

ФАРҒОНА ПОЛИТЕХНИКА ИНСТИТУТИ
ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
DSc.03/30.04.2021.Т.106.04 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ

ФАРҒОНА ПОЛИТЕХНИКА ИНСТИТУТИ
УМУМИЙ ВА НООРГАНИК КИМЁ ИНСТИТУТИ

КАХАРОВ ЭРКИНЖОН МАХМУДЖОНОВИЧ

МАРКАЗИЙ ҚИЗИЛҚУМ ФОСФОРИТЛАРИНИ МЕХАНОКИМЁВИЙ
ВА ТЕРМИК ФАОЛЛАШТИРИШ ТЕХНОЛОГИЯСИ

02.00.13 – Ноорганик моддалар ва улар асосидаги материаллар технологияси

ТЕХНИКА ФАНЛАРИ БЎЙИЧА ФАЛСАФА ДОКТОРИ (PhD)
ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ

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

Кахаров Эркинжон Махмуджонович Марказий Қизилкум фосфоритларини механохимёвий ва термик фаоллаштириш технологияси	3
Кахаров Эркинжон Махмуджонович Технология механохимической и термической активации фосфоритов Центральных Кызылкумов	21
Kaharov Erkinjon Maxmudjonovich Technology of mechanochemical and thermal activation of phosphorites of the Central Kyzylkum	39
Эълон қилинган ишлар рўйхати Список опубликованных работ List of published works.....	42

**ФАРҒОНА ПОЛИТЕХНИКА ИНСТИТУТИ
ХУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
DSc.03/30.04.2021.Т.106.04 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

**ФАРҒОНА ПОЛИТЕХНИКА ИНСТИТУТИ
УМУМИЙ ВА НООРГАНИК КИМЁ ИНСТИТУТИ**

КАХАРОВ ЭРКИНЖОН МАХМУДЖОНОВИЧ

**МАРКАЗИЙ ҚИЗИЛҚУМ ФОСФОРИТЛАРИНИ МЕХАНОКИМЁВИЙ
ВА ТЕРМИК ФАОЛЛАШТИРИШ ТЕХНОЛОГИЯСИ**

02.00.13 – Ноорганик моддалар ва улар асосидаги материаллар технологияси

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

Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2022.4.PhD/Т3203 рақам билан рўйхатга олинган.

Докторлик диссертацияси Умумий ва ноорганик кимё институтида бажарилган.

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

Илмий раҳбар:

Сейтназаров Атаназар Рейпназарович
техника фанлари доктори, профессор.

Расмий оponentлар:

Турдиалиев Умид Мухторалиевич
техника фанлари доктори.

Нурмуродов Тўлқин Исомуродович
техника фанлари доктори, доцент

Етакчи ташкилот

Наманган муҳадислик-технология институти

Диссертация химояси Фарғона политехника институти ҳузуридаги DSc.03/30.04.2021.Т.106.04 рақамли Илмий кенгашининг «29» декабрь 2022 йил соат 14⁰⁰ даги мажлисида бўлиб ўтади (Манзил: 150107, Фарғона шаҳри, Фарғона кўчаси, 86. Тел.: (+99873) 241-12-06; факс: (+99873) 241-12-06; e-mail: ferpi_info@edu.uz).

Диссертация билан Фарғона политехника институтининг Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (30 рақам билан рўйхатга олинган). Манзил: 150107, Фарғона шаҳри, Фарғона кўчаси, 86. Тел.: (+99873) 241-12-06; факс: (+99873) 241-12-06; e-mail: ferpi_info@edu.uz.

Диссертация автореферати 2022 йил «17» декабрь куни таркатилди.

(2022 йил «17» декабрдаги 5- рақамли реестр баённомаси).

Хамдамова Ш.Ш.

Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш раиси,
техника фанлари доктори, доцент

Назирова Р.М.

Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш котиби,
техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD)

Тожиёв Р.Р.

Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш қошидаги
илмий семинар раиси, техника фанлари доктори, доцент

КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва аҳамияти. Дунёда аҳоли сонининг кескин ўсиши қишлоқ хўжалиги ерлари ва сув таъминотининг камайиши туфайли озиқ-овқат хавфсизлиги муаммоси пайдо бўлмоқда. Бугунги кунда ҳосил булаётган оғир иқлим шароити яна бир бор ҳайдаладиган ва суғориладиган ерлардан оқилона фойдаланиш заруратини тақозо этмоқда. Табиий ресурсларнинг глобал танқислиги кузатилаётгани сабаб, биринчи навбатда, инновацион технологияларни қўллаш орқали ўсимлик ва чорвачиликни ривожлантиришга катта эътибор берилиши керак. Шу муносабат билан фторсизланган ўғитлар ва озуқавий фосфатлар ишлаб чиқаришни кўпайтириш озиқ-овқат хавфсизлиги таъминлаш йўлида муҳим аҳамият касб этади.

Дунёда заҳираси ниҳоятда чекланган табиий кондицион фосфатлардан олинадиган фосфат кислотасини тозалашнинг кўп энергия ва метал талаб қиладиган усуллари асосида мураккаб ўғитлар, ўғитли ва озуқавий фосфатларни олиш технологиясини яратиш бўйича илмий тадқиқотлар олиб борилмоқда. Шу муносабат билан соддалаштирилган схема асосида кислотасиз мураккаб ўғитлар ва термик фосфатлар, шунингдек, кондицион бўлмаган Марказий Қизилкум (МК) фосфоритларини механохимий ва кислотатермик фаоллашуви асосида фторсизланган озуқавий фосфатларни олиш технологиясини ишлаб чиқиш бўйича алоҳида эътибор қаратилмоқда.

Республикамизда маҳаллий хом ашё асосида бирламчи фосфорли, мураккаб азот-фосфорли ва азот-фосфор-калийли ўғитлар, шунингдек, озуқавий аммоний фосфатларини олиш технологияларини ишлаб чиқиш бўйича бир қатор илмий-амалий натижаларга эришилмоқда. Ўзбекистон Республикасининг 2022-2026 йилларга мўлжалланган ривожланиш стратегиясининг учинчи йўналишида "...маҳаллий хом ашёни чуқур қайта ишлаш асосида янги маҳсулотлар ишлаб чиқариш технологияларини ривожлантириш, сифат жиҳатидан ишлаб чиқаришни янги босқичга кўтариш, қишлоқ хўжалигини модернизация қилиш ва жадал ривожлантиришга қаратилган муҳим вазифаларни белгилаб берди..."¹. Бу борада экинларнинг ҳосилдорлиги ва ҳайвонларнинг репродуктив ҳолатини яхшилайдиган фторсизлантирилган ўғит ва озуқавий термофосфатларни олиш технологияларини ривожлантириш муҳим аҳамиятга эга.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022 йил 28-январдаги ПФ-60-сонли «Янги Ўзбекистоннинг 2022-2026-йилларга мўлжалланган тараққиёт стратегияси тўғрисида» ги Фармони, 2019 йил 3 апрелдаги ПФ-4265-сонли «Кимё саноатининг инвестицион жозибадорлигини янада ислоҳ қилиш ва ошириш чора-тадбирлари тўғрисида» ги, 2021 йил 13 февралдаги ПФ-4992-сонли «Кимё саноати корхоналарини янада ислоҳ қилиш ва молиявий соғломлаштириш, юқори қўшимча қийматга эга кимёвий маҳсулотлар ишлаб

¹ Ўзбекистон Республикаси Президентининг "2022-2026-йилларда янги Ўзбекистонни ривожланиш стратегияси тўғрисида" ги фармони.

чиқаришни ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида» ги, 2018 йил 6-ноябрдаги ПФ-4005-сонли «Балиқчилик саноатини янада ривожлантириш бўйича қўшимча чора-тадбирлар тўғрисида» ги Фармонлари ва 2019 йил 17 январдаги ПҚ-4124-сонли «Кон-металлургия корхоналари фаолиятини янада такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида» ги Қарори, шунингдек ушбу соҳада қабул қилинган бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда назарда тутилган вазифаларни бажаришга ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

Тадқиқотнинг республика фан ва технологиясини ривожлантиришнинг устувор йўналишларига мувофиқлиги. Ушбу тадқиқот ВИИ республика фан ва технологияларини ривожлантиришнинг устувор йўналишларига мувофиқ амалга оширилди. "Кимёвий технологиялар ва нанотехнология".

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Жаҳон ва маҳаллий амалиётда турли хил фосфат рудаларидан аралаш ўғитлар, ўғит ва озукавий термик фосфатларни олиш жараёнларининг илмий ва технологик асосларини М.В.Чайкина, С.П. Кочетков, В.В. Болдырев, Е.Г. Аввакумов (Россия), R Paudert (США), С.И. Волькович, М.Е. Позин (Россия), А.Б. Бектуров, Д.З. Серазетдинов, Р.Х. Хузиахметов (Қазақстан), K.Tonsuaadu, K. Rimm, M. Veiderma (Эстония), A. Charles (США), Z. Kowalski, Z. Wzorek, M. Gollinger, J. Hoffmann (Польша) ва М.Н. Набиев, Б.М. Беглов, Ш.С. Намазов, С.М.Таджиев, Давыдова Н.Ф., Х.Ч. Мирзакулов, А.Р.Сейтназаров, Т.И.Нурмуродов, Н.В. Волынскова ва бошқалар катта хисса қўшишган.

М. В. Чайкина ва бошқалар томонидан махсус активаторлардан фойдаланган ҳолда желвакли фосфоритларни кислотасиз фаоллаштиришнинг механик ва механохимёвий усуллари батафсил ўрганилди. Қозоғистонлик олимлар томонидан эса 1000-1100 °С ҳароратда калцинирланган сода ва Қоратов фосфоритлари асосида термоишқорли фосфатлар олишнинг назарияси ва амалиётини яратилди. Эстония илмий ходимлари академик М. Вейдерма раҳбарлигида кремний ва кремний сақлаган минераллардан кварц, нефелин, глауконит, псевдолейцитдан 1100-1400 °С да $\text{SiO}_2:\text{P}_2\text{O}_5 > 0,21$ мол нисбатда ва 1350-1400 °С да $\text{CaO}:\text{P}_2\text{O}_5 = 2.0-3.0$ мол нисбатда фойдаланган ҳолда термофосфатлар олиш технологияси ўрганилган.

Z. Kowalski, Z. Wzorek, M. Gollinger ва J. Hoffmann томонидан буглатилган ва тозаланган апатит кислотаси ва оҳактош асосида озукавий дикальцийфосфат олиш технологияси ишлаб чиқилган. Технология карбонат хом ашёсини фосфат кислотаси билан қисқа вақт ичида аралаштириш, сўнгра маҳсулотни қуритиш ва омборхонада қадоклашни ўз ичига олади.

Ушбу йўналишда Т. И. Нурмуродовнинг тадқиқотлари муҳим аҳамиятга эга бўлиб, у томондан Қизилқум фосфоритларини ишқорли метал тузлари билан 1200 °С да кўмир ва кварц иштирокида куйдириш орқали термоишқорли фосфатлар олинган. Олинган маҳсулотлар яхши хосса ва таркибига кўра узоқ муддат таъсир этадиган фосфорли ўғитларга қўйиладиган талабларга мос келади.

Бу борада Марказий Қизилқумнинг паст навли фосфоритларини қайта ишлашнинг кислотали термик усулида фосфор сақлаган маҳсулотларга термик ишлов бериб ўғитли ва озуқавий фосфатлар олиш илмий ва амалий жиҳатдан катта қизиқиш уйғотмоқда.

Адабиётларда "парчаланиш – қуритиш – куйдириш" схемаси билан битта содалаштирилган технологик тизимда бойитилмаган Марказий Қизилқум фосфоритларидан фойдаланиб юқори ўзлашувчан шаклли фосфор тутган ва фтор микдори паст бўлган термик фосфатлар ишлаб чиқариш тўғрисида маълумотлар йўқ.

Диссертация тадқиқотининг диссертация бажарилган илмий-тадқиқот муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги. Диссертация иши Умумий ва ноорганик кимё институтининг илмий-тадқиқот ишлари режасига мувофиқ ПЗ-20170926269 "Минераллашган масса ва Марказий Қизилқумнинг ювилган қуритилган фосфорит концентрати асосида оддий ва мураккаб фосфорли ўғитларни олиш учун ресурсларни тежайдиган ва юқори самарали технологияни ишлаб чиқиш (2018-2020)" амалий лойиҳаси доирасида амалга оширилган.

Тадқиқотнинг мақсади Марказий Қизилқум фосфоритларини кислотасиз механокимёвий ва кислота-термик қайта ишлаш орқали мураккаб ва аралаш фосфорли ҳамда термофосфатли ўғитларини олиш технологиясини ишлаб чиқишдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

нитрат ва аммоний сульфат, шунингдек флотацион калий хлорид ёрдамида МҚ фосфоритларини механокимёвий фаоллаштириш асосида мураккаб ва аралаш NP ҳамда NPK-ўғитларини олишнинг мақбул шароитларини топиш;

мураккаб NP ва NPK-ўғитларининг физик-кимёвий ва товар хоссаларини ўрганиш;

МҚ фосфоритларини кислотали термик фаоллаштириш усули орқали бирламчи фосфорли ўғитлар олиш жараёнларини ўрганиш;

МҚ фосфоритларини кислотали термик фаоллаштириш усули орқали фторсизланган озуқавий термик фосфатларни олиш жараёнларини ўрганиш;

рентгенографик ва дифференциал термик таҳлил усуллари ёрдамида ўғит ва озуқавий фосфатларнинг фазавий таркиби ва термик хусусиятларини тадқиқ қилиш;

мураккаб ва аралаш NP ҳамда NPK ўғитлари, ўғитли ва озуқавий термофосфатларни олишнинг технологик схемасини ишлаб чиқиш, моддий баланси ва техник-иқтисодий самарадорлигини ҳисоблаш, шунингдек уларни ғўза ўсимлигида қўллашнинг агрокимёвий самарадорлигини баҳолаш;

"Электрокимё завод" АЖ-ҚКнинг йириклаштирилган қурилмасида ўғитли ва озуқавий фосфатлар олиш технологиясининг саноат-тажриба синовини ўтказиш ҳамда технологик параметрларини ишлаб чиқиш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида МҚ фосфоритларининг оддий фосфорит уни, ювилиб қуритилган концентрат, ювиб куйдирилган концентрат, минераллашган масса, аммоний нитрат, аммоний сульфат,

флотацион калий хлорид, ЭФК, мураккаб ва аралаш NP ҳамда NPK-ўғитлари, ўғитли ва озуқавий термофосфатлар олинган.

Тадқиқотнинг предмети МҚ фосфоритларини механохимёвий ва кислотатермик фаоллаштириш орқали мос равишда мураккаб ўғитлар ва термофосфатларни олиш жараёнининг мақбул шароитларини аниқлашни ташкил этади.

Тадқиқотнинг усуллари. Диссертация ишида термогравиметрия, рентгенография, рентген флуоресенцияси ва химёвий таҳлил усулларидан фойдаланилган.

Тадқиқотнинг ишининг илмий янгилиги қуйидагича:

турли хилдаги МҚ фосфоритлари фосфат минералининг 2% ли лимон кислотаси ва 0,2 М ли трилон Б эритмасида эрувчанлик қобилятининг аралаштириш циклига боғлиқ хусусиятлари аниқланган;

мураккаб NP ва NPK-ўғит таркиблари ўзгаришларининг фосфорит : аммоний тузи ва фосфорит : аммоний тузи : калий хлорид масса оғирлик нисбатларига нисбатан боғлиқлиги аниқланган;

ўғитли ва озуқавий термофосфатни фосфорит : ЭФК оғирлик нисбатига ҳамда ҳарорат ва куйдириш вақти каби технологик омиллар таъсирига боғлиқ олиш шароитлари аниқланган;

"парчаланиш – куритиш – куйдириш" тизимини ўз ичига турли мақсадлардаги термофосфатларни олишнинг соддалаштирилган технологик схема яратилган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагича:

аммоний нитрат ва сульфат ҳамда флотацион калий хлорид ёрдамида МҚ фосфоритларини механохимёвий фаоллаштиришга асосланган комплекс NP ва NPK- ўғитларини олиш технологияси ишлаб чиқилган;

бойитилмаган МҚ фосфоритларини кислотатермик қайта ишлаш орқали термофосфатларни олиш жараёнининг мақбул технологик параметрлари топилган;

"парчаланиш – куритиш – куйдириш" соддалаштирилган схемаси бўйича ўғитли ва озуқавий термофосфатларни олишнинг технологияси ишлаб чиқилган.

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги. Химёвий ва физик-химёвий таҳлил (рентгенографик, дифференциал термик) натижалари лаборатория тажрибалари ва экспериментал синовлар саноат миқёсида тажриба саноат синовлари билан тасдиқланган.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.

Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти МҚ турли хил фосфоритларини механохимёвий ва кислотатермик усуллар ёрдамида фаоллаштириб улардаги фосфорнинг ўзлашмайдиган шаклини ўсимликлар ўзлаштирадиган шаклга ўтказиш ва фтор миқдорини камайтириш билан изоҳланган. Озуқавий фосфатлар учун асосий кўрсаткичлардан бири саналган фторсизланиш даражасининг ўзгариши, унга таъсир қилувчи технологик омилларга боғлиқлиги асосланган.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти шундан иборатки, МҚ фосфоритлари асосида мураккаб ва аралаш фосфортутувчи ҳамда термофосфат маҳсулотларини олиш технологияси ишлаб чиқилган. Республикамиз қишлоқ хўжалигида бир вақтнинг ўзида кузги шудгор остига ва озуқа сифатида икки хил турдаги фосфортутувчи ўғитларни, шунингдек чорвачилик, паррандачилик ва балиқчиликни ривожлантириш учун зарур бўлган ўта танқис озуқавий термофосфат олиш хизмат қилади.

Тадқиқот натижаларини амалиётга жорий этилиши.

МҚ паст навли фосфоритлари асосида ўғитли ва озуқавий термофосфатларни олиш технологиясини ишлаб чиқиш бўйича олинган илмий натижалар асосида:

Қизилқум кони фосфорит унини кислота-термик қайта ишлаш асосида ўғитли термофосфат ишлаб чиқариш технологияси "Электрокимё завод" АЖ-ҚҚда 2022-2023 йилларда амалга ошириладиган истиқболли ишланмалар рўйхатига киритилган ("Электрокимё завод" АЖ-ҚҚ нинг 2022 йил 2 июндаги 215-сон маълумотномаси). Натижада, 3-4 йилда бир марта деҳқончилик учун қўлланиладиган иқтисодий самарадор бирламчи фосфорли ўғит олиш имконини беради.

Қизилқум кони фосфорит унини кислота-термик қайта ишлаш орқали озуқавий термофосфат олиш технологияси "Электрокимё завод" АЖ-ҚҚда 2022-2023 йилларда амалга ошириладиган истиқболли ишланмалар рўйхатига киритилган ("Электрокимё завод" АЖ-ҚҚ нинг 2022 йил 06 июндаги 215-сон маълумотномаси). Натижада озуқавий термик фосфатлардан чорвачиликда қорамол, парранда ва балиқнинг сифатини ошириш ва репродуктив кўпайишини яхшилаш имконини беради.

Тадқиқот натижаларининг муҳокама қилиниши. Ушбу тадқиқот натижалари 5 та республика ва 3 та халқаро илмий-амалий анжуманларда маъруза қилинган ва муҳокамадан ўтказилган.

Тадқиқот натижаларини нашр этилиши. Диссертация мавзуси бўйича жами 12 та илмий иш чоп этилган. Булардан Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг докторлик диссертациялари (PhD) асосий илмий натижаларини чоп этишга тавсия этилган илмий нашрларда 4 та илмий мақола, жумладан 2 таси республика ва 2 таси хорижий журналларда нашр этилган.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация таркиби кириш, тўрт боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертация ҳажми 119 бетни ташкил этади.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Киришда бажарилган ишнинг долзарблиги ва муҳимлиги асосланган, тадқиқотнинг мақсади ва вазифалари шакллантирилган, тадқиқот объекти ва предметлари тавсифланган, республикада фан ва техникани ривожлантиришнинг устувор йўналишларига мувофиқлиги кўрсатилган, илмий янгилик ва амалий натижалар баён этилган, натижаларни амалиётга

татбиқ этиш даражаси кўрсатилган, нашр этилган ишлар ва диссертация тузилиши ҳақида маълумот келтирилган.

Диссертациясининг **“Табиий фосфатларни фаоллаштирилган фосфорли ўғитлар ва озукавий фосфатларига қайта ишлаш усуллари”** деб номланган биринчи бобида табиий фосфатларни кислотасиз – механик ва механик-кимёвий усуллар билан, саноат минерал ўғитлардан фойдаланган ва фойдаланмаган ҳолда майдалаш орқали фаоллаштириш масалаларини кўриб чиқишга бағишланган. Шунингдек, ўғит ва озукавий термофосфатларини олиш учун апатитлар ва паст навли фосфоритларни гидротермик, термик, термо-ишқорий ва кислота-термик фаоллаштириш усуллари билан қайта ишлаш технологияси ҳақида маълумотлар берилган. Ушбу диссертация ишининг мақсад ва вазифаларини шакллантиришга сабаб бўлган адабиётларни танқидий таҳлил қилинган.

“Фаоллашган ўғит ва озукавий фосфатларни ишлаб чиқариш учун хом ашёнинг техник тавсифи” – Диссертациянинг иккинчи бобида ишлатиладиган хом ашёнинг таркиби ва хусусиятлари, кимёвий ва замонавий физик-кимёвий таҳлил усулларида фойдаланган ҳолдаги тадқиқот методологияси берилган.

“Марказий Қизилқум фосфоритларини турли минерал ўғитлар билан механик-кимёвий фаоллаштириш жараёнини ўрганиш” – Диссертациянинг учинчи боби хусусиятига кучига кўра тупроқ гумус кислоталарига яқин бўлган 2% ли лимон кислотасида паст навли фосфорит уни, ювиб қуритилган концентрат ва ювиб куйдирилган концентратни беш мартали экстракциясини ўрганишга бағишланган.

Ҳар қандай турдаги фосфат хом ашёсининг экстракциялари сонининг ортиши билан ундан P_2O_5 ва CaO ни ажратиб олиш даражаси ортиши кўрсатилади. Яни, ҳар бир қайта ишлаш босқичи фосфат минералининг қўшимча эришига олиб келади. Қиёсий натижалар фосфат хом ашёсининг барча турлари учун компонентларни беш марта ювиш самарали эканлигини кўрсатди.

Аниқланишича, P_2O_5 нинг лимон кислотасида эрувчан шакли ювиб қуритилган концентратда нисбатан юқори, ювиб куйдирилган концентратда эса нисбатан паст бўлади. Шундай қилиб, термал концентрат бўлган ёмон эрийдиган куйдирилган фосфорит концентратидан беш марта экстракция қилиш орқали ундан умумий шаклга нисбатан 83,27% P_2O_5 ни олиш мумкин.

Нитрат ва сульфатлардан, шунингдек флотацион калий хлориддан фойдаланган ҳолда хом ашёни 0,16 мм гача бўлган заррача ўлчамига қадар майдалаш йўли билан паст навли фосфорит уни, ювиб қуритилган концентрат ва минераллаштирилган массаларни механик-кимёвий фаоллаштириш йўли билан NP - ва NPK -ўғитларни олиш бўйича тадқиқотлар олиб борилди. Аралашмалар турли нисбатларда олиб борилган ($N:P_2O_5$ 1:0.1 дан 1:1.2 гача). Олинган маҳсулотларни таҳлил қилиш натижалари 1-жадвалда келтирилган. Аммиакли селитра ҳам, аммоний сульфат ҳам механик фаоллашувга дучор бўлган хом ашё таркибидаги ўзлаштириладиган P_2O_5 шаклини кескин

оширади. Ўғит аралашмасида азот қанча кўп бўлса, ўзлашадиган P_2O_5 шакли шунчалик юқори бўлади.

1-жадвал

Марказий Қизилқум фосфоритларининг аммоний нитрат ва сульфат билан механик фаоллаштириш натижасида олинган NP ўғитларини таркиби

Масса нисбати N : P_2O_5	N, %	$P_2O_{5\text{умум.}}$, %	$P_2O_{5\text{ўзл.}}$, лим, к-та, %	$P_2O_{5\text{сув.эр.}}$, %	$\frac{P_2O_{5\text{опа.}}}{P_2O_{5\text{та.}}} \times 100$ лим, к-та, %	$\frac{P_2O_{5\text{апа.}}}{P_2O_{5\text{та.}}} \times 100$ %
Аммоний нитрат + ОФУ						
1 : 0,1	28,06	2,85	2,77	0,193	95,59	6,65
1 : 0,2	24,18	5,01	4,75	0,193	93,10	3,77
1 : 0,3	21,17	6,61	5,71	0,193	85,11	2,87
1 : 0,4	18,87	7,93	6,12	0,192	75,88	2,38
1 : 0,5	17,03	8,98	6,45	0,193	70,55	2,10
1 : 0,6	15,82	9,64	6,42	0,193	65,23	1,96
1 : 0,7	14,53	10,16	6,38	0,193	61,69	1,86
1 : 0,8	13,46	10,52	6,39	0,189	59,72	1,76
1 : 1,0	11,71	11,82	6,62	0,194	55,13	1,61
Аммоний сульфат + ОФУ						
1 : 0,1	18,52	2,23	2,19	0,173	96,57	7,62
1 : 0,2	16,79	3,62	3,36	0,187	91,35	5,07
1 : 0,3	15,35	4,91	4,47	0,171	89,63	3,41
1 : 0,4	14,16	5,76	5,05	0,164	86,22	2,80
1 : 0,5	13,12	6,71	5,57	0,165	81,61	2,42
1 : 0,6	12,24	7,41	5,64	0,159	74,84	2,11
1 : 0,8	10,76	8,77	6,43	0,161	72,07	1,81
1 : 1,0	9,61	9,59	6,52	0,163	66,78	1,67

Ўрганилган паст навли фосфорит уни ва NH_4NO_3 асосида олинган мураккаб аралаш NP-ўғитларда P_2O_5 нинг ўзлашадиган шаклининг умумий миқдорига нисбатан нисбий таркиби 55,13 дан 95,59% гача ўзгариб туради. $(NH_4)_2SO_4$ дан фойдаланганда бу қийматлар 66,78-96,57% оралиғида бўлади. Фосфат хомашёсининг эрувчанлигини оширишда аммоний сульфат самаралироқ эканлиги маолум бўлди. Аммоний сульфат ва ювиб куйдирилган концентрат асосидаги ўғитларда ўзлаштириладиган P_2O_5 шаклининг умумий миқдорга нисбатан нисбий таркиби 47,03 дан 54,44% гача ўзгариб туради. Ўзлаштириладиган фосфорнинг бундай таркиби билан ҳосил бўлган ўғит аралашмалари самарали азот-фосфорли ўғитлардир

Қишлоқ хўжалигида энг кенг тарқалган мураккаб ўғитлар N: P_2O_5 нисбати 1: 0,5; 1:0,7 ва 1:1 бўлган мураккаб ўғитлар эканлиги сабабли, олинадиган маҳсулотлар мос равишда NH_4NO_3 ва паст навли фосфорит унидан фойдаланилганда куйидагиларга эга: $P_2O_{5\text{умумий}}$. 8,98%, $P_2O_{5\text{ўзлаш. лимон кислотаси}}$ бўйича 6,45%, азот бўйича 17,03%; $P_2O_{5\text{умумий}}$. 10,16%, $P_2O_{5\text{ўзлаш. лимон кислотаси}}$ бўйича 6,38%, азот бўйича 14,53%; P_2O_5 умумий. 11,82%, $P_2O_{5\text{ўзлаш. лимон кислотаси}}$ бўйича 6,62%, азот бўйича 11,71%. 1 : 0,5; 1 : 0,7 ва

1:1 маҳсулот учун %, P_2O_5 нинг нисбий ўзлаштириладиган шакллари мос равишда 70,56; 61,69 и 55,13% ни ташкил қилади.

Минераллаштирилган масса асосида қуйидаги озучавий нисбатларга эга мураккаб аралаш NPK ўғитлари тайёрланди: $N:P_2O_5:K_2O = 1:0,3: 0,3; 1:0,5:0,3; 1:0,7:0,5$ ва $1:1:1$. Юқоридаги барча компонентлар чинни ҳовончада 30 дақиқа давомида 0,16 мм дан кам бўлган заррача ўлчамига қадар майдаланган.

Фаоллаштириш маҳсулотларини таҳлил қилиш натижалари 2-жадвалда келтирилган.

2-жадвал

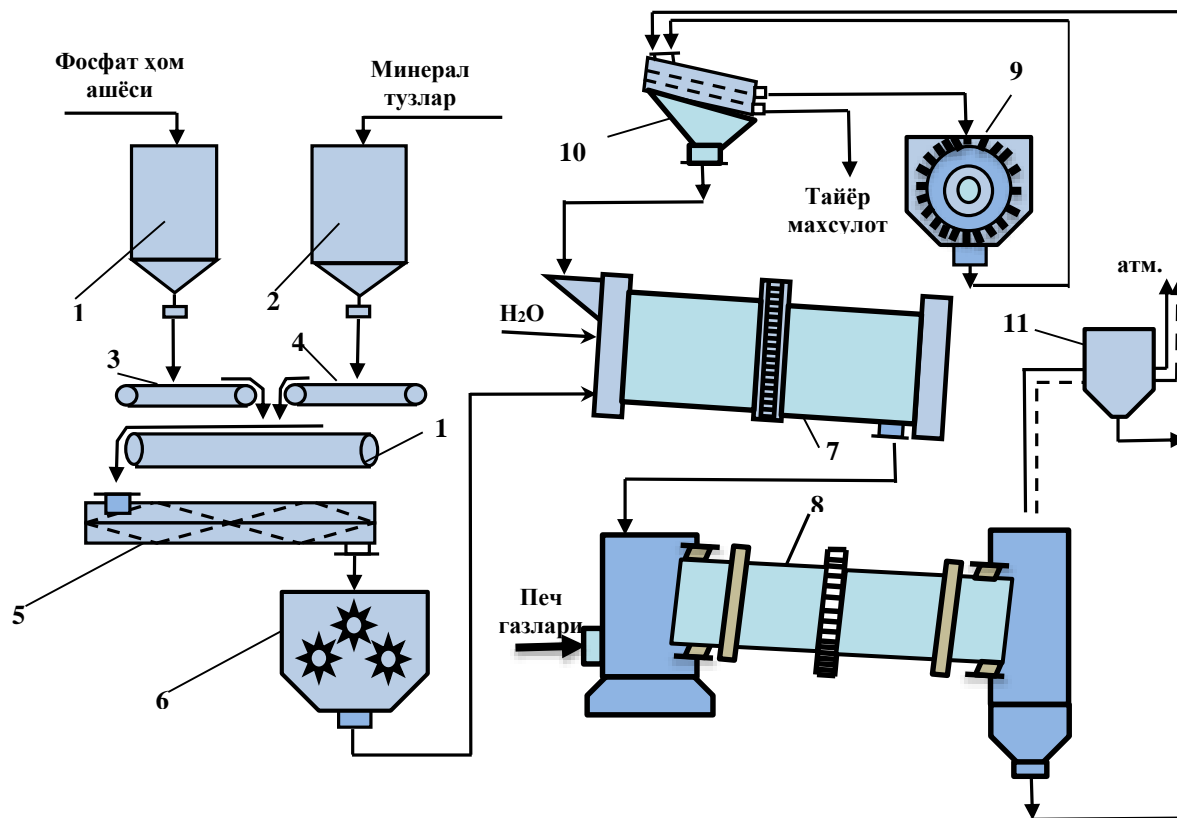
Азот тузлари ва калий хлорид аралашмалари иштирокида минераллаштирилган массани механик кимёвий фаоллаштириш натижасида олинган NPK-ўғитларнинг таркиби

Массовое соотношение $N:P_2O_5:K_2O$	pH 10%-ной суспензий продукта	N	$P_2O_{5ум.}$	$P_2O_{5ўзл.}$	$CaO_{ум.}$	$CaO_{суб.}$	$SO_{3ум.}$	CO_2	K_2O
NH_4NO_3 + Минераллашган масса + KCl									
1:0,3:0,3	7,51	18,31	5,32	3,52	16,34	1,71	-	5,58	5,53
1:0,5:0,3	7,49	14,82	7,39	4,71	21,92	1,78	-	7,41	4,44
1:0,7:0,3	7,44	11,90	8,32	5,04	25,27	1,84	-	8,37	5,94
1:1:1	7,43	8,87	8,89	5,34	28,51	1,89	-	8,84	8,88
$(NH_4)_2SO_4$ + Минераллашган масса + KCl									
1:0,3:0,3	7,89	12,28	4,06	3,71	13,08	3,21	47,61	3,16	4,12
1:0,5:0,3	7,79	10,69	5,79	4,42	18,26	3,65	41,14	4,59	3,48
1:0,7:0,3	7,60	8,89	6,85	5,04	21,09	3,28	33,73	6,16	4,87
1:1:1	7,57	7,07	7,69	5,51	13,08	3,21	47,61	3,16	7,12

Ундан кўриниб турибдики, ўрганилган нисбатларда азот тузлари калий хлорид билан аралашмалари иштирокида фосфат хомашёсининг механик-кимёвий фаоллашуви, 2% лимон кислотасида ўзлаштириладиган P_2O_5 шаклининг нисбий миқдори 60,07 дан 66,17 гачани ташкил қилади; NH_4NO_3 ва $(NH_4)_2SO_4$ ёрдамида эса мос равишда 71,65 дан 91,38 гачани ташкил қилади.

Бундан ташқари, $N : P_2O_5 : K_2O = 1 : 1 : 1$ (71,65% аммоний сульфат учун, 60,13% аммиакли селитра учун) нисбатида ҳам активизация маҳсулотларида P_2O_5 ўзлашадиган шаклининг юқори нисбий таркиби мавжуд. Энг фаол фаоллаштирувчи аммоний сульфатдир. Ўрганилган $N:P_2O_5:K_2O$ нисбатларида мураккаб ўғит аралашмаларининг гранулалари аммиакли селитрадан фойдаланган ҳолда 5,25 дан 5,76 МПа гача ва аммоний сульфатдан фойдаланганда 3,37 дан 4,79 МПа гача мустаҳкамликга эга. NP нинг гигроскопик нуқтаси - ўғит маркаси 1:0,5 аммиакли селитрадан фойдаланганда 52 ва аммоний сульфатдан фойдаланганда 62% ни ташкил қилади. 1:1:1 маркали ўғитларининг NPK ва гигроскопик нуқтаси 61% ни ташкил қилади. Гигроскопиклиги бўйича ўғитлар гигроскопик ва юқори гигроскопик моддаларга бўлинади. Шунинг учун уларни полиэтилен қопларга қоплаш керак.

Мураккаб аралаш ўғитлар ишлаб чиқаришни ташкил этишнинг моддий баланси тузилган, технологик схема таклиф қилинган (1-расм) ва иқтисодий самарадорлиги ҳисобланган. Техник ва иқтисодий самарадорлик ҳисоб-китоблари шуни кўрсатадики, 1 тонна мураккаб аралаш $N : P_2O_5$ - ва $N : P_2O_5 : K_2O$ ўғитларининг таннархи мос равишда 1.234.391 ва 1.241.051 сўмни ташкил қилади, бу эса аноанавий аммофосга нисбатан 2 359 538 ва 2 352 878 сўм арзон.



1-расм. $N:P_2O_5$ ва $N:P_2O_5 : K_2O$ ўғитларини ишлаб чиқаришнинг асосий технологик схемаси.

1,2 - бункер; 3,4 – дозатор; 5-червяк узатмали аралаштиргич; 6 – майдалагич; 7 – донатор; 8 – қуритиш барабани; 9 – тебранма элак; 10 – майдалагич; 11 – тебранма элак; 12 – транспортер

Шундай қилиб, олинган маълумотлар Марказий Қизилқумнинг донатор фосфоритларини маълум таркиб ва хусусиятга эга NP- ва NPK-ўғитлар сифатида ишлатиш истиқболларини башорат қилади.

“Марказий Қизилқум фосфоритларини кислота-термик қайта ишлашга асосланган ўғитли ва озукавий термофосфатлари” – тўртинчи бобда Марказий Қизилқум фосфоритларининг паст навли фосфорит уни ва ювиб қуритилган концентратларини кислота-термик фаоллаштириш орқали ўғит ва озукавий термофосфатини ишлаб чиқариш бўйича тадқиқотлар натижалари келтирилган.

Лаборатория тадқиқотларининг биринчи босқичи, парчаланиш жараёни $65^{\circ}C$ да 30 дақиқа давом этди. Бунда, ЭФК миқдори $CaO:P_2O_5 = 1,67; 1,45; 1,31; 1,18; 1,00$ ва $0,79$ ҳисоб-китобдан олинган. Жараён тугагандан сўнг, реакция

массаси 90°C да доимий оғирликда қуритилган. Тадқиқот натижалари 3-жадвалда келтирилган.

3-жадвал

Одий фосфорит унини CaO/P₂O₅ га турли нисбатлари фосфор кислотали парчалашдаги маҳсулотларининг таркиби

Нисбати CaO/P ₂ O ₅	P ₂ O ₅ ум.	P ₂ O ₅ ўзл/лим	P ₂ O ₅ ўзл/Тр-Б	P ₂ O ₅ сув.эрүв	CaO _{умум.}	CaO ўзл/лим	CaO _{сув.}	F ⁻
2,95 (РФМ)	16,46	3,15	3,76	-	48,6	25,15	-	2,24
1,67	25,88	12,02	10,48	0,79	42,47	22,03	1,02	2,32
1,45	28,03	13,97	13,28	1,32	40,27	21,14	2,24	2,44
1,31	29,72	16,78	14,84	1,53	37,74	20,34	3,55	2,59
1,18	32,71	18,64	17,29	2,52	36,3	19,32	6,12	2,71
1,0	34,96	23,97	24,9	11,97	34,16	18,73	9,12	2,83
0,79	38,29	35,05	31,32	23,55	29,79	18,48	12,07	2,95

Жадвалдан кўришиб турибдики, фосфорит унини кислота билан ишлов бериш жараёнида маҳсулотлардаги CaO:P₂O₅ га қараб, P₂O₅ нинг умумий шакллари таркиби 25,88 дан 38,29% гача ошади. CaO:P₂O₅ қанча кам бўлса, P₂O₅ миқдори шунча юқори бўлади ва CaO миқдори шунча паст бўлади. Уларда 2% лимон кислотаси ва Трилон Б бўйича P₂O₅ нинг нисбий шакли мос равишда 46,45 дан 91,54 гача ва 40,49 дан 81,80% гача бўлади. Шу билан бирга, нисбий сув шакли 3,05 дан 61,56% гача ошади.

Шундан кейин, ювиб қуритилган концентратнинг фосфор кислотасили парчаланиши ўрганилди. Тадқиқот натижалари 4-жадвалда келтирилган.

Фосфорит унини кислота билан ишлов беришда маҳсулотлардаги CaO:P₂O₅ га қараб маҳсулотда P₂O₅ нинг умумий шакллари миқдори 25,88 дан 38,29% гача кўтарилиши кўрсатилган. CaO:P₂O₅ қанча кам бўлса, P₂O₅ миқдори шунча юқори бўлади ва CaO миқдори паст бўлади. Уларда 2% лимон кислотаси ва Трилон Б бўйича P₂O₅ нинг нисбий шакли мос равишда 27,44 дан 79,16 гача ва 21,45 дан 64,92% гача бўлади. Шу билан бирга, нисбий сувли шакли 1,32 дан 64,22% гача ошади.

4-Жадвал

Ювиб қуритилган фосконцентратни CaO/P₂O₅ га турли нисбатлари фосфор кислотали парчалашдаги маҳсулотларининг таркиби

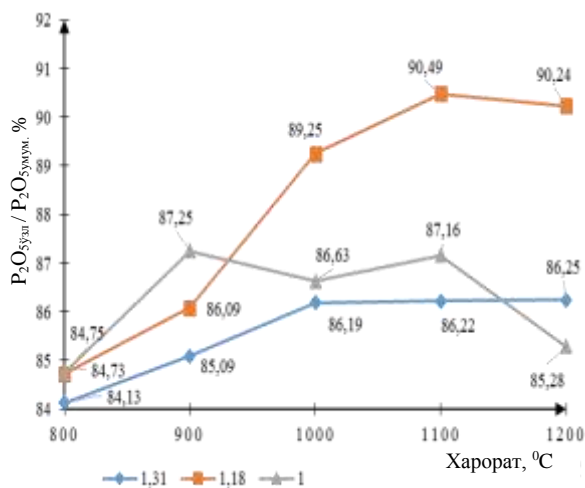
Нисбати CaO/P ₂ O ₅	P ₂ O ₅ ум.	P ₂ O ₅ ўзл/лим	P ₂ O ₅ ўзл/Тр-Б	P ₂ O ₅ сув.эр	CaO ум.	CaO ўзл/лим	CaO _{сув.}	F ⁻
1,98 МСК	26,09	3,74	3,21	-	51,74	17,63	-	3,24
1,67	31,09	8,53	6,67	0,41	51,40	17,34	0,97	3,27
1,45	33,55	11,51	9,75	1,96	48,16	15,99	1,81	3,38
1,31	33,87	14,34	11,82	3,88	43,93	14,3	2,76	3,51
1,18	36,72	17,26	14,58	9,17	42,85	13,71	5,1	3,62
1,0	39,76	24,01	23,42	22,42	39,36	12,56	9,36	3,68
0,79	41,08	32,52	26,67	26,38	32,13	11,65	11,24	3,74

Иккинчи босқич, юқорида айтиб ўтилганидек, РФМ ва МСА нинг фосфор кислотаси парчаланиши маҳсулотларини 800-1200 ° С ҳароратда 1 ва 2 соат давомида иссиқлик билан ишлов беришни ўз ичига олади. Шуни

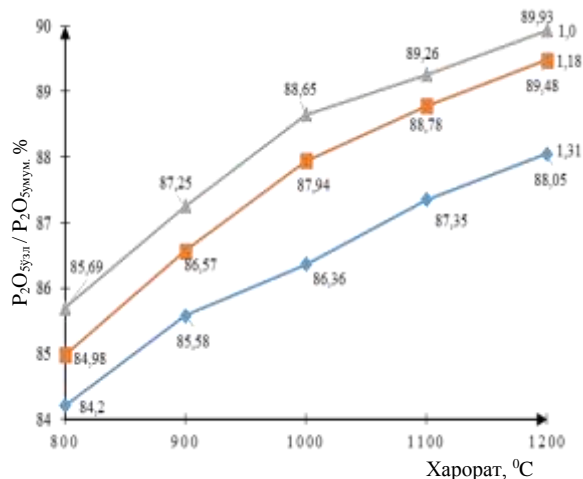
таъкидлаш керакки, калций фосфат намуналари куйиш пайтида эрийди ва катта бўлақларга айланади. Шунинг учун улар яна оҳақларда 0,16 мм заррача ўлчамига қадар майдаланган.

Натижалар P_2O_5 нинг ассимиляция қилинадиган шаклининг нисбий шакли 24,01 дан 43,58% гача эканлигини кўрсатади. Шундай қилиб, CaO/P_2O_5 нинг кенг диапазонида ва 800 - 1200°C ҳароратда P_2O_5 нинг нисбий ассимиляция қилинадиган шакли 83,46 дан 90,49% гача. Айниқса, P_2O_5 нинг нисбий ассимиляция қилинадиган шакли CaO/P_2O_5 да 1,31 дан 0,79 га тенг бўлиб, ҳароратнинг 1 соат давомида 800 дан 1100°C гача кўтарилиши билан 84,13 дан 90,49 гача кўтарилади.

Рақамлардан кўриниб турибдики, P_2O_5 нинг энг паст нисбий шакли $CaO/P_2O_5 = 1,31$ ва 800°C ҳароратда, энг юқориси эса $CaO/P_2O_5 = 1,00$ ва 1200°C ҳароратда ўрнатилади, улар мос равишда 84,2 ва 89,93%. Бундай ҳолда, 1 ва 2 соат давомида куйдириш пайтида олинган P_2O_5 нинг нисбий ҳазм бўладиган шакллари ўртасидаги фарқ унчалик катта эмаслиги аниқланди, бу 0,45 ва 0,85% ни ташкил қилади.



(а)



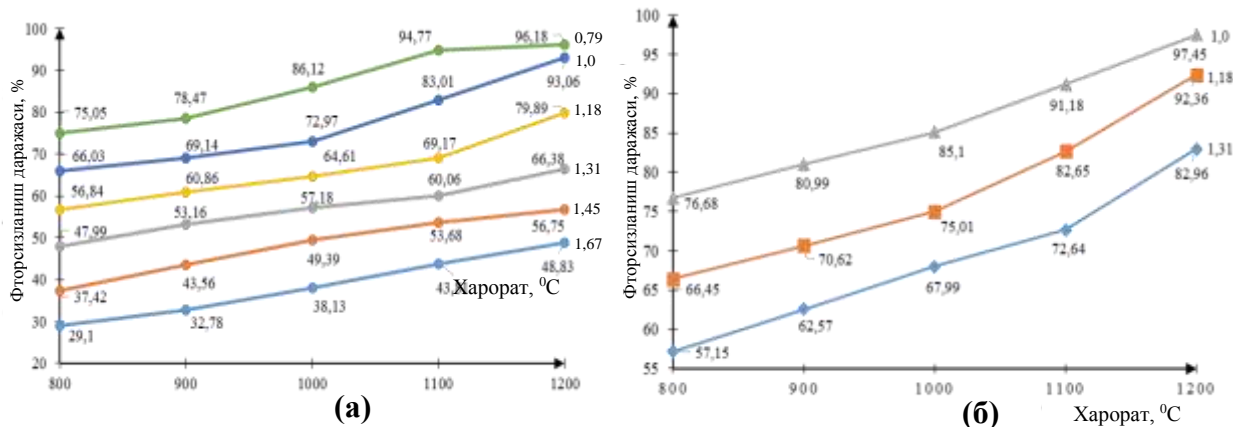
(б)

2-расм. ОФУ ни термик ишлов бериш вақтидаги P_2O_5 нисбий ўзлашувчан шаклининг CaO/P_2O_5 га ва 1 (а) ва 2 (б) соат давомида куйдириш ҳарорати нисбатига боғлиқлиги

ЮҚКларнинг фосфор кислотаси парчаланиши маҳсулотларини куйдириш пайтида ҳам худди шундай ҳолат кузатилади.

Фосфор кислотасининг парчаланиш маҳсулотларида фторнинг миқдорига келсак, у анча юқори - 2,32 дан 2,95% гача (4-жадвал). Олиб борилган тадқиқотлар натижаларидан кўриниб турибдики калций модулининг 1,67 дан 0,79 гача пасайиши ва куйдириш ҳароратининг 800 дан 1200°C гача кўтарилиши билан фтор миқдори 2,12 дан 0,11 гача ва 1,66 дан 0,13% гача камаяди. Берилган маълумотларга кўра, фторни фтрисиланиш даражаси ($K_{фторсиз.}$) ҳисобланади, бу 3 расмда кўрсатилган. 3-расмдан кўриниб турибдики, CaO/P_2O_5 қанча паст бўлса ва ҳарорат қанча юқори бўлса, фторсизланиш даражаси шунчалик юқори бўлади. Мисол учун, энг юқори CaO/P_2O_5 нисбати = 1,67 ва 800 дан 1200°C гача бўлган ҳароратда 1 соат

давомида фторни тозалаш даражаси 29,1 дан 48,83% гача ошади. Ҳолбуки, $\text{CaO} / \text{P}_2\text{O}_5$ нинг энг паст нисбати = 0,79 ва 800-1200°C ҳарорат оралиғида $K_{\text{дефтор}}$ 75,05 дан 96,18% гача кўтарилади. Аммо $\text{CaO}/\text{P}_2\text{O}_5$ \у003д 1.31-1.00 $K_{\text{дефтор}}$ да. 47,99 дан 96,18% гача кўтарилади. Кўрсатилган таъсир қилувчи омиллар ($\text{CaO}/\text{P}_2\text{O}_5 = 1,31-1,00$) ва 800-1200 ° С ҳарорат оралиғида 2 соатлик термик ишлов беришда $K_{\text{фторсиз}}$ 57,15 дан 97,45% гача ортади. Моддий ва энергия харажатлари (фосфор кислотаси ва куйиш ҳарорати) нуқтаи назаридан ўғитли термофосфат ишлаб чиқариш учун иқтисодий жиҳатдан тежамкор бўлиб, $\text{CaO}:\text{P}_2\text{O}_5 = 1,31$ ва 900°C ҳароратда, 2 соат давомида олинганлари ҳисобланади



2-расм. 1 (а) ва 2 (б) соат давомида ФУ ни термик ишлов бериш вақтидаги фторсизлантириш даражасининг термофосфатлардаги ҳарорат ва $\text{CaO}/\text{P}_2\text{O}_5$ нисбатига боғлиқлиги

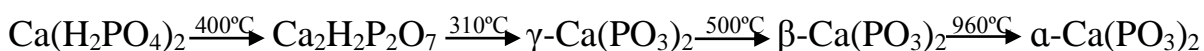
Бунда маҳсулот куйидаги таркибга эга (оғир.%): $\text{P}_2\text{O}_{5\text{ум}}$ - 35,08; $\text{P}_2\text{O}_{5\text{ўзл}}$ 0,4% HCl 30,02; $\text{CaO}_{\text{ум}}$ 45,88; $\text{CaO}_{\text{ўзл}}$ 0,4% HCl 39,37; F 1,45 фторсизланиш даражаси билан - 62,57%. Минерал хом ашёлардан олинган ГОСТ 24596.7-2015 озуқа фосфатларига кўра, ионометрик усул билан белгиланган фторнинг масса улуши 0,01% дан 0,30% гача бўлган ўлчов оралиғида бўлиши керак.

Демак, шуни таъкидлаш керакки, озуқа фосфатларини олиш учун оптимал шароитлар $\text{CaO}/\text{P}_2\text{O}_5 = 1,18$ ва 1,0 ва 1200 ° С ҳароратда 2 соат давомида қайта ишланган маҳсулотлардир. Бунда таркибли маҳсулот (оғ.%) олинади: $\text{P}_2\text{O}_{5\text{ум}}$ - 39,75; $\text{P}_2\text{O}_{5\text{ўзл}}$ 0,4% HCl 35,57; $\text{CaO}_{\text{ум}}$ 46,49; $\text{CaO}_{\text{ўзл}}$ 0,4% HCl 41,15 учун F 0,33 $\text{CaO}/\text{P}_2\text{O}_5 = 1,18$ фторсизланиш даражаси билан - 92,36% ва $\text{P}_2\text{O}_{5\text{ум}}$ - 42,79; $\text{P}_2\text{O}_{5\text{ўзл}}$ 0,4% HCl 38,48; $\text{CaO}_{\text{ум}}$ 42,44; $\text{CaO}_{\text{ўзл}}$ 0,4% HCl учун 37,91; F 0,13 $\text{CaO}/\text{P}_2\text{O}_5 = 1,0$ фторсизланиш даражаси билан - 97,45%.

Шунга ўхшаш расм кўрсатилган таъсир этувчи омиллар билан ЮҚК дан фойдаланишда кузатилади. ЮҚКларни 1,18 калций модули ва 2 соат давомида 1100 ° С ёниш ҳарорати шароитида қайта ишлашда биз фторсиз ва бирламчи фосфорли ўғитни оламиз (оғирлик.%): 44,81 $\text{P}_2\text{O}_{5\text{ум}}$, 38,72 $\text{P}_2\text{O}_{5\text{ўзл}}$ 0,1 N HCl , 52,35 $\text{CaO}_{\text{ум}}$, 45,63 $\text{CaO}_{\text{ўзл}}$ 0,1 N HCl , 1,02 F с $\text{P}_2\text{O}_{5\text{ум}}$: $\text{P}_2\text{O}_{5\text{ўзл}}$ 0,1 N HCl = 87,35 ва фторсизланиш даражаси - 76,05.

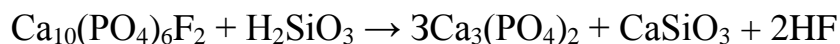
Ўтказилган термогравиметрик тестлар гигроскопик, кристалланиш ва конституциявий намликни йўқотиш билан боғлиқ эндоефектлар

мавжудлигини кўрсатди. Экзо-эффектларнинг пайдо бўлиши қуйидагиларга кўра янги фазаларнинг шаклланиши билан боғлиқ:



Термофосфатларни рентгенографик тадқиқот усуллари билан ўрганиш натижасида 6,34; 5,96; ва 4,34; 4,03; 3,83; 3,28 Å диффракцион чизиқлари мос равишда $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ трикальсийфосфатнинг α ва β шаклларига тегишли эканлигини аниқланган. Текисликлараро масофалари 3,34 ва 3,31; 3,19; 3,16; 3,04 Å

$\text{Ca}_2\text{P}_2\text{O}_7$ умумий формуласига эга бўлган кальций пирофосфатнинг σ и γ шаклларига тегишлидир. Шу каторида 5,10; 4,03; 3,40 ; 3,83; 3,28; ва 3,15 Å диффракцион чизиқлари кальций метафосфат – $\text{Ca}_3(\text{PO}_3)_2$ σ , β ва γ модификацияларига мос келади. Бундан ташқари, термофосфат намуналарида кальций ортосиликатнинг γ -шаклига 2,78; 2,53; 2,32; кирувчи 2,05 Å, ва Ca_2SiO_4 нинг α -шаклига 2,73 Å диффракция чўққилари тегишли бўлгани аниқланган. (4.-расм). $\text{CaO}/\text{P}_2\text{O}_5 = 1,31; 1,18$ ва 1,00 нисбатларда ЮҚК нинг фосфоркислотали парчаланиши асосида олинган маҳсулотлари таркибидаги термофосфатларнинг P_2O_5 ўзлашувчан шаклининг ўзгариши ва фторсизланиш даражасига кремний оксиди кўшимчасининг таъсири ўрганилган. Фторсизлантириш жараёни учун “чда” синифдаги (H_2SiO_3) метакремнийли кислота ишлатилган. Силикат кислотасининг меёрини SiF_4 ҳосил бўлиши учун стехиометриянинг 100, 200, 300 ва 400% қуйидаги тенглама бўйича қабул қилинди:



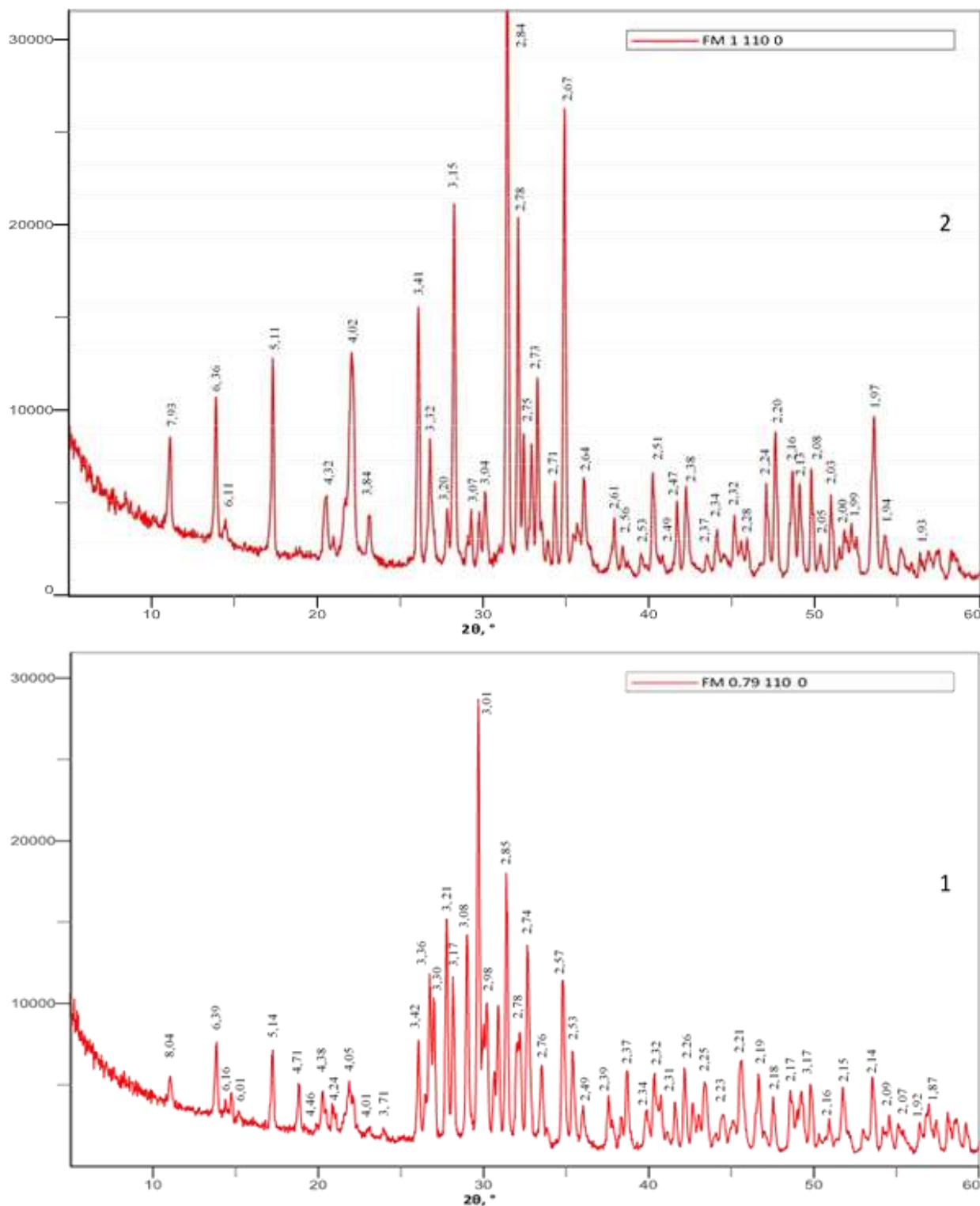
Ишлов бериш ҳарорати 1 ва 2 соат давомида 800-1200°C оралиғида ўзгартирилди. Куйдиришдан кейин ҳосил бўлган термофосфатлар чинни ҳавончасида заррача ўлчами 0,16 мм га қадар майдаланди.

Аниқланган, кремний кислотаси кўшимчалари қанча кўп олинса, P_2O_5 ва CaO умумий шакллариининг миқдори шунчалик паст бўлади. Бошқа томондан, кремний кислотаси ва $\text{CaO}/\text{P}_2\text{O}_5$ нисбати қанчалик камроқ бўлса, лекин куйдириш ҳарорати қанчалик юқори бўлса, P_2O_5 ва CaO нинг умумий шакллари таркибий миқдори шунчалик юқори бўлади.

Аниқланишича, кремний кислотаси нормаларининг кенг доираси 100 дан 400% гача ва 800 дан 1200 ° С гача бўлган ҳароратда 1 соат давомида P_2O_5 нинг 0,4% ли хлорид кислотада ўзлашувчан шакли деярли ўзгармайди ва бунда $\text{CaO}/\text{P}_2\text{O}_5$ нисбатлари учун мос равишда 82,74 дан 82,74 гача. 84, 51; 87,11 дан 88,90 гача ва 82,53 дан 84,65% гача ташкил этади.

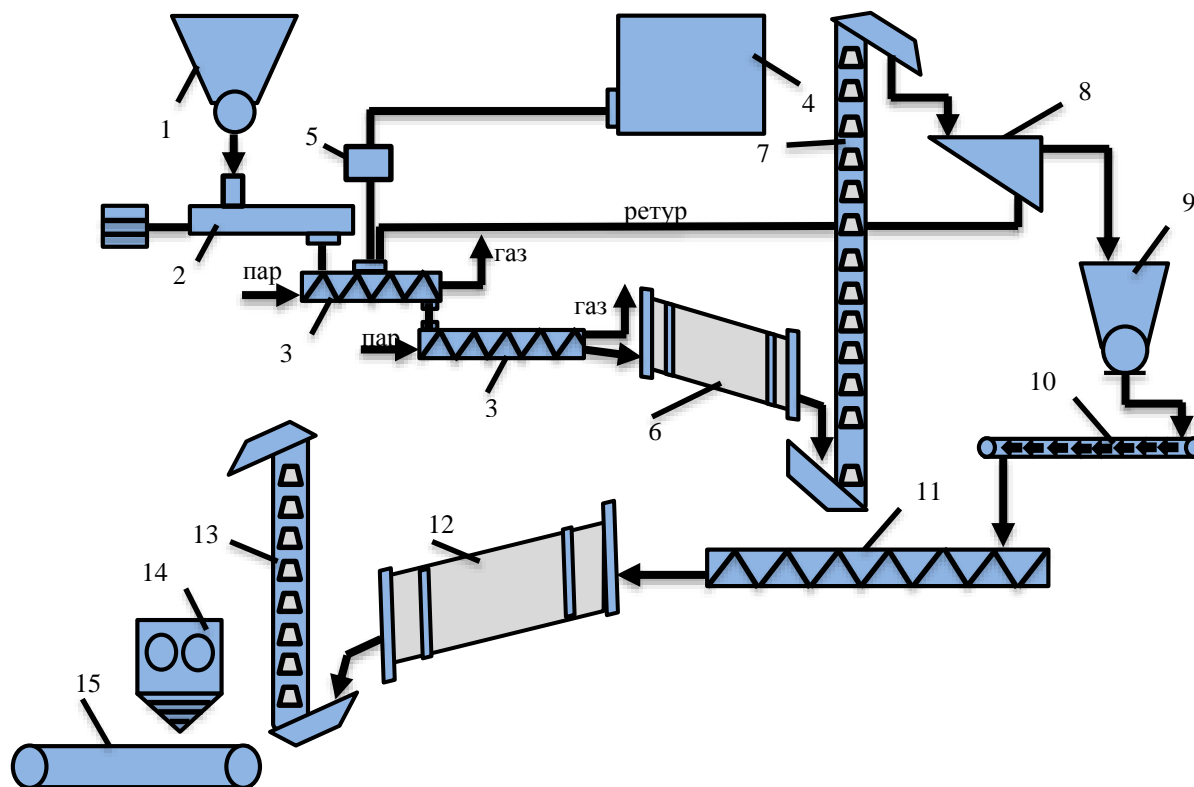
ЮҚКнинг 2 соат давомида фосфор кислотаси билан парчаланиш маҳсулотларини термик ишлов бериш ҳолатида эса, термофосфатлардаги фтор миқдори 2,13 дан 1,29 гача; 2,01 дан 1,21 гача ва 1,89 дан 1,12% гача ва 0,81 дан 0,35 гача; 0,43 дан 0,24 гача ва 0,19 дан 0,11% гача $\text{CaO}/\text{P}_2\text{O}_5$ нинг барча нисбатларида мос равишда камайдди. Марказий Қизилкум фосфоритларини кислота-термик қайта ишлаш асосида термик фосфатлар олишнинг

технологик схемаси таклиф этилган бўлиб, моддий баланси тузилган ва техник-иқтисодий асослари берилган



4-расм. ОФУ ни CaO/P₂O₅ = 0,79 (1) ва 1,00 (2) нисбатлари, 1100°C ҳарорат ва 2 соат давомида кислота термик парчалош асосида олинган термофосфатлар рентгенограммаси

Ўғитли ва озукавий термофосфатларини олиш жараёни фосфор кислотасининг парчаланиши, сўнгра қуритиш ва куйдириш йўли билан амалга оширилганлиги сабабли, бу жараённи схематик тарзда шартли равишда "парчаланиш - қуритиш - куйдириш" босқичлари сифатида қайд этиш керак.



5-расм. Марказий Қизилқум фосфоритларини фосфор кислотали парчалаш асосида олинган термофосфатлар ишлаб чиқариш принцинал технологик схемаси

1-сарф бункери; 2-шнекли таксимлагич; 3-шнекли аралаштиргич; 4-напор баки; 5-ўлчагич; 6-қуритиш барабани; 7, 13-элеваторлар; 8-тебранма галвир; 9-14, дезинтеграторлар; 10-винтли транспортер; 11-шнекли транспортер; 12-айланма печь; 15- тасмали транспортер.

Ишлаб чиқилган ўғитли ва озукавий термофосфатларини олиш технологияси хар бир намунадаги термофосфат учун 100 кг дан ишлаб чиқарилиши билан «Электрокимёзавад» АЖ даги мавжуд бўлган жихозларида тажриба-синовидан ўтказилган.

1 тонна аммоний фосфат ва озукавий термик фосфатининг маҳсулот ҳолидаги таннархи мос равишда 6 851 891 ва 2 793 325 сўмни ташкил этади. Шу билан бирга, 1 тонна озукавий термик фосфатини тежаш тижорат ОФА билан солиштирганда. 4 058 566 сўм ёки 6 764 сўм арзон.

Шундай қилиб, яхши техник-иқтисодий кўрсаткичларга эга бўлган паст навли МК фосфоритларидан ўғитли ва озукавий термофосфатларини олиш имконияти кўрсатилди.

Хулоса

1. Марказий Қизилқум ОФУ, ЮҚК ва ЮККнинг ҳар хил турларининг эрувчанлиги 2% ли лимон кислотаси ёрдамида экстракциянинг кўплигига қараб ўрганилди. Кўрсатилдики, ҳар қандай турдаги фосфат хомашёсининг экстракция сонининг ортиши билан ундан P_2O_5 ва CaO ни эриб ўтиш даражаси аста-секин ортиб боради. Лимон кислотада эрийдиган P_2O_5 шакли ЮҚКда нисбатан юқори эканлиги, ЮККда эса нисбатан пастлиги аниқланган бўлиб, эриб ўтиш даражаси мос равишда 83,27 ва 92,37% P_2O_5 га тенг.

2. ОФУ, ЮҚК, ЮКК ва ММ ни NH_4NO_3 , $(NH_4)_2SO_4$ ва KCl ёрдамида механик кимёвий фаоллаштириш асосида мураккаб аралаштирилган NP ва $НРК$ -ўғитлар $N:P_2O_5$ га 1: 0,1 дан 1:1 гача ва $N:P_2O_5:K_2O$ 1:0,3:0,3; 1:0,5:0,3; 1:0,7:0,5 ва 1:1:1 нисбати оралиғида тайёрланган. 1: 0,5 ва 1: 1 нисбатдаги NP -ўғитлар учун лимон кислотаси бўйича P_2O_5 нисбий ўзлаштириладиган шакли аммоний сульфат ва ОФУ қўлланилганда, мос равишда 81,61 ва 66,78% ни ташкил қилади. $НРК$ -ўғитлардаги P_2O_5 нинг нисбий шакллари мос равишда 60,07-66,17 ва 71,65-91,38% оралиғида ўзгариши аниқланган.

3. Буғланмаган ЭФК нинг ОФУ ва ЮҚК ўзаро таъсири $CaO/P_2O_5 = 1,67$ дан 0,79 гача, $65^\circ C$ ҳароратда 30 дақиқа давомида ўрганилди. Ўрганилаётган ўғитларда 2% лимон кислотаси ва Трилон Б бўйича P_2O_5 нинг нисбий шакли ОФУ ва ЮҚКдан фойдаланилганда мос равишда 46,45 дан 91,54 гача ва 40,49 дан 81,80% гача, шунингдек, 27,44 дан 79,16 гача ва 21,45 дан 64,92% гача оралиқда эканлиги кўрсатилган.

4. ОФУ ва ЮҚКдан мос равишда 1 ва 2 соат давомида кислота-термик усулда қўлланилганда куйдириш ҳарорати $800-1200^\circ C$ ва $CaO/P_2O_5 = 1,67$ дан 0,79 гача бўлганда P_2O_5 нинг нисбий ўзлаштириладиган шакллари 83,46 дан 90,49% гача ва 78,86 дан 92,64% гача, фторсизланиш даражасини эса 47,99 дан 97,45 гача ва 33,99 дан 91,86 гача ва 36,91 дан 94,94 % гача сезиларли даражада оширилиши аниқланган.

5. ОФУдан (оғ.%): $P_2O_{5ум.}$ 35,08; $P_2O_{5ўзл.}$ 30,02; $CaO_{ум.}$ 45,88; $CaO_{ўзл.}$ 39,37, $K_{фторсиз.}$ 62,57% F 1,45 тақрибга эга термофосфат ўғити олишнинг мақбул шароити: $CaO/P_2O_5 = 1,31$, $900^\circ C$, 2 соат бўлганда топилган. Айни пайтда (оғ.%): $P_2O_{5ум.}$ 39,75; $P_2O_{5ўзл.}$ 35,57; $CaO_{ум.}$ 46,49; $CaO_{ўзл.}$ 41,15, F 0,22 таркибли ва $K_{фторсиз.}$ 92,36% бўлган озукавий термофосфат олиш учун мақбул шароит $CaO/P_2O_5 = 1,18$, $1200^\circ C$, 2 соат эканлиги аниқланган.

6. NP - ва $НРК$ -ўғитлар, шунингдек, ўғит ва озукa термофосфатларини ишлаб чиқаришнинг технологик схемаси, моддий баланси ва техник-иқтисодий кўрсаткичлари ҳисоблаб чиқилди. Дастлабки ҳисоб-китоблар шуни кўрсатдики, 1 тонна NP ва $НРК$ ўғитлари нархи анъанавий аммофосга нисбатан 2 359 538 сўм ва 2 352 878 сўмга арзон. 1 тонна озукa термофосфатининг таннархи “Амофос-Максам” АЖда ишлаб чиқарилган ОАФ дан 4 058 566 сўм ёки 40,76 фоизга арзон.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.03/30.04.2021.Т.106.04 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ
УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ ФЕРГАНСКОМ ПОЛИТЕХНИЧЕСКОМ
ИНСТИТУТЕ**

**ФЕРГАНСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ И НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ**

КАХАРОВ ЭРКИНЖОН МАХМУДЖОНОВИЧ

**ТЕХНОЛОГИЯ МЕХАНОХИМИЧЕСКОЙ И ТЕРМИЧЕСКОЙ
АКТИВАЦИИ ФОСФОРИТОВ ЦЕНТРАЛЬНЫХ КЫЗЫЛКУМО**

02.00.13 – Технология неорганических веществ и материалов на их основе

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

Тема диссертации доктора философии (PhD) зарегистрирована под номером В2022.4.PhD/Г3203 Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан.

Докторская диссертация выполнена в Институте общей и неорганической химии.

Автореферат диссертации на трёх языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещён на веб-странице по адресу www.farpi.uz и Информационно-образовательном портале «Ziyonet» по адресу www.ziyonet.uz

Научный руководитель:	Сейтназаров Атаназар Рейпназарович доктор технических наук, профессор
Официальные оппоненты:	Турдиалиев Умид Мухторалиевич техника фанлари доктори. Нурмуродов Тўлқин Исомуродович доктор технических наук, доцент
Ведущая организация:	Наманганский инженерно-технологический институт

Защита состоится «29» декабря 2022 года в «14⁰⁰» часов на заседании Научного совета DSc.03/30.04.2021.T.106.04 при Ферганском политехническом институте по адресу: 150107, г. Фергана, ул. Ферганская, 86; Тел.: (+99873) 241-12-06; факс: (+99873) 241-12-06; e-mail: ferpi_info@edu.uz

Диссертация зарегистрирована в Информационно-ресурсном центре Ферганского политехнического института за №30, с которой можно ознакомиться в информационно-ресурсном центре (150107, г. Фергана, ул. Ферганская, 86. Тел.: (+99873) 241-12-06; факс: (+99873) 241-12-06; e-mail: ferpi_info@edu.uz)

Автореферат диссертации разослан «17» декабря 2022 года
(реестр протокола рассылки №5 от «17» декабря 2022 года.

Хамдамова Ш.Ш.

Председатель научного совета по присуждению
ученых степеней, доктор технических наук

Назирова Р.М.

Ученый секретарь научного совета по присуждению
ученых степеней, доктор философии по техническим наукам (PhD)

Тожиев Р.Р.

Ученый секретарь научного совета по присуждению
ученых степеней, доктор технических наук

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. В мире из-за резкого темпа роста населения на земле, сокращение сельхоз угодий и запаса воды создается проблема продовольственной безопасности. Суровое условие, созданное на сегодняшний день, еще раз диктует о необходимости рациональном использовании пахотных и поливных земель. При глобальной нехватке природных ресурсов большое внимание должно уделяться прежде всего на развитие растениеводства и животноводство путем применения инновационных технологии. В связи с этим наращивание производство удобрительных и кормовых обесфторенных фосфатов как путь продовольственной безопасности является весьма актуальной.

В мире ведутся научные исследования по созданию технологии получения комплексных удобрений, удобрительных и кормовых фосфатов на основе энергоемких и материалоемких методов очистки фосфорной кислоты из кондиционных природных фосфатов, запас которых крайне ограничен. В связи с этим особое внимание уделяется исследованию по разработке технологии получения бескислотных сложных удобрений и термических фосфатов по упрощенной схеме, а также созданию технологии получения обесфторенных кормовых фосфатов на основе механохимической и кислотнотермической активации некондиционных фосфоритов Центральных Кызылкумов (ЦК).

В республике достигнуты результаты ряда научно-практических работ по разработке технологий получения односторонних фосфорных, сложных азотнофосфорных и азотнофосфорнокалийных удобрений, а также кормовых фосфатов аммония на основе местного сырья. В третьем направлении стратегии развития Республики Узбекистан на 2022-2026 годы отмечены важные задачи, направленные на «...развитие технологий производства новой продукции на основе глубокой переработки местного сырья, подъем производства по качеству на новый уровень, модернизацию и ускоренное развитие сельского хозяйства...»². В связи с этим, важное значение имеет развитие технологий получения обесфторенных удобрительных и кормовых термофосфатов, увеличивающих урожай культур и репродуктивность животных.

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 нового Узбекистана на 2022-2026 годы», ПП-4265 от 3 апреля 2019 года «О мерах по дальнейшему реформированию и повышению инвестиционной привлекательности азвития химической промышленности», ПП-4992 от 13 февраля 2021 года «О мерах по дальнейшему реформированию и финансовому оздоровлению предприятий химической промышленности,

² Указ Президента Республики Узбекистан «О стратегии развития нового Узбекистана на 2022-2026 годы».

развитию производства химической продукции с высокой добавленной стоимостью», № ПП-4005 от 6 ноября 2018 года «О дополнительных мерах по дальнейшему развитию рыболовческой отрасли» и ПП-4124 от 17 января 2019 года «О мерах по дальнейшему совершенствованию деятельности предприятий горно-металлургических предприятий», а также в других нормативно-правовых документах, принятых в этой сфере.

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

Степень изученности проблемы. В мировой и отечественной практике был сделан большой вклад по созданию научных и технологических основ процессов получения сложносмешанных удобрений, удобрительных и кормовых термофосфатов из различных видов фосфатных руд внесли ученые, такие как, М.В.Чайкина, С.П. Кочетков, В.В. Болдырев, Е.Г. Аввакумов (Россия), R Paudert (США), С.И. Волькович, М.Е. Позин (Россия), А.Б. Бектуров, Д.З. Серазетдинов, Р.Х. Хузиахметов (Казахстан), K.Tonsuaadu, K.Rimm, M. Veiderma (Эстония), A. Charles (США), Z. Kowalski, Z. Wzorek, M. Gollinger, J. Hoffmann (Польша) и М.Н. Набиев, Б.М. Беглов, Ш.С. Намазов, С.М.Таджиев, Давыдова Н.Ф., Х.Ч. Мирзакулов, А.Р.Сейтназаров, Т.И.Нурмуродов, Н.В. Волынскова, и другие.

М.В. Чайкиной и др. детально изучены бескислотные механические и механохимические методы активации желваковых фосфоритов с применением специальных активаторов. Казахскими учеными была создана теория и практика получения термощелочных фосфатов на основе кальцинированной соды и фосфоритов Каратау при 1000-1100°C.

Эстонскими научными сотрудниками под руководством академика М. Вейдермы изучена технология получения термофосфатов с применением кремний и кремнесодержащих минералов как кварц, нефелин, глауконит, псевдолейцит при 1100-1400°C при мольных соотношениях $\text{SiO}_2 : \text{P}_2\text{O}_5 > 0,21$ и $\text{CaO}:\text{P}_2\text{O}_5 = 2,0-3,0$ при 1350-1400°C.

Z. Kowalski, Z. Wzorek, M. Gollinger и J. Hoffmann разработана технология кормового дикальцийфосфата на основе упаренной и очищенной апатитовой кислоты и известняка. Технология включает короткое время перемешивания карбонатного сырья фосфорной кислотой с последующим сушкой и упаковкой продукта в складском помещении.

Немало важно в этом направлении выявили себя исследования Т.И. Нурмуродова, которым были получены термощелочные фосфаты путем обжига Кызылкумских фосфоритов с солями щелочных металлов в присутствии угля и кварца при 1200°C. Продукты обладают хорошими свойствами и составами, предъявляемыми для фосфорных удобрений пролонгированного действия.

В связи с этим научный и практический интерес представляет кислототермический метод переработки низкосортных фосфоритов ЦК с

последующим термической обработкой фосфорсодержащего продукта в удобрительные и кормовые фосфаты.

В литературных источниках нет сведений об использовании бедных фосфоритов ЦК для получения термических фосфатов с высокой усвояемой формой фосфора и низким содержанием фтора в одной упрощенной технологической нитке со схемой «разложение – сушка – обжиг».

Связь диссертационного исследования с исследовательскими планами научно-исследовательского учреждения, в котором выполнялась диссертация.. Диссертационное исследование выполнено в рамках плана прикладных научно-исследовательских работ Института общей и неорганической химии по прикладным проектам ПЗ-20170926269 «Разработка ресурсосберегающей и высокоэффективной технологии получения одинарного и сложного фосфорных удобрений на основе минерализованной массы и мытого сушеного концентрата фосфоритов Центральных Кызылкумов (2018-2020 гг.).

Целью исследования является разработка технологии получения сложносмешанных фосфорсодержащих и термофосфатных удобрений путем бескислотной механохимической и кислотнотермической обработки фосфоритов ЦК.

Задачи исследования:

нахождение оптимальных условий получения сложносмешанных NP и NPK-удобрений на основе механохимической активации фосфоритов ЦК с помощью нитрата, и сульфата аммония, а также с флотационным хлоридом калия;

изучение физико-химических и товарных свойств комплексных NP и NPK-удобрений;

изучение процессов получения односторонних фосфорных удобрений путем кислотнотермической активации фосфоритов ЦК;

изучение процессов получения обесфторенных кормовых термофосфатов путем кислотнотермической активации фосфоритов ЦК;

исследование фазового состава и термических характеристик удобрительных и кормовых фосфатов с помощью рентгенографических и дифференциально-термических методов анализа;

разработка технологической схемы, расчет материального баланса и техника-экономической эффективности производства сложносмешанных NP и NPK-удобрений, удобрительных и кормовых термофосфатов, а также оценка агрохимической эффективности их применения на хлопчатнике;

опытно-промышленное испытание и отработка технологических параметров технологии удобрительных и кормовых фосфатов на укрупненной установке СП-АО «Электрохимзавод».

Объектом исследования является рядовая фосфоритовая мука, мытый сушеный концентрат, мытый обожженный концентрат, минерализованная масса фосфоритов ЦК, нитрат аммония, сульфат аммония, флотационный хлорид калия, ЭФК, сложносмешанных NP и NPK-удобрения, удобрительный и кормовой термофосфат.

Предметом исследования является определение оптимальных условий процесса получения комплексных удобрений и термофосфатов соответственно путем механохимической и кислотнотермической активации фосфоритов ЦК.

Методы исследования. При выполнении диссертационной работы использовались термогравиметрия, рентгенография и химические методы исследования.

Научная новизна диссертационного исследования заключается в следующем:

установлена зависимость растворимости фосфатного минерала различных видов фосфоритов ЦК от цикла перемешивания их в 2%-ной лимонной кислоте и по 0,2М раствору трилону Б;

установлена зависимость изменения состава комплексных NP и NPK-удобрений от массовых соотношений фосфорит : аммонийная соль и фосфорит : аммонийная соль : хлорид калия;

определены условия получения удобрительного и кормового термофосфата от массового соотношения фосфорит : ЭФК и технологических факторов как температура и время обжига;

создана упрощенная технологическая схема получения термических фосфатов различного назначения включающую схему «разложение – сушка – обжиг».

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

разработана технология получения комплексных NP и NPK-удобрений на основе механохимической активации фосфоритов ЦК с помощью нитрата, и сульфата аммония и флотационного хлорида калия;

установлены оптимальные технологические параметры процесса получения термических фосфатов путем кислотнотермической обработки бедных фосфоритов ЦК.

разработана технология получения удобрительных и кормовых термофосфатов по упрощенной схеме «разложение – сушка – обжиг».

Достоверность полученных результатов исследования. Результаты химических и физико-химических анализов (рентгенографический, дифференциально-термический) подтверждены лабораторными опытами и опытными испытаниями.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость результатов исследования обосновано перехода неусвояемой формы фосфора в усвояемую для растений форму и снижение содержание фтора из различных видов фосфоритов ЦК с помощью механохимической и кислотнотермической методов активаций. Установлена зависимость изменения степени дефторирования от влияющих технологических факторов, что является одним из основных показателей для получения кормовых фосфатов.

Практическая значимость работы заключается в том, что разработана технология получения сложномешанных фосфорсодержащих и термофосфатных продуктов на основе фосфоритов ЦК. Сельское хозяйство

республики имеет возможность получить одновременно сразу два вида фосфорсодержащих удобрений для внесения их под зябь и подкормку, а также кормовой термофосфат для развития животноводство, птицеводство и рыболовство, которые являются остро дефицитными в республике.

Внедрение результатов исследования. На основе полученных научных результатов по разработке технологии получения удобрительных и кормовых термофосфатов на основе низкосортных фосфоритов ЦК:

технология получения удобрительного термофосфата на основе кислотнотермической переработки фосфоритовой муки Кызылкумского месторождения включена в перечень перспективных разработок для реализации в 2022-2023 годах на СП-АО «Электрокимёзавод» (справка СП-АО «Электрокимёзавод» №215 от 2 июня 2022г.). В результате дает возможность получения экономичного одностороннего фосфорного удобрения для растениеводства, который будет внесен под пахоту в 3-4 раза год.

Внедрение результатов исследования. На основе полученных научных результатов по разработке технологии получения удобрительных и кормовых термофосфатов на основе низкосортных фосфоритов ЦК:

технология получения удобрительного термофосфата на основе кислотнотермической переработки фосфоритовой муки Кызылкумского месторождения включена в перечень перспективных разработок для реализации на СП-АО «Электрокимёзавод» (справка СП-АО «Электрокимёзавод» №215 от 2 июня 2022г.). В результате создана возможность получения экономичного одностороннего фосфорного удобрения для растениеводства, который будет внесен под пахоту в год 3-4 года раз.

технология получения кормового термофосфата путем кислотнотермической переработки фосфоритовой муки Кызылкумского месторождения включена в перечень перспективных разработок для реализации на СП-АО «Электрокимёзавод» (справка СП-АО «Электрокимёзавод» №215 от 02 июня 2022г.). В результате создана возможность использования кормовых термических фосфатов в животноводстве для увеличения качество и репродуктивность крупно рогатого скота, птиц и рыб.

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

Опубликованность результатов исследования. По теме диссертации опубликовано всего 12 научных работ. Из них 4 научных статей, в том числе 2 в республиканских и 2 в зарубежных журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов диссертации (PhD).

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации 119 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

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

В первой главе диссертации **«Способы переработки природных фосфатов в активированные виды фосфорных удобрений и кормовые фосфаты»** посвящена литературному обзору, где рассматриваются вопросы активации природных фосфатов бескислотной - механической и механохимической способами путем истирания их с и без использования минеральных туков промышленного производства. Также излагаются сведения о технологии обработки апатитов и бедных фосфоритов гидротермической, термической, термощелочной и кислототермической методами активации для получения как удобрительных, так и кормовых термофосфатов. Приведен критический анализ из литературного обзора, что стал поводом сформулирования цель и задачи настоящей диссертационной работы.

Во второй главе диссертации **«Технические характеристики сырьевых материалов для получения активированных удобрительных и кормовых фосфатов»** приводятся состав и характеристика используемых в работе сырьевых материалов и методика проведения исследования с применением химических и современной физико-химических методов анализа.

Третья глава диссертации **«Исследование процесса механохимической активации фосфоритов Центральных Кызылкумов различными минеральными удобрениями»** посвящена изучению пятикратной экстракции РФМ, МСК и МОК в 2%-ной лимонной кислоте, которая по растворяющей способности близка к гумусовым кислотам почвы.

Показано, что с увеличением числа экстракций любого вида фосфатного сырья постепенно повышается степень извлечения из него P_2O_5 и CaO . То есть каждая стадия обработки приводит к дополнительному растворению фосфатного минерала. Сравнительные результаты показывают, что пятикратное выщелачивание компонентов для всех видов фосфатного сырья эффективно.

Найдено, что относительно высоким содержанием лимоннорастворимой формы P_2O_5 обладает мытый сушеный концентрат, а низким – мытый обожженный концентрат. Так из плохо растворимого обожженного фосфоритного концентрата, каким является термоконцентрат путем пятикратной экстракции можно извлечь из него 83.27% P_2O_5 по отношению к их общей форме. А из мытого сушеного концентрата можно выщелачивать 92.37% P_2O_5 .

Проведены исследования по получению сложносмешанных NP- и NPK - удобрений путем механохимической активации РФМ, МОК и ММ с использованием нитрат и сульфат, а также флотационным хлоридом калия с истиранием сырья до размер частиц 0,16 мм. Смеси готовились в широком диапазоне соотношений азота к P₂O₅ (от 1:0.1 до 1:1.2). Результаты анализов полученных продуктов приведены в таблице 1.

Таблица 1

Состав подвергнутых механической активации смесей фосфоритов Центральных Кызылкумов с нитратом и сульфатом аммония

Массовое соотношение N : P ₂ O ₅	N, %	P ₂ O ₅ общ., %	P ₂ O ₅ усв., по лим, к-те, %	P ₂ O ₅ водн., %	$\frac{P_2O_{5\text{óñà.}}}{P_2O_{5\text{íàñ.}}} \times 100$ по лим, к-те, %	$\frac{P_2O_{5\text{áññ.}}}{P_2O_{5\text{íàñ.}}} \times 100$ %
Нитрат аммония + РФМ						
1 : 0,1	28,06	2,85	2,77	0,193	95,59	6,65
1 : 0,2	24,18	5,01	4,75	0,193	93,10	3,77
1 : 0,3	21,17	6,61	5,71	0,193	85,11	2,87
1 : 0,5	17,03	8,98	6,45	0,193	70,55	2,10
1 : 0,7	14,53	10,16	6,38	0,193	61,69	1,86
1 : 0,8	13,46	10,52	6,39	0,189	59,72	1,76
1 : 1,0	11,71	11,82	6,62	0,194	55,13	1,61
Сульфат аммония + РФМ						
1 : 0,1	18,52	2,23	2,19	0,173	96,57	7,62
1 : 0,2	16,79	3,62	3,36	0,187	91,35	5,07
1 : 0,3	15,35	4,91	4,47	0,171	89,63	3,41
1 : 0,5	13,12	6,71	5,57	0,165	81,61	2,42
1 : 0,6	12,24	7,41	5,64	0,159	74,84	2,11
1 : 0,8	10,76	8,77	6,43	0,161	72,07	1,81
1 : 1,0	9,61	9,59	6,52	0,163	66,78	1,67

Установлено, что как нитрат аммония, так и сульфат аммония резко повышают содержание усвояемой формы P₂O₅ в подвергнутой механической активации сырье. Чем больше азота в тукосмеси, тем выше содержание усвояемой формы P₂O₅.

В изученных сложносмешанных NP- удобрений, полученные на основе РФМ и NH₄NO₃, относительное содержание усвояемой формы P₂O₅ по отношению к общей меняется от 55,13 до 95,59%. При использовании (NH₄)₂SO₄ эти величины находятся в пределах 66,78-96,57%. Оказалось, что сульфат аммония более эффективен в деле повышения растворимости фосфатного сырья. В удобрениях на основе сульфата аммония и МОК относительное содержание усвояемой формы P₂O₅ по отношению к общей меняется от 47,03 до 54,44%. С такими содержаниями усвояемого фосфора полученные тукосмеси являются эффективными азотно-фосфорными удобрениями.

В связи того, что самыми распространенными сложными удобрениями в сельском хозяйстве являются сложносмешанные с соотношением N : P₂O₅ = 1 : 0,5; 1 : 0,7 и 1 : 1, получаемые продукты имеют : P₂O₅общ. 8,98%, P₂O₅усв. по

лим. к-те 6,45%, азота 17,03%; $P_2O_{5\text{общ}}$ 10,16%, $P_2O_{5\text{усв}}$ по лим. к-те 6,38%, азота 14,53%; $P_2O_{5\text{общ}}$ 11,82%, $P_2O_{5\text{усв}}$ по лим. к-те 6,62%, азота 11,71% соответственно в случае применения NH_4NO_3 и РФМ. Относительные усвояемые формы P_2O_5 для продуктов 1:0,5;1:0,7 и 1:1 составляет 70,56; 61,69 и 55,13% соответственно.

На основе ММ готовилось сложносмешанное NPK-удобрение с следующим соотношениям питательных веществ - $N : P_2O_5 : K_2O = 1 : 0,3 : 0,3$; $1 : 0,5 : 0,3$; $1 : 0,7 : 0,5$ и $1 : 1 : 1$. Все вышеприведенные компоненты истирались в фарфоровой ступке до размера частиц менее 0,16 мм в течение 30 мин. Результаты анализа продуктов активации приведены в таблице 2.

Таблица 2

Состав NPK- удобрений, полученных механохимической активацией минерализованной массы в присутствии смесей азотных солей и хлорида калия

Массовое соотношение $N:P_2O_5:K_2O$	pH 10%-ной суспензий продукта	N	$P_2O_{5\text{общ}}$	$P_2O_{5\text{усв}}$	$CaO_{\text{общ}}$	$CaO_{\text{вод}}$	$SO_{3\text{общ}}$	CO_2	K_2O
NH_4NO_3 + Минерализованная масса + KCl									
1:0,3:0,3	7,51	18,31	5,32	3,52	16,34	1,71	-	5,58	5,53
1:0,5:0,3	7,49	14,82	7,39	4,71	21,92	1,78	-	7,41	4,44
1:0,7:0,3	7,44	11,90	8,32	5,04	25,27	1,84	-	8,37	5,94
1:1:1	7,43	8,87	8,89	5,34	28,51	1,89	-	8,84	8,88
$(NH_4)_2SO_4$ + Минерализованная масса + KCl									
1:0,3:0,3	7,89	12,28	4,06	3,71	13,08	3,21	47,61	3,16	4,12
1:0,5:0,3	7,79	10,69	5,79	4,42	18,26	3,65	41,14	4,59	3,48
1:0,7:0,3	7,60	8,89	6,85	5,04	21,09	3,28	33,73	6,16	4,87
1:1:1	7,57	7,07	7,69	5,51	13,08	3,21	47,61	3,16	7,12

Из неё видно, что механохимическая активация фосфатного сырья в присутствии смесей азотных солей с хлоридом калия в изученных соотношениях относительное содержание усвояемой формы P_2O_5 по 2 %-ной лимонной кислоте колеблется от 60,07 до 66,17 и от 71,65 до 91,38 соответственно с использованием NH_4NO_3 и $(NH_4)_2SO_4$. Высокое относительное содержание усвояемой формы P_2O_5 в продуктах активации мы имеем и при соотношениях $N : P_2O_5 : K_2O = 1 : 1 : 1$ (71,65% для сульфата аммония, 60,13% для нитрата аммония). Наиболее активным активизатором является сульфат аммония. При изучаемых соотношениях $N : P_2O_5 : K_2O$ гранулы сложных тукосмесей с применением нитрата аммония имеют прочность в диапазоне от 5,25 до 5,76 МПа и от 3,37 до 4,79 МПа при применении сульфата аммония. pH продуктов находится в пределах 7,43-7,89. Гигроскопическая точка NPK-удобрений марки 1 : 0,5 с применением нитрата аммония составляет 52 и 62 % в случае применения сульфата аммония. Гигроскопическая точка и NPK-удобрений марки 1 : 1 : 1 составляет 61%. По показателям гигроскопичности удобрения относятся к гигроскопичным и сильно гигроскопическим веществам. Поэтому их следует затаривать в полиэтиленовые мешки.

Составлен материальный баланс, предложена технологическая схема (рис. 1.) и рассчитана экономическая эффективность организации производства сложносмешанных удобрений.

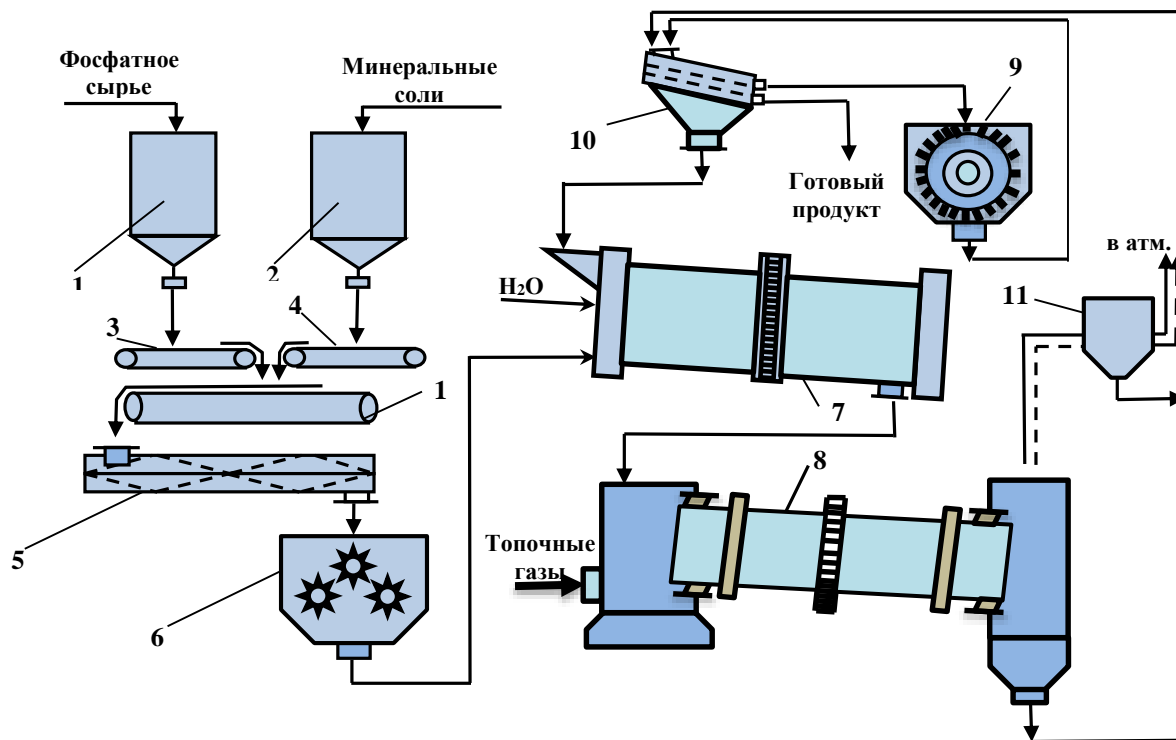


Рис.1. Принципиальная технологическая схема производства комплексных $N : P_2O_5$ - и $N : P_2O_5 : K_2O$ удобрений.

1,2 - бункер; 3,4 – дозатор; 5 – смеситель с червячной передачей; 6 – дезинтегратор; 7 – смеситель; 8 – валковый пресс; 9 – виброгрохот; 10 – дробилка; 11 - двухситовой виброгрохот.

Расчеты технико-экономической эффективности показывают, что себестоимость 1 т сложных смешанных $N:P_2O_5$ и $N:P_2O_5:K_2O$ удобрений составляет соответственно 1 234 391 и 1 241 051, что на 2 359 538 и 2 352 878 сум дешевле по сравнению с традиционным аммофосом.

Таким образом, полученные данные предсказывают перспективность использования зернистых фосфоритов Центральных Кызылкумов в качестве NP- и NPK-удобрения с заданным составом и свойством.

В четвертой главе «Удобрительные и кормовые термофосфаты на основе кислототермической переработки фосфоритов Центральных Кызылкумов» приводятся результаты исследований по получению удобрительного и кормового термофосфата путем кислототермической активацией РФМ и МСК фосфоритов ЦК.

Первый этап лабораторных исследований, включающий кислотное разложение, был проведен в термостатированном стеклянном реакторе с винтовой мешалкой, присоединенной в ЛАТР. Процесс разложения длился в течение 30 мин при $65^\circ C$. При этом количество ЭФК брали из расчета $CaO:P_2O_5 = 1,67; 1,45; 1,31; 1,18; 1,00$ и $0,79$. После завершения процесса

реакционную массу высушивали при 90°C до постоянной массы. Результаты исследований представлены в таблице 3.

Таблица 3

Состав продуктов фосфорнокислотного разложения рядовой фосфоритовой муки с различными отношениями CaO/P₂O₅

Отношение CaO/P ₂ O ₅	P ₂ O ₅ об.	P ₂ O ₅ ус/лим	P ₂ O ₅ ус/Тр-Б	P ₂ O ₅ вод	CaO об.	CaO ус/лим	CaO _{вод}	F
2,95 (РФМ)	16,46	3,15	3,76	-	48,6	25,15	-	2,24
1,67	25,88	12,02	10,48	0,79	42,47	22,03	1,02	2,32
1,45	28,03	13,97	13,28	1,32	40,27	21,14	2,24	2,44
1,31	29,72	16,78	14,84	1,53	37,74	20,34	3,55	2,59
1,18	32,71	18,64	17,29	2,52	36,3	19,32	6,12	2,71
1,0	34,96	23,97	24,9	11,97	34,16	18,73	9,12	2,83
0,79	38,29	35,05	31,32	23,55	29,79	18,48	12,07	2,95

Из таблицы видно, что при кислотной обработке РФМ в зависимости от CaO:P₂O₅ в продуктах содержание общей форм P₂O₅ увеличиваются от 25,88 до 38,29%. Чем меньше CaO:P₂O₅, тем выше содержание P₂O₅ и тем ниже содержание CaO. В них относительная форма P₂O₅ по 2%-ной лимонной кислоте и трилону Б находятся от 46,45 до 91,54 и от 40,49 до 81,80%, соответственно. В то же время относительная водная форма увеличивается от 3,05 до 61,56%

Далее было изучено фосфорнокислотное разложение МСК. Результаты исследований представлены в таблице 4.

Показано, что при кислотной обработке фосфоритовой муки в зависимости от CaO:P₂O₅ в продуктах содержание общей форм P₂O₅ увеличиваются от 25,88 до 38,29%. Чем меньше CaO:P₂O₅, тем выше содержание P₂O₅ и тем ниже содержание CaO. В них относительная форма P₂O₅ по 2%-ной лимонной кислоте и трилону Б находятся от 27,44 до 79,16 и от 21,45 до 64,92%, соответственно. В то же время относительная водная форма увеличивается от 1,32 до 64,22%.

Таблица 4

Состав продуктов фосфорнокислотного разложения мытого сушеного концентрата с различными отношениями CaO/P₂O₅

Отношение CaO/P ₂ O ₅	P ₂ O ₅ об.	P ₂ O ₅ ус/лим	P ₂ O ₅ ус/Тр-Б	P ₂ O ₅ вод	CaO об.	CaO ус/лим	CaO _{вод}	F
1,98 МСК	26,09	3,74	3,21	-	51,74	17,63	-	3,24
1,67	31,09	8,53	6,67	0,41	51,40	17,34	0,97	3,27
1,45	33,55	11,51	9,75	1,96	48,16	15,99	1,81	3,38
1,31	33,87	14,34	11,82	3,88	43,93	14,3	2,76	3,51
1,18	36,72	17,26	14,58	9,17	42,85	13,71	5,1	3,62
1,0	39,76	24,01	23,42	22,42	39,36	12,56	9,36	3,68
0,79	41,08	32,52	26,67	26,38	32,13	11,65	11,24	3,74

Второй этап, как было вышесказанно, включает термическую обработку продуктов фосфорнокислотного разложения РФМ и МСК при диапазонах температур 800-1200°C в течение 1 и 2 часа. Необходимо отметить, что в

процессе обжига образцы фосфатов кальция расплавляются, агломируя в крупные глыбы. Поэтому они заново были измельчены в ступках до размера частиц 0,16 мм.

Какие закономерности наблюдаются? Чем низкий кальциевый модуль, т.е. чем больше нормы фосфорной кислоты и чем выше температура обжига, тем в большем количестве образуется усвояемая форма P_2O_5 и тем в меньшем количестве остается фтора.

Результаты показывают, что относительная форма усвояемой формы P_2O_5 колеблется от 24,01 до 43,58%. Так, в широком диапазоне CaO/P_2O_5 и температур 800 – 1200 °С относительная усвояемая форма P_2O_5 колеблется в пределах от 83,46 до 90,49%. Особенно относительная усвояемая форма P_2O_5 выявлено при CaO/P_2O_5 равно от 1,31 до 0,79, что увеличивается от 84,13 до 90,49 при увеличении температуры от 800 до 1100°С в течение 1 ч (рис.2).

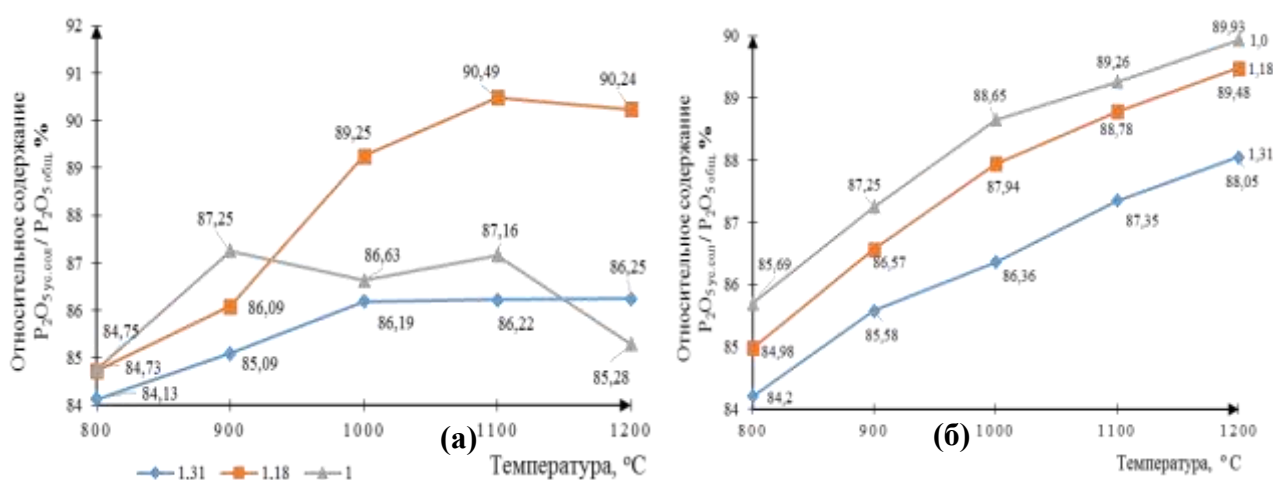


Рис.2. Зависимость изменения относительной усвояемой формы P_2O_5 от соотношения CaO/P_2O_5 и температуры обжига в течение 1 (а) и 2 (б) ч при кислотнотермической обработке РФМ.

Из рисунков видно, что самая низкая относительная форма P_2O_5 установлена при $CaO/P_2O_5 = 1,31$ и температуре 800°С, а самое высокое – при $CaO/P_2O_5 = 1,00$ и температуре 1200 °С, что составляют 84,2 и 89,93% соответственно. В данном случае выявлено, что разница между относительных усвояемых форм P_2O_5 полученных при обжиге 1 и 2 час незначительно, что составляет 0,45 и 0,85%.

Аналогичная закономерность наблюдается при обжиге продуктов фосфорнокислотного разложения МСК.

Что касается содержание фтора в продуктах фосфорнокислотного разложения достаточно высоко - от 2,32 до 2,95% (табл. 4.). Как видно из результатов исследований с понижением кальциевого модуля от 1,67 до 0,79 и повышение температуры обжига от 800 до 1200°С содержание фтора снижается с 2,12 до 0,11 и с 1,66 до 0,13 %.

Согласно приведенным данным рассчитана степень дефторивания ($K_{дефтор.}$), которая иллюстрирована на рис. 3.

Как видно из рис. 3, что чем ниже $\text{CaO}/\text{P}_2\text{O}_5$ и выше температура, тем больше значения степени обесфторивания. Например, при самом большом соотношении $\text{CaO}/\text{P}_2\text{O}_5 = 1,67$ и температуре от 800 до 1200 °С в течение 1 ч, степень дефторирования увеличивается от 29,1 до 48,83%. Тогда как при самом низком соотношении $\text{CaO}/\text{P}_2\text{O}_5 = 0,79$ и температурных интервалах 800-1200 °С $K_{\text{дефтор.}}$ повышается от 75,05 до 96,18%. Но при $\text{CaO}/\text{P}_2\text{O}_5 = 1,31-1,00$ $K_{\text{дефтор.}}$ повышается от 47,99 до 96,18%.

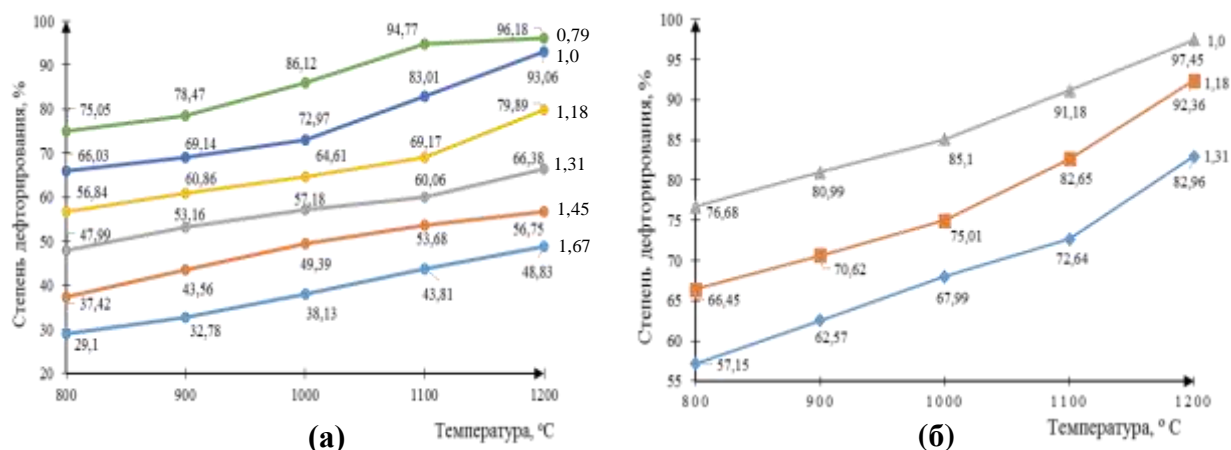


Рис.3. Зависимость изменения степени дефторирования от температуры и соотношения $\text{CaO}/\text{P}_2\text{O}_5$ в термофосфатах, полученных в течение 1 (а) и 2 (б) ч при кислотнотермической обработке РФМ.

Тогда как при 2-х часовой термической обработке при указанных влияющих факторах ($\text{CaO}/\text{P}_2\text{O}_5 = 1,31-1,00$) и температурных интервалах 800-1200 °С $K_{\text{дефтор.}}$ повышается от 57,15 до 97,45%.

Наиболее экономичным взгляд с точки зрения материального и энергетического затрат (фосфорной кислоты и температуры обжига) для производство удобриельного термофосфата являются, те которые были получены при соотношении $\text{CaO}:\text{P}_2\text{O}_5 = 1,31$ и температуре 900°С в течение 2 часов. В данном случае продукт имеет следующий состав (масс.%): $\text{P}_2\text{O}_{5\text{общ.}}$ – 35,08; $\text{P}_2\text{O}_{5\text{усв.}}$ по 0,4 %-ной HCl 30,02; $\text{CaO}_{\text{общ.}}$ 45,88; $\text{CaO}_{\text{усв.}}$ по 0,4 %-ной HCl 39,37; F 1,45 со степенью дефторирования – 62,57%.

Согласно ГОСТу 24596.7-2015 кормовые фосфаты, получаемые из минерального сырья, массовая доля фтора, установленная ионометрический метод должна находиться в диапазоне измерений от 0,01% до 0,30%.

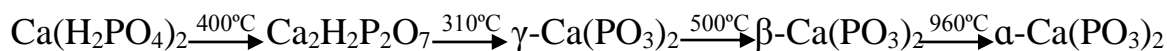
Отсюда следует отметить факт, что оптимальными условиями получения кормовых фосфатов являются продукты, полученные при $\text{CaO}/\text{P}_2\text{O}_5 = 1,18$ и 1,0 и температуре 1200°С, обработанные в течение 2 ч.

При этом получается продукт состава (масс.%): $\text{P}_2\text{O}_{5\text{общ.}}$ – 39,75; $\text{P}_2\text{O}_{5\text{усв.}}$ по 0,4 %-ной HCl 35,57; $\text{CaO}_{\text{общ.}}$ 46,49; $\text{CaO}_{\text{усв.}}$ по 0,4 %-ной HCl 41,15; F 0,33 при $\text{CaO}/\text{P}_2\text{O}_5 = 1,18$ со степенью дефторирования – 92,36% и $\text{P}_2\text{O}_{5\text{общ.}}$ – 42,79; $\text{P}_2\text{O}_{5\text{усв.}}$ по 0,4 %-ной HCl 38,48; $\text{CaO}_{\text{общ.}}$ 42,44; $\text{CaO}_{\text{усв.}}$ по 0,4 %-ной HCl 37,91; F 0,13 при $\text{CaO}/\text{P}_2\text{O}_5 = 1,0$ со степенью дефторирования – 97,45%.

Аналогичная картина наблюдается в случае применения МСК при указанных влияющих факторах.

При обработке МСК в условиях кальциевого модуля 1,18 и температуре обжига 1100°C в течение 2 часов получаем обесфторенное и одностороннее фосфорное удобрение состава (масс.%): 44,81 P₂O₅общ., 38,72 P₂O₅усв. по 0,1 N раствору HCl, 52,35 CaO_{общ.}, 45,63 CaO_{усв.} по 0,1 N раствору HCl 1,02 F с P₂O₅общ. : P₂O₅ усв. по 0,1 N раствору HCl = 87,35 и со степенью дефторирования - 76,05.

Проведенные термогравиметрические показали существования эндоэффектов, принадлежащих удалению гигроскопической, кристаллизационной и конституционной влаги. Появление экзоэффектов обусловлено образованием новых фаз согласно:



Рентгенографическими методами исследования термофосфатов идентифицировано, что дифракционные полосы 6,34; 5,96; и 4,34; 4,03; 3,83; 3,28 Å принадлежат соответственно α и β формы трикальцийфосфата – Ca₃(PO₄)₂. Межплоскостные расстояния 3,34 и 3,31; 3,19; 3,16; 3,04 Å относятся к σ и γ пиррофосфату кальция с общей формулой Ca₂P₂O₇. Тогда как дифракционные полосы 5,10; 4,03; 3,40 и 3,83; 3,28; и 3,15 Å соответствуют метафосфату кальция – Ca(PO₃)₂ σ, β и γ модификаций. Кроме того, в образцах термофосфатов идентифицированы дифракционные пики 2,78; 2,53; 2,32; 2,05 Å, которые принадлежат к γ-форму ортосиликату кальция, Ca₂SiO₄, а 2,73 Å – α-форму Ca₂SiO₄ (рис.4.).

Изучено влияние добавки окиси кремния на степень дефторирования и изменения усвояемых форм P₂O₅ в термофосфатах, полученных продуктов фосфорнокислотного разложения МСК с соотношением CaO/P₂O₅ = 1,31; 1,18 и 1,00 Для дефторирования была использована метакремниевая кислота (H₂SiO₃) классификации «чда». Норму кремниевой кислоты брали 100, 200, 300 и 400% от стехиометрии на образование SiF₄ по нижеследующему уравнению:



Температуру обработки варьировали в пределах 800-1200°C в течение 1 и 2 ч. После обжига полученные термофосфаты были измельчены на фарфоровой ступке до размер частиц 0,16 мм. Установлено, что чем больше берется добавки кремниевой кислоты, тем меньше содержание общей форм P₂O₅ и CaO. С другой стороны, чем меньше берется добавки кремниевой кислоты и ниже соотношение CaO/P₂O₅, но выше температура обжига, тем выше содержание общей форм P₂O₅ и CaO. Найдено, что в широких диапазонах нормы кремниевой кислоты от 100 до 400% и температуре от 800 до 1200°C в течение 1 ч усвояемая форма P₂O₅ по 0,4%-ной соляной кислоте практически остается малоизмененным, составляя при этом от 82,74 до 84,51; от 87,11 до 88,90 и от 82,53 до 84,65% соответственно для соотношений CaO/P₂O₅. В случае термической обработки продуктов фосфорнокислотного разложения МСК в течение 2 часов, где содержание фтора снижается от 2,13

до 1,29; от 2,01 до 1,21 и от 1,89 до 1,12% и от 0,81 до 0,35; от 0,43 до 0,24 и от 0,19 до 0,11% соответственно при всех соотношениях CaO/P₂O₅.

Предложена технологическая схема, составлен материальный баланс дана технико-экономическая оценка производство термических фосфатов на основе кислототермической переработки фосфоритов ЦК.

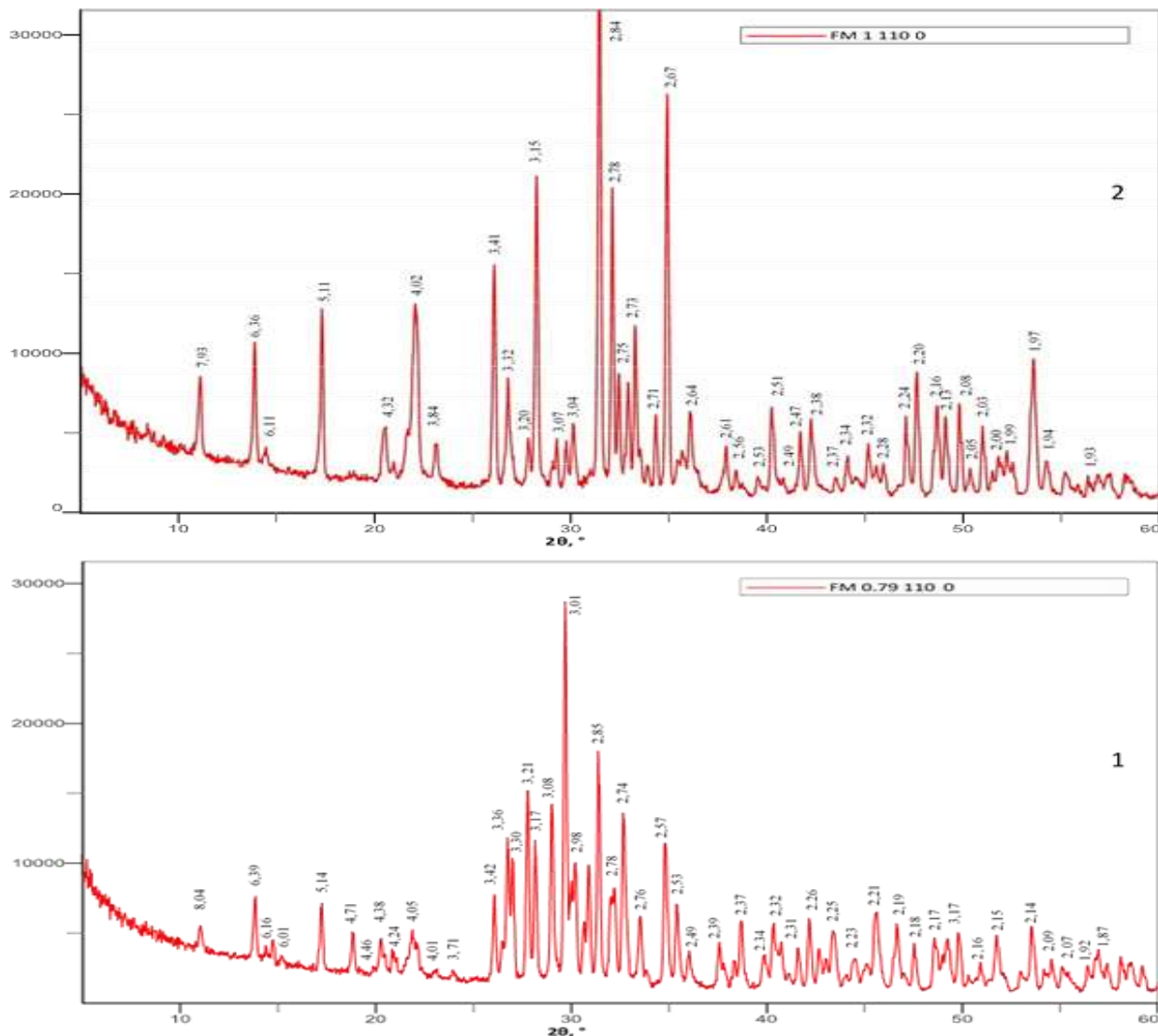


Рис. 4. Рентгенограммы термофосфатов, полученных на основе кислототермического разложения фосфоритовой муки при соотношении CaO/P₂O₅ = 0,79 (1) и 1,00 (2) при температуре 1100 °С в течение 2 часов

В связи того, что процесс получения удобрительного и кормового термофосфатов осуществляется фосфорнокислотным разложением с последующей сушкой и обжигом, данный процесс следует условно отметить схематически «разложение - сушка - обжиг» Технология получения удобрительного и кормового термофосфатов путем фосфорнокислотной и термической обработкой фоссырья ЦК включает в себя следующие стадии (рис. 5):

1. Фосфорнокислотное разложение фосфорита;
2. Сушка продуктов фосфорнокислотного разложения;
3. Термическая обработка продуктов фосфорнокислотного разложения;
4. Упаковка и хранение готового продукта термофосфатов.

Разработанная технология получения удобрительного и кормового термофосфатов прошла опытно-промышленное испытание на оборудовании СП-АО «Электрохимзавод» с выпуском опытных партий в количестве 100 кг для каждого вида термофосфатов.

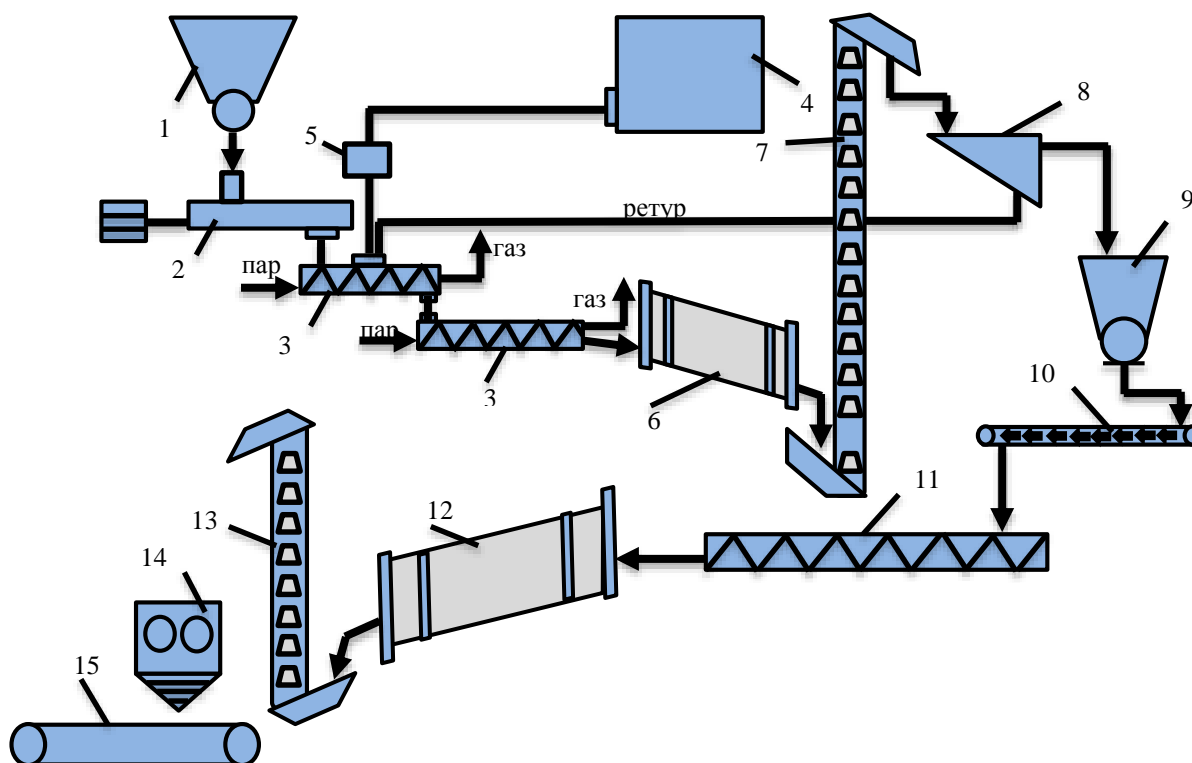


Рис. 5. Принципиальная технологическая схема производства термофосфатов на основе фосфорнокислотного разложения фосфоритов Центральных Кызылкумов

1-расходные бункера; 2-шнек-дозатор; 3-шнек-смеситель; 4-напорный бак; 5-расходомер; 6-барабанная сушилка; 7, 13-элеваторы; 8-выбросоход; 9, 14-дезинтеграторы; 10-винтовой транспортер; 11-шнековый транспортер; 12-вращающийся печь; 15- ленточный транспортер.

В натуральном выражении себестоимость 1 т фосфата аммония и кормового термического термофосфата в виде продукта составляет соответственно 6 851 891 и 2 793 325. При этом экономия 1 тонны кормового термического фосфата по сравнению коммерческим КФА на 4058 566 сум, или 40,76 % дешевле.

Таким образом, показана возможность получения удобрительного и кормового термофосфатов из бедных фосфоритов ЦК с хорошими технико-экономическими показателями.

Заключение

1. Изучена растворимость различных видов Центральных Кызылкумов РФМ, МСК и МОК в зависимости от кратности экстракции с использованием 2%-ной лимонной кислоты. Показано, что с увеличением числа экстракций любого вида фосфатного сырья постепенно повышается степень извлечения из него P_2O_5 и CaO. Установлено, что относительно высоким содержанием лимоннорастворимой формы P_2O_5 обладает МСК, а низким – МОК со степенью извлечением 83,27 и 92,37% P_2O_5 соответственно.

2. Проведена исследования по получению сложносмешанных NP и NPK-удобрения на основе механохимической активации РФМ, МСК и МОК с применением NH_4NO_3 , $(NH_4)_2SO_4$ и KCl, при котором диапазон соотношения N: P_2O_5 было от 1: 0,1 до 1:1 и N: P_2O_5 :K₂O = 1:0,3:0,3; 1:0,5:0,3; 1:0,7:0,5 и 1:1:1. Смеси сложносмешанных NP-удобрений готовились в диапазоне соотношений N к P_2O_5 (от 1:0,1 до 1:1). Для NP-удобрений с соотношением 1 : 0,5 и 1 : 1 в случае применения РФМ сульфата аммония с относительной усвояемой формой P_2O_5 по лим. к-те равно 81,61 и 66,78% соответственно. Найдено, что относительные формы P_2O_5 в NPK-удобрение варьируются в пределах 60,07- 66,17 и 71,65-91,38% соответственно.

3. Изучено взаимодействие РФМ и МСК неупаренной ЭФК при различных соотношениях CaO/ P_2O_5 = от 1,67 до 0,79 при температуре 65°C в течение 30 мин. Показано, что относительная форма P_2O_5 по 2%-ной лимонной кислоте и трилону Б в изученных удобрениях колеблется от 46,45 до 91,54 и от 40,49 до 81,80%, а также от 27,44 до 79,16 и от 21,45 до 64,92%, соответственно при использовании РФМ и МСК.

4. Установлено, что температура обжига 800-1200°C и соотношение CaO/ P_2O_5 = от 1,67 до 0,79 значительно увеличило относительные усвояемые форм P_2O_5 от 83,46 до 90,49% и от 78,86 до 92,64 % и степени дефторирования от 47,99 до 97,45 и 33,99 до 91,86 и от 36,91 до 94,94 % при кислототермическим методом обработки РФМ и МСК соответственно в течение 1 и 2 ч.

5. Найдено, что оптимальным условием для получения удобрительного термофосфата из РФМ является состав (масс.%): $P_2O_{5\text{общ.}}$ – 35,08; $P_2O_{5\text{усв.}}$ 30,02; CaO_{общ.} 45,88; CaO_{усв.} 39,37; F 1,45 со $K_{\text{дефтор.}}$ – 62,57%, полученный при CaO : P_2O_5 = 1,31 при 900°C в течение 2 часов. В то же время оптимальным для получения кормового термофосфата является состав (масс.%): $P_2O_{5\text{общ.}}$ – 39,75; $P_2O_{5\text{усв.}}$ 35,57; CaO_{общ.} 46,49; CaO_{усв.} 41,15; F 0,33 при CaO/ P_2O_5 = 1,18 со $K_{\text{дефтор.}}$ – 92,36%, полученный при CaO/ P_2O_5 = 1,18 и температуре 1200°C в течение 2 ч.

6. Разработана технологическая схема, рассчитан материальный баланс и технико-экономические показатели производства NP- и NPK-удобрений, а также удобрительного и кормового термофосфатов. Предварительные расчеты показали, что себестоимость 1 т NP- и NPK-удобрений на 2 359 538 и 2 352 878 сум дешевле по сравнению с традиционным аммофосом. Себестоимость 1 т кормового термофосфата на 4058 566 сум, или 40,76 % дешевле чем КФА, производимый на АО «Amofos-Maxam».

**SCIENTIFIC COUNCIL DSc.03/30.04.2021.T.106.04 ON AWARDING
SCIENTIFIC DEGREES AT FERGANA POLYTECHNICAL INSTITUTE**

**FERGANA POLYTECHNICAL INSTITUTE
INSTITUTE OF GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY**

KAXAROV ERKINJON MAXMUDJONOVICH

**TECHNOLOGY OF MECHANOCHEMICAL AND THERMAL
ACTIVATION OF PHOSPHORITES OF THE CENTRAL KYZYLKUM**

02.00.13 – Technology of inorganic substances and materials on their basis

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

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 B2022.4.PhD/T3203.

Dissertation was carried out at the Institute of general and inorganic chemistry.

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

Research supervisors:	Seytnazarov Atanazar Reypnazarovich doctor of technical sciences, professor
Official opponents:	Turdialiyev Umid Muxtaraliyevich doctor of technical sciences. Nurmurodov Tulqin Isomurodovich doctor of technical sciences, docent
Leading organization:	Namangan engineering – technological institute

The defense will take place on "29" December 2022 at "02⁰⁰" hours at a meeting of the Scientific Council DSc.03/30.04.2021.T.106.04 at the Fergana polytechnic institute at the address: 150107, Fergana, st. Fergana, 86; Tel .: (+99873) 241-12-06; fax: (+99873) 241-12-06; e-mail: ferpi_info@edu.uz

The thesis is registered in the Information-Resource Center of the Fergana polytechnic institute under No. 30, which can be found in the Information-Resource Center (150107, Fergana, Fergana St., 86. Tel .: (+99873) 241-12-06; fax : (+99873) 241-12-06; e-mail: ferpi_info@edu.uz)

Abstract of dissertation sent out on "17" December 2022 y.

(mailing report №5 from "17" December 2022 y.).

Khamdamova Sh.Sh.

Chairman of the Scientific Council for the award academic degrees, doctor of technical sciences, docent

Nazirova R.M.

Scientific Secretary of the Scientific Council for the award degrees, Doctor of Philosophy in Engineering Sciences (PhD)

Tojiev R.R.

Scientific Secretary of the Scientific Council for the award academic degrees, doctor of technical sciences, docent

INTRODUCTION (abstract of PhD dissertation)

The aim of the research work is the development of technology for obtaining complexly mixed phosphorus-containing and thermophosphate fertilizers by acid-free mechanochemical and acid-thermal treatment of phosphorites of the Central Committee.

Subject of research is to determine the optimal conditions for the process of obtaining complex fertilizers and thermophosphates, respectively, by mechanochemical and acid-thermal activation of phosphorites of the Central Committee.

Scientific novelty of the dissertation research is as follows:

new data were obtained on the dissolving ability of the phosphate mineral of various types of phosphorites of the Central Committee, depending on the cycle of mixing them with 2% citric acid and 0.2M solution of Trilon B;

the dependence of the change in the composition of complex NP and NPK fertilizers on the mass ratios of phosphorite : ammonium salt and phosphorite : ammonium salt : potassium chloride has been established;

found the conditions for obtaining fertilizer and feed thermophosphate from the mass ratio of phosphorite : EPA and technological factors such as temperature and firing time;

a simplified technological scheme for the production of thermal phosphates for various purposes has been created, including the “decomposition – drying – roasting” scheme.

Implementation of the research results. Based on the obtained scientific results on the development of technology for the production of fertilizer and feed thermophosphates based on low-grade phosphorites of the Central Committee:

The technology for obtaining fertilizer thermophosphate based on the acid-thermal processing of phosphorite flour from the Kyzylkum deposit is included in the list of promising developments for implementation at the JV-JSC "Elektrokimyozavod" (certificate of the JV-JSC "Elektrokimyozavod" No. 215 dated June 2, 2022). As a result, it is possible to obtain an economical one-sided phosphorus fertilizer for crop production, which will be applied for plowing 3-4 times a year.

The technology for obtaining feed thermophosphate by acid-thermal processing of phosphate rock from the Kyzylkum deposit is included in the list of promising developments for implementation at the JV-JSC "Elektrokimyozavod" (certificate of the JV-JSC "Elektrokimyozavod" No. 215 dated June 2, 2022). As a result, the possibility of using fodder thermal phosphates in animal husbandry has been created to increase the quality and reproduction of cattle, birds and fish.

The structure and scope of the dissertation. The dissertation consists of an introduction, four chapters, a conclusion, a list of references and applications. The volume of the dissertation is 119 pages.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I бўлим (I часть; part I)

1. Э.М. Кахаров, О.А. Бадалова, Ш.С. Намазов, А.Р. Сейтназаров, Ж.Х. Курбанов, Б.М. Беглов. Механохимическая активация забалансовой фосфоритной руды Кызылкумов в присутствии азотных и калийных солей // Научно–технический журнал ФерПИ. Фергана 2020 №3. – С. 98-103. (05.00.00, №20)
2. Сейтназаров А.Р., Намазов Ш.С., Кахаров Э.М., Бадалова О.А., Беглов Б.М. Зернистые фосфориты Центральных Кызылкумов в качестве фосфорсодержащего удобрения // Хим. пром., Санкт-Петербург - 2020, №2, С. 55-64. (02.00.00, №21)
3. Кахаров Э.М., Алимов У.К., Мирсалимова С.Р., Сейтназаров А.Р., Намазов Ш.С. Получение термофосфатов путем обжига продуктов фосфорнокислотного разложения высококарбонатной фосфоритовой муки // Universum: Технические науки электрон. научн. журн. Москва - 2021. Выпуск 8(89). Август. Часть 2. URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/12208> - С. 41-48. (02.00.00, №1)
4. Кахаров Э.М., Сейтназаров А.Р., Алимов У.К., Намазов Ш.С. Обесфторенные фосфаты из фосфоритов Центральных Кызылкумов методом термообработки // Научно–технический журнал ФерПИ. Фергана 2022 №5. – С. 86-93. (05.00.00, №20)

II бўлим (II часть; part II)

5. Кахаров Э.М., Сейтназаров А.Р., Намазов Ш.С. Об усвояемости зернистой фосфоритовой муки в качестве фосфорного удобрения // Материалы международного молодежного научного форума “Ломоносов-2020”. Москва-2020. С. 65
6. Кахаров Э.М., Алимов У.К., Мирсалимова С.Р., Сейтназаров А.Р., Намазов Ш.С. Исследование по получению кормовых фосфатов низкотемпературным способом // Республика илмий-амалий анжумани “Кимёнинг долзарб муаммолари”. Тошкент – 2021, 4-5 февраль. – 211 б
7. Кахаров Э.М., Алимов У.К., Мирсалимова С.Р., Сейтназаров А.Р., Намазов Ш.С. Обесфторенные фосфаты из кызылкумских фосфоритов // Республика илмий-техник анжумани “Маҳаллий хомашёлар ва иккиламчи ресурслар асосида инновацион технологиялар”. Тошкент – 2021, 19-20 апрель. – 296-297 бетлар
8. Кахаров Э.М., Алимов У.К., Мирсалимова С.Р., Сейтназаров А.Р., Намазов Ш.С. Термические обесфторенные фосфаты на основе фосфоритов Центральных Кызылкумов // XXIII International correspondence scientific specialized conference «International scientific review of the technical sciences, mathematics and computer science» Boston. USA. September 20-21, 2021 – pp. 14-20.

9. E. Kaxarov, A Seytnazarov, U Alimov, D Kasimov, Sh Namazov. Study of the process of calcium feed phosphate fabrication by thermal acid processing of washed dried concentrate. 1st International Scientific Conference "Modern Materials Science: Topical Issues, Achievements and Innovations" (ISCMMSTIAI-2022) (Tashkent, Mart 4-5, 2022). – pp. 743-479.
10. Э.М. Кахаров, А.Р. Сейтназаров, У.К. Алимов, Ш.С. Намазов. Переработка минерализованной массы из фосфоритов Центральных Кызылкумов методом механохимической активации // Сборник материалов Республиканской научно-практической конференции. “Инновационные технологии переработки минерального и техногенного сырья химической, металлургической, нефтехимической отраслей и производства строительных материалов”. Институт общей и неорганической химии АН РУз. Ташкент 12-14 май 2022 года. С. – 282-283.
11. Э.М. Кахаров, У.К. Алимов, А.Р. Сейтназаров, Ш.С. Намазов. Кислотнотермическая переработка мытого сушеного концентрата из фосфоритов Центральных Кызылкумов для получения кормового фосфата // Материалы XIV Международной научно-практической конференции, посвящённой 95-летию со дня рождения профессора Г. А. Ягодина и 50-летию публикации доклада Римскому клубу «Пределы роста» Часть 1. Москва, РХТУ им. Д. И. Менделеева 26–28 апреля 2022 года.
12. Э.М. Кахаров, А.Р. Сейтназаров, Мирсалимова С.Р., Ш.С. Намазов. Механохимическая активация фосфоритной руды в присутствии азотных солей // Республиканской научно-практической конференции. «Инновационные технологии производства одиарных, комплексных и органоминеральных удобрений», посвященная 80-летию академика АН РУз, д.т.н., проф., заслуженного изобретателя и рационализатора Республики Узбекистан Намазова Шафоата Саттаровича Институт общей и неорганической химии АН РУз. Ташкент 13-14 декабря 2022 года. С. – 69-71.

Автореферат “Ўзбекистон кимё журналы” тахририятида тахрирдан
ўтказилиб, ўзбек, рус ва инглиз тилларидаги матнлар ўзаро
мувофиқлаштирилди.