

**УМУМИЙ ВА НООРГАНИК КИМЁ ИНСТИТУТИ
ХУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
DSc.02/05.05.2023.К/Т.35.02 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ

ЁРБОБАЕВ РУСЛАН ЧОРИЕВИЧ

**МАРКАЗИЙ ҚИЗИЛҚУМ ФОСФОРИТЛАРИНИ НИТРАТ
КИСЛОТАЛИ ҚАЙТА ИШЛАШ АСОСИДА КОМПЛЕКС ЎҒИТЛАР
ОЛИШНИНГ ЧИҚИНДИСИЗ ТЕХНОЛОГИЯСИНИ ЯРАТИШ**

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

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

Тошкент – 2023

Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси автореферати мундарижаси

Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD)

Content of the dissertation abstract of doctor of Philosophy (PhD)

Ёрбобаев Руслан Чориевич

Марказий Қизилқум фосфоритларини нитрат кислотали қайта ишлаш асосида комплекс ўғитлар олишнинг чиқиндисиз технологиясини яратиш.....3

Ёрбобаев Руслан Чориевич

Разработка безотходной технологии получения комплексных удобрений на основе азотнокислотной переработки фосфоритов Центральных Кызылқумов.....21

Yorbobaev Ruslan Chorievich

Development of waste-free technology for obtaining complex fertilizers based on nitric acid processing of phosphorites of the Central Kyzylkum39

Эълон қилинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ

List of published works.....43

**УМУМИЙ ВА НООРГАНИК КИМЁ ИНСТИТУТИ
ХУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
DSc.02/05.05.2023.К/Т.35.02 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ

ЁРБОБАЕВ РУСЛАН ЧОРИЕВИЧ

**МАРКАЗИЙ ҚИЗИЛҚУМ ФОСФОРИТЛАРИНИ НИТРАТ
КИСЛОТАЛИ ҚАЙТА ИШЛАШ АСОСИДА КОМПЛЕКС ЎЎИТЛАР
ОЛИШНИНГ ЧИҚИНДИСИЗ ТЕХНОЛОГИЯСИНИ ЯРАТИШ**

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

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

Тошкент – 2023

Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Олий таълим, фан ва инновациялар Вазирлиги ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2020.2.PhD/T1715 рақам билан рўйхатга олинган.

Диссертацияси Тошкент кимё-технология институтида бажарилган.

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

Илмий раҳбар:

Мирзакулов Холтура Чориевич
техника фанлари доктори, профессор

Расмий опонентлар:

Намазов Шафоат Саггарович
техника фанлари доктори, профессор, академик

Тураев Зокир
техника фанлари доктори, доцент

Ётақчи ташкилот:

Навоий давлат кончилик ва технологиялар университети

Диссертация ҳимояси Умумий ва ноорганик кимё институти ҳузуридаги DSc.02/05.05.2023.K/T.35.02 рақамли Илмий кенгашнинг «21» июнь 2023 йил соат 14⁰⁰ даги мажлисида қуйидаги манзилда бўлиб ўтади: 100170, Тошкент шаҳри, Мирзо Улуғбек кўчаси, 77-а. Тел.: (99871) 262-56-60; факс: (99871) 262-79-90; e-mail: ionxanruz@mail.ru.

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

Диссертация автореферати 2023 йил «___» _____ кунни тарқатилди.

(2023 йил «___» июндаги ___- рақамли реестр баённомаси).



Усанбоев Н.Х.

Илмий даражалар берувчи
илмий кенгаш раиси, т.ф.д., катта илмий ходим

Шукуров Ж.С.

Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш
котиби, т.ф.д., катта илмий ходим

Намазов Ш.С.

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

КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Дунё аҳолисининг тез суръатда ўсиши, шунингдек, суғориладиган ва экиладиган ерларнинг қисқариши муносабати билан аҳолини озиқ-овқат ва ичимлик суви билан таъминлаш тобора долзарб вазифага айланиб бормоқда. Шунингдек, қишлоқ хўжалиги экинлари, паррандачилик ва чорвачиликда эришилган юксак ютуқларга қарамай, бу улкан муаммо саноат микёсида ҳал этилмаган. Бу муаммони ҳал этишнинг самарали йўлларида бири – аҳолини сифатли ўғитлар билан таъминлаш, экинлар ҳосилдорлигини ошириш учун уларнинг турларини кенгайтириш зарурдир. Бунда иқтисодиётнинг агросаноат тармоғини пахта ва ғалла экинларининг юқори маҳсулдор навлари, минерал ва органико-минерал ўғитлар билан таъминлаш, илғор агрокимёвий ва агротехник воситалар ва технологияларни жорий этиш, фосфорли ўғитлар ишлаб чиқариш ҳажми ва турларини биргаликда ошириш азотли ва кальцийли ўғитлар билан интеграциялашган чиқиндисиз қайта ишлаш технологиясини жорий этиш муҳим аҳамиятга эга.

Жаҳон микёсида барча ривожланган мамлакатларда фосфорит хомашёси захираларини қидириш, унинг физик-кимёвий хоссаларини ўрганиш, ўрнини босувчи хомашё захираларини излаб топиш, кислотали комплекс қайта ишлаш бўйича илмий тадқиқотлар олиб борилмоқда: фосфорит ва нитрат кислотага асосланган турли азот, фосфор, кальцийли ўғитларни ишлаб чиқариш жараёнларини такомиллаштириш; паст навли бойитилмаган фосфорит хомашёси (БФХ), ювиб қуритилган концентрат (ЮҚК) ва ювиб қуйдирилган фосконцентратларни (ЮКФК) комплекс қайта ишлаб азотфосфоркальцийли (NPCa-) ва азотли суюқ ва донатор турли хил аралаш ўғитлар ишлаб чиқариш технологиясини яратиш; ЮКФК асосида олинган NPCa-ўғитларнинг таркиби, реологияси ва баъзи физик-кимёвий хусусиятларини (зичлик, қовушқоқлик, чўкиш тезлиги, филтрланиш тезлиги, парчаланиш коэффициенти, К:С нисбати ва кислота меъёрларининг реологик хусусиятларга ва парчаланиш коэффициенти таъсири) ўрганиш, маҳсулот хусусияти ва туз таркибини аниқлаш; фосфоритлардан олинган NPCa-ўғитлар асосида кальций модули 0,4, 0,6, 0,8 ва 1,0 бўлган азот-фосфор- (NP-), NPCa-ўғитларини олиш жараёнлари ўрганилди. Бугунги кунда фосфорли ўғитларни агрокимёвий таҳлил ва синовлардан ўтказишга алоҳида эътибор берилмоқда. Республикамизда маҳаллий фосфоритларни кислотали, комплекс қайта ишлаш асосида NPCa комплекс ҳамда органико-минерал ўғитлар ишлаб чиқариш соҳасида маълум илмий-амалий натижаларга эришилмоқда.

Марказий Қизилқум (МК) фосфоритларидан оддий ва мураккаб комплекс фосфорли ўғитлар ва фосфор кислотаси тузларини олиш борасида олимларнинг инновацион ишланмаларини амалиётга тадбиқ этишда Республикамизда катта муваффақиятларга эришилмоқда. 2022-2026 йилларга мўлжалланган Янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегиясининг учинчи йўналишида «...миллий иқтисодиёт барқарорлигини таъминлашга қаратилган

саноат сийёсатини амалга оширишни давом эттириш, ялпи ички маҳсулотда саноатнинг улушини кўпайтириш ва саноат ишлаб чиқариш ҳажмини 1,4 баробарга ошириш...»¹ га қаратилган муҳим вазифалар белгиланган. Шу муносабат билан МК фосфоритларини нитрат кислота билан парчалаш орқали таркибида секин таъсир қилувчи ва сувда эрийдиган фосфорли ҳамда суюқ азот-кальцийли ўғитлар (САКЎ), импорт ўрнини босувчи ва экспортга мўлжалланган NPCa-ўғитларни ишлаб чиқаришнинг комплекс, чиқиндисиз технологияларини яратиш бўйича илмий тадқиқотлар муҳим аҳамият касб этади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022 йил 28-январдаги ПФ-60-сон «2022-2026 йилларга мўлжалланган Янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегияси тўғрисида»ги Фармони ҳамда 2019 йил 3-апрелдаги ПҚ-4265-сон «Кимё саноатини янада ислоҳ қилиш ва унинг инвестициявий жозибдорлигини ошириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги, 2020 йил 28-декабрдаги ПҚ-4937-сон «Ўзбекистон Республикасининг 2021-2023 йилларга мўлжалланган инвестиция дастурини амалга ошириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги, 2021 йил 13-февралдаги ПҚ-4992-сон «Кимё саноати корхоналарини янада ислоҳ қилиш ва молиявий соғломлаштириш, юқори кўшимча қийматга эга бўлган кимё маҳсулотлари ишлаб чиқаришни ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги шунингдек, мазкур фаолиятга тегишли меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни бажаришга ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

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

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Илмий-техник адабиётларда турли хил фосфат хом ашёсини, жумладан P₂O₅ га бой апатитлар ва кимёвий ҳамда минералогик таркиблари билан бир-биридан фарқ қиладиган паст навли фосфоритларни қайта ишлаб ЭФК олиш бўйича кенг материаллар мавжуд (Ле Хонг Фук (Хитой), М.Е.Позин, В.Ф.Кармышов, Б.А.Дмитревский, И.А.Петропавловский, С.П.Кочетков, И.А.Почиталкина, И.А.Филенко (Россия), Г.Котарзяна, З.Врозек, К.Горазда, М.Банач (Польша), О.Б.Дормешкин (Белоруссия), А.Б.Бектуров (Қазақстан), М.Н.Набиев, Б.М.Беглов, Ш.С.Намазов, А.М.Амирова, А.У.Эркаев, Х.Ч.Мирзакулов, И.Т.Шамшидинов, А.Р.Сейтназаров, Т.И.Нурмуродов, А.М.Реймов, Н.В.Волынскова, У.К. Алимов, Б.Ю.Султонов (Ўзбекистон) ва бошқалар). Уларнинг ишлари асосан фосфоритларни турли минерал кислоталар билан парчалаш йўли билан ЭФК, бирламчи ва мураккаб фосфорли ўғитлар, тоза фосфор кислотаси тузларини олишга қаратилган. МК ЮКФКни нитрат кислота билан парчалаш орқали таркибида турлича секин таъсир қилувчи ва сувда эрийдиган NPCa- ҳамда суюқ азот-кальцийли ўғитлар (САКЎ) импорт

¹ Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022 йил 28 январдаги ПФ-60 сон «2022-2026 йилларда Янги Ўзбекистонни тараққиёт стратегияси тўғрисида»ги Фармони

ўрнини босувчи ва экспортга мўлжалланган NPCa-ўғитлар тўғрисида маълумотлар мутлақо йўқ.

Фосфорнинг секин таъсир қилувчи ва сувда эрувчан шакилларининг турли хил таркибга эга донадорланган NPCa-ўғитларини олиш учун техник ечимлар, шунингдек, МК ЮКФКини нитрат кислота билан парчаланиши нитрат кислотали экстракти (НКЭ) ҳамда САКЎ ҳосил бўлишига олиб келади, унинг асосий таркибий қисми монокальцийфосфат ва кальций нитрат бўлиб, ундан фосфorni аммонизациялаш орқали дикальцийфосфат шаклида ажралиб чиқади.

Турли миқдорда сувда эрийдиган фосфorni ўз ичига олган донадор NPCa-ўғитини ишлаб чиқариш соҳасидаги ишланмалар асосан экстракция фосфор кислотасини (ЭФК) ўз ичига кальций олган реагентлар билан нейтраллаш ёки фосфоритларни сульфат кислота ва/ёки ЭФК билан парчалашни ўз ичига олади. Шу сабабли, Республика учун мақбул бўлган маҳаллий хомашё ресурсларидан фосфорнинг секин таъсир этувчи ва сувда эрийдиган NPCa-ўғити ҳамда САКЎларини чиқиндисиз технология бўйича олиш учун илмий асосланган, янги техник ва технологик ечимлар зарур.

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

Тадқиқотнинг мақсади МК фосфоритларини нитрат кислотаси билан донадорланган NPCa-ўғитлар ва САКЎга қайта ишлашнинг комплекс, чиқиндисиз технологиясини ишлаб чиқишдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

МК фосфоритларини нитрат кислотали парчалаш асосида АКЭ олиш жараёнини ўрганиш ҳамда оптимал технологик кўрсаткичларини ўрнатиш;

кислота бўтқасининг кимёвий таркибини, АКЭдан эрмайдиган қолдиқ қисмини чўктириш, бўтқанинг қуюқлашган қисмидан суюқ ва қаттиқ фазаларни ажратиш ва бўтқанинг реологик хусусиятларини, АКЭни газсимон аммиак билан аммонизациялаш жараёнини ўрганиш, аммонизацияланган бўтқанинг кимёвий таркиби ва реологик хусусиятларини ўрганиш;

аммонизацияланган бўтқадан суюқ ва қаттиқ фазаларни ажратиш жараёнини тадқиқ этиш, суюқ ва қаттиқ фазаларнинг кимёвий таркибини ва аммонизацияланган бўтқанинг қаттиқ қисмидан донадор NPCa-ўғитларини олишнинг оптимал технологик кўрсаткичларини ўрганиш;

аммонизацияланган бўтқанинг суюқ фазасидан САКЎ олишнинг оптимал технологик параметрларини ўрнатиш;

қуритилмаган NPCa-1 ўғитига ЭФК қўшиш асосида таркибида турли миқдорда секин таъсир этувчи ва сувда эрувчан шаклдаги фосфор тутган

донадорланган NPCa-2 ўғитларини олишнинг оптимал технологик кўрсаткичлари аниқлаш;

аммонизацияланган бўтқанинг қаттиқ фазасидан САКЎ ҳамда ЭФКсиз ва у иштирокида олинган донадорланган NPCa-ўғитларининг физик-кимёвий ва товар хусусиятларини ўрганиш;

МҚ фосфоритларини нитрат кислота билан комплекс қайта ишлаб таркибида секин таъсир этувчи ва сувда эрувчан фосфор тутган донадорланган NPCa-ўғити ва САКЎ олишнинг техник-иқтисодий самарадорлигини асослаш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида МҚ БФХ, ЮҚҚ ва ЮКФК, МҚ ЭФК, нитрат кислота, газсимон аммиак, NPCa-ўғити ва САКЎ олинган.

Тадқиқотнинг предметини МҚ фосфоритларини нитрат кислота билан донадорланган NPCa – ва суюқ азоткальцийли ўғитларга комплекс қайта ишлаш технологияси ташкил этган.

Тадқиқотнинг усуллари. Диссертация ишини бажаришда кимёвий ва физик-кимёвий (рентгенографик, ИҚ-спектроскопик, сканерловчи электрон микроскопия) таҳлил усулларидадан фойдаланилган

Тадқиқотнинг илмий янгилиги куйидагилардан иборат:

МҚ фосфоритларини (БФХ, ЮҚҚ ва ЮКФК) нитрат кислота билан парчаланиш жараёнининг кинетик параметрлар: тезлик константаси, ҳарорат коэффиценти ва фаолланиш энергияси ҳисобланган ва назарий асосланган, уларнинг ўртача қиймати мос равишда $K_c=1,717$ мин⁻¹; $T_k=1,16$ ва $E_a=4,56$ кДж/мольни ташкил этган ҳамда МҚ фосфоритлари реакцион қобилияти юқори бўлган хомашёлар турига тегишли эканлиги исботланган;

МҚ фосфоритларини нитрат кислота билан парчалаб НКЭ олиш жараёнига технологик параметрларнинг таъсири қонуниятлари ва нордон бўтқани аммонизациялаш жараёнининг мақбул технологик шароитлари аниқланган;

нордон ва аммонизацияланган бўтқаларни филтрлаш жараёнининг оптимал технологик параметрлари ҳамда суюқ ва қаттиқ фазаларнинг реологик ва физик-кимёвий хоссалари аниқланган;

илк бор, аммонизацияланган НКЭдан қаттиқ фазани филтрлашда ПАА-гель флокулянтини қўллаб, жараён ҳароратига боғлиқ равишда филтрланиш тезлигини 2,5-3,0 марта ошириши исботланган;

МҚ фосфоритларини нитрат кислотаси билан комплекс қайта ишлаш асосида таркибида секин таъсир этувчи ва сувда эрувчан фосфор тутган донадорланган NPCa-ўғитлари ва САКЎ олиш жараёнига технологик параметрларнинг таъсири қонуниятлари ва мақбул шароитлари аниқланган;

таркибида секин таъсир этувчи ва сувда эрувчан фосфор тутган донадорланган NPCa-ўғити ва аммонизацияланган бўтқадан ажратилган суюқ фазани газсимон аммиак, аммонийли селитра ёки карбамиднинг сифатсиз қисмини қўшиш орқали неграллаб олинган САКЎнинг кимёвий ва тузли таркиблари ва товар хоссалари аниқланган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари куйидагилардан иборат:

МҚ фосфоритларини нитрат кислотали комплекс қайта ишлаш асосида

секин эрийдиган дикальцийфосфат ҳамда кальций ва аммоний нитратдан иборат бўлган донадор NPCa-1 ўғитларини олиш технологияси ишлаб чиқилган;

куритилмаган NPCa-1 ўғитининг кальций модулини 1,0 дан 0,4 гача ЭФК билан пасайтириш ва уни қайта парчалаш ҳамда кўшимча аммонизациялаш орқали олинган бўтқани таркибида турли хил нисбатда секин таъсир этувчи ва сувда эрувчан шаклдаги фосфор тутган донадорланган NPCa-2 ўғитларини олиш технологияси ишлаб чиқилган;

аммонизацияланган бўтқанинг суюқ фазасини газсимон аммиак билан кўшимча аммонизациялаш ҳамда аммиакли селитра ва карбамид эритмаси ёки сифатсиз қисмини кўшиш орқали САКЎ олиш технологияси ишлаб чиқилган.

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги. Кимёвий ва физик-кимёвий таҳлил натижалари ишлаб чиқилган, технологияларнинг «Электрокимёзавад» ҚК-АЖ модель курилмаларида синовдан ўтказилганлиги билан тасдиқланган.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти. Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти чиқиндисиз технологиядан фойдаланган ҳолда МҚ фосфоритларини нитрат кислота билан комплекс қайта ишлаш орқали мамлакат иқтисодиёти учун муҳим минерал ўғитлар – донадорланган NPCa-ўғитлари ва САКЎ олишнинг илмий асослари яратилган. Фосфорнинг секин таъсир қилувчи ва сувда эрувчан шакллари турли нисбатларда моно- ва дикальцийфосфатдан иборат бўлган донадор NPCa-ўғитларини олишга асос бўлади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти МҚ фосфоритларини нитрат кислота билан комплекс, чиқиндисиз қайта ишлаш орқали секин таъсир қилувчи ва сувда эрийдиган фосфорли донадорланган NPCa-ўғитлари ва САКЎ олиш технологиясини ишлаб чиқилиб, мамлакатдаги хар қандай тупроқда ва вегетация даврида фойдаланишга яроқли қимматли мураккаб минерал ўғитларга бўлган эҳтиёжларини таъминлашга хизмат қилади.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. МҚ фосфоритларини нитрат кислота билан парчалаш орқали секин таъсир қилувчи ва сувда эрувчан фосфорли донадор NPCa-ўғитлари ва САКЎ олишнинг чиқиндисиз технологияларини ишлаб чиқиш бўйича олинган илмий натижалар асосида:

МҚ фосфоритларини нитрат кислотали парчалаш асосида олинган NPCa-1 ўғитини олиш технологияси «Электрокимёзавад» ҚК-АЖнинг «2023-2025 йилларда амалиётга жорий этиладиган истиқболли ишланмалар рўйхати»га киритилган («Электрокимёзавад» ҚК-АЖнинг 2023 йил 7 февралдаги 25-сон маълумотномаси). Натижада, донадорланган, секин таъсир қилувчи фосфор тутган NPCa-ўғитлар олиш имконини беради;

донадорланган NPCa-ўғитга ЭФК кўшиш орқали Са модули камайтирилган NPCa-2 ўғити олиш технологияси «Электрокимёзавад» ҚК-АЖнинг «2023-2025 йилларда амалиётга жорий этиладиган истиқболли ишланмалар рўйхати» га киритилган («Электрокимёзавад» ҚК-АЖнинг 2023 йил 7 февралдаги 25-сон маълумотномаси). Натижада турли тупроққа ва

Ўсимликларнинг вегетация даврига мос келадиган, таркибида сувда эрийдиган шаклдаги фосфорли ассортиментини ўз ичига олган донадор NPCa-2 ўғитларини ишлаб чиқариш имкони яратилган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Мазкур тадқиқот натижалари 3 та халқаро ва 5 та республика илмий-амалий анжуманларда муҳокамадан ўтган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги. Диссертация мавзуси бўйича жами 13 та илмий иш чоп этилган. Шундан, Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг докторлик диссертациялари асосий илмий натижаларини чоп этишга тавсия этилган илмий нашрларда 5 та илмий мақола, жумладан 3 таси республика ва 2 таси хорижий журналларда нашр этилган.

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

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Кириш қисмида тадқиқотни ўтказишнинг долзарблиги ва зарурати асосланган, тадқиқотнинг мақсад ва вазифалари шакллантирилган, тадқиқотнинг республика фан ва технологиялар тараққиёти устувор йўналишларига мослиги кўрсатилган, тадқиқот натижаларининг илмий янгилиги ва амалий натижалари баён қилинган, олинган натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти очиқ берилган, илмий натижаларнинг амалиётга жорий этилиши, диссертация тузилиши ва чоп этилган илмий ишлар бўйича маълумотлар келтирилган.

Биринчи бобда «**Марказий Қизилқум фосфоритларини комплекс ўғитларга комплекс қайта ишлаш хусусиятлари ва технологиясини ўрганиш ҳолати**» донадорланган, секин таъсир этувчи ва сувда эрувчан NPCa-ўғити ва САКЎни қўллаш, талаби, ишлаб чиқариш кўлами, фосфорит хомашёларини минерал кислоталар асосида қайта ишлаш соҳасидаги физик-кимёвий асослар ва техник ечимлари ҳақидаги адабиёт маълумотлари кўриб чиқилган. Илмий адабиёт материалларини таҳлил қилиш асосида тадқиқотнинг мақсади ва вазифалари шакллантирган.

Диссертациянинг «**Дастлабки материалларнинг физик-кимёвий хоссалари ва уларни таҳлил қилиш усуллари**» деб номланган иккинчи боби, ишда фойдаланиладиган бошланғич хомашёнинг хусусиятлари, тадқиқот усуллари ва кимёвий таҳлил ҳамда физик-кимёвий тадқиқот усулларига бағишланган.

Диссертациянинг учинчи боби «**Марказий Қизилқум фосфоритларини нитрат кислотали парчалаш жараёнининг тадқиқоти**» МК БФХ, ЮҚК ва ЮКФКнинг нитрат кислотали парчаланиш жараёнлари ва МК фосфоритларини нитрат кислотаси билан монокальцийфосфат ва ЭФК ҳосил бўлишига нисбатан стехиометрик меъёрларда парчаланиш коэффициентлари ҳамда кинетик кўрсаткичларини аниқлашга бағишланган.

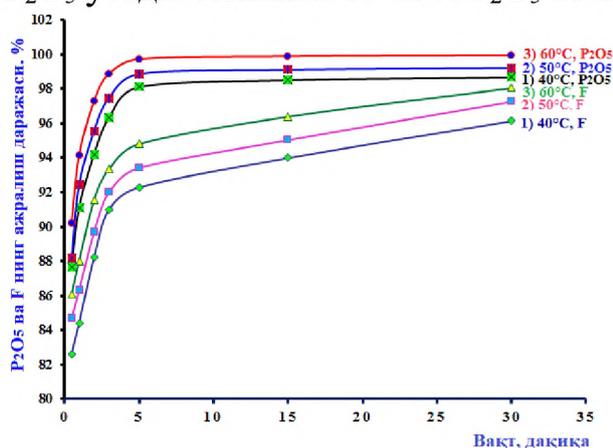
Реакция маҳсулотларини таҳлил қилиш натижаларига кўра, жараённинг тўлиқ бориш кўрсаткичи – P_2O_5 нинг эритмага ажралиш даражаси қуйидаги формулага асосан ҳисобланади:

$$K_{изв} = A_p / A_f \cdot 100\%,$$

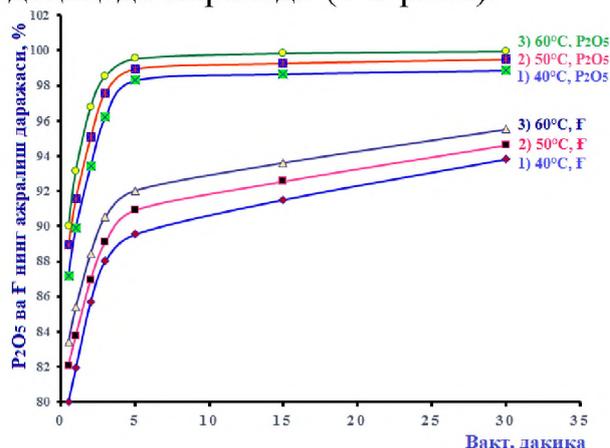
бу ерда, A_p – эритмага ўтган P_2O_5 миқдори, г;

A_f – фосфоритнинг дастлабки намунасидаги P_2O_5 миқдори, г.

МҚ фосфоритларининг барча турларининг парчаланиши юқори тезликда давом этади – ўзаро таъсирнинг дастлабки 30 сониясида эритмага 85-90% P_2O_5 ўтади. Кейинги 10-15% P_2O_5 15-20 дақиқада ажралади (1-2-расм).



1-расм. БФХдан P_2O_5 (1, 2, 3) ва F (1', 2', 3')ни ажралиш кинетикасининг жараён ҳароратига (1, 1' – 40°C, 2, 2' – 50°C, 3, 3' – 60°C) боғлиқлиги



2-расм. ЮКФКдан P_2O_5 (1, 2, 3) ва F (1', 2', 3')ни ажралиш кинетикасининг жараён ҳароратига (1, 1' – 40 °C, 2, 2' – 50°C, 3, 3' – 60 °C) боғлиқлиги

БФХ, ЮҚК ва ЮКФК учун кинетик эгри чизиқларнинг шакли жуда ўхшаш ва фосфоритларнинг парчаланиш жараёни икки босқичли эканлигини ҳисобга олишга имкон беради (1-2 расм). Шунинг учун кейинги ҳисоб ишлари фақат БФХ ва ЮКФК учун амалга оширилди.

БФХ учун тезлик константаларининг ўртача қийматлари (1 дақиқага ўтиш ҳудудини ҳисобга олган ҳолда) қуйидаги қийматларга эга: K_{40} - 1,008; K_{50} - 1,012; K_{60} - 1,013 мин⁻¹. Ушбу чегара учун реакция тезлигининг ҳарорат коэффиценти диффузия жараёнлари учун хос бўлган 1,00 дан ошмайди.

Реакция тезлиги константасининг ҳароратга боғлиқлиги Аррениус тенгламасига бўйсунди ва эмпирик кўриниши қуйидаги тенглама билан ифодаланади:

$$K = 1,04 \cdot e^{-11,49/T}$$

ЮКФК учун тезлик константаларининг ўртача қийматлари (1 дақиқага ўтиш ҳудудини ҳисобга олган ҳолда) қуйидаги қийматларга эга: K_{40} - 1,545; K_{50} - 1,642; K_{60} - 1,717 мин⁻¹. Ушбу ҳудуд учун реакция тезлигининг ҳарорат коэффиценти 1,00 дан ошмайди, бу ҳам диффузия жараёнларига хосдир.

Реакция тезлиги константасининг ҳароратга боғлиқлиги Аррениус тенгламасига бўйсунди ва ыуйидаги эмпирик тенглама билан ифодаланади:

$$K = 9,0 \cdot e^{-0,5502 \cdot 103/T}$$

Жараённи фаоллик энергиясининг ўртача қиймати 4,56 кДж/мольни ташкил этади. ЮКФКни нитрат кислотали экстракциялаш жараёнида

ЮКФКнинг реакцион мойиллигини тавсифловчи фаоллик энергияси қиймати бошқа фосфоритларга қараганда анча паст. Фаоллик энергияси Қоратоғ фосфоритлари учун 14,32 кДж/моль ва апатит концентрати учун 41,87 кДж/мольни ташкил этади.

МҚ фосфоритларида мавжуд бўлган асосий компонентларнинг нитрат кислотали парчаланиш пайтида уларни ажратиб олиш даражалари ўрганилди. Барча ҳолатларда СаОнинг эритмага ажралиш даражаси P_2O_5 дан бироз пастроқ ва кўпи билан 98,3%-дан ошмайди. Кальций минералларининг тўлиқ парчаланмаганлиги фосфоритда ёмон эрийдиган гипс мавжудлиги билан боғлиқ эканлигини англатади.

МҚ БФХ ва ЮҚК парчаланиши ЭФК ҳосил бўлишига асосланган нитрат кислотаси стехиометрик меъёрларда амалга оширилди: кислота меъёри – 100-125%, кислота концентрацияси – 55%, ҳарорат – 40-50°C, доимий аралаштириш билан ўзаро таъсир қилиш вақти – 45 дақиқа. Натижада, кўпикнинг кўп миқдорда ажралиши билан суюқ қуюқлашган масса ҳосил бўлиши кузатилди. Қуюқлашган масса чўкмайди ва филтрланмайди ёки нисбатан юқори Қ:С фазалар нисбатларида жуда ёмон филтрланади.

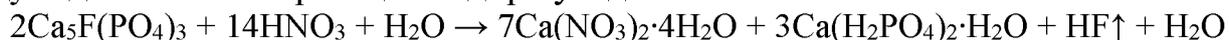
Шу сабабли кейинги тадқиқотларда МҚ ЮКФКдан, уни нитрат кислотали парчалаб таркибида фосфор тутган секин таъсир этувчи ва сувда эрувчан шаклдаги донаторланган NPCa-ўғитлари ва САКУ олишнинг чиқиндисиз технологиясини ишлаб чиқишда фойдаланилди.

Тадқиқот натижалари шуни кўрсатадики, нитрат кислота меъерининг 90 дан 110% гача кўтарилиши ва Қ:С нисбатининг 1:2,5 дан 1:4,0 гача камайиши билан нордон НКЭ таркибидаги асосий компонентларнинг миқдори (P_2O_5 , СаО, MgO, Al_2O_3 , Fe_2O_3 , F, $N_{нит.}$) ва бўтқани рН муҳити -0,015 дан -0,581 гача камаяди, лекин шу билан бирга, меъёрнинг барча чегараларида ва Қ:С нисбатида, парчаланиш коэффициенти 96,18 дан 99,96% гача, яъни 3,78%га ортади. Кейинги босқичларда нордон НКЭни, таркибида секин таъсир қилувчи ва сувда эрувчан шаклдаги фосфор тутган донаторланган NPCa-ўғитларга қайта ишлаш учун эримайдиган қолдиқни ажратиб ва/ёки ажратмаган ҳолда олиш жараёнлари ўрганилди: нитрат кислота меъёри ва Қ:С фаза нисбати ортиши билан суюқ фазадаги барча компонентларнинг таркиби ва азотдан ташқари муҳитнинг рН қиймати пасаяди. Шу билан бирга, нордон НКЭда нитрат кислота меъерининг ортиши ва эркин нитрат кислотанинг ортиқча бўлиши туфайли азот миқдори 5,51 дан 9,69% гача ортади ва рН муҳити -0,052 дан -0,623 гача камаяди.

Нитрат кислота меъерини ўзгартирмасдан сақлаб қолган ҳолда Қ:С фазалар нисбатини 1:2,5 дан 1:4,0 гача камайтириш АКЭнинг суюлтирилиши ҳисобига суюқ фаза таркибидаги барча компонентларнинг камайишига олиб келади. Нитрат кислотанинг оптимал меъёрлари (N-100-110%) ва Қ:С (Қ:С=1:2,5÷4,0) нисбатларда суюқ фазадаги асосий компонентларнинг таркиби, оғир.% P_2O_5 - 7,59-6,68; СаО - 16,30-14,33 ва $N_{нит.}$ - 8,82-8,45.

МҚ фосфоритларининг нитрат кислота билан парчаланиши ҳам монокальцийфосфат ҳосил бўлиши асосида ўрганилди. Бунда нитрат

кислотада фосфат хомашёсининг парчаланиши ҳам, фаолланиши ҳам кислота реактивлигининг стехиометрик меъёрига боғлиқ бўлади. Ушбу жараёнда куйидаги кимёвий реакция содир бўлади:



Нитрат кислотаси меъёри ва концентрацияси, Қ:С нисбати кислота бўтқасининг кимёвий таркиби, суюқ фазаси ва фосфоритнинг парчаланиш коэффициентига таъсири ўрганилиб, натижалар 1-жадвалда келтирилган.

1-жадвал

Нитрат кислота меъёри ва Қ:С нисбатининг бўтқани кимёвий таркибига ва ЮКФК парчаланиш коэффициентига таъсири (МКФ ҳосил бўлиши асосида)

№	Қ:С	Бўтқаниннг кимёвий таркиби, оғир. %						рН	К _{пар.} %	
		P ₂ O ₅				СаО	N			F
		умум.	сув. эр	ўзл(л.к)	ўзл(Тр.Б)					
HNO ₃ меъёри -100 %										
1	1:2,5	7,49	5,81	6,95	6,05	16,49	7,22	0,74	-0,374	94,05
3	1:2,9	6,72	4,82	5,91	4,67	14,79	6,48	0,67	-0,075	95,56
5	1:3,3	6,09	4,30	5,36	4,10	13,42	5,88	0,6	0,123	96,25
HNO ₃ меъёри -110 %										
1	1:2,5	7,50	5,90	6,99	6,10	16,52	7,38	0,69	-0,413	95,25
3	1:2,9	6,53	5,16	5,95	4,72	14,83	7,03	0,63	-0,123	95,75
5	1:3,3	6,10	4,45	5,41	4,31	13,44	6,37	0,56	0,029	96,48

1-жадвалдаги маълумотлар шуни кўрсатадики, NPCa-1 ўғитларининг олинган намуналарида HNO₃ меъёри 100 дан 110% гача ортиши билан P₂O₅ ва СаОнинг умумий шакллари мос равишда 7,50 дан 6,09% гача ва 16,63 дан 13,42% гача камаяди. 2-%-ли лимон кислотаси ва Трилон Б эритмасида ҳам P₂O₅нинг ўзлашувчан шакллари худди шундай ўзгаради.

Шундай қилиб, суюқ фаза миқдори ортиши билан фосфоритларнинг парчаланиш коэффициенти ва рН муҳити маълум даражада ошади, шунингдек кислота меъёри билан ҳам парчаланиш коэффициенти ортади ва бўтқаниннг рН қиймати эса бўтқада эркин нитрат кислота ҳосил бўлиши туфайли камаяди. НКЭдаги қаттиқ фазаниннг таркиби оптимал парчаланиш шароитида олинган кислота бўтқасининг умумий массасининг 4-5%ни ташкил қилади.

Олинган маълумотларга мувофиқ, МК ЮКФКни нитрат кислотали парчаланишнинг оптимал технологик кўрсаткичлари куйидагилардан иборат: монокальцийфосфат ҳосил бўлиши учун кислота меъёрлари – 100-110%, Қ:С=1:(2,5÷3,0), жараён ҳарорати 30-40°С ва жараён давомийлиги 30-40 дақиқалиги аниқланган.

ЮКФКни нитрат кислотаси билан монокальцийфосфат ҳосил бўлишига нисбатан парчаланишдан ҳосил бўлган НКЭ нордон бўтқасининг реологик хоссалари ўрганилган. Бўтқаниннг реологик хусусиятларини ўрганишда кислота меъёрлари 80 дан 120% гача ошиши билан 20°С да зичлиги Қ:С = 2,5 да 1,537 г/см³ дан 1,624 г/см³ гача ва Қ:С = 3,30 да 1,330 г/см³ дан 1,464 г/см³ гача ошиши аниқланди, ҳарорат 20°С дан 80°С гача кўтарилиши билан Т:Ж =

2,5 да зичлик 1,537 г/см³ дан 1,494 г/см³ гача ва Қ:С = 3,30 1,330 г/см³ дан 1,306 г/см³ гача (HNO₃ меъёри-80%), Қ:С = 1:2,5 да 1,624 г/см³ дан 1,464 г/см³ гача ва Қ:С = 3,30 да 1,57 г/см³ дан 1,42 г/см³ гача (HNO₃ меъёри-120%) камаяди.

Шунингдек НКЭ нордон бўтқасидаги йирик фракцияли эримайдиган қолдиқнинг чўкиш даражаси ва чўктиришдан ҳосил бўлган қуюқлашган қисмининг филтрланиш тезлиги ҳам ўрганилди. Қуюқлашган қисмининг филтрланиш тезлиги 100% меъёрида ва Қ:С нисбати 1:2,0 дан 1:3,5 гача камайганда филтрланиш тезлиги 402,08-447,48 кг/м²·соатни ташкил қилади, филтрат бўйича 221,14÷268,49 кг/м²·соатга ортиши ҳамда филтлда қолган қолдиқ қаттиқ фаза бўйича эса филтрланиш тезлиги 180,94÷178,99 кг/м²·соатгача камайиши кузатилди. Худди шу ҳолат кислотанинг 110% меъёрида ҳам кузатилади, яъни филтрланиш тезлиги Қ:С фаза нисбати пасайиши билан бўтқа бўйича - 411,66÷446,64 кг/м²·соат; филтрат бўйича - 239,00÷285,85 кг/м²·соатга ортади ва қаттиқ қолдиқ (фаза) бўйича эса 172,90÷160,79 кг/м²·соатга камаяди.

Бундан ташқари ЮКФКни нитрат кислота билан монокальцийфосфат ҳосил бўлишига нисбатан парчалашдан олинган НКЭ нордон бўтқаларини газсимон аммиак билан нейтраллаш жараёнларига кислота меъёрлари ва концентрацияси, аммонизация даражаси (рН) таъсирлари ҳамда кимёвий таркиблари ҳам ўрганилди (2-жадвал).

2-жадвал

Аммонизацияланган бўтқаларнинг (МКФга нисбатан N-110%) рН ва кимёвий таркибига жараён технологик кўрсаткичларининг таъсири

HNO ₃ конц., %	Қ:С	рН	Кимёвий таркиби, (оғир. %)					$\frac{P_2O_5 \text{ усв.}}{P_2O_5 \text{ общ.}}$	$\frac{P_2O_5 \text{ усв.}}{P_2O_5 \text{ общ.}}$	$\frac{P_2O_5 \text{ водн.}}{P_2O_5 \text{ общ.}}$
			P ₂ O ₅	СаО	N _{нит.}	N _{амм.}	N _{общ.}	х100%, ЛК	х100%, Тр-Б	х100%
49,23	1:2,5	2,045	7,00	14,91	7,67	4,38	12,05	97,82	88,04	16,80
		2,515	6,95	14,81	7,62	4,97	12,59	97,60	87,84	16,57
		3,035	6,91	14,72	7,57	5,55	13,12	97,38	87,64	16,34
		3,516	6,86	14,62	7,52	6,13	13,65	97,16	87,44	16,11
41,02	1:3,0	1,990	6,20	13,34	6,75	3,38	10,13	96,62	86,06	8,19
		2,524	6,16	13,26	6,71	3,91	10,62	96,40	85,86	7,87
		3,018	6,13	13,19	6,67	4,43	11,10	96,18	85,66	7,53
		3,498	6,09	13,11	6,63	4,95	11,58	95,96	85,46	7,16

Олинган маълумотлар шуни кўрсатадики, нитрат кислота меъёрининг ошиши билан P₂O₅ ва СаОнинг умумий ва ўзлашувчан шакли сезиларли даражада камаяди ва азотнинг барча шакллари миқдори ортади. рН-мухитининг ортиши билан эса P₂O₅, СаО ва N_(нит.)нинг барча шакллари таркиби эса камаяди, N_(амм.) ва N_(общ.) миқдори ортади.

Аммонизацияланган бўтқани филтрланиш тезлигининг технологик параметр ва кўрсаткичларга боғлиқлиги аниқланди, бунда кислота меъёри - 100%, Қ:С=1:2,5 нисбат, рН 2,013 дан 2,868 гача, ҳарорат 20-60°С-да филтрланиш тезлиги бўтқа бўйича 225,77 дан 110,65 кг/м²·соатгача; қаттиқ

қолдиқ бўйича - 121,04 дан 59,94 кг/м²·соатгача; фильтрат бўйича 104,73 дан 50,71 кг/м²·соатгача ва Қ:С=1:3,0 нисбатда мухитнинг рН даражаси 2,052 дан 2,925 гача кўтарилиши билан филтрланиш тезлиги бўтқа бўйича 176,44 дан 291,07 кг/м²·соатгача; каттиқ қолдиқ бўйича - 76,22 дан 144,02 кг/м²·соатгача ва фильтрат бўйича эса 100,22 дан 145,05 кг/м²·соатгача мос равишда ортиши кузатилди. Аммонизацияланган бўтқанинг филтрланиш тезлигини ошириш учун жараёнга ПАА-гель сирт фаол моддаси иштирокида амалга оширилди (3-жадвал).

3-жадвал

Аммонизацияланган бўтқаларнинг филтрланиш тезлиги

ПАА-гель (конц. 100%), кг	Аммонизацияланган бўтқаларнинг филтрланиш тезлиги, кг/м ² ·с			
	ҳарорат, °С	бўтқа бўйича	каттиқ фаза бўйича	фильтрат бўйича
Кулсиз филтр қоғози, кг/м ² ·ч				
0,017	40	408,15	200,05	208,10
	60	510,70	256,65	254,05
0,044	40	520,52	255,05	265,47
	60	624,62	313,90	492,72
0,080	40	535,42	262,35	273,07
	60	645,32	324,31	321,01
Артикул №0326 филтр матоси, (КВФ учун полипропиленли), кг/м ² ·ч				
0,017	40	799,98	367,99	431,99
	60	1000,97	450,44	550,53
0,044	40	1020,22	469,30	550,92
	60	1224,26	550,92	673,34
0,080	40	1049,42	482,73	566,69
	60	1264,83	569,17	695,66

N_{HNO₃}-110% ва Қ:С=1:2,5 да парчалаб ҳамда газсимон аммиак билан рН=3,1га аммонизацияланган бўтқани кўк лентали кулсиз филтр қоғози ва артикул №0326 филтр матоси ёрдамида филтрланди. Аммонизацияланган бўтқанинг суюқ фазаси асосан кальций, аммоний нитрат, сувдан иборат бўлиб, нисбатан паст концентрацияга эга, аммиак ва бошқа бирикмаларни кўшиб, таркибида азот миқдори турлича бўлган САКЎга қайта ишланиши мумкин. Аммонизацияланган бўтқадан ажратилган суюқ фазанинг умумий азот миқдорини кўпайтириш ва рН мухитини 6,0-7,0 га ошириш учун газсимон аммиак билан нейтралланди.

Шундай қилиб, аммонизацияланган НКЭ бўтқасидан ажратилган суюқ фазани САКЎ ва шунингдек унинг таркибига микро- ва макроэлементлар,

ўсумликлар ўсиши ва ривожланиши учун зарур бўлган стимуляторлар кўшиб комплекс суюқ ўғитларга қайта ишлаш имконияти кўрсатилган (4-жадвал).

4-жадвал

Аммонизацияланган бўтқанинг суюқ фазасини аммонизациялаш натижасида олинган САКЎнинг кимёвий ва тузли таркиби

HNO ₃ меъёри, %	Қ:С	Кимёвий ва тузли таркиби, оғир. %						
		СаО	N _{умум.}	N _{нитр.}	N _{NH4}	NH ₃ эркин.	Ca(NO ₃) ₂	NH ₄ NO ₃
100	1:2,0	12,63	23,44	12,77	10,67	5,13	36,99	36,09
	1:2,5	9,55	21,37	12,06	9,30	2,47	28,51	31,58
	1,3,0	7,77	16,29	8,69	8,51	1,65	22,77	27,43
110	1:2,0	11,38	29,42	15,15	14,27	6,54	33,34	54,03
	1:2,5	9,42	23,30	11,83	11,47	5,80	27,55	40,73
	1,3,0	7,43	17,52	9,31	8,21	4,51	22,64	31,06

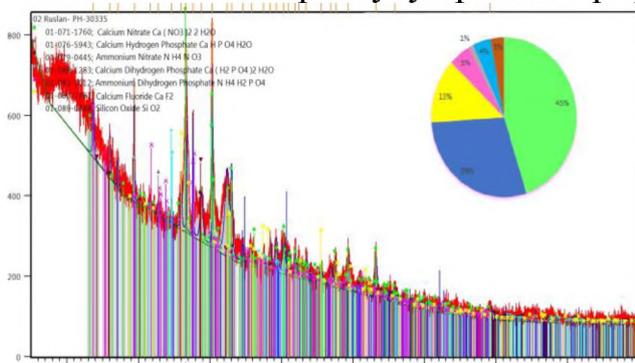
ЮКФКни нитрат кислотали парчалаш(N-110%, Қ:С=1:2,5) ва НКЭнинг нордон бўтқасини газсимон аммиак билан нейтраллаш йўли билан олинган NPCa-1 ўғитининг кимёвий таркиби ўрганилган ва натижалар 5-жадвалда келтирилган.

5-жадвал

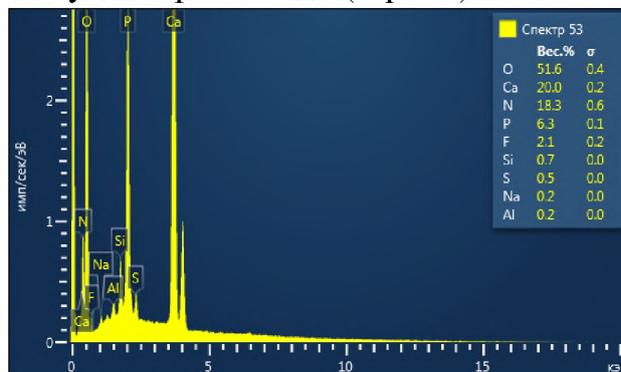
Донадорланган NPCa-1 ўғитини кимёвий таркиби

рН	Кимёвий таркиби, оғир. %					$\frac{P_2O_5 \text{ усов.}}{P_2O_5 \text{ общ.}}$	$\frac{P_2O_5 \text{ усов.}}{P_2O_5 \text{ общ.}}$	$\frac{P_2O_5 \text{ водч.}}{P_2O_5 \text{ общ.}}$
	P ₂ O ₅	СаО	N _{нит.}	N _{амм}	N _{общ.}	отн. %ЛК	отн. %Тр-Б	отн. %
2,045	17,48	24,76	4,45	7,37	11,82	98,64	88,78	22,08
2,515	17,23	25,10	4,39	8,27	12,66	98,24	88,42	20,98
3,035	16,96	25,44	4,34	9,09	13,43	97,84	88,06	19,51
3,516	16,80	25,88	4,32	10,03	14,35	97,44	87,70	17,96

P₂O₅нинг лимон кислотасидаги ўзлашувчанлиги ва сувда эрувчан шакллари нисбий таркиби 98,64-97,44% ва 17,96-22,08% оралиғида ўзгариб туради. НКЭнинг аммонизацияланган бўтқасини филтрлаб олинган NPCa-1 ўғитининг кимёвий, минерологик ва тузли таркиби физик-кимёвий усуллар билан ўрганилди. Олинган кальций нитрат, моно- ва дикальцийфосфат ўғитларининг тозалигини текшириш учун рентенографик чўкқилари олинди (3-расм).



3-расм. Аммонизацияланган бўтқанинг ювилмаган қаттиқ фазасидан олинган NPCa-1 ўғити рентенограммаси (Қ:С = 1:2,5 ва N-110%)



4-расм. Аммонийлашган бўтқанинг қаттиқ фазасидан, ювилмаган NPCa-1 ўғити сканерловчи электрон-микроскопия таҳлили

4-расмда ЮКФКни нитрат кислота билан парчалаш (нисбат К:С=1:2,5, N-110%) ва нордон бўтқани газсимон аммиак билан нейтраллаш ва бўтқадан суюқ фазани ажратиш олинган кальций нитрат, моно- ва дикальцийфосфатдан иборат NPCa-ўғитларининг асосий таркибий қисмлари кўрсатилган. Технологик схема ишлаб чиқилди, моддий баланс тузилди, модел курилмасида синовдан ўтказилди, технологик режим меъёрлари ўрнатилди, NPCa-1 ўғитлари ва САКЎ ишлаб чиқаришнинг техник-иқтисодий самарадорлиги ҳисоблаб чиқилди.

Тўртинчи боб «Нитрат кислотали экстракт ва экстракцион фосфор кислотаси асосида азот-фосфорли комплекс ўғитлар олиш жараёнининг тадқиқоти» номли нордон НКЭнинг аммонизация жараёнларини ўрганиш, сувда эрувчан донадорланган NPCa-2 ўғитини олишга бағишланган.

Мураккаб ўғитларни олиш учун ЮКФКни нитрат кислотаси билан 100-110% меъёрларида ва К:С=1:2,5÷3,0 нисбатда комплекс қайта ишлаш асосида нордон бўтқа - НКЭ олинди, нордон бўтқалардан эримайдиган қолдиқнинг йирик фракциялари ажратилди ҳамда нордон НКЭсининг суюқ фазалари газсимон аммиак билан нейтралланди. Кейинчалик нейтралланган бўтқани филтрлаш орқали суюқ ва қаттиқ фазаларга ажратилди, суюқ фаза САКЎ олишга, қаттиқ фаза эса секин таъсир қилувчи NPCa-1 ўғитлари ишлаб чиқариш учун ишлатилган.

Тадқиқотларнинг тажриба натижаларига кўра (N=110%, Т:Ж=1:2,5) КМнинг 1,0 дан 0,4 гача камайиши билан NPCa-2 ўғити бўтқасидаги P₂O₅ ўзлашувчан шаклдаги миқдори 96,42% дан 97,31% гача ва сувда эрувчан шакли эса 22,84% дан 64,42% гача, қўшиладиган ЭФК миқдорига боғлиқ равишда P₂O₅ умумий миқдори 13,17-14,95% оралиқда ўзгариб туради, КМнинг пасайиши билан P₂O₅нинг барча шакларини миқдори бироз ошади ҳамда СаО ва азотни барча шакларининг миқдори сезиларли даражада камаяди (6-7-жадваллар).

6-жадвал

NPСa-2 ўғитининг аммонизацияланган бўтқаларининг кимёвий таркиби ва КМ кўрсаткичига қўшиладиган ЭФК миқдорига боғлиқлиги

№	КМ	P ₂ O ₅ миқдори, %			СаО миқдори, %		N _{умум.} , %	N _{нит.} , %	N _{амм.} , %	$\frac{P_2O_{5\text{ усов.}}}{P_2O_{5\text{ общ.}}} \times 100\%$	$\frac{P_2O_{5\text{ водн.}}}{P_2O_{5\text{ общ.}}} \times 100\%$	рН
		умум.	ўзл.(лк)	сув.эр	умум.	сув.эр						
1	1,0	13,17	12,70	3,00	13,17	8,69	9,72	2,24	7,48	96,42	22,84	3,12
2	0,8	13,65	13,18	4,89	10,93	6,99	8,65	2,45	6,20	96,55	35,79	2,96
3	0,6	14,17	13,74	7,13	8,50	5,87	6,28	1,45	4,83	96,98	50,35	3,06
4	0,4	14,95	14,55	9,63	5,89	4,18	4,35	1,00	3,35	97,31	64,42	3,15

Аммонизацияланган бўтқадан олинган NPCa-2 ўғитларининг кимёвий таркиби 7-жадвалда келтирилган. Жадвалдан кўринадики, КМ 1,0 дан 0,4 гача ўзгариши билан P₂O₅нингбарча шаклини миқдори ортиб боради ва мос равишда P₂O₅умум. 23,13 дан 43,98% гача, P₂O₅ўзл. 22,80 дан 43,76%-гача ва P₂O₅сув. 6,48 дан 33,56%-гачани ташкил этади. КМ камайиши билан N-нинг барча шакли, СаО-ни умумий ва ўзлаштирилувчан шакли камаяди, сувда эрувчан СаО эса миқдори ортади.

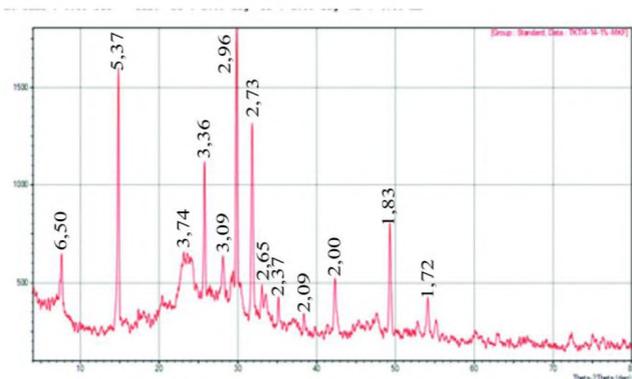
РСa-ўғитининг тузли таркиби бўйича ҳисоб-китоблар шуни кўрсатадики, КМнинг 1,0 дан 0,4 гача камайиши билан СаНРО₄·2Н₂О 39,56

дан 24,37% гача ва кальций нитрат 33,71 дан 3,00% гача камаяди, $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ ва NH_4NO_3 тузлари мос равишда 8,19 дан 41,91 гача, 3,5 дан 17,88% гача ва 5,08 дан 10,00% гача ошади. NPCa-2 ўғитларининг намуналари рентген фазаси ва сканерловчи микроскопик таҳлил усуллари билан таҳлил қилинди (5 ва 6-расм).

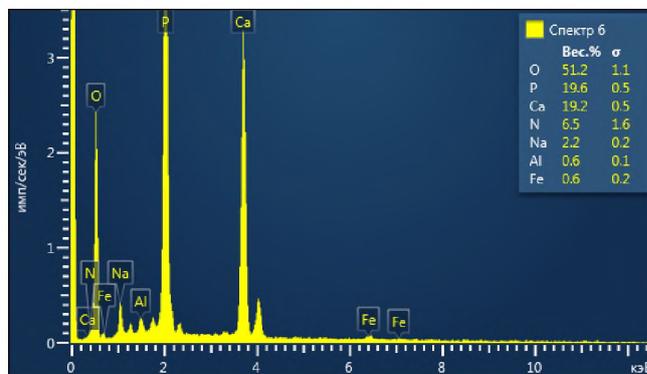
7-жадвал

Донадорланган NPCa-2 ўғити кимёвий таркибига кальций модули ўзгаришининг боғлиқлиги

№	KM	P_2O_5 миқдори, %			CaO миқдори, %			$N_{\text{умум.}}$ %	$N_{\text{нит.}}$ %	$N_{\text{амм.}}$ %	P_2O_5 сув.	P_2O_5 водн.
		умум.	ўзл.	сув.	умум.	ўзл.	сув.				P_2O_5 обш. x100%	P_2O_5 обш. x100%
1	1,0	23,13	22,80	6,48	23,13	21,28	5,65	17,07	3,94	13,13	98,57	28,00
2	0,8	27,68	27,33	11,41	22,14	20,59	7,94	16,35	3,78	12,57	98,74	43,01
3	0,6	34,51	34,22	20,69	20,71	19,05	10,22	15,28	3,53	11,75	99,17	59,94
4	0,4	43,98	43,76	33,56	17,33	16,47	11,66	12,80	2,94	9,86	99,51	76,30



5-расм. KM=0,6 да олинган донатор NPCa-2 ўғитининг рентгенограммаси



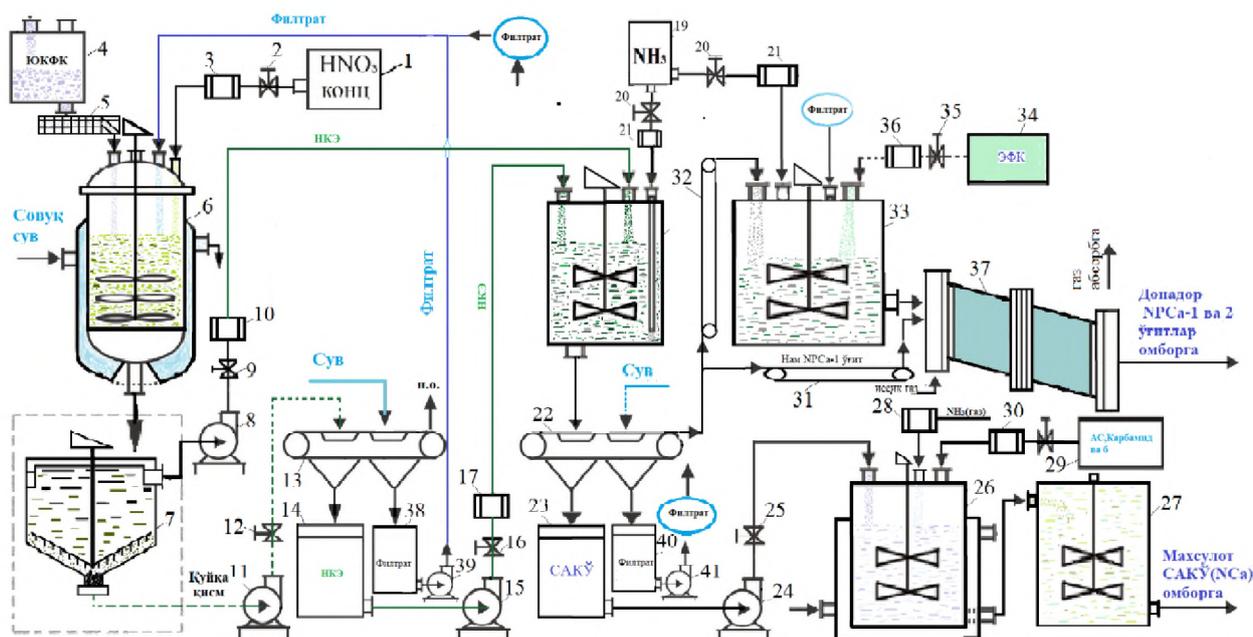
5-расм. KM=0,6 да олинган донатор NPCa-2 ўғитининг сканерловчи электрон микроскопия таҳлили

KM 0,6 га тенг бўлган донатор NPCa-2 ўғитининг рентгенографик тадқиқотлари шуни кўрсатадики, у асосан $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, NH_4NO_3 ва оз миқдордаги CaF_2 ёки NH_4F , $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$, $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ каби қўшимча компонентлардан иборат.

Секин таъсир қилувчи (NPCa-1 ўғити) ва сувда эрувчан (NPCa-2 ўғити) донатор NPCa-ўғитлари ва САКУ ишлаб чиқаришнинг мослашувчан технологик схемаси (7-расм) ишлаб чиқилган. Аммонизацияланган бўткани қаттиқ фазасига (NPCa-1 ўғити) ҳисобланган миқдорда ЭФК кўшиб KMни 1,0-0,4 оралиғида пасайтириш, қўшимча аммонизациялаш, донаторлаш ва қуриштиш орқали NPCa-2 ўғитлари олинган. Ушбу KM оралиғида NPCa-2 ўғитларининг таркибида P_2O_5 нинг сувда эрувчан шакли миқдори 23 дан 77% гачани ташкил этади, бу эса уни ҳар қандай тупроқда, ўсимликларда ва ўсимликларнинг вегетация даврида фойдаланиш имконини беради.

Ишлаб чиқилган технология тажриба-синов модел қурилмасида синовдан ўтказилди, технологик режим меъёрлари ўрнатилди ва ишлаб чиқаришнинг техник-иқтисодий самарадорлиги ҳисоблаб чиқилди ва

ҳисоблар таклиф этилаётган технологиянинг юқори рентабеллигини кўрсатди.



7-расм. ЮКФКни нитрат кислотаси билан комплекс қайта ишлаб донадорланган NPCa-1 ва NPCa-2 ҳамда САҚЎ олишнинг мослашувчан принципиал технологик схемаси: 1-босимли HNO₃ идиши; 2, 9, 12, 16, 20, 25, 29, 35-шарсимон жумрак; 3, 10, 17, 21, 27, 30, 36-щелли дозатор-таъминлагич; 4-фосфат хомашёси бункери; 5-шнекли таъминлагич; 6-реактор; 7-тиндиргич; 8, 11, 15, 24, 39, 41-марказдан қочма насос; 13, 22-фильтр; 14-АКЭ йиғгич; 18, 26-реактор-нейтрализатор; 19, 23, 29-сиғимли-йиғгич; 23-САҚЎ йиғгич; 26, 33-аралаштиргич; 27-сақлагич; 31, 32-тасмали конвейер; 34-ЭФК йиғгич; 37-БДҚ қурилмаси; 38, 40-фильтрат йиғгич.

ХУЛОСА

Диссертация иши бажарилишида олинган асосий илмий ва амалий натижалар қуйидагича:

1. МҚнинг БФХ, ЮҚК ва ЮКФКни нитрат кислотали парчаланиш жараёнлари ўрганилди ва уларнинг парчаланиш коэффицентлари, кинетик кўрсаткичлари: тезлик константаси, ҳарорат коэффиценти, МҚ фосфоритларининг (БФХ, ЮҚК ва ЮКФК) нитрат кислотали парчаланиш жараёнининг фаолланиш энергияси ҳисобланди, уларнинг ўртача кўрсаткичи мос равишда $K_c=1,717 \text{ мин}^{-1}$; $T_k=1,16$ ва $E_a=4,56 \text{ кДж/моль}$ ни ташкил этди ва МҚ фосфоритлари реакция қобилияти юқори бўлган хомашёлар турига мансублиги назарий жиҳатдан асосланди.

2. МҚ фосфоритларини нитрат кислотаси билан монокальцийфосфат ва ЭФК ҳосил бўлишига нисбатан стехиометрик ҳисоблаб НКЭ олиш билан парчалаш жараёнининг оптимал технологик параметрлари ўрнатилди: кислота меъёрлари – 100-110%; Қ:С фаза нисбати – 1:2,5÷3,0; парчаланиш ҳарорати – 20-40°C, жараён давомийлиги – 20-30 дақиқа ва мос равишда парчаланиш коэффиценти 95,3-97,2% ва 99,3-99,9% га етади. Нордон бўтқанинг кимёвий таркиби ва реологик хоссалари, НКЭда эримайдиган

қолдикни чўкиш даражаси, бўтқанинг қуюқлашган қисмидан суюқ ва қаттиқ фазаларни ажратиш, эримайдиган қолдиқ қисмини чўктириш даражалари ва нордон бўтқанинг қуюқлашган қисмини филтрланиш тезлиги аниқланган.

3. НКЭни газсимон аммиак билан аммонизациялаш, аммонизацияланган бўтқани филтрлаш жараёнининг оптимал технологик параметрлари, аммонизацияланган бўтқа ва филтрланган суюқ фазанинг кимёвий таркиби ва реологик хоссалари, ва асосан дикальцийфосфатдан ташкил топган қаттиқ фазанинг физик-кимёвий хусусиятлари аниқланди.

4. Аммонизацияланган бўтқа филтрлашдан сўнг ҳосил бўлган қаттиқ фазадан донадор, секин таъсир қилувчи NPCa-1 ўғитини олиш жараёнига технологик кўрсаткичларнинг таъсири тадқиқ этилди, МК фосфоритларини нитрат кислотаси билан комплекс қайта ишлаш орқали донадорланган, секин таъсир этувчи NPCa-1 ўғитларнинг кимёвий ва тузли таркиблари, товар хусусиятлари аниқланди.

5. Аммонизацияланган бўтқанинг суюқ фазасини газсимон аммиак билан қўшимча аммонизациялаш ва ёки аммиакли селитра ва карбамиднинг эритмаси ёки сифатсиз қисмини қўшиш орқали олинган САКЎнинг кимёвий ва тузли таркиблари аниқланди, реологик хоссалари ўрганилди.

6. Технологик параметрларнинг таъсир қонуниятлари белгиланди ва аммонизацияланган бутқанинг қаттиқ фазасини ЭФК билан қўшимча қайта парчалаб, кальций модулини 1,0 дан 0,4 гача камайтириш натижасида таркибида сувда эрувчан P₂O₅ бўлган донадорланган NPCa-2 ўғитларини олиш жараёни учун оптимал шароитлари яратилди. Ушбу кальций модули оралиғида NPCa-2 ўғити таркибида 23 дан 77% гача P₂O₅нинг сувда эрувчан шакли мавжуд бўлиб, ундан ҳар қандай тўпроқда, ўсимликларда ва вегетация даврида фойдаланиш мумкин.

7. Таркибида секин таъсир қилувчи ва сувда эрийдиган фосфор бўлган донадорланган NPCa-ўғитларининг физик-кимёвий хусусиятлари рентгенографик, ИҚ - спектроскопик, сканерловчи электрон микроскопик физик-кимёвий таҳлил усуллари ёрдамида ўрганилди ҳамда кимёвий таҳлил натижалари билан тасдиқланди.

8. МК фосфоритларини нитрат кислота билан комплекс қайта ишлаш йўли билан донадорланган NPCa-1 ва NPCa-2 ўғитлари ҳамда САКЎни ишлаб чиқаришнинг технологик схемалари, моддий оқим баланслари, технологик режим-меъёрлари ишлаб чиқилди. Ишлаб чиқилган технологиялар «Электркимёзавод» ҚК АЖ модел қурилмасида маҳсулотларнинг тажриба партияларини олиш билан синовдан ўтказилди.

9. Ўтказилган техник-иқтисодий ҳисоблар МКнинг фосфоритларини нитрат кислотали парчалаш йўли билан таркибида секин таъсир этувчи ва сувда эрувчан шаклдаги фосфор тутган донадорланган NPCa-ўғитлари ва САКЎ ишлаб чиқаришни ташкил этишнинг юқори иқтисодий самарадорлигини кўрсатди. 1 тонна NPCa-1 ва NPCa-2 ўғитлари САКЎ ишлаб чиқарилиши ҳам ҳисобга олинганда иқтисодий самарадорлиги мос равишда 1094,148 ва 870,620 минг сўмни ташкил этди.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.02/05.05.2023.К/Т.35.02 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ
УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ ИНСТИТУТЕ ОБЩЕЙ И
НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ**

ТАШКЕНТСКИЙ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

ЁРБОБАЕВ РУСЛАН ЧОРИЕВИЧ

**РАЗРАБОТКА БЕЗОТХОДНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ
КОМПЛЕКСНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ОСНОВЕ АЗОТНОКИСЛОТНОЙ
ПЕРЕРАБОТКИ ФОСФОРИТОВ ЦЕНТРАЛЬНЫХ КЫЗЫЛКУМОВ**

02.00.13 – Технология неорганических веществ и материалов на их основе

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

Ташкент - 2023

Тема диссертации доктора философии (PhD) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Министерстве высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан за номером B2020.2.PhD/T1715

Диссертация выполнена в Ташкентском химико-технологическом институте.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице Научного семинара (www.ionx.uz) и Информационно-образовательном портале «Ziyounet» (www.ziyounet.uz).

Научный руководитель: **Мирзакулов Холтура Чориевич**
доктор технических наук, профессор

Официальные оппоненты: **Намазов Шафоат Саттарович**
доктор технических наук, профессор, академик

Тураев Зокир
доктор технических наук, доцент

Ведущая организация: **Навоинский государственный горный и технологический университет**

Защита состоится «21» июня 2023 г. в 14⁰⁰ часов на заседании Научного совета DSc.02/05.05.2023.K/T.35.02 при Институте общей и неорганической химии по адресу: 100170, г. Ташкент, ул. Мирзо Улугбека, 77-а. Тел.: (+99871) 262-56-60; факс: (+99871) 262-79-90; e-mail: ionxanruz@mail.ru.

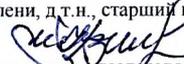
Диссертация зарегистрирована в Информационно-ресурсном центре Института общей и неорганической химии за № ____, с которой можно ознакомиться в информационно-ресурсном центре (100170, г. Ташкент, ул. Мирзо Улугбека, 77-а. Тел.: (+99871) 262-56-60).

Автореферат диссертации разослан «__» _____ 2023 года.
(реестр протокола рассылки № __ от «__» _____ 2023 года).




Н.Х. Усанбаев
Председатель научного совета по присуждению
учёной степени, д.т.н., старший научный сотрудник


Ж.С. Шукуров
Учёный секретарь научного совета по присуждению
учёной степени, д.т.н., старший научный сотрудник


Ш.С. Намазов
Заместитель председателя научного семинара
при научном совете по присуждению
учёной степени, д.т.н., проф., академик

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации (PhD) доктора философии)

Актуальность и востребованность темы диссертации. В мире в связи с быстрым ростом населения земного шара, а также сокращением орошаемых и обрабатываемых земель, обеспечение населения продовольствием и питьевой водой становится все более актуальной задачей. В месте с тем, несмотря на высокие достижения в производстве сельскохозяйственных культур, птицеводства и животноводстве, эта огромная проблема не решена в промышленных масштабах. Одним из эффективных путей решения этой проблемы является обеспечение населения качественными удобрениями и расширение их ассортимента для повышения урожайности сельскохозяйственных культур. В связи с этим обеспечение агропромышленного сектора экономики высокопродуктивными сортами хлопчатника и зерновых культур, минеральными и органо-минеральными удобрениями, внедрение передовых агрохимических и агротехнических средств и технологий, увеличение объемов и видов производства фосфорных удобрений совместно с азотными и кальциевыми удобрениями, внедрение комплексной безотходной технологии переработки является важной задачей.

В мировом масштабе во всех развитых странах проводятся научные исследования по поиску запасов фосфоритного сырья, изучению его физико-химических свойств, поиску запасов замещающего сырья, кислотной комплексной переработке: совершенствование процессов получения различных азотных, фосфорных, кальциевых удобрений на основе фосфоритов и азотной кислоты; создание технологии производства азотно-фосфорных жидких и гранулированных различных смешанных удобрений путем комплексной переработки низкосортного фосфоритного сырья (НФС), мытого сущенного концентрата (МСК) и мытого обожжённого фосконцентрата (МОФК); изучить состав, реологию и некоторые физико-химические свойства фосфорных удобрений, полученных на основе МОФК (плотность, вязкость, скорость отстаивания, скорость фильтрации, коэффициент разложения, влияние соотношения Ж:Т и кислотных норм на реологические свойства и коэффициент разложения), свойства продукта и определение содержания соли; исследование процесса получения азотфосфор- (NP-), азотфосфоркальций- (NPCa-) удобрений с кальциевым модулем 0,4; 0,6; 0,8 и 1,0 на основе фосфорных удобрений, полученных из фосфоритов. Особое внимание уделяется агрохимическому анализу и испытаниям фосфорных удобрений. В нашей республике достигнуты определенные научные и практические результаты в области производства комплексных и органо-минеральных удобрений с азотом, фосфором и кальцием на основе кислотной, комплексной переработки местных фосфоритов.

В Республике достигнуты большие успехи в реализации инновационных разработок ученых в области получения одинарных и сложных фосфорных удобрений и солей фосфорной кислоты из фосфоритов Центральных Кызылкумов (ЦК). В третьем направлении стратегии развития нового

Узбекистана на 2022-2026 годы отмечены важные задачи, направленные на «... продолжение реализации промышленной политики, направленной на обеспечение стабильности национальной экономики, увеличение доли промышленности в валовом внутреннем продукте и роста объема производства промышленной продукции в 1,4 раза»¹. В связи с этим большое значение имеет создание комплексных, безотходных технологий производства импортозамещающей и экспортоориентированной NPSa-удобрений с различным содержанием медленнодействующего и водорастворимого фосфора и жидкого азотно-кальциевого удобрения (ЖАКУ) разложением фосфоритов ЦК азотной кислотой.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных в Указе Президента Республики Узбекистан № УП-60 от 28 января 2022 года «О стратегии развития Узбекистана на 2022-2026 годы» и в Постановлениях Президента Республики Узбекистан № ПП-4265 от 3 апреля 2019 года «О мерах по дальнейшему реформированию и повышению инвестиционной привлекательности химической промышленности», № ПП-4937 от 28 декабря 2020 года «О мерах по реализации инвестиционной программы Республики Узбекистан на 2021-2023 годы», № ПП-4992 от 13 февраля 2021 года «О мерах по дальнейшему реформированию и финансовому оздоровлению предприятий химической промышленности, развитию производства химической продукции с высокой добавленной стоимостью», а также других нормативно-правовых документах, принятых в данной сфере.

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

Степень изученности проблемы. В научно-технической литературе имеется обширный материал по переработке различных видов фосфатного сырья с получением ЭФК, включая богатые по P_2O_5 апатиты и более бедные фосфориты, отличающиеся друг от друга химическим и минералогическим составом (Ле Хонг Фук (Китай), М.Е.Позин, В.Ф.Кармышов, Б.А.Дмитревский, И.А.Петропавловский, С.П.Кочетков, И.А.Почиталкина, И.А.Филенко (Россия), Г.Котарзяна, З.Врозек, К.Горазда, М.Банач (Польша), О.Б.Дормешкин (Белоруссия), А.Б.Бектуров (Казахстан), М.Н.Набиев, Б.М.Беглов, Ш.С.Намазов, А.М.Амирова, А.У.Эркаев, Х.Ч.Мирзакулов, И.Т.Шамшидинов, А.Р.Сейтназаров, Т.И.Нурмуродов, А.М.Реймов, Н.В.Волынскова, У.К.Алимов, Б.Ю.Султанов (Узбекистан) и др. Их работы направлены в основном на получение ЭФК, одинарных и сложных фосфорсодержащих удобрений разложением фосфоритов различными минеральными кислотами, чистых солей фосфорной кислоты. Совершенно отсутствуют сведения по получению гранулированных NPSa-удобрений с

¹ Указ Президента Республики Узбекистан № УП-60 от 28 января 2022 года «О Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы».

различным содержанием медленнодействующего и водорастворимого формы фосфора и ЖАКУ разложением МОФК ЦК азотной кислотой.

Технические решения получения гранулированного NРСа-удобрений с различным содержанием медленнодействующей и водорастворимой формы фосфора, а также ЖАКУ сводятся к разложению МОФК ЦК азотной кислотой с получением азотнокислотной вытяжки (АКВ), основным компонентом которых являются монокальцийфосфат и нитрат кальция, из которого фосфор отделяется в виде дикальцийфосфата путем аммонизации.

Разработки в области получения гранулированного NРСа-удобрения, содержащего в различном количестве водорастворимый фосфор, в основном включают нейтрализацию экстракционной фосфорной кислоты (ЭФК) кальцийсодержащими реагентами или разложение фосфоритов серной кислотой и/или ЭФК. Поэтому необходимы новые научно-обоснованные технические решения получения по безотходной технологии из местных приемлемых для Республики сырьевых ресурсов гранулированного NРСа-удобрений, с различным содержанием медленнодействующего и водорастворимого формы фосфора и ЖАКУ.

Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ научно-исследовательского учреждения, где выполнена диссертация. Данная диссертация выполнялась в соответствии с планом научных исследований работ Ташкентского химико-технологического института и прикладного проекта А-12-016 «Разработка эффективной технологии получения фосфорсодержащих удобрений путем снижения кальциевого модуля фосфатного сырья» (2015-2017 гг.) и инновационного проекта ИЗ-20170929716 «Опытно-промышленное освоение технологии обогащения мытого обожженного фосконцентрата Центральных Кызылкумов» (2018-2019 гг.).

Целью исследования является разработка комплексной, безотходной технологии переработки фосфоритов ЦК азотной кислотой на гранулированные NРСа-удобрения и ЖАКУ.

Задачи исследования:

исследование процесса разложения фосфоритов ЦК азотной кислотой с получением АКВ, установление оптимальных технологических параметров;

изучение химического состава кислой пульпы, отстаивания нерастворимой части остатков из АКВ, разделения жидкой и твердой фаз из сгущенной части пульпы и реологических свойств пульпы, процесса аммонизации АКВ газообразным аммиаком, химического состава и реологических свойств аммонизированных пульп;

исследование процесса разделения жидкой и твердой фаз из аммонизированной пульпы, изучение химического состава жидкой и твердой фаз и установление оптимальных технологических параметров получения гранулированных NРСа-удобрений из твердой части аммонизированной пульпы;

установление оптимальных технологических параметров получения ЖАКУ из жидкой фазы аммонизированной пульпы;

установление оптимальных технологических параметров получения на основе твердой фазы аммонизированной пульпы и ЭФК; гранулированных

НРСа-удобрений, содержащих в различном количестве медленнодействующий и водорастворимый фосфор;

изучение физико-химических и товарных свойств гранулированных НРСа-удобрений, полученных из твердой фазы аммонизированной пульпы без и в присутствии ЭФК и ЖАКУ;

технично-экономическое обоснование эффективности получения гранулированных НРСа-удобрений, содержащих медленнодействующий и водорастворимый фосфор и ЖАКУ путем комплексной переработки фосфоритов ЦК азотной кислотой.

Объектами исследования являются НФС, МСК и МОФК ЦК, ЭФК ЦК, азотная кислота, газообразный аммиак, НРСа-удобрения и ЖАКУ.

Предметом исследования являются технологии комплексной переработки фосфоритов ЦК азотной кислотой с получением гранулированных НРСа - и жидких азотнокальциевых удобрений.

Методы исследования. В диссертационной работе использованы методы химического и физико-химического анализов (рентгенографический, ИК-спектроскопический, термогравиметрический, сканирующий электронно-микроскопический).

Научная новизна диссертационного исследования заключается в следующем:

теоретически обоснованы и рассчитаны следующие кинетические параметры: константа скорости, температурный коэффициент, энергия активации процесса разложения фосфоритов ЦК (НФС, МСК и МОФК) азотной кислотой, среднее значение которых составляет $K_c=1,717$ мин⁻¹; $T_k=1,16$ и $E_a=4,56$ кДж/моль соответственно; также доказано, что фосфориты ЦК относятся к повышенному реакционноспособному сырью;

установлены закономерности влияния технологических параметров на процесс получения НКЭ разложением фосфоритов МК азотной кислотой и оптимальные технологические параметры процесса аммонизации кислой пульпы;

выявлены оптимальные технологические параметры процесса фильтрации кислой и аммонизированной пульпы, реологические и физико-химические свойства жидкой и твердой фазы;

впервые доказано, что использование флокулянта ПАА-геля приводит к повышению скорости фильтрации твердой фазы из аммонизированной АКВ в 2,5-3,0 раза в зависимости от температуры процесса;

установлены закономерности влияния технологических параметров и оптимальные условия процесса получения гранулированных НРСа-удобрений, содержащих медленнодействующий и водорастворимый фосфор и ЖАКУ путем комплексной переработки фосфоритов ЦК азотной кислотой;

определены химические и солевые составы, товарные свойства гранулированных НРСа-удобрений, содержащих медленнодействующий и водорастворимый фосфор, и ЖАКУ, полученных из жидкой фазы аммонизированной пульпы путем доаммонизации газообразным аммиаком добавки некондиционной части аммиачной селитры или карбамида.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

разработана технология получения гранулированных НРСа-удобрений,

состоящего в основном из медленнорастворимого дикальцийфосфата и нитрата кальция и аммония, путем комплексной переработки фосфоритов ЦК азотной кислотой;

разработана технология получения гранулированных NРСа-удобрений, содержащих медленнодействующий и водорастворимый фосфор в различных соотношениях, путем доразложения твердой фазы аммонизированной пульпы ЭФК с изменением кальциевого модуля в пределах от 1,0 до 0,4;

разработана технология получения ЖАКУ из жидкой фазы аммонизированной пульпы путем доаммонизации газообразным аммиаком и добавлением плава или некондиционной части аммиачной селитры или карбамида.

Достоверность результатов исследования. Результаты химических и физико-химических анализов подтверждены при апробации разработанных технологий на модельных установках в СП-АО «Электрохимзавод».

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость результатов исследования заключается в том, что они заложили научную основу для получения важных для экономики страны минеральных удобрений – гранулированных NРСа-удобрений и ЖАКУ путем комплексной переработки фосфоритов ЦК азотной кислотой по безотходной технологии. Установлена возможность получения гранулированных NРСа-удобрений, содержащих в различных соотношениях моно-и дикальцийфосфат, определяющих количество медленнодействующих и водорастворимых форм фосфора.

Практическая значимость результатов исследования заключается в разработке безотходной технологии комплексной переработки фосфоритов ЦК азотной кислотой с получением гранулированных NРСа-удобрений, содержащих медленнодействующий и водорастворимый фосфор и ЖАКУ, которые обеспечат потребности страны в ценных комплексных минеральных удобрениях, пригодных для применения под любые почвы и в период вегетации.

Внедрение результатов исследования. На основе научных результатов, полученных при разработке безотходных технологий получения гранулированных NРСа-удобрений и ЖАКУ с медленнодействующим и водорастворимым фосфором путем разложения фосфитов ЦК азотной кислотой предлагается:

технология производства удобрения NРСа-1, получаемого на основе азотнокислотного разложения фосфоритов ЦК, включенная в «перечень перспективных разработок», которые будут внедрены в практику в 2023-2025 годах на СП-АО "Электрохимзавод" (справка СП-АО "Электрохимзавод" № 25 от 7 февраля 2023 года). Предлагаемая технология позволяет получить сложное комплексное медленнодействующее удобрение.

технология получения удобрения NРСа-2 с уменьшенным Са-модулем путем внесения ЭФК в гранулированное NРСа-удобрение, включенная в «перечень перспективных разработок», которые будут внедрены в практику в 2023-2025 годах СП-АО "Электрохимзавод" (справка СП-АО "Электрохимзавод" № 25 от 7 февраля 2023 года). В результате получается

удобрение содержащее водорастворимый фосфорный ангидрид, подходящий для различных почв и периодов вегетации растений.

Апробация результатов исследования. Результаты данного исследования были обсуждены на 3 международных и 5 республиканских научно-практических конференциях.

Опубликованность результатов исследования. По теме диссертации опубликовано 13 научных работ, из них 5 научных статьи, в том числе, 3 в республиканских и 2 в зарубежных журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов докторских (PhD) диссертаций.

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

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснована актуальность и востребованность проведения исследований, сформулированы цель и задачи, показано соответствие исследований приоритетным направлениям развития науки и технологий в республике, излагается научная новизна и практические результаты исследований, раскрывается научная и практическая значимость полученных результатов, сведения о внедрении в практику научных результатов, структуре диссертации и опубликованным работам.

Первая глава диссертации «**Состояние изученности характеристики и технологии комплексной переработки фосфоритов Центральные Кызылкумов на комплексные удобрения**» представляет собой обзор литературных данных о применении, спросе, масштабах производства гранулированных, медленнодействующих и водорастворимых NPK-удобрений и ЖАКУ, физико-химических основах и технических решениях в области переработки фосфатного сырья минеральными кислотами. На основе анализа литературного материала сформулированы цель и задачи исследования.

Вторая глава диссертации «**Физико-химические свойства исходных материалов и методика проведения их анализов**» посвящена характеристике используемых в работе исходных сырьевых материалов, методам проведения исследований и методикам химических анализов и физико-химических исследований.

Третья глава «**Исследование процесса азотнокислотного разложения фосфоритов Центральные Кызылкумов**» посвящена изучению процессов азотнокислотного разложения НФС, МСК и МОФК ЦК и определены их коэффициенты разложения, рассчитаны кинетические параметры разложения фосфоритов ЦК азотной кислотой при стехиометрической норме на образование монокальцийфосфата и ЭФК.

Из результатов анализа продуктов реакций вычисляли показатель полноты протекания процесса – степень извлечения P_2O_5 в раствор по формуле:

$$K_{\text{изв}} = A_p / A_{\text{ф}} \cdot 100\%,$$

где, A_p - количество P_2O_5 перешедшего в раствор, г;

$A_{\text{ф}}$ - количество P_2O_5 в исходной навеске фосфорита, г.

Разложение всех видов фосфоритов ЦК протекает с большой скоростью – за первые 30 сек взаимодействия в раствор переходит 85-90% P_2O_5 . Последующие 10-15% P_2O_5 извлекаются за 15-20 мин. (рис. 1-2).

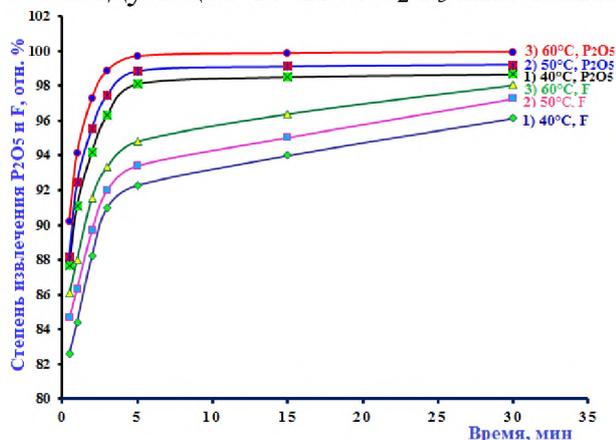


Рис. 1. Кинетика извлечения P_2O_5 из НФС (1, 2, 3) и F (1', 2', 3') в зависимости от температуры процесса (1, 1' – 40°C, 2, 2' – 50°C, 3, 3' – 60 °C).

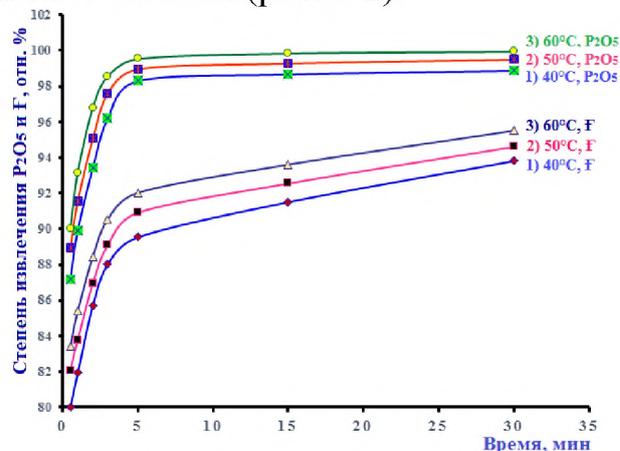


Рис. 2. Кинетика извлечения из МОФК P_2O_5 (1, 2, 3) и F (1', 2', 3') в зависимости от температуры процесса (1, 1' – 40°C, 2, 2' – 50 C, 3, 3' – 60 °C).

Вид кинетических кривых для НФС, МСК и МОФК очень схож и позволяет считать, что процесс разложения фосфоритов двухстадийный (рис. 1-2). Поэтому дальнейшие расчеты были проведены только для НФС и МОФК.

Средние значения констант скорости (с учетом переходной области за 1 мин) для НФС имеют следующие значения: K_{40} - 1,008; K_{50} - 1,012; K_{60} - 1,013 мин^{-1} . Температурный коэффициент скорости реакции для этой области не превышает 1,00, что характерно для диффузионных процессов.

Зависимость константы скорости реакции от температуры подчиняется уравнению Аррениуса и эмпирически выражается следующим уравнением:

$$K = 1,04 \cdot e^{-11,49/T}$$

Средние значения констант скорости (с учетом переходной области за 1 мин) для МОФК имеют следующие значения: K_{40} - 1,545; K_{50} - 1,642; K_{60} - 1,717 мин^{-1} . Температурный коэффициент скорости реакции для этой области не превышает 1,16, что также характерно для диффузионных процессов.

Зависимость константы скорости реакции от температуры подчиняется уравнению Аррениуса и эмпирически выражается уравнением:

$$K = 9,0 \cdot e^{-0,5502 \cdot 103/T}$$

Среднее значение энергии активации процесса составляет 4,56 кДж/моль. Энергия активации, характеризующая реакционную способность вещества в процессе азотнокислотной экстракции, для МОФК значительно ниже, чем для других фосфоритов. Так, для фосфоритов Каратау она составляет 14,32 кДж/моль, для апатитового концентрата - 41,87 кДж/моль.

Изучены степени извлечения основных компонентов, присутствующих в фосфоритах ЦК при их азотнокислотном разложении. Во всех случаях степень извлечения СаО в раствор несколько ниже, чем P₂O₅, и максимально не превышает 98,3%. Неполное разложение кальциевых минералов обусловлено наличием в фосфорите малорастворимого гипса.

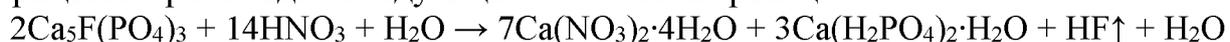
Разложение НФС и МСК ЦК осуществляли азотной кислотой при стехиометрической норме из расчета на образование ЭФК: норма кислоты-100-125%, концентрация кислоты-55% температура – 40-50°С, время взаимодействия - 45 минут при постоянном перемешивании. В результате наблюдалось образование жидкой сгущенной массы при обильном выделении пены. Сгущенная масса не отстаивалась, не фильтровалась или очень плохо фильтровалась при относительно высоких соотношениях Т:Ж.

В связи с этим в дальнейших исследованиях в качестве фосфатного сырья мы использовали МОФК ЦК для разработки безотходной технологии получения азотнокислотным разложением гранулированных NРСа-удобрений, содержащих медленнодействующую и водорастворимую форму фосфора и ЖАКУ.

Как показывают результаты исследований, с увеличением нормы азотной кислоты от 90 до 110% и уменьшением соотношения Т:Ж от 1:2,5 до 1:4,0 заметно уменьшаются количества основных компонентов (P₂O₅, СаО, MgO, Al₂O₃, Fe₂O₃, F, N_{нит.}), содержащихся в АКВ и снижается рН пульпы от -0,015 до -0,581, но при этом во всех пределах нормы и соотношения Т:Ж повышается коэффициент разложения от 96,18 до 99,96%, то есть на 3,78%. В дальнейшем исследовалась возможность переработки кислый АКВ на гранулированные NРСа-удобрения без или с отделением нерастворимого остатка: содержанием медленнодействующих и водорастворимой форм фосфора. С увеличением нормы азотной кислоты и соотношения Т:Ж монотонно уменьшается содержание всех компонентов в жидкой фазе и рН среды, кроме азота. При этом из-за повышения нормы азотной кислоты и избытка свободной азотной кислоты увеличивается содержание азота от 5,51 до 9,69% и рН среды кислый АКВ от -0,052 до -0,623.

Уменьшение соотношения Т:Ж от 1:2,5 до 1:4,0 при неизменном сохранении нормы азотной кислоты приводит к монотонному уменьшению содержания всех компонентов в жидкой фазе за счет разбавления АКВ. При оптимальных нормах азотной кислоты (N-100-110%) и соотношениях Т:Ж (Т:Ж=1:2,5÷4,0) содержание основных компонентов в жидкой фазе составляет, масс. %: P₂O₅ - 7,59-6,68; СаО - 16,30-14,33 и N_{нит.} - 8,82-8,45.

Изучено также разложение фосфоритов ЦК азотной кислотой из расчета на образование монокальцийфосфата. При этом в азотной кислоте происходит как разложение, так и активация фосфатного сырья в зависимости от стехиометрической нормы кислотного реагента. В этом процессе происходит следующая химическая реакция:



Изучены влияние нормы и концентрации азотной кислоты, соотношения Т:Ж на химический состав кислой пульпы, жидкой фазы и коэффициент разложения фосфорита, результаты которых сведены в таблице 1.

Таблица 1

Влияние нормы азотной кислоты и соотношения Т:Ж на химический состав пульпы и коэффициент разложения МОФК (из расчета на образование МКФ)

№	Т:Ж	Химический состав пульпы, масс. %				CaO	N	F	pH	K _{раз.} , %
		P ₂ O ₅								
		общ.	водн.	усв.(лк)	усв.(Тр)					
Норма HNO ₃ -100 %										
1	1:2,5	7,49	5,81	6,95	6,05	16,49	7,22	0,74	-0,374	94,05
3	1:2,9	6,72	4,82	5,91	4,67	14,79	6,48	0,67	-0,075	95,56
5	1:3,3	6,09	4,30	5,36	4,10	13,42	5,88	0,6	0,123	96,25
Норма HNO ₃ -110 %										
1	1:2,5	7,50	5,90	6,99	6,10	16,52	7,38	0,69	-0,413	95,25
3	1:2,9	6,53	5,16	5,95	4,72	14,83	7,03	0,63	-0,123	95,75
5	1:3,3	6,10	4,45	5,41	4,31	13,44	6,37	0,56	0,029	96,48

Данные таблицы 1 показывают, что с увеличением нормы HNO₃ от 100 до 110% в полученных образцах NPCa-удобрений №1 содержание общей формы P₂O₅ и CaO уменьшается от 7,50 до 6,09% и от 16,63 до 13,42% соответственно. Усвояемые формы P₂O₅ как по 2%-ной лимонной кислоте, так и по раствору трилона Б.

Таким образом, при увеличении количества жидкой фазы коэффициент разложения фосфоритов и pH среды в определенной степени увеличиваются, а с увеличением нормы кислоты коэффициент разложения также повышается и pH пульпы снижается за счет появления свободной азотной кислоты в пульпе. Содержание твердой фазы в АКВ составляет 4-5% от общей массы кислой пульпы, полученной при оптимальных условиях разложения.

В соответствии с полученными данными оптимальными технологическими параметрами при азотнокислотном разложении МОФК ЦК являются: нормы кислоты на образование монокальцийфосфата -100-110%, соотношение Т:Ж = 1:(2,5÷3,0), температура процесса -30-40°C и продолжительности процесса 30-40 мин.

Реологические свойства кислой пульпы АКВ, образующейся при разложении МОФК азотной кислотой на образование монокальцийфосфата. При изучении реологических свойств пульп установлено, что с повышением нормы кислоты от 80 до 120% плотность при 20°C увеличивается с 1,537 г/см³ до 1,624 г/см³ при Т:Ж = 2,5 и с 1,330 г/см³ до 1,464 г/см³ при Т:Ж = 3,30, а с повышением температуры с 20°C до 80°C плотность при Т:Ж = 2,5 снижается с 1,537 г/см³ до 1,494 г/см³ и Т:Ж = 3,30 с 1,330 г/см³ до 1,306 г/см³ (норма HNO₃-80%), при Т:Ж = 1:2,5 с 1,624 г/см³ до 1,464 г/см³ и Т:Ж = 3,30 с 1,57 г/см³ до 1,42 г/см³ (норма HNO₃-120%).

Также изучены степень отстаивания и сгущение крупной нерастворимой фракции кислой пульпы АКВ и скорости фильтрации сгущенной части. Скорость фильтрации сгущенной части при норме 100% и уменьшении соотношения Т:Ж от 1:2,0 до 1:3,5 составляет 402,08-447,48 кг/м²·ч, а по фильтрату увеличивается до 221,14÷268,49 кг/м²·ч, причем на фильтре наблюдалось, что скорость фильтрации остатка снижается до 180,94÷178,99 кг/м²·ч. Такая же тенденция наблюдается и при норме кислоты 110%, т.е. с уменьшением соотношения Т:Ж скорость фильтрация по пульпе (411,66÷446,64 кг/м²·ч) и фильтрату (239,00÷285,85 кг/м²·ч) увеличивается, а по твердому остатку (172,90÷160,79 кг/м²·ч) уменьшается.

Далее были изучены процессы нейтрализации газообразным аммиаком кислой пульпы АКВ, полученной разложением МОФК азотной кислотой из расчета на образование монокальцийфосфата в зависимости от нормы и концентрации кислоты, степени аммонизации (рН) и химического состава (табл. 2).

Таблица 2

Влияние технологических параметров процесса на рН и химический состав аммонизированных пульп (N-110%на МКФ)

Конц HNO ₃ , %	Т:Ж	рН	Химический состав, (масс. %)					$\frac{P_2O_5 \text{ усв.}}{P_2O_5 \text{ общ.}}$	$\frac{P_2O_5 \text{ усв.}}{P_2O_5 \text{ общ.}}$	$\frac{P_2O_5 \text{ водн.}}{P_2O_5 \text{ общ.}}$
			P ₂ O ₅	CaO	N _{нит.}	N _{амм.}	N _{общ.}	x100%, ЛК	x100%, Тр-Б	x100%
49,23	1:2,5	2,045	7,00	14,91	7,67	4,38	12,05	97,82	88,04	16,80
		2,515	6,95	14,81	7,62	4,97	12,59	97,60	87,84	16,57
		3,035	6,91	14,72	7,57	5,55	13,12	97,38	87,64	16,34
		3,516	6,86	14,62	7,52	6,13	13,65	97,16	87,44	16,11
41,02	1:3,0	1,990	6,20	13,34	6,75	3,38	10,13	96,62	86,06	8,19
		2,524	6,16	13,26	6,71	3,91	10,62	96,40	85,86	7,87
		3,018	6,13	13,19	6,67	4,43	11,10	96,18	85,66	7,53
		3,498	6,09	13,11	6,63	4,95	11,58	95,96	85,46	7,16

Данные показывают, что с увеличением нормы азотной кислоты содержание общей и усвояемой формы P₂O₅ и CaO заметно уменьшаются, а содержание всех форм азота увеличивается. С увеличением рН содержание всех форм P₂O₅, CaO и N_(нит.) уменьшается, а N_(амм.) и N_(общ.) увеличивается.

Определено зависимость скорости фильтрации аммонизированной пульпы от технологических параметров и показателей, в которой скорость фильтрации по пульпе при 100% - ной норме кислоты, соотношении Т:Ж=1:2,5, рН от 2,013 до 2,868, температуре 20-60°С уменьшается от 225,77 до 110,65 кг/м²·с; по осадку - от 121,04 до 59,94 кг/м²·с; по фильтрату с 104,73 до 50,71 кг/м²·ч и в соотношении Т:Ж=1:3,0, при повышении рН среды с 2,052 до 2,925 скорость фильтрации растет с о 176,44 до 291,07 кг/м²·ч соответственно; баланс - от 76,22 до 144,02 кг/м²·ч; по фильтрату наблюдалось увеличение скорости от 100,22 до 145,05 кг/м²·ч.

С целью увеличения скорости фильтрации аммонизированной пульпы процесс проводился в присутствии ПАВ ПАА-гель (табл. 3). Фильтрации подвергалась аммонизированная пульпа, полученная при рН=3,1: N_{HNO_3} -110%, Т:Ж=1:2,5, с использованием обеззоленной фильтровальной бумага и фильтровальной ткани, артикул №0326.

Таблица 3

Скорость фильтрации аммонизированной пульпы

ПАА-гель (конц. 100%), кг	Скорость фильтрация аммонизированной пульпы, кг/м ² ·ч			
	Температура, °С	по пульпе	по осадку	по фильтрату
Обеззоленные фильтровальные бумаги, кг/м ² ·ч				
0,017	40	408,15	200,05	208,10
	60	510,70	256,65	254,05
0,044	40	520,52	255,05	265,47
	60	624,62	313,90	492,72
0,080	40	535,42	262,35	273,07
	60	645,32	324,31	321,01
Фильтровальная ткань, артикул №0326, (полипропиленовая для КВФ), кг/м ² ·ч				
0,017	40	799,98	367,99	431,99
	60	1000,97	450,44	550,53
0,044	40	1020,22	469,30	550,92
	60	1224,26	550,92	673,34
0,080	40	1049,42	482,73	566,69
	60	1264,83	569,17	695,66

Жидкая фаза аммонизированной пульпы состоит в основном из нитрата кальция, аммония, воды, имеет относительно низкую концентрацию, может быть переработана в ЖАКУ с различным содержанием азота добавлением аммиака и др. Жидкую фазу аммонизированной пульпы для повышения рН и содержание общего азота аммонизировали в пределах рН 6,0-7,0 (табл. 4).

Таблица 4

Химический и солевой состав ЖАКУ, полученных аммонизацией жидкой фазы аммонизированной пульпы

Норма HNO_3 , %	Т:Ж	Химический и солевой состав, масс. %						
		CaO	$N_{общ.}$	$N_{нитр.}$	N_{NH_4}	NH_3 своб.	$Ca(NO_3)_2$	NH_4NO_3
100	1:2,0	12,63	23,44	12,77	10,67	5,13	36,99	36,09
	1:2,5	9,55	21,37	12,06	9,30	2,47	28,51	31,58
	1,3,0	7,77	16,29	8,69	8,51	1,65	22,77	27,43
110	1:2,0	11,38	29,42	15,15	14,27	6,54	33,34	54,03
	1:2,5	9,42	23,30	11,83	11,47	5,80	27,55	40,73
	1,3,0	7,43	17,52	9,31	8,21	4,51	22,64	31,06

Таким образом, показана возможность переработки жидкой фазы аммонизированной пульпы АКВ на ЖАКУ и далее на комплексные жидкие удобрения, при введении в их состав микро - и макроэлементов, стимуляторов роста и развития растений.

Химический состав NPCa-удобрения №1, полученного из МОФК азотнокислотным разложением (N - 110 %, Т:Ж = 1:2,5) и нейтрализацией кислой пульпы АКВ газообразным аммиаком, исследован и представлен в табл. 5.

Таблица 5

Химический состав гранулированный NPCa-удобрения №1

рН	Химический состав, масс. %					$\frac{P_2O_5 \text{ усв.}}{P_2O_5 \text{ общ.}}$	$\frac{P_2O_5 \text{ усв.}}{P_2O_5 \text{ общ.}}$	$\frac{P_2O_5 \text{ водн.}}{P_2O_5 \text{ общ.}}$
	P ₂ O ₅	CaO	N _{нит.}	N _{амм}	N _{общ.}	отн. %лк	отн. %Тр-Б	отн. %
2,045	17,48	24,76	4,45	7,37	11,82	98,64	88,78	22,08
2,515	17,23	25,10	4,39	8,27	12,66	98,24	88,42	20,98
3,035	16,96	25,44	4,34	9,09	13,43	97,84	88,06	19,51
3,516	16,80	25,88	4,32	10,03	14,35	97,44	87,70	17,96

Относительное содержание усвояемой по лимонной кислоте и водной форме P₂O₅ колеблется в пределах 98,64-97,44% и 17,96-22,08%. Физико-химическими методами исследованы определены химический, минералогический и солевой состав NPCa-удобрений №1, полученного после фильтрации аммонизированной пульпы АКВ. Для проверки чистоты полученного нитрата кальция, моно- и двухкальцийфосфатного удобрения были сняты рентгенограммы (рис. 3).

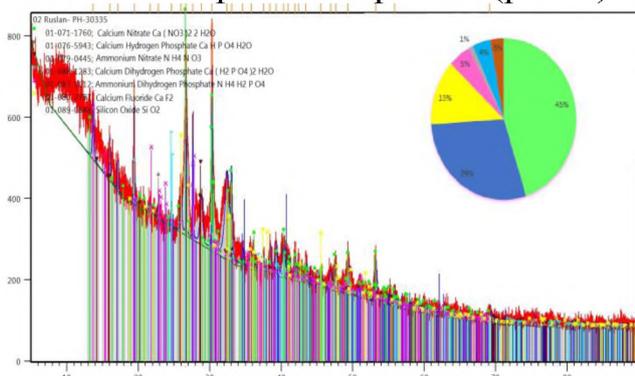


Рис. 3. Рентгенограмма немытого NPCa-удобрения №1, полученного из твёрдой фазы аммонизированной пульпы (Т:Ж=1:2,5 и N-110%)

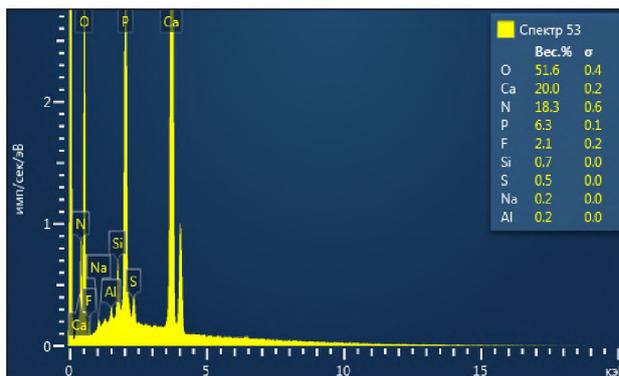


Рис. 4. Сканирующий микроскопический анализ неотмытого NPCa-удобрений №1, полученного из твёрдой фазы аммонизированной пульпы.

На рис. 4 показаны основные компоненты NPCa-удобрений, состоящих из нитрата кальция, моно- и дикальцийфосфата, полученного разложением МОФК азотной кислотой (соотношении Т:Ж=1:2,5, N-110%) и нейтрализацией кислой пульпы газообразным аммиаком и отделением жидкой фазы пульпы. Разработана технологическая схемы, составлен материальный баланс, апробированы на модельную установку, установлены нормы технологического режима и рассчитана технико-экономическая эффективность производства NPCa-удобрений №1 и ЖАКУ.

Четвертая глава «Исследование процесса получения комплексных азотно-фосфорных удобрений на основе азотнокислотной вытяжки и экстракционной фосфорной кислоты» посвящена изучению процессов

аммонизации азотнокислотной вытяжки, получению процессов гранулированных водорастворимых NPKa-удобрений №2.

Получения комплексных удобрений МОФК разлагали азотной кислотой при норме 100-110% и соотношении Т:Ж=1:2,5÷3,0 с получением кислой пульпы АКВ, отделяли из кислой пульпы нерастворимый остаток крупной фракции и жидкой фазы кислой пульпы АКВ которую аммонизировали газообразным аммиаком. Далее аммонизированную пульпу отделяли на жидкую и твердая фаза, жидкая фаза использовали для получения ЖАКУ, а твердую фазу - для производства медленнодействующих NPKa-удобрений №1. Согласно экспериментальным результатам проведенных исследований (N=110%, Т:Ж=1:2,5) при снижении кальциевого модуля с 1,0 до 0,4 усвояемая форма P₂O₅ в пульпе NPKa-удобрений №2 составляет от 96,42% до 97,31% P₂O₅ в водорастворимой форме и изменяется от 22,84% до 64,42%, общая форма P₂O₅ колеблется в пределах 13,17-14,95% в зависимости от количества добавляемой ЭФК (табл. 6).

Таблица 6

Химический состав аммонизированной пульпы и показатели КМ NPKa-удобрений №2 в зависимости от количества добавляемой ЭФК

№	КМ	Содержание P ₂ O ₅ , %			Содержание СаО, %			N _{общ.} , %	N _{нит.} , %	N _{амм.} , %	P ₂ O ₅ усв. / P ₂ O ₅ общ. x100%	P ₂ O ₅ водн. / P ₂ O ₅ общ. x100%	рН
		общ.	усв.(лк)	водн.	общ.	водн.							
1	1,0	13,17	12,70	3,00	13,17	8,69	9,72	2,24	7,48	96,42	22,84	3,12	
2	0,8	13,65	13,18	4,89	10,93	6,99	8,65	2,45	6,20	96,55	35,79	2,96	
3	0,6	14,17	13,74	7,13	8,50	5,87	6,28	1,45	4,83	96,98	50,35	3,06	
4	0,4	14,95	14,55	9,63	5,89	4,18	4,35	1,00	3,35	97,31	64,42	3,15	

С уменьшением КМ незначительно повышается содержание всех форм P₂O₅, а содержание всех форм оксида кальция и N заметно снижается.

Химический состав полученного гранулированного NPKa-удобрений №2 из аммонизированной пульпы приведен в табл. 7.

Таблица 7

Химический состав гранулированного NPKa-удобрения №2 в зависимости от изменений кальциевого модуля

№	КМ	Содержание P ₂ O ₅ , %			Содержание СаО, %			N _{общ.} , %	N _{нит.} , %	N _{амм.} , %	P ₂ O ₅ усв. / P ₂ O ₅ общ. x100%	P ₂ O ₅ водн. / P ₂ O ₅ общ. x100%
		общ.	усв.	водн.	общ.	усв.	водн.					
1	1,0	23,13	22,80	6,48	23,13	21,28	5,65	17,07	3,94	13,13	98,57	28,00
2	0,8	27,68	27,33	11,41	22,14	20,59	7,94	16,35	3,78	12,57	98,74	43,01
3	0,6	34,51	34,22	20,69	20,71	19,05	10,22	15,28	3,53	11,75	99,17	59,94
4	0,4	43,98	43,76	33,56	17,33	16,47	11,66	12,80	2,94	9,86	99,51	76,30

Как видно из таблицы, с изменением кальциевого модуля от 1,0 до 0,4 содержание всех форм P₂O₅ увеличивается и составляет, масс. %: P₂O₅общ. от 23,13 до 43,98, P₂O₅усв. от 22,80 до 43,76, P₂O₅водн. от 6,48 до 33,56, соответственно. Содержание всех форм азота, общей и усвояемой формы

CaO с уменьшением кальциевого модуля заметно уменьшается, а водорастворимой формы CaO увеличивается.

Как показывают расчеты солевого состава NPCa-удобрения, с уменьшением кальциевого модуля от 1,0 до 0,4 снижается содержание дигидрата дикальцийфосфата с 39,56 до 24,37% и нитрата кальция с 33,71 до 3,00%, а солей дигидрата монокальцийфосфата, моноаммонийфосфата и нитрата аммония увеличивается с 8,19 до 41,91, с 3,5 до 17,88% и с 5,08 до 10,00%, соответственно. Также анализировали образцы NPCa-удобрений рентгенофазовым и сканирующим микроскопическим методами анализа (рис.5 и 6).

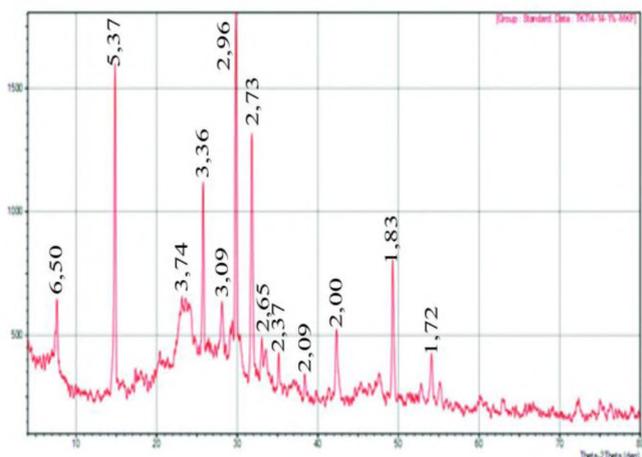


Рис. 5. Рентгенограмма гранулированного NPCa- удобрения №2, полученного при КМ=0,6

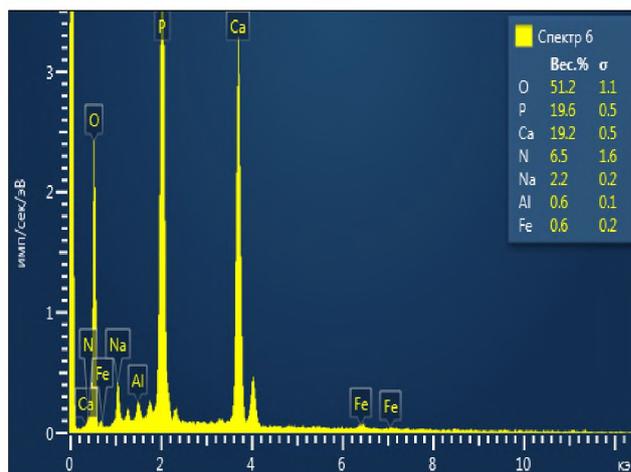


Рис. 6. Сканирующий микроскопический анализ гранулированного NPCa- удобрения №2, полученного при КМ=0,6

Рентгенографические исследования гранулированных NPCa-удобрения №2, имеющего кальциевый модуль 0,6 показали, что он в основном состоит из $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, NH_4NO_3 , и небольших количеств дополнительных компонентов, таких как CaF_2 или NH_4F , $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$, $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$.

Были разработаны гибкая принципиальная технологическая схема (рис.7) получения медленнодействующих (NPCa-удобрений №1) и водорастворимых (NPCa-удобрений №2), гранулированных NPCa-удобрений и ЖАКУ. NPCa-удобрение №2, получали добавлением к твердой фазе аммонизированной пульпы ЭФК в расчетных количествах в пределах кальциевого модуля до 1,0-0,4, последующей доаммонизацией, грануляцией и сушкой. Показано, что при этих пределах кальциевого модуля NPCa-удобрение №2 содержит водорастворимую форму P_2O_5 от 23 до 77%, что делает его пригодным для применения под любые почвы, растения и в вегетационный период.

Разработанная технология апробирована на модельной установке, установлены нормы технологического режима и рассчитана технико-экономическая эффективность производства, которые показали высокую рентабельность предлагаемой технологии.

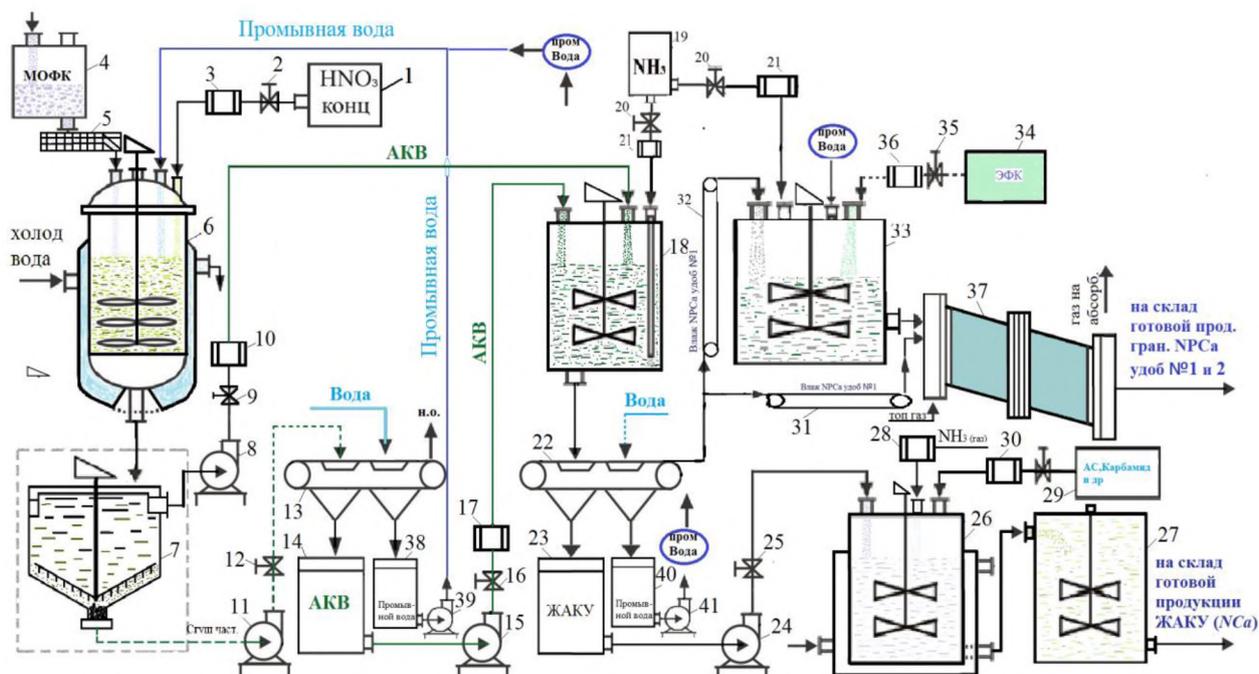


Рис. 7. Принципиальная гибкая технологическая схема комплексной переработки МОФК азотной кислотой с получением гранулированного NPSa-удобрений №1 и 2 и ЖАКУ: 1-напорный бак HNO₃; 2, 9, 12, 16, 20, 25, 29, 35-шаровой кран или вентиль; 3, 10, 17, 21, 27, 30, 36-щелевой дозатор; 4-бункер фосфатного сырья; 5-шнековый дозатор; 6-реактор; 7-отстойник; 8, 11, 15, 24, 39, 41-центробежный насос; 13, 22-фильтр; 14-сборник АКВ; 18, 26-реактор-нейтрализатор; 19, 23, 29-сборник-емкость; 23-сборник ЖАКУ; 26, 33-смеситель; 27-хранилище; 31, 32-ленточный конвейер; 34-сборник ЭФК; 37-аппарат БГС; 38, 40-сборник промывной воды.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

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

1. Исследованы процессы азотнокислотного разложения НФС, МСК и МОФК ЦК и определены их коэффициенты разложения, рассчитаны кинетические параметры: константе скорости, температурный коэффициент, энергия активация процесса разложения фосфоритов ЦК (НФС, МСК и МОФК) азотной кислотой, среднее значение их составляет $K_c=1,717 \text{ мин}^{-1}$; $T_k=1,16$ и $E_a=4,56 \text{ кДж/моль}$, соответственно и фосфориты ЦК относятся к сырью повышенной реакционной способности.

2. Установлены оптимальные технологические параметры процесса разложения фосфоритов ЦК азотной кислотой при стехиометрическом расчете на образование монокальцийфосфата и ЭФК с получением АКВ: нормы кислоты – 100-110%; соотношения Т:Ж – 1:2,5÷3,0; температура разложения – 20-40°C, продолжительность процесса – 20-30 мин. и коэффициент разложения достигается 95,3-97,2% и 99,3-99,9%, соответственно. Изучены химический состав и реологические свойства кислой пульпы, отстаивание нерастворимого остатка в из АКВ, разделение жидкой и твердой фаз из сгущенной части пульпы и определены максимальные степени осаждения нерастворимой части остатков и скорости фильтрации сгущенной части кислой пульпы.

3. Установлены оптимальные технологические параметры процесса аммонизации АКВ газообразным аммиаком, фильтрации аммонизированной пульпы, определены химический состав и реологические свойства аммонизированной пульпы и отфильтрованной жидкой фазы, а также физико-химические свойства твёрдой фазы, состоящей в основном из дикальцийфосфата.

4. Исследовано влияние технологических параметров на процесс получения гранулированного, медленнодействующего NРСа-удобрения №1 из твёрдой фазы, образующихся после фильтрации аммонизированной пульпы, установлены химические и солевые составы, определены товарные свойства гранулированных, медленнодействующих NРСа-удобрений №1 путем комплексной переработки фосфоритов ЦК азотной кислотой.

5. Определены химические и солевые составы, изучены реологические свойства ЖАКУ, полученного из жидкой фазы аммонизированной пульпы путем доаммонизации газообразным аммиаком и/или добавкой плава или некондиционной части аммиачной селитры и карбамида.

6. Установлены закономерности влияния технологических параметров и определены оптимальные условия процесса получения гранулированных NРСа-удобрений №2, содержащего водорастворимой форме фосфора путем доразложением твёрдой фазы аммонизированной пульпы с ЭФК при интервале кальциевого модуля с 1,0 до 0,4. Показано, что при этих пределах кальциевого модуля NРСа-удобрение №2 содержит водорастворимую форму P_2O_5 от 23 до 77%, который пригоден для применения под любые почвы, растения и в вегетационный периода.

7. Методами физико-химического анализа с использованием рентгенографии, ИК-спектроскопии, сканирующей электронной микроскопии изучены физико-химические характеристики гранулированных NРСа-удобрений, содержащих в медленнодействующей и водорастворимой форме фосфора, которые подтверждены результатами химических анализов.

8. Разработаны технологические схемы, составлены материальные балансы потоков, нормы технологического режима производства гранулированных NРСа-удобрений №1 и №2 и ЖАКУ путем комплексной переработки фосфоритов ЦК азотной кислотой. Разработанные технологии апробированы на модельных установках в СП-АО «Электрохимзавод» с выпуском опытных партий продукции.

9. Проведенные технико-экономические расчеты указывают на высокую экономическую эффективность и целесообразность организации производства гранулированных NРСа-удобрений, содержащих медленнодействующие и водорастворимые формы фосфора и ЖАКУ азотнокислотным разложением фосфоритов ЦК. Экономический эффект от производства 1 т гранулированных NРСа-удобрений №1 и NРСа-удобрений №2, попутно с выпуском ЖАКУ составляет 1094,148 и 870,620 тыс. сум, соответственно.

**SCIENTIFIC COUNCIL AWARDING SCIENTIFIC DEGREES
DSc.02/05.05.2023.K/T.35.02 AT INSTITUTE OF
GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY**

TASHKENT CHEMICAL-TECHNOLOGICAL INSTITUTE

YORBOBAYEV RUSLAN CHORIEVICH

**DEVELOPMENT OF A WASTE FREE TECHNOLOGY FOR OBTAINING
COMPLEX FERTILIZERS ON THE BASIS OF NITRIC ACID
PROCESSING OF PHOSPHORITES IN THE CENTRAL KYZYL KUM**

02.00.13 – Technology of inorganic substances and materials on their basis

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

Tashkent – 2023

The theme of dissertation doctor of philosophy (PhD) was registered at the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under number B2020.2.PhD/T1715.

Dissertation was carried out at Tashkent Chemical-Technological Institute.

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

Research supervisors: **Mirzakulov Kholtura**
doctor of technical science, professor

Official opponents: **Namazov Shafoat**
doctor of technical science, professor, academician

Turayev Zokir
doctor of technical science

Leading organization: **Navoi State Mining and Technology University**

The defense will take place "21" June 2023 at 14⁰⁰ o'clock at the meeting of scientific council No. DSc. 02/05.05.2023.K/T.35.02 at institute of General and Inorganic Chemistry (Address: 100170, Tashkent city, Mirzo Ulug'bek district, Mirzo Ulug'bek street, 77-a. Tel.: (+99871) 262-56-60, fax: (+99871) 262-79-90, e-mail: ionxanruz@mail.ru).

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

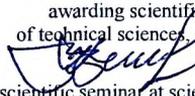
Abstract of dissertation was mailed on " ____ " _____ 2023 year..

(mailing report № __ on " ____ " _____ 2023 year).




Usanbaev N.H.
Chairman of the scientific council
awarding scientific degrees, doctor
of technical sciences, senior researcher


Shukurov J.S.
Scientific secretary of the scientific council
awarding scientific degrees, doctor
of technical sciences, senior researcher


Namazov Sh.S.
Chairman of scientific seminar at scientific council on
awarding of scientific degrees, doctor of technical sciences,
professor, academician

INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

The aim of the research work is to develop a comprehensive, waste-free technology for the processing of phosphorites with CK by nitric acid into granular NPCa fertilizers and liquid nitric acid fertilizer (LNAF).

The object of the research are unenriched phosphate raw material (UPRM), washed dried concentrate (WDC), and washed calcined phosphate concentrate (WCPC) CK, extraction phosphoric acid (EPA) CK, nitric acid, gaseous ammonia, NPCa fertilizers and liquid nitric acid fertilizer (LNAF).

The scientific novelty of the dissertation research is as follows:

The following kinetic parameters are theoretically substantiated and calculated: rate constant, temperature coefficient, activation energy of the process of decomposition of phosphorites of CK (UPR, WDC and WBPC) with nitric acid, the average value of which is $K_c = 1.717 \text{ min}^{-1}$; $T_c=1.16$ and $E_a=4.56 \text{ kJ/mol}$, respectively; it has also been proven that phosphorites of the Central Committee are among the increased reactive raw materials:

the regularities of the influence of technological parameters on the process of obtaining NAS by decomposition of CK phosphorites with nitric acid and the optimal technological parameters of the process of ammonization of acid pulp were established;

the optimal technological parameters of the acid and ammoniated pulp filtration process, rheological and physico-chemical properties of the liquid and solid phases were identified;

for the first time it has been proven that the use of the PAA-gel flocculant leads to an increase in the rate of solid phase filtration from the ammoniated NAS by 2.5-3.0 times, depending on the process temperature;

the regularities of the influence of technological parameters and the optimal conditions for the process of obtaining granulated NPCa fertilizers containing slow-acting and water-soluble phosphorus and LNAF by complex processing of phosphorites of CK with nitric acid were established;

the chemical and salt compositions, commercial properties of granular NPCa fertilizers containing slow-acting and water-soluble phosphorus, and LNAF, obtained from the liquid phase of the ammoniated pulp by post-ammonization with gaseous ammonia of the addition of an off-standard part of ammonium nitrate or urea, were determined;

Implementation of the research results. Based on the scientific results obtained in the development of waste-free technologies for producing granular NPCa-fertilizers and LNCFs with slow-acting and water-soluble phosphorus by decomposing CK phosphites with nitric acid, it is proposed:

The technology to produce NPCa-1 fertilizer based on nitric acid decomposition of CK phosphate, included in the "list of promising developments" to be put into practice in 2023-2025 at Electrochemical Plant (Electrochemical Plant certificate No. 25 of February 7, 2023). The proposed technology makes it possible to produce a complex complex slow release fertilizer.

The technology to produce NPCa-2 fertilizer with a reduced Ca-module by adding EPA to granulated NPCa-fertilizer was included in the "List of Promising Developments" to be put into practice in 2023-2025 (Electrochemical Plant JV reference No. 25 dated February 7, 2023). The result is a fertilizer containing water-soluble phosphorus anhydride suitable for different soils and plant vegetation periods.

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

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I бўлим (I часть; part I)

1. Ёрбобаев Р.Ч., Суванов Ф.Р., Мирзакулов Х.Ч., Усманов И.И. Разложение фосфоритов Центральных Кызылкумов азотной кислотой и реологические свойства кислых и аммонизированных растворов // *Universum: Технические науки: электрон. научн. журн. [и др.]*. 2020. № 6(75). Часть 3. С 58-62 // URL: <http://7universum.com/ru/tech/archive/item/9745>. (02.00.00, №1)

2. Yorbobayev R.Ch., Melikulova G.E., Mirzakulov X.Ch., Usmanov I.I. Kinetics of decomposition of Central Kyzylkum phosphorites with nitric acid // *Scientific and technical journal of NamIET* // ISSN 2181-8622 // Vol 5 – Issue (4) 2020. pp. 147-155. (Technical Sciences-05.00.00 №33).

3. Yorbobaev R., Mirzakulov Kh., Zikirov H., Olmurova Sh. Technology of complex processing of washed burnt concentrate of Central Kyzylkums with nitric acid // *International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology* // Vol. 9, Issue 8, August 2022. ISSN: 2350-0328., pp. 19600-19606. (05.00.00, №8)

4. Ёрбобаев Р.Ч., Мирзакулов Х.Ч., Садилов Б.Б., Гайнуллина А.Р. Технология получения моно- и дикальцийфосфатных удобрений на основе Кызылкумского мытого обожжённого фосфоконцентрата, азотной кислоты и аммиака // *Узбекский химический журнал*. – Ташкент, 2022. ISSN 0042-1707 // 5/2022., С. 21 – 28 (02.00.00, №6).

5. Ёрбобаев Р.Ч., Мирзакулов Х.Ч., Садилов Б.Б., Волинскова Н.В., Исследование процесса разложения мытого обожжённого фосконцентрата Централных Кызылкумов азотной кислотой // *Химия и химическая технология*. – Ташкент, DOI: 10.34920/cse202232 // №3, 2022. С. 10-18. (02.00.00, №3)

II бўлим (II часть; part II)

6. Ёрбобоев Р.Ч., Мирзакулов Х.Ч., Меликулова Г.Э. Кинетика разложения фосфоритов Центральных Кызылкумов азотной кислотой // *Химическая технология и техника* // *Материалы докладов 84-й научно-технической конференции, посвященной 90-летию юбилею БГТУ и Дню белорусской науки (с международным участием)* // *Межд. конф. Минск, Белоруссия. 3-14 февраля 2020 года*. – С. 87-88.

7. Ёрбобаев Р.Ч., Мирзакулов Х.Ч. Разложение фосфоритов Централных Кызылкумов азотной кислотой // *Материалы XVI*

международна научна практична конференция// Межд. конф. София, Болгария. «Бял ГРАД-БГ ОДД» 15-22 Март 2020г. С. 39-42.

8. Ёрбобаев Р.Ч., Колонов Г.У., Мирзакулов Х.Ч. Усманов И.И. Кинетика разложения фосфоритов Централных Кызылкумов азотной кислотой // «Актуальные вопросы в области технических и социально-экономических наук» Республиканский межвузовский сборник научных трудов // ТКТИ., Ташкент, 2020. –С. 56-57.

9. Ёрбобаев Р.Ч., Суванов Ф.Р., Мирзакулов Х.Ч. Кинетические характеристики разложения фосфоритов Централных Кызылкумов азотной кислотой // «Инновационное развитие науки и образования» Международная научно-практическая конференция - Павлодар, Казахстан, 2020. –С. 13-14.

10. Yorbobayev R.Ch., Ganiyeva N.U., Ashurov M.M., Mirzakulov X.Ch. Markaziy Qizilqum fosforitlarini nitrat kislotali parchalash kinetikasi // Mahalliy xomashyolar va ikkilamchi resurslar asosidagi innovatsion texnologiyalar – mavzusida respublika ilmiy texnik anjumani. Urganch davlat universiteti, 2021. II jild. С 393-395 b.

11. Ёрбобаев Р.Ч., Ганиева Н.У., Ашуров М.М., Мирзакулов Х.Ч. Марказий Қизилқум ювиб куйдирилган фосконцентратини нитрат кислотали парчалаш жараёни тадқиқоти // Республиканской конференция «Инновационные технологии в химической и строительной отраслях промышленности и решение актуальных экологических проблем» 23-24 ноября – 2021 г.-Ташкент 40-41 б.

12. Ёрбобаев Р.Ч., Ашуров М.М., Ганиева Н.У., Мирзакулов Х.Ч. “Марказий Қизилқум ювиб куйдирилган фосконцентратини нитрат кислотали парчалаш жараёни тадқиқоти”. //Ўзбекистон Республикаси фанлар академияси умумий ва ноорганик кимё институтининг 2021 йил 20-21 декабр кунлари Ўзбекистон Республикаси Тошкент шаҳрида бўлиб ўтадиган “Кимё ва кимёвий технология йўналишидаги долзарб муаммолар” мавзусида Ёш олимлар учун ташкил этилаётган онлайн илмий ва илмий-амалий анжумани // Тошкент, 2021 йил 20-21 декабрь. 113-116 б.

13. Ёрбобаев Р.Ч., Зикиров Х.А., Мирзакулов Х.Ч. “Марказий Қизилқум ювиб куйдирилган фосконцентратини нитрат кислотали парчалаш жараёнининг реологик ҳоссалари” // Сборник материалов Республиканской научно-практической конференции. Институт общей и неорганической химии АН РУз. Ташкент 12-14 май 2022 года. 195-197 б.

Автореферат «Ўзбекистон кимё журнали» таҳририятида
таҳрирдан ўтказилди.

Босмахона лицензияси:



9338

Бичими: 84x60 $\frac{1}{16}$. «Times New Roman» гарнитураси.
Рақамли босма усулда босилди.
Шартли босма табағи: 2,5. Адади 100 дона. Буюртма № 45/23.

Гувоҳнома № 851684.
«Тірографф» МЧЖ босмахонасида чоп этилган.
Босмахона манзили: 100011, Тошкент ш., Беруний кўчаси, 83-уй.