент	C	N	O	F	Mg	Al	Si	P	S	K	Ca	Fe	Бошқа.
Оғир.,%	3,07	2,41	39,22	1,90	0,50	1,52	4,74	9,99	1,51	0,52	30,61	1,46	2,55

Юқорида бажарилган лаборатория тажрибалари орқали фосфат хом ашёсини нитрат кислотали қайта ишлаб фосфорли ўғит олишнинг принципиал технологик тизими таклиф этилди (4-расм).

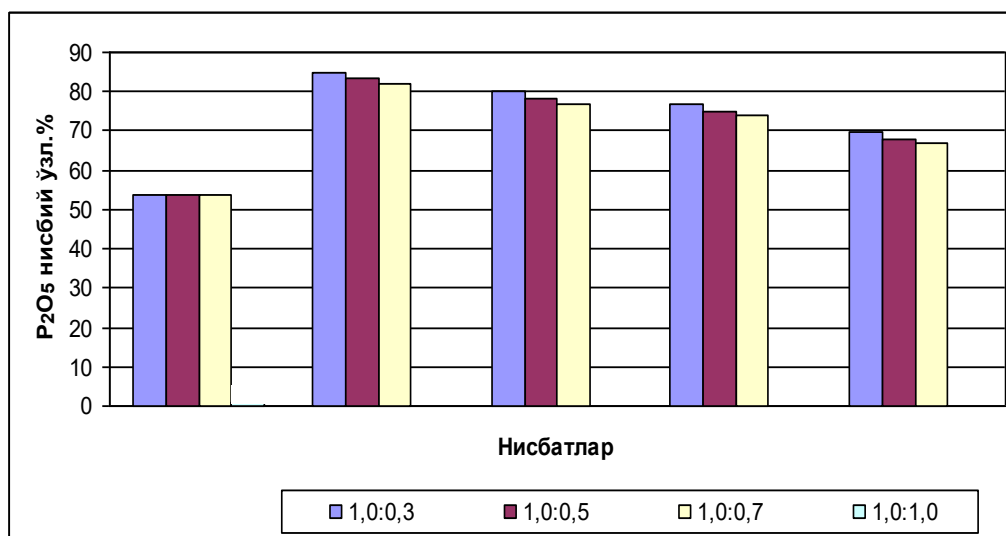


4-расм. Фосфат хом ашёси ва нитрат кислота асосида фосфорли ўғит олишнинг принципиал технологик схемаси:

1-Нитрат кислотани сақлаш идиши; 2-кислотали насос; 3-нитрат кислота учун вазнли ўлчагич; 4-вазнли кўшувчи тарози; 5-фосфат хом ашёси бункери; 6-фосфоритни парчалаш учун шнекли реактор; 7-аралаштиргич; 8-ботирилган насос; 9-аралаштиргичли реактор; 10-вакуум каруселли фильтр; 11-фильтрат учун тўплагич.

Диссертациянинг «Фосфорли ўғит, азот ва калийли компонентлар асосида аралаш ўғитлар олиш жараёнлари» деб номланган тўртинчи бобида ММ ва ФУ асосида олинган фосфорли ўғит, азот ва калийли компонентлар асосида NP-, PK- ва NPK-туридаги аралаш ўғитлар олиш жараёнларини тадқиқи, уларни олишни йириклаштирилган лаборатория модел қурилмаларида синовдан ўтказиш, аралаш ўғитларни физик-кимёвий таҳлили, гигроскопик хоссалари ва агрокимёвий синовлари, ўғитларни олишни материал оқими ва технологик схемаси ҳамда техник-иқтисодий кўрсаткичлари келтирилган.

Тажрибаларни аввалида NP-туридаги аралаш ўғитлар олиш учун ММ асосида олинган фосфорли ўғитга азот тутган компонентлар (NH_4NO_3 , NH_4Cl ва $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$) $\text{N}:\text{P}_2\text{O}_5$ ларнинг 1,0:0,3; 1,0:0,5 1,0:0,7; ва 1,0:1,0 нисбатларда ҳисобланган ҳолда қўшилди. $\text{N}:\text{P}_2\text{O}_5$ нисбати 1,0:0,3 бўлганда NH_4NO_3 , NH_4Cl ва $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ қўлланилганда умумий озуқа компонентлари ($\text{N}_{\text{умум.}} + \text{P}_2\text{O}_{5\text{умум.}}$) миқдорлари мос равишда 31,44; 25,78 ва 21,97% га тенг. $\text{N}:\text{P}_2\text{O}_5$ нинг бошқа нисбатларида ҳам худди шунга ўхшаш қонуниятлар кузатилади. Маълумки, қишлоқ хўжалигида ишлатиладиган ўғитларга бир неча талаблар қўйилади. Бундай талаблардан бири уларнинг таркибидаги фосфорнинг нисбий ўзлашувчан шаклини миқдори 50% дан кам бўлмаслиги керак. Олинган аралаш ўғитлардаги $\text{P}_2\text{O}_{5\text{ўзл.}}$ шаклининг нисбий миқдорини $\text{N}:\text{P}_2\text{O}_5$ нисбатларга боғлиқ равишда ўзгариши график кўринишида келтирилган (5-расм). Графикда келтирилган маълумотлардан кўришиб турибдики, $\text{N}:\text{P}_2\text{O}_5$ нисбатни камайиши билан олинган аралаш ўғитлардаги $\text{P}_2\text{O}_{5\text{ўзл.}}$ шаклининг нисбий миқдори ортиб боради ва улардаги ушбу шаклнинг нисбий миқдори 65% дан кам эмас.



5-расм. NP-туридаги аралаш ўғитлардаги $\text{P}_2\text{O}_{5\text{ўзл.}}$ шаклининг нисбий миқдорини $\text{N}:\text{P}_2\text{O}_5$ нисбатларга боғлиқ равишда ўзгариши.

Кейинги лаборатория тадқиқотларида NP-туридаги аралаш ўғитлар олиш учун ФУ асосида олинган фосфорли ўғитдан фойдаланилди. Бу ерда ҳам юқоридаги умумий қонуниятлар такрорланади. Аммо ММ ва ФУ асосида

олинган фосфорли ўғитлардан азотли компонентлар билан биргаликда олинган NP-туридаги ўғитлар ўзаро таққосланганда ФУ асосида олинган фосфорли ўғит қўлланилганда олинган ўғитларнинг умумий озуқа компонентларнинг бир оз кўплиги кузатилади. Бундан ташқари қишлоқ хўжалигида $N:P_2O_5$ нисбати 1,0:0,7 ва 1,0:1,0 бўлган аралаш ўғитлар кенг ишлатилганлиги учун биз тарафимиздан олинган NP-туридаги аралаш ўғитлардаги $N:P_2O_5$ нинг 1,0:0,7 ва 1,0:1,0 нисбатларда олинган NP-туридаги аралаш ўғитлардаги асосий компонентларнинг миқдорлари қуйидагича (оғир., %): $P_2O_{5\text{умум.}}$ -9,31-14,20; 2-%ли лим. кислотаси бўйича $P_2O_{5\text{ўзл.}}$ -6,88-9,87; $CaO_{\text{умум.}}$ - 17,66-26,96; 2-%ли лим.кислотаси бўйича $CaO_{\text{ўзл.}}$ 12,19-17,89 ва $N_{\text{умум.}}$ -11,47-17,27 (ММ асосидаги фосфорли ўғит ишлатилганда) ва $P_2O_{5\text{умум.}}$ -9,77-15,35; 2-%ли лим. кислотаси бўйича $P_2O_{5\text{ўзл.}}$ -7,29-10,72; $CaO_{\text{умум.}}$ - 17,01-26,71; 2-%ли лим.кислотаси бўйича $CaO_{\text{ўзл.}}$ 11,88-16,56 ва $N_{\text{умум.}}$ -12,18-18,43 (ФУ асосидаги фосфорли ўғит ишлатилганда).

Барчага маълумки, ўсимликларни озиклантиришда NP-туридаги аралаш ўғитлар муҳим роль ўйнайди. Бундан ташқари РК-туридаги аралаш ўғитлар ҳам аввалгисидан қолишмаган ҳолда қўлланилади. Шунинг учун тадқиқотимизнинг бу қисми РК-туридаги аралаш ўғитлар олишга бағишланган. Бундай турдаги ўғитлар олиш тажрибалари NP-туридаги аралаш ўғитлар олиш тажрибалари билан бир хил. Фақат бу ерда калийли компонентлар сифатида KCl ва K_2SO_4 лардан фойдаланилди. Бунда олинган РК-туридаги аралаш ўғит намуналаридаги $P_2O_{5\text{умум.}}$ нинг нисбий ўзлашувчан шаклини миқдори 67-71% оралиғида бўлиб, дастлабки фосфорли ўғитга қараганда (53-56%) каттароқ бўлади.

Кейинги лаборатория тадқиқотларида РК-туридаги аралаш ўғитлар олиш учун ФУ асосида олинган фосфорли ўғитдан фойдаланилди. Бунда ҳам умумий қонуниятлар юқоридаги каби бир хил. Мақбул нисбатларда олинган РК-туридаги аралаш ўғитлардаги асосий компонентларнинг миқдорлари қуйидагича (оғир., %): $P_2O_{5\text{умум.}}$ -15,15-18,09; 2-%ли лим. кислотаси бўйича $P_2O_{5\text{ўзл.}}$ -10,59-12,66; $CaO_{\text{умум.}}$ - 28,73-34,27; 2-%ли лим.кислотаси бўйича $CaO_{\text{ўзл.}}$ 20,40-24,33 ва K_2O -11,80-16,57 (ММ асосидаги олинган фосфорли ўғит ишлатилганда) ва $P_2O_{5\text{умум.}}$ -16,48-19,98; 2-%ли лим. кислотаси бўйича $P_2O_{5\text{ўзл.}}$ -11,27-14,32; $CaO_{\text{умум.}}$ - 28,69-33,26; 2-%ли лим.кислотаси бўйича $CaO_{\text{ўзл.}}$ 20,37-23,97 ва K_2O -12,97-18,18 (ФУ асосидаги олинган фосфорли ўғит ишлатилганда).

Юқорида келтирилган умумий натижалардан кўриниб турибдики, NP-ва РК-туридаги аралаш ўғитлардаги озуқа компонентларнинг миқдорлари асосан аралаш ўғитлар олишда ишлатиладиган фосфорли ўғит таркибидаги $P_2O_{5\text{умум.}}$, азотли ва калийли компонентлардаги мос равишда азот ва калийнинг миқдорларига боғлиқ. Лаборатория тадқиқотларини сўнгида эса NPK-туридаги, яъни тўлиқ аралаш ўғитлар олиш жараёнлари ўрганилди. ММ ва ФУ лардан олинган фосфорли ўғитлар иштирокида олинган бундай турдаги ўғитларда ҳам умумий фосфорнинг нисбий ўзлашувчан шаклини миқдори дастлабки фосфорли ўғитдагига қараганда анча катта. Маълумки,

тўлиқ озуқа компонентли ўғитларни, яъни NPK-туридаги аралаш ўғитларни қишлоқ хўжалиги экинларида $N:P_2O_5:K_2O$ нинг 1,0:0,7:0,5 ва 1,0:1,0:1,0 нисбатлари кенг қўлланилади. NPK-туридаги аралаш ўғитлардаги $N:P_2O_5:K_2O$ нинг 1,0:0,7:0,5 ва 1,0:1,0:1,0 нисбатларида олинган аралаш ўғитлардаги асосий компонентларнинг миқдорлари қуйидагича (оғир., %): $N_{умум.}$ -13,09-15,08; $P_2O_{5умум.}$ -10,57-13,07; 2-%ли лим. кислотаси бўйича $P_2O_{5ўзл.}$ -8,04-9,80; $CaO_{умум.}$ - 20,05-21,78; 2-%ли лим.кислотаси бўйича $CaO_{ўзл.}$ 15,43-16,34 ва K_2O -7,54-13,11 (ММ асосидаги олинган фосфорли ўғит ишлатилганда) ва $N_{умум.}$ - 12,23-15,96; $P_2O_{5умум.}$ - 11,19-12,19; 2-%ли лим. кислотаси бўйича $P_2O_{5ўзл.}$ -8,62-9,26; $CaO_{умум.}$ - 19,47-21,28; 2-%ли лим.кислотаси бўйича $CaO_{ўзл.}$ 15,17-16,16 ва K_2O -7,98-12,22 (ФУ асосидаги олинган фосфорли ўғит ишлатилганда).

Кейинги тадқиқотларда олинган аралаш ўғитларни физик-кимёвий таҳлили ва гигроскопик хоссалари ўрганилди. ММ асосидаги фосфорли ўғит, NH_4NO_3 ва KCl асосида олинган NP-, PK- ва NPK-туридаги аралаш ўғитларнинг электрон микроскоп ва элемент ҳамда рентген таҳлиллари шуни кўрсатадики, ушбу аралаш ўғитларнинг элемент ва туз таркиблари бири-биридан сезиларли даражада фарқ қилади. Мақбул шароитларда олинган аралаш ўғитларнинг гигроскопик нуқталари қуйидагича бўлди: NP-ўғитда – 68,2%, PK-ўғитда– 71,8%, 3-намуна NPK-ўғитда– 70,4%. Бу қийматлардан кўриниб турибдики, олинган ўғит намуналари ўртача атмосфера намлигига мос келади, аммо кузги-қишги ва қишки-баҳорги даврларда сақлаш пайтида улар намланади. Шунинг учун уларни полипропилен қопларда сақлаш ва ташиш тавсия этилади. NP-, PK- ва NPK-туридаги аралаш ўғит дозаларининг мустаҳкамлиги мос равишда 4,36; 1,85 ва 5,93 мПа га тенг.

ХУЛОСА

Диссертация ишини бажарилишида олинган асосий илмий ва амалий натижалар қуйидагича:

1. Фосфоритларни юқори ҳароратда бойитишни саралаш босқичида ҳосил бўладиган фосфат хом ашёли чиқинди – ММ ва паст навли Марказий Қизилқум фосфорит унини (ФУ) нитрат кислотаси билан таъсирлаштириш натижасида ҳосил бўлган нитрокальцийфосфат кислотали бўтқани $Ca(OH)_2$ билан нейтраллаб фосфорли ўғит олиш жараёнларини мақбул шароитлари ҳамда ушбу ўғитларни $Ca(NO_3)_2$ дан ювилиш даражаси аниқланган.
2. ММ асосида олинган фосфорли ўғит суспензияларини зичликлари ва қовушқокликлари мос равишда 1,130 дан 1,172 г/см³ га ва 1,93 дан 3,66 сПз гача ҳамда ФУ асосида олинган ўғит суспензияларида эса улар мос равишда 1,141 дан 1,184 г/см³ гача ва 2,00 дан 3,81 сПз гача бўлган оралиқда эканлиги ва бу қийматлар суспензияларни етарли даражада оқувчанлигини таъминлашини кўрсатади.
3. ММ ва ФУ асосида олинган фосфорли ўғит, азот ва калийли компонентлар асосида NP-, PK- ва NPK-туридаги аралаш ўғитлар олиш

тадқиқотлари натижасида аралаш ўғитлар мос равишда қўйидаги таркибга эга (оғир.,%): $N_{\text{умум.}}$ - 14,21; $P_2O_{5\text{умум.}}$ - 14,21; $P_2O_{5\text{ўзл.}}$ - 9,86; $CaO_{\text{ўзл.}}$ - 17,88, $P_2O_{5\text{умум.}}$ - 16,56; K_2O - 16,56; $P_2O_{5\text{ўзл.}}$ -11,75; $CaO_{\text{ўзл.}}$ - 22,62 ва $N_{\text{умум.}}$ - 13,09; $P_2O_{5\text{умум.}}$ -13,09; K_2O - 13,09; $P_2O_{5\text{ўзл.}}$ - 9,82; $CaO_{\text{ўзл.}}$ -16,33 эканлигини кўрсатади.

4. ММ ва ФУ асосида олинган фосфорли ўғитлар, NP-, РК- ва NPK-туридаги аралаш ўғитларнинг гигроскопик нуқталари мос равишда 69,8; 70,6; 68,2; 71,8 ва 70,4% га тенг. NP-, РК- ва NPK-туридаги аралаш ўғит доналарининг мустаҳкамлиги мос равишда 4,36; 1,85 ва 5,93 мПа га тенг эканлигини кўрсатади.

5. ММ асосида олинган фосфорли ўғитни С-8295 навли пахта ва “Бобур” навли буғдой ҳосилдорлигини мос равишда 1,3 ц/га ва 3-5 ц/га ошириши аниқланди. Фосфорли ўғит, NP-, РК- ва NPK-туридаги аралаш ўғитлар олишнинг моддий баланслари ва уларни ишлаб чиқаришнинг технологик тизимлари тавсия этилди.

6. Навоий “Электрокимё завод” АЖ ҚК қошидаги тажриба қурилмасида ММ асосида фосфорли ўғит олиш технологиялари синовдан ўтиб, асосий технологик катталиклари аниқланди ва ушбу ўғитларнинг тажриба партиялари ишлаб чиқарилди. ММ ва ФУ асосида олинган фосфорли ўғитларнинг нархлари оддий суперфосфатга қараганда мос равишда 1,76 ва 1,63 марта арзон ҳамда 1 тонна NP-туридаги аралаш ўғитнинг нархи аммофос ва НКФЎ га нисбатан мос равишда 1,36 ва 1,16 марта арзон эканлигини кўрсатди. 1 тонна РК- туридаги ўғитнинг нархи “Фоскацид” ўғитига нисбатан 1,74 марта ва NPK-туридаги аралаш ўғитининг нархи эса “Аммофос-Махам” АЖ да ишлаб чиқарилаётган худди шундай турдаги NPK-ўғитига нисбатан 1,44 марта арзон бўлишини кўрсатди.

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

**НАМАНГАНСКИЙ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
ИНСТИТУТ
ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ И НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ**

ГИЯСИДИНОВ АБДУАЗИЗ ЛУТФИДИНОВИЧ

**ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ КЫЗЫЛКУМСКИХ ФОСФОРИТОВ
АЗОТНОЙ КИСЛОТОЙ НА ФОСФОРНЫЕ И СМЕШАННЫЕ
УДОБРЕНИЯ**

02.00.13 - Технология неорганических веществ и материалов на их основе

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

Наманган – 2021

Тема диссертации доктора философии (PhD) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за номером В2021.2.PhD/T1054.

Диссертационная работа выполнена в Наманганском инженерно-технологическом институте, а также в Институте общей и неорганической химии.

Автореферат диссертации на трёх языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице Научного совета в информационно-образовательном портале «Ziyouet» по адресу www.ziyouet.uz

Научный руководитель:	Султонов Боходир Элбекович доктор технических наук, СИС
Официальные оппоненты:	Шамшидинов Исраилжон Тургунович доктор технических наук, профессор Эркаев Ақтам Улашевич доктор технических наук, профессор
Ведущая организация:	Навоийский государственный горный институт

Защита диссертационной работы состоится «8» сентября 2021 года в «14⁰⁰» часов на заседании цифрового Научного совета PhD. 03/30.12.2019.К/Т.66.02 по присуждению научных степеней при Наманганском инженерно-технологическом институте (Адрес: 160115, г. Наманган, улица Косонсой, 7. Тел.: (99869) 228-76-75; факс: (99869) 228-76-71, e-mail: nei_info@edu.uz).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Наманганского инженерно-технологического института (зарегистрирован под № 414). (Адрес: 160115, г. Наманган, ул. Косонсой, 7. Тел.: (99869) 228-76-75; факс: (99869) 228-76-71.

Автореферат диссертации разослан «27» августа 2021 года.
(реестр протокола рассылки № 414 от «27» августа 2021 года).

Эргашев О.К.

Председатель Научного совета по присуждению
ученой степени, д.х.н., доц.

Шеркузиев Д.Ш.

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

Дехканов З.К.

Председатель Научного семинара при Научном совете
по присуждению ученой степени, д.т.н. доц.

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и необходимость темы диссертации. В мире одна из основных задач пищевой промышленности и сельского хозяйства является обеспечение населения достаточным количеством продуктом питания. Поэтому необходимо эффективное использование химикатов, в том числе минеральных удобрений, которые являются одним из основных факторов производства высококачественных сельскохозяйственных культур. При этом важным является обеспечить сельскохозяйственные культуры качественными удобрениями и увеличить их ассортимент. Большое значение имеет увеличение объема и ассортимента производства фосфорных удобрений в сочетании с азотными и калийными удобрениями, а также их разработки технологии производства.

В мире ведутся научные исследования по поиску запасов качественного фосфатного сырья для производства фосфорных удобрений, поиску сырья для его замены. В связи с этим уделяется особое внимание изучению процессов получения фосфорных удобрений различного состава на основе фосфоритов и азотной кислоты; разработка технологии производства различных смешанных и комплексных удобрений на основе низкосортного и отработанного фосфатного сырья различными способами; изучению некоторых физико-химических свойств (рассыпчатость, угол естественного откоса и насыпной вес) и товарных свойств фосфорных удобрений, полученных на основе ФМ и ММ, а также определение солевого состава; изучению процесса получения смешанных удобрений вида NP-, PK- и NPK- на основе фосфорных удобрений, полученных из фосфатного сырья ФМ и ММ; проведению агрохимических испытаний фосфорных удобрений.

В нашей стране достигаются определенные научные и практические результаты в производстве азотных, фосфорно-калийных, а также комплексных и органоминеральных удобрений на основе местных фосфоритов, промышленных отходов. 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 связи с этим целесообразно разработать технологию получения фосфорного удобрения необходимого как для внесения под зяблевую вспашку или перед посевом и подкормкой хлопка и зерновых культур путем использования местного сырья.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению указанных задач, предусмотренных в Указе Президента Республики Узбекистан УП-4947 от 7 февраля 2017 года «Стратегия

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

действий по пяти приоритетным направлениям развития Республики Узбекистан в 2017-2021 годах» и в Постановлениях Президента Республики Узбекистан ПП-3983 от 25 октября 2018 года «О мерах по ускоренному развитию химической промышленности Республики Узбекистан» и ПП-4265 от 3 апреля 2019 года «О мерах по дальнейшему реформированию и повышению инвестиционной привлекательности химической промышленности», а также в других нормативно-правовых документах, принятых в данной сфере.

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

Степень изученности проблемы. В научно-технической литературе имеется обширная информация о разработке технологии производства одинарных фосфорных, смешанных и комплексных удобрений путем обработки фосфоритов Каратау и Центральных Кызылкумов (ЦК) азотной, серной и фосфорной кислотами (М.Н. Набиев, Б.М. Беглов, Ш.С. Намазов, С.М.Таджиев, А.М. Амирова, С.Б. Мамаджанов, Х.Ч. Мирзакулов, А.У.Эркаев, А.М. Реймов, А.Р. Сейтназаров, Б.Э. Султонов, Р.Я. Якубов, И.Т.Шамшидинов, З.К. Дехқанов, М.М. Мирходжаев, Н.В. Волынскова, И.И.Усманов, У.К. Алимов, Б.Б. Содиков, Д.Ш. Шеркузиев, М.В.Йўлбарсова). Например, С.Б. Мамаджанов разработал технологию получения одинарных фосфорных удобрений путем солянокислотной переработки фосфоритов Каратау и Кызылкума. В данной технологии использовано фосфатное сырье с большим содержанием P_2O_5 и образовались растворы $CaCl_2$ имеющие ограниченный сбыт.

Научно-исследовательские работы, проведенные А.М. Реймовым, Д.Ш. Шеркўзиевым и М.В. Йўлбарсовой посвящены разработки технологии получения нитрокальцийфосфатных удобрений (НКФУ) разложением фосфатных сырье ЦК азотной кислотой с получением нитрокальцийфосфатных пульп, добавкой воды и с последующим нейтрализацией полученных суспензий с газообразным аммиаком, твердых $NPCa$ -удобрений и азотнокальциевых жидких удобрений, улучшение товарных НКФУ с помощью карбамида. При производстве НКФУ расход азотной кислоты большая и при нейтрализации используется газообразный аммиак, а также большой расход энергии при процессе грануляции удобрений. Необходимо провести научные работы по упрощению технологии получения твердых вида $NPCa$ - и жидких азотнокальциевых удобрений, по уменьшению расхода кислоты и энергию. Также нужно проводить широкомасштабные научно-исследовательские работы по улучшению товарных свойств НКФУ при помощи карбамида.

Еще следует отметить, что не проведены научно-исследовательские работы по разработки технологии фосфорных удобрений на основе низкосортной Кызылкумкой фосфоритовой муки (ФМ) и фосфатного отхода

- минерализованной массы (ММ), образовавшейся на стадии сортировки термического обогащения фосфоритов азотной кислотой, и смешанных удобрений вида NP-, PK- и NPK- на их основе.

Связь темы диссертации с исследовательской работой научно-исследовательского учреждения, в котором выполняется диссертация.

Диссертационное исследование выполнено в рамках плана научно-исследовательских работ прикладного проекта Института общей и неорганической химии АН РУз ПЗ-20170926269 «Разработка ресурсосберегающей и высокоэффективной технологии получения одинарного и сложного фосфорных удобрений на основе минерализованной массы и мытого сушеного концентрата фосфоритов Центральных Кызылкумов» (2018-2020 гг.).

Целью исследования является разработка рациональной технологии получения высококачественных фосфорных удобрений и на их основе NP-, PK- и NPK-смешанные удобрения с переработкой низкосортной фосфоритной муки (ФМ) ЦК и фосфатного отхода ММ азотной кислотой.

Задачи исследования:

исследование процессов получения фосфорных удобрений различного состава на основе Кызылкумских фосфоритов и азотной кислоты;

изучение влияния технологических показателей на качество фосфорных удобрений;

исследования реологических свойств нитрокальцийфосфатнокислотных пульп и суспензий;

определение некоторых физико-химических свойств (рассыпчатость, угол естественного откоса и насыпной вес) и товарных свойств фосфорных удобрений, полученных на основе ФМ и ММ, а также их солевой состав;

исследование процесса получения смешанных NP-, PK- и NPK-удобрений на основе фосфорных удобрений, полученных из фосфатного сырья ФМ и ММ, азотных и калийных компонентов;

проведение агрохимических испытаний фосфорных удобрений;

разработка технологической схемы получения фосфорных, смешанных NP-, PK- и NPK-удобрений из ФМ и ММ, расчет материального баланса и технико-экономических показателей;

испытание получения фосфорных удобрений и смешанных NP-, PK- и NPK-удобрений на опытно-промышленных производственных условиях и выпуск новых продуктов в опытных партиях, а также определение основных технологических параметров процесса.

Объектом исследования служили минерализованная масса (ММ) и фосфоритовая мука (ФМ), гидроксид кальция, нитрокальцийфосфатнокислотная пульпа, суспензия фосфорных удобрений, нерастворимый остаток (н.о), фосфорное удобрение, смешанных NP-, PK- и NPK-удобрений.

Предметом исследования является получение фосфорных удобрений с прямым нейтрализацией продуктов, полученных при разложении

фосфатного сырья ФМ и ММ азотной кислотой с суспензией гидроксида кальция и получения смешанных удобрений на их основе.

Методы исследования. При выполнении диссертационных работ использована химические методы анализа, физико-химических анализов - сканирующий электронный микроскоп (SEM-EVO MA 10 (Zeiss, Германия)), для анализа элементного состава (Энергодисперсионный рентгеновский спектрометр (EDS-Oxford Instrument)) и для рентгенофазового анализа («Panalytical Empyrean» Нидерланды).

Научная новизна исследования:

обоснованы процессы разложения ФМ и ММ с азотной кислотой при различных ее нормах с образованием дикальцийфосфата;

определены реологические свойства нитрокальцийфосфатнокислотных пульп и суспензий фосфорных удобрений при различных температурах;

доказано влияние различных факторов (количества и температуры воды, концентрации и количества нитрата кальция) на качественные показатели фосфорных удобрений;

определены физико-химические и товарные свойства фосфорных удобрений, полученных из ФМ и ММ;

определены процессы получения смешанных NP-, PK- и NPK-удобрений с использованием фосфорных удобрений, аммиачной селитры и хлорида калия и их физико-химические и товарные свойства, а также солевой состав.

определены элементные составы фосфорных удобрений, NP-, PK- и NPK-смешанных удобрений методами современного анализа;

разработаны технологические схемы производства фосфорных удобрений, смешанных NP-, PK- и NPK-удобрений из фосфатного сырья ФМ и ММ, рассчитаны материальный баланс и технико-экономические показатели.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

определены оптимальные условия получения фосфорных удобрений из продуктов разложения низкосортного высококарбонатного фосфатного сырья ЦК азотной кислотой, обоснована экономически целесообразность и разработана принципиальная технология;

определены оптимальные условия получения смешанных NP-, PK- и NPK-удобрений из фосфорных удобрений, полученных на основе ФМ и ММ, азотных и калийных компонентов, рассчитана экономическая эффективность и разработана принципиальная технология;

Достоверность результатов исследования. Результаты химического и физико-химического анализа подтверждены лабораторными экспериментами и опытно-производственными испытаниями.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость результатов исследования раскрывается в общих закономерностях разложения фосфатного сырья ФМ и ММ при различных концентрациях и нормах азотной кислоты, нахождении оптимальных

условий разложения и отделения нитрата кальция от фосфорных удобрений и хорошие физико-химические и товарные свойства обосновывают создания новой технологии фосфорных и смешанных NP-, PK- и NPK-удобрений.

Практическая значимость результатов исследования служат для разработки рациональной технологии производства фосфорных удобрений из фосфатных отходов, образующиеся на стадии сортировки при термическом обогащении низкосортных высококарбонатных Кызылкумских фосфоритов, получающих нейтрализацией продуктов разложения MM и FM азотной кислотой, гидроксидом кальция, а также получению высококачественного NP-, PK- и NPK- удобрений на основе нитрата аммония и хлористого калия.

Внедрение результатов исследований. На основе научных результатов разработки технологии получения фосфорных удобрений непосредственно из местного фосфатного сырья ЦК, а также получения на их основе с азотными и калийными компонентами высококачественных смешанных удобрений:

технология производства фосфорных удобрений на основе фосфатного сырья (MM и FM) и азотной кислоты, включены в перечень перспективных разработок СП АО «Электрохимзавод» Навои (справка СП АО «Электрохимзавод» № 115 от 14 июня 2021 года). В результате получены фосфорные удобрения с высоким содержанием P_2O_5 , отвечающие требованиям сельского хозяйства.

технология получения NP-, PK- и NPK-смешанных удобрений полученные на основе фосфорных удобрений из MM, аммиачной селитры и хлорида калия, включена в перечень перспективных разработок СП АО «Электрохимзавод» (справка СП АО «Электрохимзавод» № 115 от 14 июня 2021 г.). В результате удалось получить качественных и эффективных смешанных NP-, PK- и NPK-удобрений, отвечающие требованиям сельского хозяйства.

Апробация результатов исследования. Результаты исследования обсуждены на 3 международных и 2 республиканской научно-практической конференциях.

Публикация результатов исследования. Опубликованы 11 научных работ по теме диссертации. В частности, основными научными результатами диссертации (PhD) являются 6 научных статей, из которых 3 опубликованы в республиканских и 3 зарубежных журналах, рекомендованных ВАК Республики Узбекистан.

Структура и объем диссертации Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованных литератур и приложений. Объем диссертации 118 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснованы актуальность и необходимость темы диссертации, формулированы цели и задачи исследования, описаны объекты и тема исследования, показано соответствие с приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики Узбекистан, излагаются научная

новизна и практические результаты, приведены результаты внедрения в практику и сведения по опубликованным работам и структуре диссертации.

В первой главе диссертации **«Переработка фосфоритов Узбекистана в фосфорные, комплексные и смешанные удобрения»** критически анализируется описание различного фосфатного сырья, способы переработки фосфоритов в удобрения, их кислотная переработка в фосфорные, комплексные и смешанные удобрения. Сделаны выводы по этому анализу. На основе анализа научного материала сформированы цели и задачи исследования.

Во второй главе диссертации **«Описание объектов исследования и методов проведения экспериментов»**, описаны основной химический состав, физико-химические и механические свойства фосфатного сырья, методы проведения экспериментов и химического анализа сырья и полученных удобрений, а также физико-химические методы исследования.

Третья глава **«Процессы переработки фосфоритов Центральных Кызылкумов в фосфорные удобрения на основе азотной кислоты»** посвящена влиянию технологических величин на переработку фосфатного сырья в фосфорные удобрения с использованием азотной кислоты, изучению процессов отделения нитрата кальция от фосфорных удобрений, реологическим свойствам нейтрализованных и не нейтрализованных нитрокальцийфосфатнокислотных пульп и суспензии, приведены химические и физические свойства фосфорных удобрений, материальный баланс, технологическая схема и экономические показатели получения фосфорных удобрений путем обработки ММ и ФМ азотной кислотой.

В начале для лабораторных исследований использован фосфатный отход - ММ, образующиеся на стадии сортировки при термическом обогащении фосфоритов ЦК.

Для разложения этого фосфатного сырья использовалась азотная кислота производства АО «Чирчикмаксам». Концентрация азотной кислоты колебалась от 30,00 до 58,78%. Стехиометрическая норма HNO_3 в пересчете на CaO для образования CaHPO_4 составляла 100%. Большое количество пены наблюдалось при разложении ММ при низких концентрациях азотной кислоты (30-45%), но объем пены, образовавшейся при более высоких концентрациях (50,0-58,78%), не мешал нормально идти нормализации технологических процессов и в лабораторных условиях эксперименты прошли легко. Однако при использовании высоких концентраций HNO_3 образуется малоподвижная нитрокальцийфосфатнокислотная пульпа, что затрудняет их разделение и приводит к ухудшению фильтрации. Для выхода из этой ситуации в полученную нитрокальцийфосфатнокислотную пульпу добавляют воду так, чтобы содержание воды в ней составляло 70-75%. Относительная усвояемость P_2O_5 и CaO полученных в образцах фосфорных удобрений составляет менее 50%, что не соответствует требованиям сельского хозяйства. Кроме того, от 24,05 до 25,75% P_2O_5 в фосфатном сырье переходит в жидкую фазу в виде отходов. Чтобы преодолеть эти недостатки,

В последующих лабораторных экспериментах нитрокальцийфосфатнокислотная пульпа была нейтрализована суспензией $\text{Ca}(\text{OH})_2$ до pH 4,5, чтобы минимизировать потери P_2O_5 и повышена норма азотной кислоты до 110% для увеличения относительной усвояемости P_2O_5 и CaO в получаемых фосфорных удобрениях. Полученные результаты представлены в таблице 1. Полученные образцы удобрения при использовании 30%-ной азотной кислоты содержат 22,87% $\text{P}_2\text{O}_{5\text{общ.}}$. Переход

Таблица 1

Химический состав фосфорных удобрений, полученных нейтрализацией $\text{Ca}(\text{OH})_2$

Химический состав, %							
$\text{P}_2\text{O}_{5\text{общ.}}$	$\text{P}_2\text{O}_{5\text{усв.}}$ по 2%- ной лим. кислоте	$\text{P}_2\text{O}_{5\text{вод.}}$	$\text{CaO}_{\text{общ.}}$	$\text{CaO}_{\text{усв.}}$ по 2%- ной лим. кислоте	$\text{CaO}_{\text{вод.}}$	N	Степень перехода P_2O_5 в жидкую фазу, %
Концентрация HNO_3 - 30,0%							
22,87	12,69	2,30	38,44	23,30	3,80	1,50	2,29
Концентрация HNO_3 – 35,0%							
22,79	12,80	2,34	38,51	23,46	3,90	1,55	2,27
Концентрация HNO_3 – 40,0%							
22,63	12,93	2,37	38,68	23,68	4,01	1,59	2,24
Концентрация HNO_3 – 45,0%							
22,51	13,05	2,41	38,89	23,94	4,11	1,63	2,21
Концентрация HNO_3 – 50,0%							
22,40	13,19	2,45	39,10	24,20	4,20	1,67	2,19
Концентрация HNO_3 – 55,0%							
22,30	13,35	2,49	39,35	24,50	4,30	1,71	2,16
Концентрация HNO_3 – 58,78%							
22,21	13,46	2,52	39,46	24,67	4,47	1,74	2,13

P_2O_5 в жидкую фазу, т.е. его потери, составляет всего лишь 2,29%. При этом содержание усвояемых форм P_2O_5 и CaO составляют 12,69 и 23,30%, соответственно. Относительная усвояемость этих форм составляют 55,49 и 60,61%, соответственно. В полученных образцах удобрения при концентрации азотной кислоты 58,78% наблюдается небольшое уменьшение содержание $\text{P}_2\text{O}_{5\text{общ.}}$ и оно составляет 22,21%. Относительные содержания $\text{P}_2\text{O}_{5\text{усв.}}$ и $\text{CaO}_{\text{усв.}}$ составляют 60,60 и 62,52%, соответственно. Образцы этих удобрений по $\text{P}_2\text{O}_{5\text{общ.}}$ и $\text{P}_2\text{O}_{5\text{усв.}}$ формам полностью удовлетворяют потребности сельского хозяйства и этот вид фосфорных удобрений может успешно применяться в этой сфере. В следующих наших исследованиях для получения фосфорных удобрений использовалась фосфоритовая мука (ФМ). В этом случае, как и в ММ, наблюдаются общие закономерности. Однако, если сравнить общее содержание P_2O_5 в удобрениях, полученных на основе ФМ и ММ, содержание P_2O_5 полученных удобрений на основе ФМ несколько больше, чем на основе ММ.

Содержание удобрений, полученных из ММ и ФМ имеют следующий состав (вес,%): $\text{P}_2\text{O}_{5\text{общ.}} = 21,83 - 22,40$; $\text{P}_2\text{O}_{5\text{усв.}} = 11,48 - 13,46$; $\text{CaO}_{\text{общ.}} = 39,10 -$

41,38; $\text{CaO}_{\text{усв.}} = 21,21 - 24,67$; $\text{CaO}_{\text{вод.}} = 4,00 - 4,37$; $\text{N} = 1,56 - 1,74$ и $\text{P}_2\text{O}_{5\text{общ.}} = 26,22 - 26,44$; $\text{P}_2\text{O}_{5\text{усв.}} = 15,07 - 15,09$; $\text{CaO}_{\text{общ.}} = 45,60 - 45,85$; $\text{CaO}_{\text{усв.}} = 26,45 - 27,05$; $\text{CaO}_{\text{вод.}} = 4,26 - 4,51$; $\text{N} = 1,78 - 1,85$, соответственно. На рисунке 1 одновременно показано влияние концентрации кислоты и времени разложения на содержание $\text{P}_2\text{O}_{5\text{общ.}}$ в образцах фосфорных удобрений на основе ММ и ФМ в виде объемного графика. Результаты, приведенные на графике, показывают, что концентрация кислоты и время разложения влияют на содержание P_2O_5 в полученных образцах фосфорных удобрений. Видно, что из этих величин время разложения лучше влияет на состав, чем концентрация кислоты. Например, содержание P_2O_5 в фосфорном удобрении на основе ММ увеличивается на 2,75%, когда время разложения увеличивается с 5 минут до 30 минут, и только на 1,01%, когда концентрация кислоты увеличивается с 50,0 до 58,78% (время разложения 5 мин.).

Известно, что влияние количества и температуры промывной воды на основные качественные показатели фосфорных удобрений ($\text{P}_2\text{O}_{5\text{общ.}}$, $\text{P}_2\text{O}_{5\text{вод.}}$ и $\text{CaO}_{\text{вод.}}$) играют важную роль. Поэтому в последующих исследованиях было изучено влияние количества и температура промывной воды на вышеуказанные параметры. На основании полученных результатов можно предположить, что соотношение ММ(ФУ) : $\text{H}_2\text{O} = 1,0 : 2,0$ является оптимальным соотношением промывки, а температура промывной воды 80-90°C. Основной состав фосфорных удобрений, полученных в оптимальных условиях, следующий (вес.,%): $\text{P}_2\text{O}_{5\text{общ.}} = 21,60 - 22,65$; $\text{P}_2\text{O}_{5\text{усв.}}$ по 2%-ной лимонной кислоте = 11,43-12,21; $\text{CaO}_{\text{общ.}} = 40,89-41,40$; $\text{CaO}_{\text{усв.}}$ по 2% лимонной кислоте = 22,12-23,07; $\text{CaO}_{\text{вод.}} = 4,03 - 4,26$; $\text{N} = 1,69 - 1,79$ (на основе ММ) и $\text{P}_2\text{O}_{5\text{общ.}} = 24,86-26,07$; $\text{P}_2\text{O}_{5\text{усв.}}$ по 2% лимонной кислоте = 13,19-14,08; $\text{P}_2\text{O}_{5\text{вод.}} = 2,40-2,57$; $\text{CaO}_{\text{общ.}} = 45,19-45,41$; $\text{CaO}_{\text{усв.}}$ по 2% лимонной кислоте = 24,56-25,39; $\text{CaO}_{\text{вод.}} = 4,25 - 4,48$; $\text{N} = 1,78 - 1,90$ (на основе ФМ). Степень промывки фосфорных удобрений из $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ составляет 97,80-98,01 и 97,75-97,98%, соответственно. Концентрация полученного раствора нитрата кальция составляет 8-10%. В последующих исследованиях использовались различные концентрации и количества раствора нитрата кальция вместо воды для достижения более высокого содержания фосфорного удобрения и концентрации полученного раствора нитрата кальция. В образцах фосфорных удобрений, полученных при увеличении соотношения ММ : H_2O от 1,0: 1,5 до 1,0: 3,0, т.е. с повышением количества воды показаны что, содержание $\text{P}_2\text{O}_{5\text{общ.}}$ увеличивается от 23,69 до 24,35%, а $\text{P}_2\text{O}_{5\text{вод.}}$ снижается от 2,21 до 2,06%, $\text{CaO}_{\text{вод.}}$ и N уменьшаются от 4,20 до 3,92% и от 1,75 до 1,63%, соответственно. Наблюдается увеличения степени промывки фосфорных удобрений от нитрата кальция от 97,02 до 98,78%. Это означает, что качество фосфорных удобрений, получаемых за счет выделения из влажного продукта нитрата кальция, повышается.

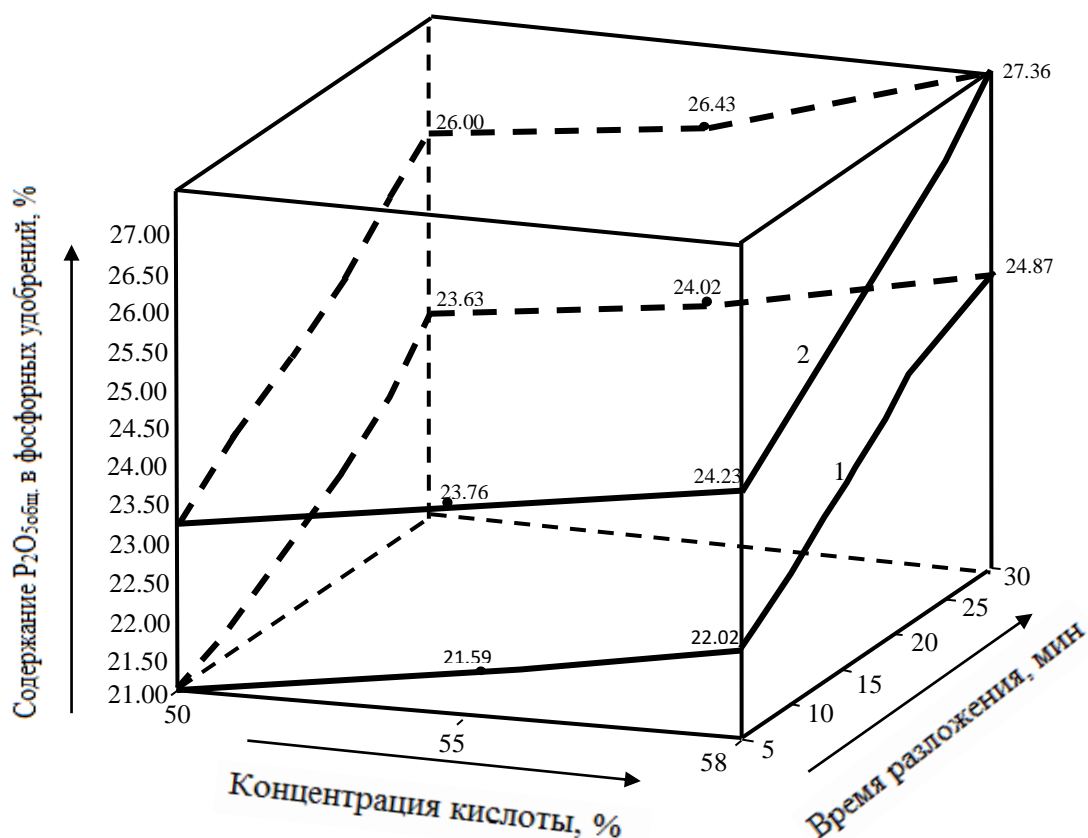


Рис. 1. Влияние концентрации азотной кислоты и времени разложения на содержание P_2O_5 в образцах фосфорных удобрений: на основе 1-ММ и на основе 2-ФМ

Те же общие закономерности наблюдаются, как указано выше, при использовании разных концентраций нитрата кальция. При использовании 5% раствора нитрата кальция вместо воды и соотношении ММ : $Ca(NO_3)_2$ от 1,0 : 1,5 до 1,0 : 3,0 наблюдается увеличения содержания P_2O_5 в удобрении от 23,60 до 24,08%, а снижения $P_2O_{5\text{вод.}}$ от 2,19 до 2,04%, $CaO_{\text{вод.}}$ и N от 4,25 до 3,97% и от 1,77 до 1,66%, соответственно. Наблюдается увеличения степени промывки фосфорных удобрений от нитрата кальция от 96,84 до 98,56%. Соотношение ММ : $Ca(NO_3)_2 = 1,0 : 2,0$ можно рассматривать как оптимальное, поскольку в образцах фосфорных удобрений, полученных при значениях ниже этого соотношения, остается большое количество нитрата кальция, а при высоких соотношениях образуется большое количество раствора нитрата кальция. Кроме того, с увеличением концентрации раствора нитрата кальция качество удобрений немного уменьшается. Это указывает на то, что не рекомендуется использовать более высокие концентрированные растворы нитрата кальция для отделения нитрата кальция от суспензий фосфорных удобрений. Наиболее оптимальной концентрацией раствора нитрата кальция можно считать 10-15%-ные его растворы, так как он дает растворы нитрата кальция с относительно более высокими концентрациями. Эти растворы легко превратить в твердые удобрения или целевые вещества. На рисунке 2 (а, б) показано влияние концентрации нитрата кальция и

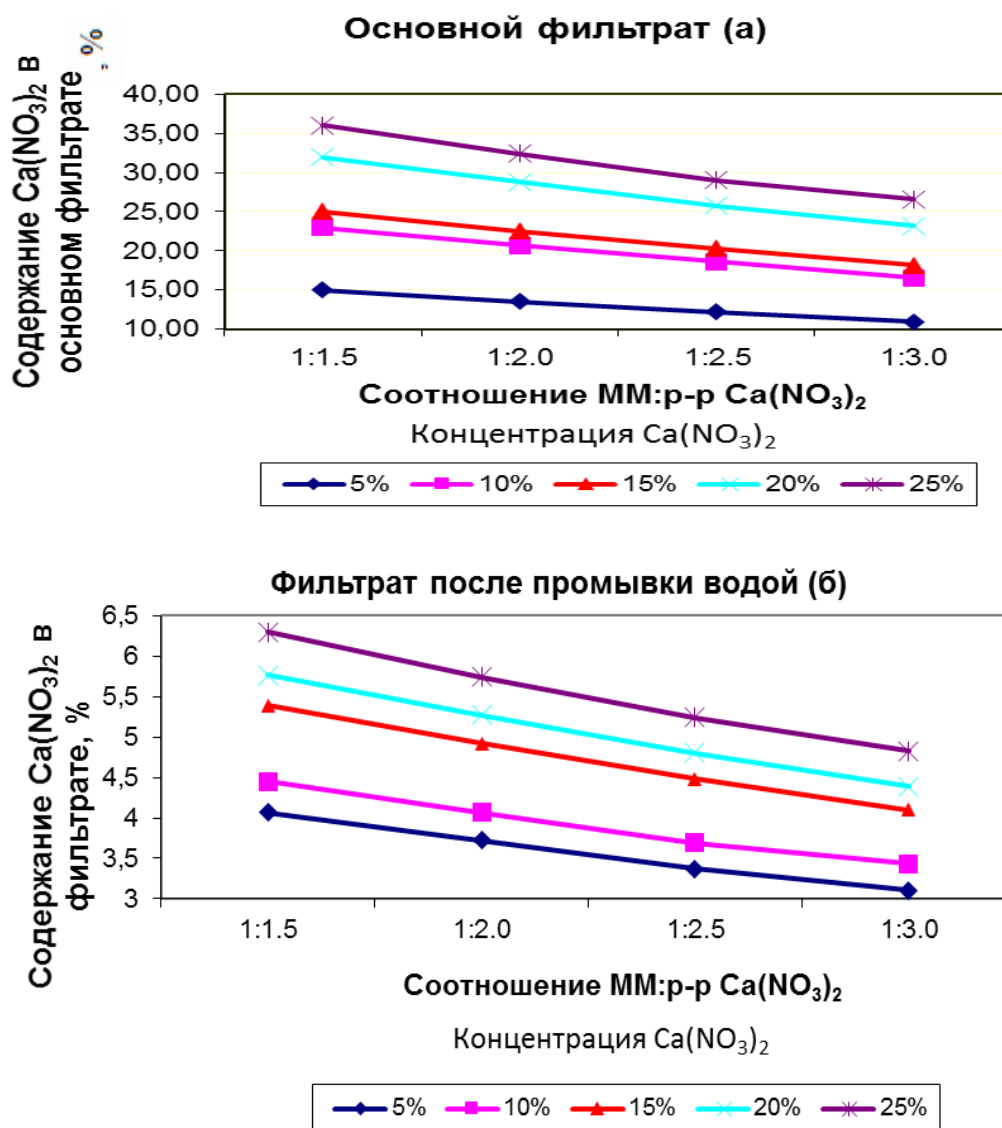


Рис. 2. Влияние концентрации нитрата кальция и соотношения ММ: Ca(NO₃)₂ на содержание Ca(NO₃)₂ в основном фильтрате (а) и в фильтрате (б), образующемся при промывке водой.

соотношения ММ: Ca(NO₃)₂ на содержание нитрата кальция образующейся в фильтратах при основной и водной промывке. Как видно из этих данных, содержание Ca(NO₃)₂ в обоих фильтратах, образующихся с увеличением концентрации нитрата кальция повышается, а с увеличением соотношения ММ : Ca(NO₃)₂ содержание нитрата кальция уменьшается. При этом образуется смесь фильтратов, содержащая 20,70-22,52% Ca(NO₃)₂. Аналогичные закономерности наблюдаются в лабораторных исследованиях выполненных на основе ФМ.

Реологические свойства играют важную роль в автоматизации и контроле процесса производства удобрений и в переносе суспензий фосфорных удобрений от одного технологического оборудования к другому, поэтому в дальнейших исследованиях изучены реологические свойства (плотность и вязкость) кислых и нейтрализованных Ca(OH)₂ растворов

фосфорных удобрений, полученных на основе ММ и ФМ. Наблюдаются общие закономерности реологических свойств нейтрализованных и не нейтрализованных пульп фосфорных удобрений на основе ММ и ФМ. Не нейтрализованные и нейтрализованные суспензии фосфорных удобрений, полученные на основе ММ и ФМ, можно легко переносить с одного оборудования на другой.

Ключевую роль в применяемых в сельском хозяйстве удобрениях играет физико-химические свойства (рассыпчатость, угол естественного откоса и насыпной вес) и товарные свойства (гигроскопическая точка) удобрений. Потому что эти свойства определяют условия хранения на складах, транспортировки и непосредственного применения данного вида удобрений. Гигроскопическая точка полученных образцов фосфорных удобрений на основе ММ и ФМ были следующими: образец 1 - 69,8% и образец 2 - 70,6%. Рассыпчатость для двух образцов составляли 5,4 и 5,2 баллов, соответственно, что равно среднему значению по десятибалльной шкале. При этом углы естественного откоса образцов удобрений составляют 38,2 и 38,6°. Это свидетельствует о том, что подвижность этих образцов близка друг к другу. Насыпной вес двух вышеуказанных образцов фосфорных удобрений составляет 0,521 и 0,527 г/см³, соответственно, что полностью отвечает требованиям, предъявляемым заводами-изготовителями.

В следующих исследованиях проведены анализы методом электронной микроскопии вышеупомянутой ММ и на его основе фосфорных удобрений и определены их элементный состав. Полученные результаты представлены на рисунках 3 (а, б) и в таблице 2.

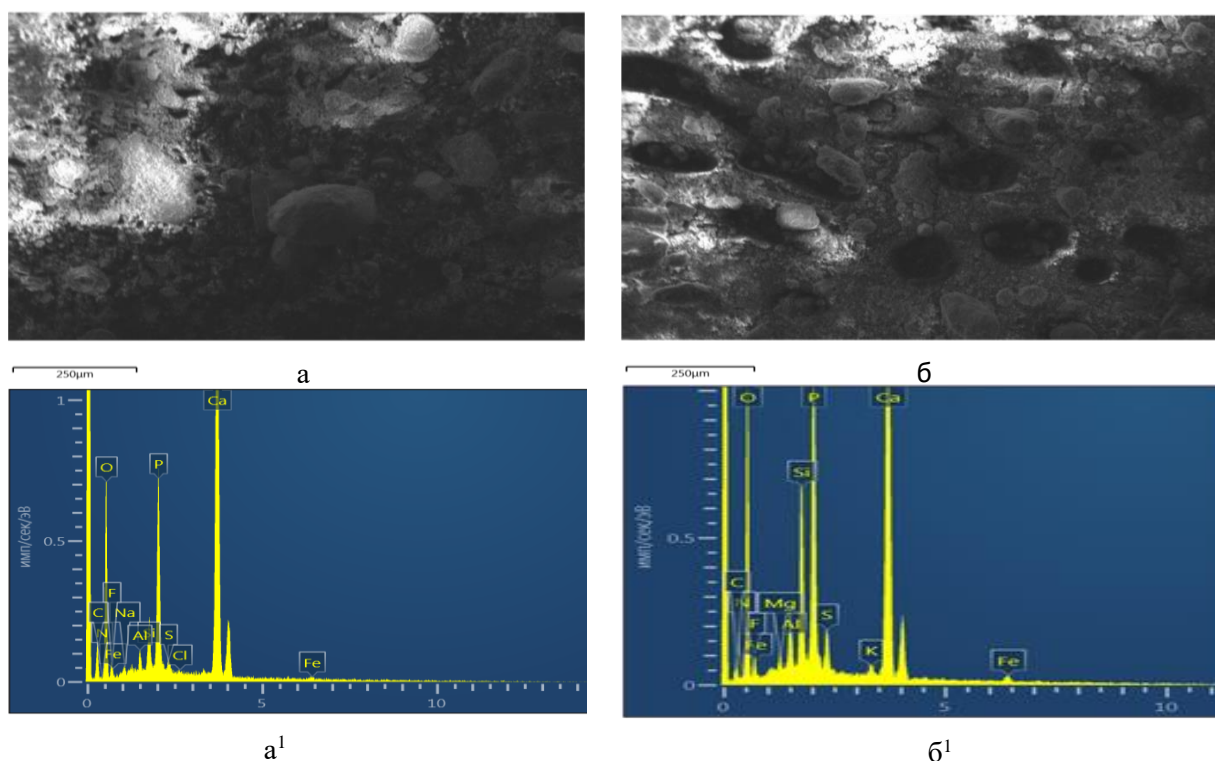


Рис. 3. Электронно-микроскопический снимок ММ (а, а¹) и фосфорного удобрения на основе её (б, б¹).

Эти результаты показывают, что состав ММ и удобрений, полученных на его основе, существенно отличаются друг от друга.

Таблица 2

Элементный состав ММ и удобрения на основе ее

ММ													
Элемент	C	N	O	F	Na	Al	Si	P	S	Cl	Ca	Fe	Другие
Вес.,%	6,04	1,95	37,02	1,31	0,33	0,97	2,41	6,37	0,71	0,06	40,01	0,83	1,99
Удобрения на основе ММ													
Элемент	C	N	O	F	Mg	Al	Si	P	S	K	Ca	Fe	Другие
Вес.,%	3,07	2,41	39,22	1,90	0,50	1,52	4,74	9,99	1,51	0,52	30,61	1,46	2,55

В результате вышеуказанных лабораторных экспериментов была предложена принципиальная технологическая система получения фосфорных удобрений путем переработки фосфатного сырья азотной кислотой (рис. 4).

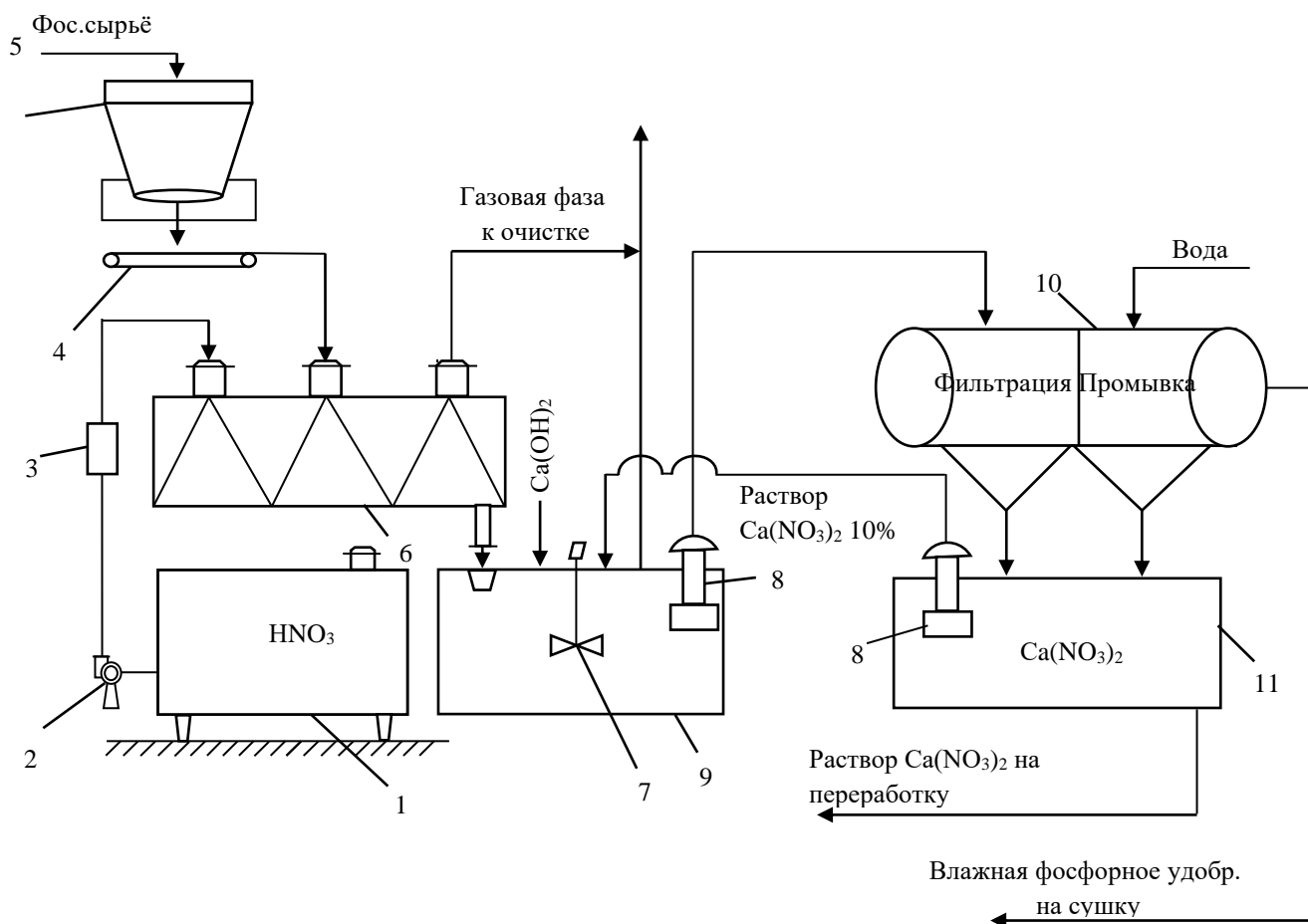


Рис. 4. Принципиальная технологическая схема получения фосфорных удобрений на основе фосфатного сырья и азотной кислоты:
1-емкость для хранения азотной кислоты; 2-кислотный насос; 3-концентромер; 4 дозатор; 5-бункер фосфатного сырья; 6 - шнековый реактор для разложения фосфорита; 7-смеситель; 8-погружной насос; 9-реактор-смеситель; 10-вакуумный карусельный фильтр; 11-сборник

В четвертой главе диссертации «Процессы получения смешанных удобрений на основе фосфорных удобрений, азотных и калийных компонентов» исследование процессов получения смешанных NP-, PK- и NPK-удобрений на основе фосфорных удобрений из MM и FM, азотных и калийных компонентов, приведены результаты испытания на укрупненной лабораторной модели, физико-химические анализы смешанных удобрений, гигроскопические свойства и агрохимические испытания, рассчитаны материальный баланс и технико-экономические показатели, а также предложена технологическая схема производства удобрений.

В начале экспериментов для получения смешанных NP- удобрений удобрения к фосфорным удобрениям на основе MM добавлены азотсодержащие компоненты (NH_4NO_3 , NH_4Cl и $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$) при соотношениях $\text{N} : \text{P}_2\text{O}_5 = 1,0 : 1,0; 1,0 : 0,3; 1,0 : 0,5$ и $1,0 : 0,7$. При соотношении $\text{N} : \text{P}_2\text{O}_5 = 1,0 : 0,3$ и использовании NH_4NO_3 , NH_4Cl и $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ содержание общих питательных элементов ($\text{N}_{\text{общ.}} + \text{P}_2\text{O}_{5\text{общ.}}$) составляют 31,44; 25,78 и 21,97%. Аналогичные закономерности наблюдаются и в других соотношениях. Известно, что к удобрениям, используемым в сельском хозяйстве, предъявляются некоторые требования. Одно из таких требований – содержание усвояемой формы фосфора в их составе не должно быть менее 50%.

На рисунке 5 в виде графика показано относительная усвояемость $\text{P}_2\text{O}_{5\text{усв.}}$ в зависимости от соотношений $\text{N} : \text{P}_2\text{O}_5$ в полученных смешанных удобрениях. Из данных, приведенных на графике, видно, что при уменьшении соотношения $\text{N} : \text{P}_2\text{O}_5$ относительная усвояемость $\text{P}_2\text{O}_{5\text{усв.}}$ в смешанных удобрениях увеличивается и составляет не менее 65%.

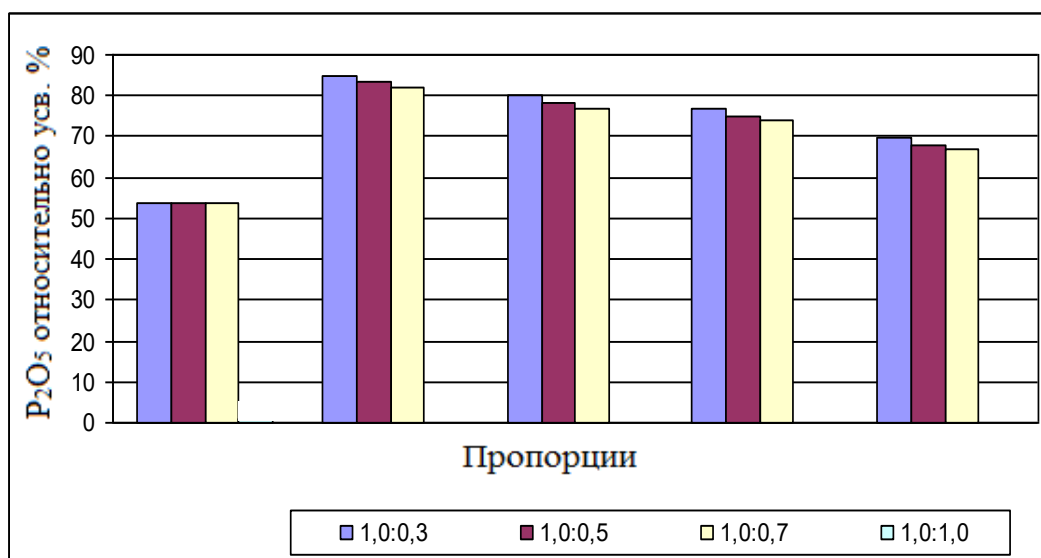


Рис. 5. Изменение относительной усвояемости $\text{P}_2\text{O}_{5\text{усв.}}$ в смешанных NP-удобрениях в зависимости от соотношения $\text{N} : \text{P}_2\text{O}_5$

В последующих лабораторных исследованиях для получения смешанных NP-удобрений использовалось фосфорное удобрения на основе

ФМ. Здесь также повторяются вышеперечисленные общие закономерности. Однако при сравнении NP-удобрений, полученных из фосфорного удобрения на основе ММ с азотными компонентами, наблюдается небольшое увеличение общих питательных компонентов в удобрениях на основе ФМ. Так как, в сельском хозяйстве широко используются смешанные удобрения с соотношением $N : P_2O_5 = 1,0 : 0,7$ и $1,0 : 1,0$, то в полученных нами NP-смешанных удобрениях соотношением $N : P_2O_5 = 1,0 : 0,7$ и $1,0 : 1,0$ содержание основных компонентов составляет (вес.,%): $P_2O_{5\text{общ.}}$ - 9,31-14,20; $P_2O_{5\text{усв.}}$ по 2%-ной лим. кислоте - 6,88-9,87; $CaO_{\text{общ.}}$ - 17,66–26,96; $CaO_{\text{усв.}}$ по 2%-ной лим. кислоте - 12,19-17,89 и $N_{\text{общ.}}$ -11,47-17,27 (при использовании фосфорных удобрений на основе ММ) и $P_2O_{5\text{общ.}}$ -9,77-15,35; $P_2O_{5\text{усв.}}$ 2%-ной лим. по кислоте -7,29-10,72; $CaO_{\text{общ.}}$ - 17,01-26,71; $CaO_{\text{усв.}}$ по 2% -ной лимонной кислоте – 11,88-16,56 и $N_{\text{общ.}}$ – 12,18-18,43 (при использовании фосфорных удобрений на основе ФМ).

Всем известно, что смешанные NP-удобрения играют важную роль в питании растений. Кроме того, наряду с ним используется смешанные РК-удобрения. Поэтому следующая часть нашего исследования посвящена получению смешанных РК-удобрений. Эксперименты по получению этого вида удобрений аналогичны экспериментам по получению смешанных NP-удобрений. Здесь в качестве калиевых компонентов использовались KCl и K_2SO_4 . Содержание относительной усвояемости $P_2O_{5\text{усв.}}$ в образцах смешанных РК-удобрений находится в пределах 67-71%, что больше, чем в исходном фосфорном удобрении (53-56%).

В последующих лабораторных исследованиях использовали фосфорные удобрения на основе ФМ для получения смешанных РК-удобрений. Здесь также повторяются общие закономерности, как и выше. Полученные при оптимальных условиях смешанные РК-удобрения имеет следующие составы (вес.,%): $P_2O_{5\text{общ.}}$ -15,15-18,09; $P_2O_{5\text{усв.}}$ по 2%- лим. кислоте -10,59-12,66; $CaO_{\text{общ.}}$ – 28,73-34,27; $CaO_{\text{усв.}}$ по 2%-ной лимонной кислоте 20,40-24,33 и K_2O - 11,80-16,57 (при использовании фосфорных удобрений на основе ММ) и $P_2O_{5\text{общ.}}$ -16,48-19,98; $P_2O_{5\text{усв.}}$ по 2%- лим. на кислоте -11,27-14,32; $CaO_{\text{общ.}}$ – 28,69–33,26; $CaO_{\text{усв.}}$ по 2% -ной лимонной кислоте. 20,37-23,97 и K_2O - 12,97-18,18 (при использовании фосфорных удобрений на основе ФМ).

Из выше приведенных данных видно, что содержание питательных компонентов в смешанных NP- и РК- удобрениях зависит главным образом от содержания $P_2O_{5\text{общ.}}$ в фосфорных удобрениях, а также содержания азота и калия, соответственно азотных и калийных компонентах.

В конце лабораторных исследований был изучен процесс получения смешанных NPK-удобрений, то есть полных смешанных удобрений. В полученных на основе ММ и ФМ в NPK-удобрении содержание относительной усвояемости фосфора намного выше, чем в исходном фосфорном удобрении. Известно, что удобрения с полным питательным компонентом, то есть смешанные NPK-удобрения соотношениями $N : P_2O_5 :$

$K_2O = 1,0:0,7:0,5$ и $1,0:1,0:1,0$ широко используются в сельскохозяйственных культурах. Содержания основных компонентов в смешанных удобрениях, полученных при соотношениях $N : P_2O_5 : K_2O = 1,0:0,7:0,5$ и $1,0:1,0:1,0$ составляет (вес,%): $N_{общ.}$ -13,09-15,08; $P_2O_{5общ.}$ -10,57-13,07; $P_2O_{5уств.}$ по 2%-ной лим. кислоте – 8,04-9,80; $CaO_{общ.}$ - 20,05-21,78; $CaO_{уств.}$ по 2%- лим. кислоте - 15,43-16,34 и K_2O -7,54-13,11 (при использовании фосфорных удобрений на основе ММ) и $N_{общ.}$ - 12,23-15,96; $P_2O_{5общ.}$ - 11,19-12,19; $P_2O_{5уств.}$ по 2%-ной лим. кислоте -8,62-9,26; $CaO_{общ.}$ - 19,47–21,28; $CaO_{уств.}$ по 2%- лим. кислоте 15,17-16,16 и K_2O -7,98-12,22 (при использовании фосфорных удобрений на основе ФМ).

В последующих исследованиях изучались физико-химические и гигроскопические свойства полученных смешанных удобрений. Электронная микроскопия, элементный и рентгенографический анализ смешанных NP-, PK- и NPK- удобрений на основе ММ, NH_4NO_3 и KCl показывают, что содержание элементов и солевой состав значительно отличаются друг от друга. Изучена гигроскопичность смешанных удобрений, полученных в оптимальных условиях, и их точки гигроскопичности составили: в NP-удобрении - 68,2%, в PK-удобрении - 71,8%, в NPK-удобрения - 70,4%. Из этих значений видно, что полученные образцы удобрений соответствуют средней влажности воздуха, но при хранении в осенне-зимний и зимне-весенний периоды они увлажняются. Поэтому рекомендуется хранить и транспортировать их в полипропиленовых мешках. Прочность гранул смешанных NP -, PK- и NPK- удобрений составляет 4,36; 1,85 и 5,93 МПа, соответственно.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

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

1. Определены оптимальные условия процесса получения фосфорных удобрений в результате разложения минерализованной массы (ММ) - отхода, образующиеся при сортировке фосфатного сырья - и низкосортной фосфоритовой муки (ФМ) Центральных Кызылкумов азотной кислотой, и нейтрализацией полученной нитрокальцийфосфорнокислотной пульпы с $Ca(OH)_2$, а также определены степень промывки этих удобрений от $Ca(NO_3)_2$.

2. Плотность и вязкость суспензии фосфорных удобрений на основе ММ составляют от 1,130 до 1,172 г/см³ и от 1,93 до 3,66 сПз, соответственно, а суспензии фосфорных удобрений на основе ФМ от 1,141 до 1,184 г/см³ и от 2,00 до 3,81 сПз, соответственно и эти данные показывают, что суспензии обладают достаточной текучестью.

3. Проведены исследования по получению смешанных NP-, PK- и NPK-удобрений из фосфорных удобрений, полученных на основе ММ и ФМ, азотных и калийных компонентов, причем смешанные удобрения, полученные в оптимальных условиях имеют следующий состав (вес,%): $N_{общ.}$ - 14,21; $P_2O_{5общ.}$ - 14,21; $P_2O_{5уств.}$ - 9,86; $CaO_{уств.}$ - 17,88, $P_2O_{5общ.}$ - 16,56; K_2O -

16,56; $P_2O_{5\text{усв.}}$ -11,75; $CaO_{\text{усв.}}$ — 22.62 и $N_{\text{общ.}}$ - 13.09; $P_2O_{5\text{общ.}}$ -13.09; K_2O - 13,09; $P_2O_{5\text{усв.}}$ - 9,82; $CaO_{\text{усв.}}$ -16,33.

4. Гигроскопическая точка фосфорных удобрений, полученные на основе ММ и ФМ, смешанных NP-, РК- и NPK-удобрений, составляет - 69,8; 70,6; 68,2; 71,8 и 70,4%, соответственно. Прочность гранул смешанных NP-, РК- и NPK-удобрений составляют 4,36; 1,85 и 5,93 МПа, соответственно.

5. Установлено, что фосфорные удобрения на основе ММ повышают урожайность хлопка в сортах С-8295 и пшеницы «Бобур» на 1,3 ц/га и 3-5 ц/га, соответственно. Рассчитан материальный баланс производства фосфорных удобрений, смешанных удобрений NP-, РК- и NPK и предложена технологическая схема производства.

6. Технология получения фосфорных удобрений на основе ММ апробированы на опытной установке СП АО «Электрохимзавод» в г. Навои, определены основные технологические параметры и получены опытные партии этих удобрений. Стоимость фосфорных удобрений на основе ММ и ФМ составляют 1,76 и 1,63 раза дешевле соответственно по сравнению с простым суперфосфатом и стоимость 1 тонны смешанного NP-удобрения 1,36 и 1,16 раза дешевле по сравнению аммофоса и НКФУ, соответственно. Показан, что стоимость смешанного РК-удобрения 1,74 раза дешевле по сравнению «Фоскацид» и стоимость смешанного NPK-удобрения 1,44 раза дешевле чем такого удобрения, производимого в АО «Amphos-Maxam».

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

**NAMANGAN INSTITUTE OF ENGINEERING AND TECHNOLOGY
INSTITUTE OF GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY**

GIYASIDINOV ABDUAZIZ LUTFIDINOVICH

**TECHNOLOGY OF PROCESSING KYZYLKUM PHOSPHORITES WITH
NITRIC ACID TO PHOSPHORIC AND MIXED FERTILIZERS**

02.00.13 – Technology of inorganic substances and materials on their basis

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

Namangan – 2021

The title of dissertation of doctor of philosophy (PhD) has been registered by the Supreme Attestation Commission of the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan with registration number B2021.2.PhD/T1054.

The dissertation has been prepared at Namangan engineering and technology institute and The Institute of General and Inorganic Chemistry.

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

Research supervisor:	Sultonov Bokhodir Elbekovich Doctor of Technical Sciences, Senior Scientific Researcher
Official opponents:	Shamshidinov Israiljon Turgunovich Doctor of Technical Sciences, Professor Erkayev Aktam Ulashevich Doctor of Technical Sciences, Professor
Leading organization:	Navoi state mining institute

The defense of the dissertation will take place on 8 September, 2021 at 14⁰⁰ at the meeting of Scientific council PhD.03/30.12.2019.K/T.66.02 at the Namangan engineering and technology institute and Research Center at the following address: 7, Kosonsoy Street, Namangan District, 160115, Namanagan, Tel.: (+99 869) 228-76-75, fax: (+99 869) 228-76-71, e-mail: nei_info@edu.uz

The dissertation has been registered at the Information-resource Centre of the Institute of Namangan engineering and technology institute (registration number № 414). (Address: 7, Kosonsoy Street, 160115, Namanagan, Tel.: (+99 869) 228-76-75, fax: (+99 869) 228-76-71).

The abstract of dissertation is distributed on «27» August 2021 y.
(Protokol at the register № 414 dated «27» August 2021 year).

O.K.Ergashev

Chairman of the scientific council awarding
scientific degree, Dr.chem.sci. dotsent.

D.SH. Sherkuziyev

Scientific secretary of the scientific council
awarding scientific degree, candidate of technical sciences, dotsent.

Z.K. Dekhkanov

Chairman of scientific seminar at scientific council on
awarding of scientific degree,
doctor of technical sciences, dotsent.

INTRODUCTION (abstract of PhD dissertation)

The aim of the research work is to develop a rational technology for processing low-grade phosphate flour (PF) of the Central KyzylKum and mineralized mass (MM) phosphate waste with nitric acid to obtain high-quality phosphoric fertilizers and, based on them, NP-, PK- and NPK-mixed fertilizers.

Subject of the research work is the production of phosphorus fertilizers by neutralizing the products obtained during the decomposition of phosphate flour materials PF and MM with nitric acid with a suspension of calcium hydroxide and obtaining mixed fertilizers based on them.

The scientific novelty of the research is as follows:

the processes of decomposition of PF and MM with nitric acid at different rates with the formation of dicalcium phosphate have been substantiated;

determined the rheological properties of nitrocalcium phosphate acid pulps and suspensions of phosphorus fertilizers at different temperatures;

the influence of various factors (amount and temperature of water, concentration and amount of calcium nitrate) on the quality of phosphorus fertilizers has been proven;

determined the physicochemical and commercial properties of phosphorus fertilizers based on PF and MM;

the processes of obtaining mixed fertilizers of the NP-, PK- and NPK- types with the use of phosphorus fertilizers, ammonium nitrate and potassium chloride and their commercial properties have been determined;

the elemental compositions of phosphate fertilizers, NP-, PK- and NPK-mixed fertilizers were determined by the methods of modern analysis;

technological schemes for the production of phosphate fertilizers, mixed fertilizers of the NP-, PK- and NPK- types from phosphate flour materials PF and MM were developed, the material balance and technical and economic indicators were calculated.

Implementation of research results.

Based on the scientific results of the development of a technology for obtaining phosphorus fertilizers directly from the local phosphate flour materials of the Central Committee, as well as obtaining high-quality mixed fertilizers on their basis with nitrogen and potassium components:

the technology for the production of phosphate fertilizers based on phosphate raw materials (MM and PF) and nitric acid are included in the list of promising developments of Electrochemical factory JSC (certificate of JV Electrochemical factory JSC dated June 14, 2021 No. 115).

As a result, the technology for producing NP-, PK- and NPK- mixed fertilizers obtained on the basis of phosphorus fertilizers from MM, ammonium nitrate and potassium chloride is included in the list of promising developments of Electrochemical factory JSC (reference JV Electrochemical factory JSC No. 115, June 14 2021). As a result, it was possible to obtain high-quality and effective mixed fertilizers of the NP-, PK- and NPK- types that meet the requirements of agriculture.

The structure and volume of the dissertation

The dissertation consists of an introduction, four chapters, a conclusion, a list of references and applications. The volume of the thesis is 118 pages.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РУЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I бўлим (I часть; part I)

1. А.Л.Гиясидинов, Б.Э.Султонов, Ш.С.Намазов, Г.У.Пулатова. Изучение процессов азотнокислотной переработки минерализованной массы из фосфоритов Центральных Кызылкумов в одинарные удобрения. // Наманганского инженерно - технологического института. Научно - технический журнал – Наманган, 2020.-№2. - С.144-151. (05.00.00, №33)
2. А.Л.Гиясидинов, Б.Э.Султонов, Ш.С.Намазов, З.А.Хамроқулов. Изучение некоторых технологических параметров на качественные показатели одинарных удобрений. // Научный вестник наманганского государственного университета – Наманган, 2020. - №1. С.69 – 79. (02.00.00, №18)
3. А.Л.Гиясидинов, Б.Э.Султонов, Ш.С.Намазов, У.К.Алимов. Получение одинарных удобрений на основе фосфоритовой муки из фосфоритов Центральных Кызылкумов и азотной кислоты. // Узбекский химический журнал. – Ташкент, 2020. - № 5. - С. 53-60. (02.00.00, №6)
4. А.Л.Гиясидинов, Б.Э.Султонов, Ш.С.Намазов. Влияние количества и концентрации растворов нитрата кальция на качественные показатели одинарных удобрений, полученных на основе минерализованной массы. // Universum: Технические науки. – Москва, 2020. Выпуск: 10(79). - С. 62-68. (02.00.00, №1)
5. A.L.Giyasidinov, B.E.Sultonov, Sh.S.Namazov. Investigation of the Influence of Temperature of Washed Water on the Main Indicators of Fertilizer Precipitate. // Current Journal of Applied Science and Technology. 40(7): 2021, P. 73-81,
6. A.L.Giyasidinov, B.E.Sultonov, Sh.S.Namazov, J.E. Kholmurodov. Investigation of the influence of washed water quantity on the main indicators of fertilizer precipitate. // Journal of Chemical Technology and Metallurgy – 56, 4, 2021, P.738-743, Scopus.

II бўлим (II часть; part II)

7. Б.Э.Султонов, А.Л.Гиясидинов, Ш.С.Намазов. Переработка минерализованной массы на одинарные удобрения с азотной кислотой. // Научный журнал "Chronos" мультидисциплинарный сборник научных публикаций XXXIV международная научно-практическая конференция «вопросы современной науки: Проблемы, тенденции и перспективы». Москва, 13 марта 2019 г. С. 72-74.
8. А.Л.Гиясидинов, Б.Э.Султонов, Ш.С.Намазов. Одинарное фосфорное удобрение путем азотнокислотной переработки забалансовой фосфоритной руды. // “Қорақалпоғистон республикасида кимё, кимёвий технология, нефт-газ ва энгил саноат соҳалари ривожининг долзарб муаммолари” мавзусидаги

Республика илмий-амалий конференция. - Нукус, 24 май 2019 йил. - С. 263-264.

9. A.L.Giyasidinov, B.E.Sultonov, Sh.S.Namazov. Study on the influence of the quantity of washing water on the main indicators of fertilizer precipitate// International scientific review of the problems of the technical sciences, mathematics and computer science / collection of scientific articles. XVI international correspondence scientific specialized conference - Boston, USA, July 12-13, 2020. - pp. 74-79.

10. А.Л.Гиясидинов, Б.Э.Султонов, Ш.С.Намазов. Получение одинарных удобрений на основе фосфоритовой муки из фосфоритов Центральных Кызылкумов и азотной кислоты. // I Международного Узбекиско-Казахского Симпозиума “Актуальные проблемы развития химической науки и промышленности”. – Ташкент, 2019 г. 24-25 октябрь С.43-48.

11. А.Л.Гиясидинов, Б.Э.Султонов, Ш.С.Намазов, У.И.Туйчиева, А.А.Сайдуллаев. Оддий ўғит олиш жараёнида кальций нитратнинг микдори ва концентрациясини аниқлаш. // Илм-фан ва техниканинг ривожланишида инновацион ёндашувлар. Илмий амалий онлайн конференция. – Навоий, 2020 й. 20-ноябрь Б.68-70.

Автореферат «Наманган муҳандислик-технология институти Илмий-техник
журнали» таҳририяида таҳрирдан ўтказилди.

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

Рақамли босма усулда босилди.

Шартли босма табағи: 3,25. Адади 100. Буюртма № 38/21.

Гувоҳнома № 851684.

«Тирограф» МЧЖ босмаҳонасида чоп этилган.

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