

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ФАНЛАР АКАДЕМИЯСИ

УМУМИЙ ВА НООРГАНИК КИМЁ ИНСТИТУТИ

УДК 661.632
Қўлёзма ҳуқуқида

МИРЗАҚУЛОВ ХОЛТЎРА ЧОРИЕВИЧ

**МАРКАЗИЙ ҚИЗИЛҚУМ ФОСФОРИТЛАРИНИ ФОСФОРЛИ
ЎҒИТЛАРГА ҚАЙТА ИШЛАШНИНГ РЕСУРС ТЕЖАМКОР
ТЕХНОЛОГИЯСИНИ ЯРАТИШ**

05.17.01 – ноорганик моддалар технологияси

**Техника фанлари доктори илмий даражасини
олиш учун ёзилган диссертация**

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т И

Тошкент – 2009

Диссертация иши Тошкент кимё-технология институтининг «Ноорганик модалар кимёвий технологияси» кафедрасида ва Ўзбекистон Республикаси Фанлар Академияси Умумий ва ноорганик кимё институтини фосфорли ўғитлар лабораториясида бажарилган.

Расмий оппонентлар:

Техника фанлари доктори, профессор
Усманов Султан Усмонович

Техника фанлари доктори
Мирходжаев Миргани Мирходиевич

Кимё фанлари доктори
Закиров Бахтиёр Сабиржанович

Етакчи ташкилот:

«Самарқандкимё» ОАЖ

Ҳимоя 2009 йил «___» _____ соат «___» да Ўзбекистон Республикаси Фанлар Академияси Умумий ва ноорганик кимё институти қошидаги Д 015.13.01 рақамли Ихтисослашган Кенгашнинг йиғилишида бўлиб ўтади. Манзил: 100170, Тошкент шаҳри, М.Улуғбек кўчаси 77^А. Факс (+99871) 262-79-90, e-mail: igic@uzsci.net.

Диссертация билан Ўзбекистон Республикаси Фанлар Академиясининг Фундаментал кутубхонасида танишиш мумкин. Манзил: Тошкент ш. Мўминов кўчаси, 13-уй.

Автореферат 2009 йил «___» _____ да тарқатилди.

**Ихтисослашган Кенгаш илмий
котиби в.б., кимё фанлари доктори,
профессор**

Хамраев С.С.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ УМУМИЙ ТАВСИФИ

Мавзунинг долзарблиги. Агрокимёвий комплекс давлатимиз иқтисодиётининг асосий таркибий қисми хисобланиб, уни жадаллаштиришнинг муҳим омилларидан бири кимёлаштириш бўлиб, биринчи навбатда минерал ўғитларни кенг қўллаш ва самарадор фойдаланишидир.

Республикада минерал ўғитлар, жумладан фосфорли ўғитлар ишлаб чиқариш бўйича катта қувватли индустриал базасининг мавжудлиги, импорт қилинаётган Қоротоғ фосфорит хом ашёси сифатининг пасайиши ва захирасининг камайиши, ҳамда таъминотда доимий узулиш бўлиши маҳаллий хом-ашё базасини ўзлаштиришни долзарб муоммалар қаторига кўйди.

Бу ҳолатдан чиқиш учун, Навоий вилоятида жойлашган МДХ мамлакатлари фосфоритлари орасида ўхшаши бўлмаган ва ишлаб чиқариш учун янги саноат нави бўлган Марказий Қизилқум (МК) фосфоритлари асосида маҳаллий хом ашё базасини ўзлаштириш бўйича бир қатор ҳукумат қарорлари қабул қилинди. 1997 йилда оддий суперфосфат ишлаб чиқариш учун таркибида 16-19 % P_2O_5 бўлган бойитилмаган фосфат хом ашёсини (БФХ) қазиб олиш бошланди. 2001 йилдан бошлаб эса «Аммофос» ОАЖ да экстракцион фосфор кислотасига (ЭФК) қайта ишлаш учун қуввати йилига 400 минг тонна бўлган БФХ ни куйдириш йўли билан термоконцентрат (ТК) ишлаб чиқариш Қизилқум фосфорит комбинатида йўлга қўйилди.

Фосфоритни қазиб олиш чоғида таркибида 15% гача P_2O_5 бўлган 40-45% руда (минераллашган масса (ММ) деб номланадиган) карбонат ва гилли аралашмаларнинг кўплиги, ҳамда P_2O_5 миқдорининг камлиги хисобига минерал ўғитлар ишлаб чиқаришда қўлланилмайди ва чиқинди сифатида сақланмоқда. Шу билан бирга ТК ишлаб чиқаришда ҳосил бўладиган йилига 15 минг тонна чангсимон фракциясидан (ЧФ) ҳам фойдаланилмайди.

Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг «Қизилқум фосфат рудаларидан фойдаланиш самарадорлигини ошириш бўйича чора-тадбирлари ҳақида»ги 2004 йил 23 ноябрдаги 551-сонли Қарорида фосфат хом ашёсини саноатга қуйидаги ҳажмларда етказиш назарда тутилган: 400 минг тонна ТК (30 % гача P_2O_5); 200 минг тонна ювилган концентрат (ЮК) (19-22 % P_2O_5), 200 минг тонна БФХ (16-19 % P_2O_5).

Маҳаллий хом ашёдан фойдаланиш бўйича қабул қилинган чора-тадбирларга қарамасдан Республика қишлоқ хўжалигида фосфорли ўғитларнинг етишмаслиги мавжуд. Ўзбекистон Республикасининг қишлоқ ва сув хўжалиги Вазирлигининг маълумотлари бўйича 100% P_2O_5 хисобида фосфорли ўғитларга бўлган эҳтиёж 518 минг тонна бўлиб, 2007 йилда Республика фосфорли ўғитлар корхоналарида 100% P_2O_5 ли 128,3 минг тонна ишлаб чиқарилган, яъни зарур бўлган эҳтиёжнинг фақатгина 26,7 % таъминланган, холос.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг «2007-2011 йиллар давомида кимё саноати корхоналарини замонавийлаштириш, техник ва технологик қайта жиҳозлаш дастури ҳақида» 2007 йил 27 июлдаги ПП-677- сонли Қарорида фосфорли ўғитлар ишлаб чиқаришни 100 % P_2O_5 хисобида 128,3 минг тонна-

дан (2006 йилда) 171,2 минг тоннагача (2011 йилда), яъни 133,2 % га кўпайтириш назарда тутилган. МҚ фосфоритларининг ўзгача минералогик ва кимёвий таркибга (P_2O_5 миқдорининг камлиги, кальций модули қийматининг юқорилиги, карбонат минераллари миқдорининг кўплиги, уларни фосфат минераллари билан чамбарчас ўсиши, органик моддаларнинг мавжудлиги) эга бўлганликлари туфайли уларни анъанавий технология бўйича қайта ишлаб бўлмайдди, шу сабабли уларни юқори сифатли фосфорли ўғитларга қайта ишлаш учун мутлоқ янги ёндошиш зарурдир.

Фосфорли ўғитлар ишлаб чиқаришда ўн миллионлаб тонна фосфогипс чиқиндиси ҳосил бўлади, улар корхона яқинида йиғилади ва фойдаланилмайди. Шунинг учун ҳам чиқиндисиз технологияни яратишда биринчи навбатда фосфогипсдан фойдаланиш муаммосини ечиш зарурдир.

Ўзбекистон Республикаси турли тупроқ-иқлимли ва агротехник шароитлари туфайли фосфорли ўғитларни ишлатишда фарқ қилади, ҳар томонлама олиб борилган таҳлиллар амалда нафақат енгил ўзлаштириладиган фосфатлардан, балки фосфат компонентининг эриши чекланган ўғитлардан самарали фойдаланиш учун зарур имкониятлар мавжудлигини кўрсатади. Бундан ташқари, енгил ўзлаштириладиган, сувда эрийдиган фосфорли ўғитларнинг ўсимликлар томонидан ўзлаштирилиши паст кўрсаткичга эга бўлиб, фосфат компонентининг эриши кам бўлган ўғитлар эса узок ва нисбатан юқори ўзлаштириш даражасига эга бўлганликлари билан фарқланадилар.

Ўзлаштириладиган кальций ва олтингугурт агрокимёвий аҳамияти бўйича азот, фосфор ва калий озук элементларидан кейинги ўринда туради.

Юқорида баён этилганларга боғлиқ равишда, турли кўринишдаги маҳаллий фосфоритларни яхши техник-иктисодий кўрсаткичларга ва кенг ассортиментли фосфорли ўғитларнинг янги турларига қайта ишлашни чиқиндисиз технологиясининг илмий ва технологик асосларини ишлаб чиқиш долзарб муаммо бўлиб ҳисобланади.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. МҚ фосфоритлари бошқа мамлакатлар фосфоритлари орасида ўхшаш бўлмаган ва ишлаб чиқариш учун янги саноат нави бўлиб, мураккаб минералогик таркиб ва специфик хоссага эга. Фосфат минераллари билан карбонатли ва бошқа йўлдош моддаларнинг ўзаро мураккаб чамбарчас бирикиб кетганлиги учун уларни флотация усулида бойитиб бўлмайдди. Шунинг учун БФХни ювиш ва куйдириш йўли билан бойитилган фосфорит олинади, бу эса хом-ашё нархини ошишига олиб келади.

Адабиётларда МҚ фосфоритларини парчалаш жараёнини назарий асослаш ва ЮКФлар, ҳамда уларни чиқиндилари асосида ҳар ҳил янги турдаги оддий ва мураккаб фосфорли ўғитлар олиш ҳақидаги тартибли маълумотлар йўқ. МҚ ЮКФларини декарбонизация қилишнинг самарали технологияси ишлаб чиқилмаган. МҚ ЮКФ ва уларни чиқиндиларини нитрат, фосфор кислотаси ва уни сульфат кислотаси аралашмаси билан парчалаш жараёни етарли даражада ўрганилмаган. МҚ фосфоритдан ЭФК олишда ҳосил бўладиган фосфогипсни утилизация қилиш жараёни ўрганилмаган. МҚ фосфоритларидан юқори техник иқтисодий кўрсаткичга эга бўлган турли хил фосфорли ўғитларга комплекс

қайта ишлашнинг мужассам осон мослашувчан технологияси ҳақида маълумотлар йўқ.

Диссертация ишининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги. Иш қўйидаги мавзуларга мос равишда бажарилган: 2003-2005 йй. Давлат илмий техник программасига (ДИТП-9) киритилган П-9.10-сонли «Фосфоритларни фосфорли ва азот-фосфорли ўғитларга комплекс қайта ишлашнинг янги технологияларини яратиш»; 2007-2008 йй. Давлат инновацион лойиҳалар программасига киритилган ОИД 1-15 сонли «Саноат тажриба ускунасида фосфогипседан сульфат аммоний олиш технологиясини ўзлаштириш»; «Аммофос» ОАЖ билан шартнома бўйича: 2002-2004 йй. 404-юр сонли «Марказий Қизилқум фосфорити асосида секин таъсир этувчи фосфорли ўғитлар олиш технологиясини яратиш»; 2006-2007 йй. 1097-юр сонли «Шнекли реакторни қўллаш билан паст навли фосфоритлардан фосфорли ўғитлар ишлаб чиқариш технологиясини ўзлаштириш»; 2008-2009 йй. 1242-юр сонли «Марказий Қизилқумни паст навли фосфоритларидан фосфорли ўғитлар ишлаб чиқариш технологиясини ўзлаштириш»; Ўзбекистон Республикаси табиатни муҳофаза қилиш кўмитаси билан шартнома бўйича: 2004-2005 йй. 7/04 сонли «Қишлоқ хўжалиги ишлаб чиқаришида фосфогипс ва ўғитларни қўллаш бўйича илмий асосланган усулларни яратиш» ва 2006-2007 йй. 2-Х сонли «Фосфогипсни конверсия жараёнига карбонат ангидрит газини қайтариш билан конверсион фосфомелни фосфорли ўғитларга қайта ишлаш»

Ишнинг мақсади: МҚ фосфоритларини кенг ассортиментли, самарадор оддий ва комплекс ўғитларга қайта ишлашнинг янги осон мослашувчан чиқиндисиз ресурс ва энергия тежамкор, ҳамда ЭФК ишлаб чиқаришнинг йирик тоннажли чиқиндиси – фосфогипсни углеаммоний тузлари (УАТ) билан конверсия қилиб аммоний сульфат олиш технологиясининг илмий ва технологик асосларини ишлаб чиқишдан иборатдир.

Тадқиқот вазифалари. Қўйилган мақсадга мос равишда куйидаги масалалар ечилгандир:

– МҚ фосфоритларини нитрат, фосфор, сульфат кислоталари, фосфор ва сульфат кислота аралашмалари билан парчалаш, ҳамда фосфогипсни УАТ билан конверсия қилиш жараёнларининг назарий таҳлилини $\text{CaO-P}_2\text{O}_5\text{-N}_2\text{O}_5\text{-H}_2\text{O}$, $\text{CaO-P}_2\text{O}_5\text{-H}_2\text{O}$, $\text{CaO-P}_2\text{O}_5\text{-SO}_3\text{-H}_2\text{O}$, $\text{NH}_3\text{-CO}_2\text{-H}_2\text{O}$, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4\text{-(NH}_4)_2\text{CO}_3\text{-H}_2\text{O}$ ва $\text{CaSO}_4\text{-CaCO}_3\text{-H}_2\text{O}$ системаларининг эрувчанлик диаграммаларини ўрганиш асосида олиб бориш;

– МҚ фосфоритларини нитрат, экстракцион фосфор ва сульфат кислоталари билан кимёвий фаоллаштириш жараёнини тадқиқ этиш;

– МҚ фосфоритларини нитрат кислотаси, ЭФК, ЭФК ва сульфат кислота аралашмалари билан парчалаш жараёни тадқиқоти;

– суюқ фазаси кам миқдорли режимда, муаллиқ ҳолатда айланма куйқадан фойдаланиш йўли билан юқори карбонатли фосфоритларни (ЮКФ) кислотали парчалашда мўл кўпик ҳосил бўлишини пасайтиришнинг самарали усулларини ишлаб чиқиш;

- ЮКФни муаллиқ ҳолатда декарбонизация қилиш ва қисман парчалаш учун янги комбинацияли реактор конструкциясини яратиш;
- фосфогипсдан аммоний сульфат ва фосфомел олиш технологиясини яратиш;
- фосфоритларни бойитиш ва қайта ишлаш, ҳамда фосфогипсни утилизация қилиш босқичида оғир, камёб ва радиоактив элементларининг тарқалишини ўрганиш;
- олинган ўғитларнинг физик-кимёвий ва товар хоссаларини ўрганиш;
- технологик схемаларни яратиш ва ишлаб чиқаришнинг моддий балансини тузиш;
- ўғитларнинг агрокимёвий самарадорлигини ўрганиш ва уларни ишлаб чиқариш самарадорлигини иқтисодий баҳолаш.

Ҳимояга олиб чиқилаётган асосий ҳолатлар. МҚ фосфоритларини, уларни казиб олиш ва бойитишдаги чиқиндиларини, ҳамда ЭФК ишлаб чиқариш чиқиндиси – фосфогипсни оддий ва комплекс ўғитларга қайта ишлашда юзага келган муаммоларнинг ечими йўналишида комплекс тадқиқот натижаларини назарий умумлаштириш ҳимоя қилинади. Ушбу концепцияни жорий этиш билан нафақат халқ хўжалигида аҳамиятли йирик муаммо ечилади, балки бошқа саноат тармоқларидаги шунга ўхшаш муаммоларни ечиш учун ҳам ижобий дастур бўлиб хизмат қилади.

1. Назарий ва тажриба ишлаб чиқишларидан: кальций фосфати, сульфат ва фосфор кислотаси, аммиак, углерод диоксиди, кальций сульфати ва карбонатларидан таркиб топган учламчи ва кўп компонентли системалардаги эрувчанлик ва ўзаро таъсирларини ўрганиш бўйича тадқиқот натижалари; юқори агрокимёвий ва техник-иқтисодий кўрсаткичларга эга бўлган оддий ва мураккаб комплекс ўғитлар олиш мақсадида турли кўринишдаги МҚ фосфоритларини кимёвий фаоллаштириш ва қайта ишлашни, ҳамда фосфогипс конверсиясини умумий қонуниятлари ва янги техник ва технологик ечимлари.

2. Илмий-услубий ишланмалардан: оддий ва комплекс ўғитлар олишнинг термодинамик, физикавий-кимёвий ва технологик асосларининг умумий қонуниятлари; ўрганилаётган системаларда турли фазалар ҳосил бўлишининг, бир-бирини чўкмага тушиши самарадорликларини ва уларни эрувчанлигига ўзаро таъсирларининг концентрация ва ҳарорат чегараларини аниқлаштириш мақсадида фазавий мувозанатлари; МҚ ЮКФни кислотали парчалашни суюқ фазаси кам миқдорли режимда, муаллиқ ҳолатда, айланма куйқадан фойдаланиб олиб бориш йўли билан кўпик ҳосил бўлишини пасайтиришнинг янги усулларини ишлаб чиқиш; оддий ва комплекс ўғитлар ишлаб чиқаришнинг ноанъанавий технологиясини яратиш бўйича физик-кимёвий ва технологик натижаларини, ҳамда уларни олиш технологик жараёнларининг умумий қонуниятларини шакллантириш бўйича олинган маълумотларни ҳисобга олган ҳолда, халқ хўжалигида мақсадли маҳсулот ишлаб чиқаришда янги техник ечимлардан фойдаланиш бўйича тавсиялар.

3. Илмий-техник ишланмалардан: МҚ турли хил фосфоритлари ва фосфогипс асосида олинган ўғитлар ва янги технологиялар, тажриба тадқиқот натижалари,

технологик схемалар, технологик омиллар, техникавий шартлар, моддий баланслари, техник-иқтисодий тадқиқотлар, физикавий-кимёвий, агрокимёвий ва тайёр маҳсулотларнинг товар хоссалари, тажриба-саноат ва ишлаб чиқариш синовларининг натижалари, жорий этиш далолатномалари ва бошқа меъерий-техник ҳужжатлар.

Илмий янгилиги. $\text{CaO-P}_2\text{O}_5\text{-N}_2\text{O}_5\text{-H}_2\text{O}$, $\text{CaO-P}_2\text{O}_5\text{-H}_2\text{O}$, $\text{CaO-P}_2\text{O}_5\text{-SO}_3\text{-H}_2\text{O}$; $\text{NH}_3\text{-CO}_2\text{-H}_2\text{O}$, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4\text{-(NH}_4)_2\text{CO}_3\text{-H}_2\text{O}$ ва $\text{CaSO}_4\text{-CaCO}_3\text{-H}_2\text{O}$ системаларининг эрувчанлик диаграммаларини ўрганиш асосида нитрат, фосфор, сульфат кислоталари, фосфор ва сульфат кислоталари аралашмаси билан МК фосфоритларининг парчаланиш жараёнлари, ҳамда фосфогипсни УАТ билан конверсия жараёнлари назарий жиҳатдан асосланди.

Илк бор жаҳон амалиётида таркибни ўхшаши бўлмаган МК фосфоритдан паст меъёрадаги нитрат кислотаси (CaO га нисбатан 25-85% стехиометрия бўйича) билан парчалаб суюқ фазали ва суюқ фазаси кам миқдорли режимларда олдиндан берилган таркиб ва хоссаларга эга бўлган янги азотфосфоркальций ва азотфосфоркальцийолтингургуртли ўғитлар, НКФЎ ва НКСФЎ олишнинг илмий асослари ва юқори самарали технологиялари ишлаб чиқилди.

Илк бор турли хил МКнинг ЮКФ ва фосфомелни ЭФК билан парчалаб фосфорли ўғитлар, ҳамда МК ЮКФларини жадаллашган технологияда пуркалган сульфат кислотаси ва ЭФК билан ҳаволи муҳитида муаллиқ ҳолатда декарбонизация қилиб ва парчалаб фосфоролтингургурт таркибли ўғитлар олиш жараёнларига технологик омиллар таъсири қонуниятлари ўрганилди.

Илк бор МКнинг турли хил ЮКФларини чанглатиш ва пуркалган кислоталар билан ҳаволи муҳитда муаллиқ ҳолатда ўзаро таъсир этириш йўли билан декарбонизация қилиш ва қисман парчалош учун янги комбинацияли реактор конструкцияси яратилди ва ишлаб чиқаришга жорий этилди. Бунда реагентларни туташув юзаларининг ошиши ҳисобига МК ЮКФларининг декарбонизация ва парчаланиш даражалари ортади.

МК ЮКФларини фосфор кислотали парчаланишидаги кўпик ҳосил бўлиш жараёни тўлиқ текширилди ва минимал кўпик ҳосил бўлиш имкониятини яратадиган шароитлар аниқланди.

Тадқиқотлар натижаларини таҳлиллари асосида МК фосфоритларини ЭФК ва унинг сульфат кислотаси аралашмалари билан парчаланишини тезлашган графоаналитик назорат учун диаграмма қурилди.

Шнекли реактор-аралаштиргич шароитида қўлланиладиган МК БФХ ни концентрланган ЭФК билан парчалош жараёнининг кинетикаси асосий кинетик омилларни (тезлик константаси ва фаолланиш энергияси) ўрнатиш орқали ўрганилиб янги маълумотлар олинди. МК турли хил ЮКФлари ва концентрланган ЭФКдан жадаллашган технологияда минимал ретур нисбати карралигида қўлланиладиган кўш суперфосфат олиш жараёни ўрганилди.

Жараённинг ҳароратига боғлиқ равишда фосфогипсни аммоний карбонати билан конверсияси жараёнининг кинетикаси бўйича янги илмий маълумотлар олинди. Конверсия жараёнининг асосий кинетик омиллари ўрнатилди. Асосий технологик омилларнинг фосфогипсни сувда эрийдиган P_2O_5 дан ювишга, уни УАТ билан конверсиясига ва қуйқасининг филтрланишига таъсирларининг

таснифлари ўрганилди. Очiq ва герметик шароитларда конверсия жараёнининг мақбул технологик омиллари аниқланди.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти. Ишни илмий аҳамияти шундан иборатки, ўтказилган назарий тадқиқот натижалари МҚ бойитилмаган ва бойитилган фосфоритларини нитрат, фосфор кислоталари ва уни сульфат кислотаси аралашмаси билан парчалаш орқали комплекс қайта ишлаб, таркибида кенг оралиқдаги озуқа элементлари ва турли шаклдаги фосфатлари бўлган оддий ва мураккаб фосфорли ўғитлар, ҳамда фосфогипсني аммоний сульфат ва мелга утилизация қилишнинг осон мослашувчан; чиқиндисиз технологиясини яратиш учу насос бўлди.

Илк бор тадқиқот натижаларни илмий таҳлил қилиш асосида МҚ фосфоритларини ЭФК ва уни сульфат кислотаси аралашмаси билан парчалаш жараёнини асосий технологик омилларини кимёвий таҳлил қилмасдан туриб тезлашган графоаналитик назорат қилиш усули яратилди. Илк бор МҚ ЮКФларини декарбонизация қилиш учун янги конструкцияли конбинацияланган реактор яратилди. МҚ фосфоритларини комплекс қайта ишлаш технологиясининг осон мослашувчан ва чиқиндисизлигини кўрсатувчи блок-схемаси яратилди.

Ишнинг амалий аҳамияти шундан иборатки, МҚ бойитилган ва бойитилмаган фосфоритларини юқори агрокимёвий ва техник иқтисодий кўрсаткичли самарали РСa-, NPCa-, NPSCa-ли ўғитлар ишлаб чиқаришга жалб этиш имкониятини яратади.

«Самарқандкимё» ва «Аммофос» ОАЖларнинг ишлаб чиқариш шароитини такрорлайдиган модел ва тажриба-саноат, ҳамда харакатдаги саноат ускуналарида МҚ фосфоритдан янги турдаги фосфорли ўғитлар ишлаб чиқариш технологияси синовдан ўтказилди. Олинган маълумотлар технологик схема, моддий баланс, технологик регламент ва лойиҳалаш учун дастлабки маълумотлар яратишга асос бўлди. Яратилган технологиялар Ўзбекистон Республикаси патенти билан хомияланган.

Натижаларнинг жорий қилиниши. НКФЎ ишлаб чиқариш технологияси тажриба саноат синовидан мувафақиятли ўтди ва 2006 йилда ушбу технология корxonанинг бир тизимида ишлаб чиқаришга жорий этилди. 2006-2007 йилларда 16 млрд. сўмлик 90 минг тоннадан кўпроқ НКФЎ ишлаб чиқилди. Ўзбекистон Республикаси Президентининг «2007-2011 йиллар давомида кимё саноати корxonаларини замонавийлаштириш, техник ва технологик қайта жиҳозлаш дастури ҳақида»ги 2007 йил 27 июлдаги ПП 677-сонли Қарорида «Самарқандкимё» ОАЖда 2009 йилда НКФЎ ишлаб чиқариш қувватини 250 минг тоннага ошириш белгиланган.

Ушбу Қарорга асосан «Аммофос» ОАЖ да 2007 йил 3-кварталида қуввати йилига 10 минг тонна бўлган фосфогипсني аммоний сульфатга қайта ишлайдиган тажриба-саноат ускунаси қурилди ва ишга туширилди. Ушбу ускунада 2007 йил 4-чи кварталда 256 тонна фосфогипс қайта ишланиб 696 тонна аммоний сульфат эритмаси олинди ва ундан 1769 тонна аммоний сульфатфосфат ишлаб чиқарилди. Техник иқтисодий ҳисоб, технологик регламент ва бошқа меъерий хужжатлар, ҳамда саноатда ишлаб чиқаришни

лойихалаш учун дастлабки маълумотлар тайёрланди ва “Узкимёсаноатлойиха” ОАЖга берилди.

Ушбу Қарорнинг бажарилишини таъминлаш учун «Аммофос» ОАЖнинг ҳаракатдаги ЭФК-2 цехида саноат синови олиб борилиб, 200 тонна миқдорда оқимли усулда қўш суперфосфат ва PS ўғитининг тажриба партияси чиқарилди. Қўш суперфосфат, PS ўғити ва концентранган ЭФК ишлаб чиқариш учун технологик регламент ва лойихалаштириш учун бошланғич маълумотлар ишлаб чиқилди. Комбинацияланган реакторни қўллаб PS ўғити ишлаб чиқариш технологияси “Аммофос” ОАЖда жорий этишга қобул қилинди, махсулотга техникавий шарт тайёрланди.

Олиб борилган агрокимёвий синовлар ва техник-иктисодий ҳисоблар олинган ўғитларнинг юқори самарадорлигини кўрсатди.

Ишнинг муҳокамадан ўтганлиги. Диссертация ишининг материаллари турли анжуманларда маърузалар қилинди ва муҳокама этилди: «Проблемы создания, производства и применения минеральных удобрений и дефолиантов на основе местного сырья» (Тошкент, 2000), (Тошкент, 2001); «Актуальные проблемы аналитической химии» (Термиз, 2002), «Республиканская научно-техническая конференция», «Ўзбекистонда кимё таълими, фани ва технологияси» (Тошкент, 2002); «ТКТИ-2003» (Тошкент, 2003); «Новые технологии рециклинга отходов производства и потребления» (Минск, 2004), «ТХТИ-2004» (Тошкент, 2004), «Современная техника и технология горно-металлургической отрасли и пути их развития» (Навоий, 2004), «Ишлаб чиқариш корхоналарининг экологик муоммалари ечимини топишда кимёвий технологияларни қўллаш» (Қарши, 2004); «Современные технологии переработки местного сырья и продуктов» (Тошкент, 2005), «Актуальные проблемы аналитической химии» (Термиз, 2005); «Ломоносов-2006» (Москва, 2006), «Инновация-2006», «Актуальные проблемы химической переработки фосфоритов Центральных Кызылкумов», «Высокие технологии и перспективы интеграции образования, науки и производства», «Актуальные проблемы биологии, экологии и почвоведения» (Тошкент, 2006), «Современные проблемы транспортных и строительных сооружений» (Жиззах, 2006); «Аналитическая химия и экологические проблемы» (Самарқанд, 2006); «Республиканская научно-практическая конференция аспирантов, докторантов и соискателей» (Тошкент, 2007); «Республиканская ярмарка инновационных проектов и идей» (Тошкент, 2008); «Достижения и перспективы комплексной химической переработки топливно-минерального сырья Узбекистана» (Тошкент, 2008).

Натижаларнинг нашр этилганлиги. Диссертация ишининг мавзуси бўйича 1 монография, 5 патент, 50 илмий мақола ва 21 тезислар чоп этилди.

Ишнинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация кириш, саккиз боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловадан иборат. Иш 338 бет компьютер матнида баён этилган бўлиб, 73 расм ва 92 та жадвалларни ўз ичига олган. Фойдаланилган адабиётлар рўйхати 289 манбадан иборат.

Муаллиф академик Б.М. Бегловга, т.ф.д. Ш.С. Намазовга ва т.ф.д., профессор А.У. Эркаевга ушбу ишни бажаришда берган ёрдами учун ўз миннатдорчилигини билдиради.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Кириш қисмида ишнинг долзарблиги асосланган бўлиб, мақсад ва вазифалари, илмий янгилиги ва олиб борилган тадқиқотнинг амалий аҳамияти, ҳамда химояга олиб чиқиладиган ишнинг асосий мазмуни шакллантирилган.

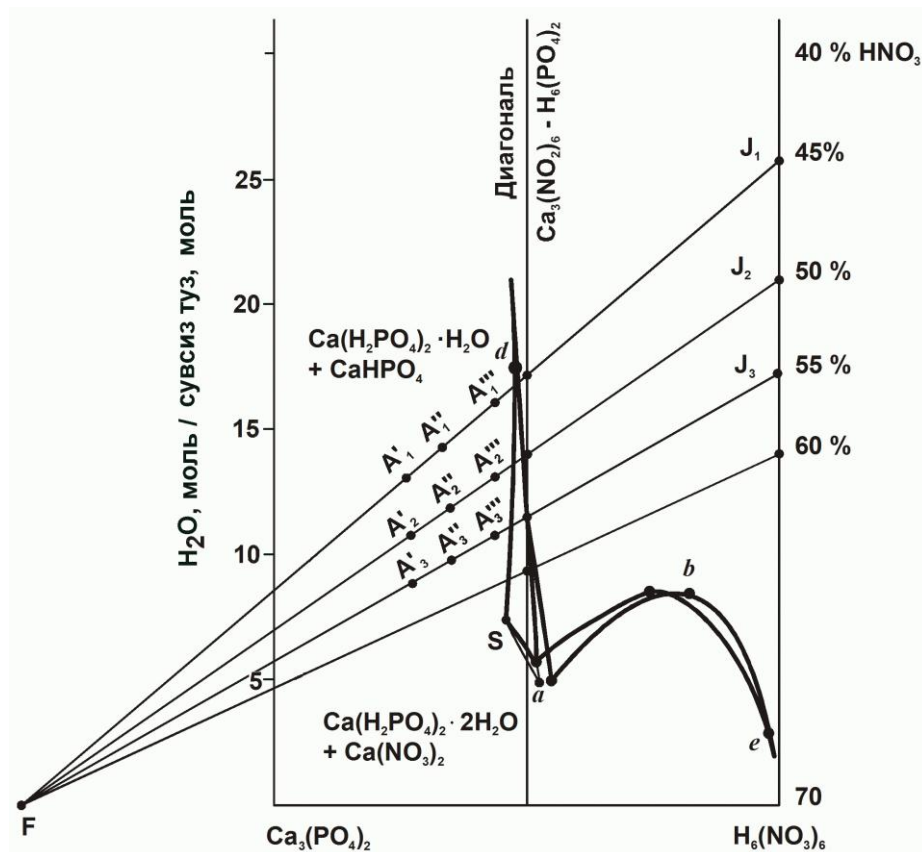
Биринчи боб адабиётлар таҳлилига бағишланган бўлиб, унда турли фосфоритларнинг минерал ўғитларга, ҳамда фосфогипсни мақсадли маҳсулотларга қайта ишлаш технологиясининг ҳолатлари баён этилган.

Ишда ҳар хил турдаги МК фосфоритларидан: БФХ, ЮК, ТК, ММ ва ЧФ, ҳамда нитрат ва сульфат кислотаси, турли концентрацияли ЭФК, аммиак, углерод диоксида ва фосфогипсдан фойдаланилган.

Иккинчи бобда МК ЮКФларини фосфор ва сульфат кислоталари билан комплекс қайта ишлаб, ҳамда фосфогипс УАТ билан конверсия қилиб оддий ва комплекс ўғитлар олиш мақсадида физикавий-кимёвий асослар келтирилган.

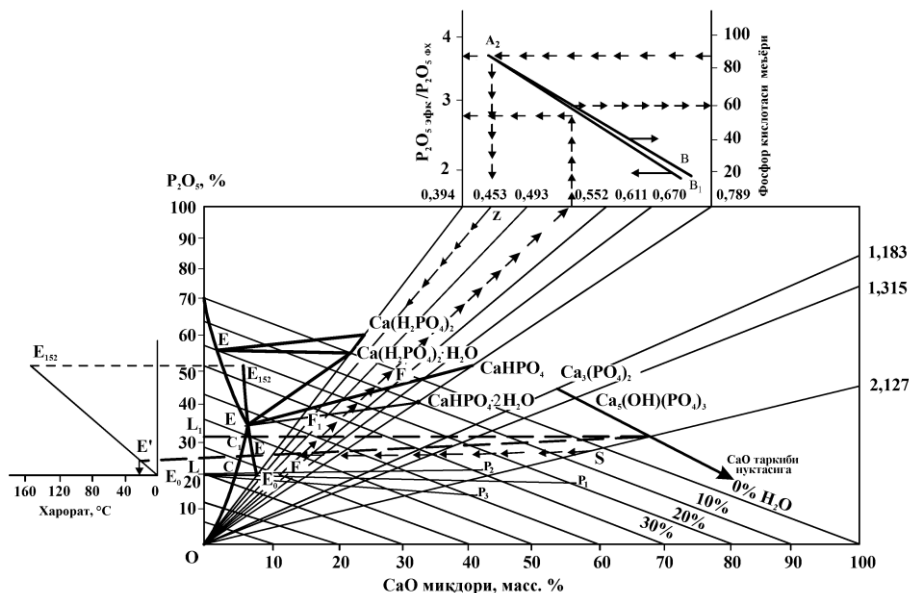
Ушбу жараёнларнинг мақбул шароитларини ўрнатиш учун куйидаги, $\text{CaO-P}_2\text{O}_5\text{-N}_2\text{O}_5\text{-H}_2\text{O}$, $\text{CaO-P}_2\text{O}_5\text{-H}_2\text{O}$, $\text{CaO-P}_2\text{O}_5\text{-SO}_3\text{-H}_2\text{O}$; $\text{NH}_3\text{-CO}_2\text{-H}_2\text{O}$, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4\text{-(NH}_4)_2\text{CO}_3\text{-H}_2\text{O}$ ва $\text{CaSO}_4\text{-CaCO}_3\text{-H}_2\text{O}$ бир неча кўп компонентли системалардаги фазавий мувозанатларни ўрганиш зарурдир.

$\text{CaO-P}_2\text{O}_5\text{-N}_2\text{O}_5\text{-H}_2\text{O}$ системасини ўрганишда МК ЮКФни 45-55% ли меъёрида 45-55% концентрацияли HNO_3 билан парчаланишда ди- ва учкальцийфосфатли (ДКФ ва УКФ) тўйинган суспензияси ҳосил бўлиши аниқланган. Фигуратив нуқта квадратнинг ташқи томонида жойлашган $\text{H}_6(\text{NO}_3)_6\text{-H}_6(\text{PO}_4)_2\text{-Ca}_3(\text{PO}_4)_2\text{-Ca}_3(\text{NO}_3)_6$ (1-расм.). HNO_3 меъёрини 70% гача оширилса суюқ фаза фақат ДКФ билан тўйинади.



1-расм. $\text{CaO-P}_2\text{O}_5\text{-N}_2\text{O}_5\text{-H}_2\text{O}$ системасидаги фосфоритларни нитрат кислотасида эрувчанлик аломатлари бўйича эриш изотермаларининг (50 °C) кесимлари.

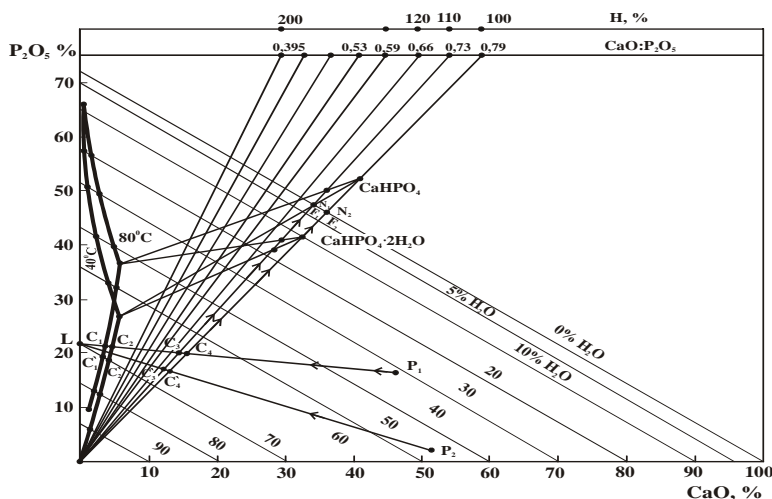
CaO-P₂O₅-H₂O системасида кальций модули 2-дан юқори бўлган фосфоритларни P₂O₅ ЭФК / P₂O₅ ФХ = 1,8-3,2 нисбатда ЭФК (18,0-31,2 % P₂O₅) билан парчаланиши кальций гидрофосфатининг LL₁CC₁ кристалланиш соҳасида боради, кейин эса тўйинишга эришилгандан сўнг парчаланиш секинлашади. (CC₁, 2-расм). Ҳосил бўлган CaHPO₄ фосфорит доналарини тўсиб қўяди ва водород ионларини унинг юзасига киришини беркитади.



2-расм. ФАК ва қўш суперфосфат ўғитларининг олиш жараёнларини ҳисоблаш учун номограмма.

Шунингдек, суяқ фаза кам миқдорда бўлганда лимитловчи омил бўлиб қуюқанинг ёпишқоқлиги ҳисобланади деб фараз қилиш мумкин ва унинг қиймати 41,13 % намликда, 51,87 % намликдаги қуюқанинг қовушқоқлигидан катта бўлади, шунинг ҳисобига водород ионларининг фосфорит зарраларига диффузияси қийинлашади.

МҚ ЮКФлари ва фосфогипсни УАТ билан конверсия қилиб аммоний сульфати ишлаб чиқаришда ёнаки маҳсулот ҳисобланган фосфомел ЭФК ёрдамида парчалаш бўйича ўтказилган тажрибалар асосида МҚ фосфоритлари ва фосфомел ЭФК билан ишлов беришда ДКФнинг чиқишини ҳисоблаш учун номограмма қурилган (3-расм). Сарф меъёрининг 100, 110 нисб.% ва ҳароратнинг 40-80 °C оралиғидаги ДКФ чиқишининг назарий ҳисобланиши олиб борилган.

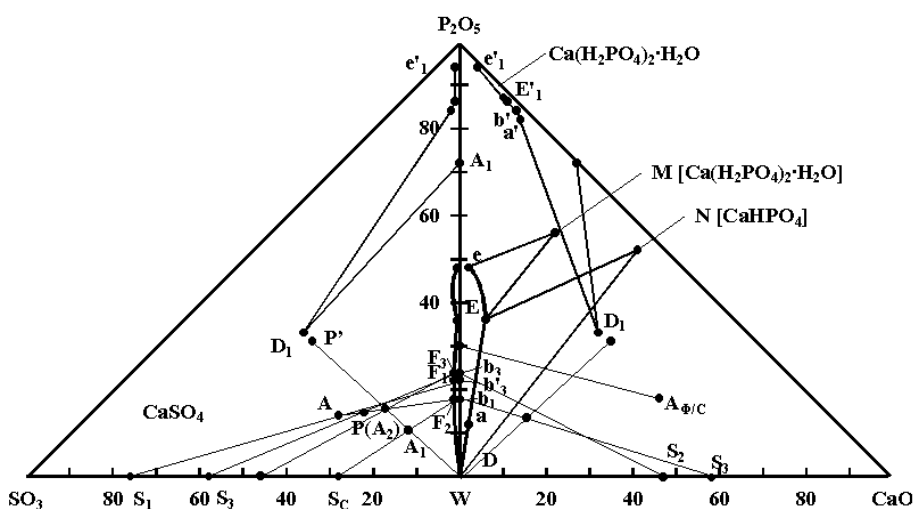


3-расм. Фоскаль ўғитининг МҚ фосфорити (P₁) ва фосфомел (P₂) олинишида CaHPO₄ чиқишини ҳисоблаш учун номограмма.

БФХни 40 °С да парчалашда ЭФК меъёрини 100 дан 110 % гача оширилса ДКФнинг чиқиши 23,74 дан 26,19 % гача, яъни 2,45 % га, фосфомел учун эса 29,30 дан 32,05 % гача, яъни 2,75 % га кўпаяди.

80 °С да ушбу кўпайиш сезиларсиз бўлиб, БФХ учун 0,40%, фосфомел учун эса 1,72 % ни ташкил этади. ЭФКнинг бир хил меъёрида жараён ҳароратининг ошиши ДКФ чиқишининг камайишига олиб келади. БФХдан фойдаланилганда ДКФнинг чиқиши тахминан 3-6 % га камаяди, фосфомел учун эса яна ҳам кўпроқ 7-8% га камайиши кузатилади.

PS ва серофос ўғитлари олиш учун фосфоритларни сульфат кислота ва ЭФК аралашмаси билан парчалаш жараёнини асослаш мақсадида парчаланиш учун кислота аралашмаларининг меъёри 100 %, сульфат ва ЭФК концентрациялари мос равишда 93% ва 21,5 % P₂O₅ бўлган, H₂SO₄/H₃PO₄=70:30 нисбатда ва 80 °С ҳароратда CaO-P₂O₅-SO₃-H₂O системаси ўрганилган (4-расм).



4-расм. МҚ фосфоритларидан PS ва серофос ўғитлари олиш жараёнини 80 °Сда CaO-P₂O₅-SO₃-H₂O система изотермаси бўйича таҳлили.

Биринчи босқичда фосфорит сульфат кислотаси билан реакцияга киришади, охирида эса система CaSO₄·2H₂O кристалларидан, парчаланмаган фосфорит ва кислоталардан таркиб топган бўлади. Иккинчи босқичдаги парчаланиш CaO-P₂O₅-H₂O учбурчагидаги бириктирувчи тўғри чизиққа мос равишда боради. Диаграмманинг чап қисми 80 °С ҳароратда CaO-P₂O₅-SO₃-H₂O системасидаги SO₃-P₂O₅-H₂O изотермасининг сувли (eEW) ва сувсиз (e¹E¹D¹) проекцияси ҳисобланади.

CaO-P₂O₅-H₂O учбурчагининг ўнгида изотерманинг сувли проекцияси тасвирланган. Сульфат ва фосфор кислоталари берилган меъёр бўйича S₁F₁ мос равишда аралаштирилади; аралашма таркиби А нукта билан тасвирланади. Биринчи босқичда фосфорит S_cF₂ мос равишда сульфат кислота билан таъсирлашади; аралашма таркиби, буғланиш чизигини A₁W дан AF₂ нуктасини кесишгунча ўтказиб аниқланган A₂ нуктаси билан тасвирланади. Ушбу ҳолатда жараён биринчи босқичининг охирида система CaSO₄·2H₂O нинг кристалларидан (S₂) ва суюқ фазадан (сульфат кислотанинг камайтирилган меъёрида парчаланмаган фосфорит билан) таркиб топган бўлиб, асосан фосфор кислотаси ҳисобланганлиги назарда тутилади. Унинг концентрациясини S₂ нуктадан A₂ нукта орқали ўтувчи F₃ нуктадаги эрувчанлик изотермасининг кесишган бириктирувчи тўғри чизиқ ўтказилиш билан аниқлаш мумкин, унинг

ординатаси суюк фазадаги P_2O_5 миқдорининг қийматига тўғри келади. Иккинчи босқичдаги парчаланиш $CaO-P_2O_5-H_2O$ учбурчагидаги $VA_{\Phi/C}$ бириктирувчи тўғри чизикқа мос равишда боради.

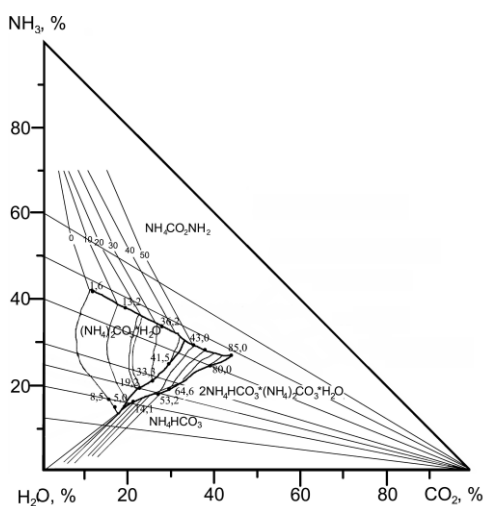
Фосфогипс конверсияси учун зарур бўлган УАТ олиш жараёнини физик-кимёвий асослаш учун $NH_3-CO_2-H_2O$ учламчи системадаги эрувчанлик визуал-политермик усул билан 0, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70 и 80 °C ҳароратларда ўрганилган. Кўрсатилган ҳарорат оралиғида $NH_3-CO_2-H_2O$ эрувчанлик диаграммаси NH_4HCO_3 , $(NH_4)_2CO_3 \cdot H_2O$, $NH_4CO_2NH_2$ ликвидус юзасининг ва $2NH_4HCO_3 \cdot (NH_4)_2CO_3 \cdot H_2O$ бирикмасининг мавжудлиги билан таснифланади. Системада учта учламчи нонвариантли туташган нуқталари аниқланган бўлиб, улар учун мувозанат эритмасининг таркиби ва уларга мос кристалланиш ҳароратлари аниқланган (1-жадвал).

1-жадвал

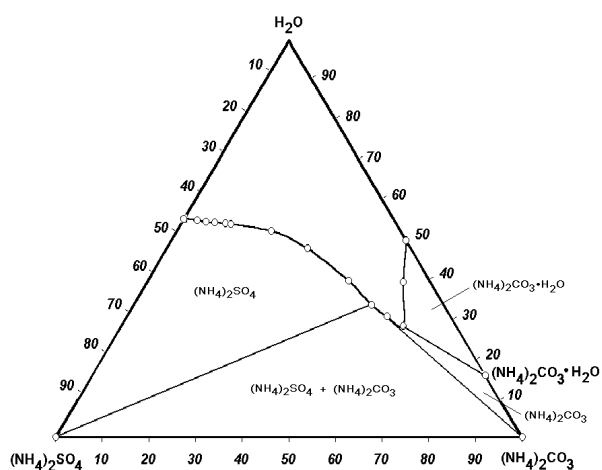
$NH_3-CO_2-H_2O$ системасидаги учламчи тармоқ нуқталари

Состав жидкой фазы, %			Темпер. крист., °C	Твердая фаза
NH_3	CO_2	H_2O		
15,0	19,5	65,5	5,0	$NH_4HCO_3 + (NH_4)_2CO_3 \cdot H_2O + 2NH_4HCO_3 \cdot (NH_4)_2CO_3 \cdot H_2O$
30,0	33,0	37,0	43,0	$NH_4CO_2NH_2 + NH_4HCO_3 \cdot H_2O + 2NH_4HCO_3 \cdot (NH_4)_2CO_3 \cdot H_2O$
27,0	44,0	29,0	85,0	$NH_4HCO_3 + NH_4CO_2NH_2 + 2NH_4HCO_3 \cdot (NH_4)_2CO_3 \cdot H_2O$

$NH_3-CO_2-H_2O$ системасининг политермик эрувчанлик диаграммасига мос равишда NH_4HCO_3 ҳосил бўлиши кенг ҳарорат оралиғида (80 °C гача) карбонат ангидрид газининг NH_3 нинг суюлтирилган эритмаси (10-14 %-ли) билан ўзаро таъсири чоғида боради (5-расм).



5-расм. $NH_3-CO_2-H_2O$ система эрувчанлигининг диаграммаси



6-расм. $(NH_4)_2SO_4-(NH_4)_2CO_3-H_2O$ системасининг 40 °C даги эрувчанлик изотермалари

Карбонат ангидрид газининг 14-44 % концентрацияли NH_3 эритмаси билан ўзаро таъсирида дастлаб, системада 43 °C гача $(NH_4)_2CO_3$ ҳосил бўлиши билан боради, кейин CO_2 концентрацияси 18,8-33,2 % эришилганда $NH_3-CO_2-H_2O$

системасида $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ да барқарор бўлган $2\text{NH}_4\text{HCO}_3 \cdot (\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ бирикма ҳосил бўлиши кузатилади. Аммоний карбаматининг $\text{NH}_4\text{CO}_2\text{NH}_2$ ҳосил бўлиши асосан NH_3 нинг юқори концентрацияларида (26,8-44 %) бошланади.

Карбонат ангидрид газининг 25 %-ли NH_3 эритмаси билан ўзаро таъсирида дастлаб, $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ гача аммоний карбонати ҳосил бўлиши билан боради. Кейин CO_2 концентрациясининг 22,7 % дан ошиши билан $2\text{NH}_4\text{HCO}_3 \cdot (\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ таркибли гидратланган иккиламчи туз ҳосил бўлади. Бу эса $54\text{ }^{\circ}\text{C}$ бошлаб, CO_2 концентрацияси 27,5 % га етганда, аммоний гидрокарбонати - NH_4HCO_3 ҳосил қилиб инконгруэнт ўтишни ўтказди. Бундан ташқари, юқори концентрацияли $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ эритмасини олиш учун ўзаро таъсирлашувчи компонентларнинг $\text{NH}_3:\text{CO}_2$ молли нисбатлари системада 2:1 дан ошмаслиги керак.

Сульфатли ва УАТ биргаликдаги иштирокидаги ҳолатини таснифлаш учун $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ да эрувчанликнинг изотермик усули билан учламчи система $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 - (\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 - \text{H}_2\text{O}$ ўрганилган (6-расм). Система изотермалари $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ва $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ қаттиқ фаза кристалланишининг учта шохчаси билан таснифланади. Аммоний сульфатининг кристалланиш шохчаси изотерманинг унча катта бўлмаган жойини эгаллайди ва 51,10 % $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ гача давом этади.

Изотермада гидратланган аммоний карбонатининг $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ кристалланиш соҳаси $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ нинг 51,10-60,65 % концентрациялари оралиғидаги унча катта бўлмаган жойга мос келади. Олинган маълумотлар ўрганилган системада янги кимёвий бирикмалар ҳосил бўлмаслигини кўрсатади.

Эрувчанлик изотермасининг алоҳида хусусиятлари бўлиб, системада компонентларнинг бир-бирига ўзаро тузсизланишли ва тузланишли таъсирлашиш жойига эгаллиги ҳисобланади. Ушбу системада аммоний карбонатини яхши эрувчанлиги туфайли аммоний сульфатининг тузсизланиш фаолиятига салмоқли таъсир кўрсатади. Бунга боғлиқ равишда $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ да аммоний сульфатининг эрувчанлиги системанинг эвтоник нуқтасигача 15,60 % гача камаяди. Яъни аммоний сульфати аммоний карбонатига тузсизланиш таъсирини кўрсатиб, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ иштирокидаги эрувчанлигини, унинг тоза сувдаги дастлабки эрувчанлиги билан солиштирилганда 15 % га оширади.

Кўрилаётган системанинг бошқа алоҳида хусусиятлари бўлиб, аммоний сульфатининг аммоний карбонатига дегидратланиш таъсирининг кўрсатишидир. Шунинг учун, $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ да аммоний сульфатининг концентрацияси 11,40 % га етганда $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ сувсизланиши боради ва системада сувсиз аммоний карбонатининг кристалланиши бошланади.

$\text{CaSO}_4 - \text{CaCO}_3 - \text{H}_2\text{O}$ учламчи система фосфогипснинг аммоний карбонати билан конверсиясининг технологик жараёнида ҳосил бўлган CaCO_3 иштирокидаги CaSO_4 ҳолатини аниқлаштириш учун муҳим ҳисобланади. Изотерма $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ва CaCO_3 кристалланишини кўрсатувчи иккита шохчадан таркиб топгандир. CaCO_3 нинг кристалланиш шохчаси кенг бўлиб, изотерманинг асосий қисмини эгаллайди ва кальций сульфатининг 0-0,205 % концентрация оралиғига мос келади. $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ - гипснинг кристалланиш шохчаси, кальций карбонати концентрациялари 0-0,0054 % оралиғидаги

изотерманинг унча катта бўлмаган жойини эгаллайди. Системани тадқиқоти натижаларидан, CaCO_3 иштироқи кальций сульфатининг эрувчанлигига таъсир кўрсатмаслигини билиш мумкин.

Учинчи боб. МҚ фосфоритларини тўлиқсиз меъёрадаги HNO_3 билан НКФЎ ва НКСФЎ олиш учун қайта ишлашга бағишланади.

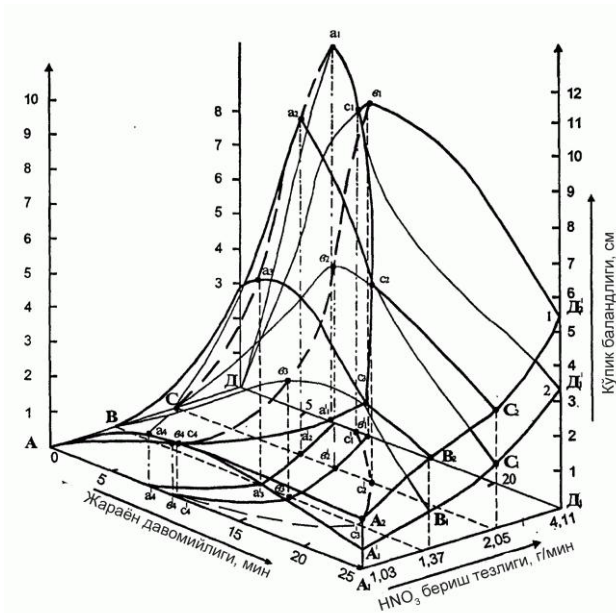
Диссертация ишида куйидаги кимёвий таркибга эга бўлган турли хил МҚ фосфоритларидан фойдаланилган, масс. %: **БФХ:** P_2O_5 – 16,44-18,78, CaO – 45,76-47,48, MgO – 0,71-1,50, Fe_2O_3 – 0,80-1,47, Al_2O_3 – 1,10-1,85, CO_2 – 15,20-17,55, F – 1,7-2,0; **ЮК:** P_2O_5 – 20,44-24,08, CaO – 42,16-46,39, MgO – 0,74-0,94, Fe_2O_3 – 0,48-0,62, Al_2O_3 – 0,35-0,58, CO_2 – 8,25-9,21, F – 2,42-2,67; **ЧФ:** P_2O_5 – 18,30-18,54, CaO – 44,72-46,80, MgO – 0,80-1,02, Fe_2O_3 – 0,80-0,86, Al_2O_3 – 0,95-1,29, CO_2 – 14,3-15,3, F – 1,96-2,22; **ММ:** P_2O_5 – 11,73-14,71, CaO – 41,52-43,99, MgO – 0,53-1,17, Fe_2O_3 – 0,53-1,44, Al_2O_3 – 1,17-1,37, CO_2 – 15,61-19,26, F – 1,85-1,91; **ТК:** P_2O_5 – 27,26-27,50, CaO – 52,17-54,46, MgO – 0,61-1,20, Fe_2O_3 – 0,51-0,70, Al_2O_3 – 1,30-1,87, CO_2 – 1,30-2,41, F – 2,70-3,50, ҳамда куйидаги таркибдаги фосфомел, масс. %: P_2O_5 – 2,00-3,00; CaO – 51,30-53,45; Al_2O_3 – 0,02-0,05; Fe_2O_3 – 0,11- 0,19; F – 0,25-0,60.

НКФЎ ишлаб чиқариш. HNO_3 нинг тўлиқсиз меъёрада МҚ БФХларини бир босқичли парчалаш бўйича тажриба натижалари, жараён боришида кучли кўпик ҳосил бўлишини кўрсатади. Кўпик баландлигини пасайтириш учун HNO_3 берилиш тезлигини камайтириш керак, ёки аралаштиргич айланиш сонини кўпайтириш керак бўлади. Тадқиқот учун БФХ ва концентрацияси 52,5 % ли HNO_3 ларидан фойдаланилди. HNO_3 нинг меъёри 20-85 % CaO га стехиометрияси оралиғида ушлаб турилган. Дастлабки тажрибалар билан айланма эритмага БФХни сувли суспензия (фосфорит : H_2O = 1 : (1-1,22)) кўринишида қўшиш куруқ фосфоритдан фойдаланилгандагига қараганда кам даражада кўпик ҳосил бўлиши аниқланган.

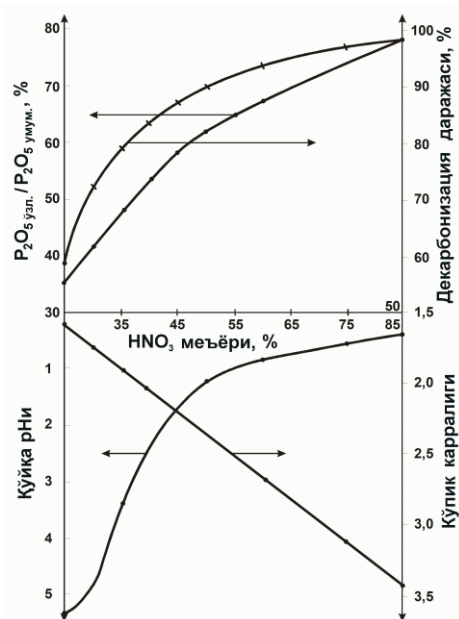
7-расмдан кўриниб турибдики, HNO_3 меъёрини ва унинг бериш тезлигини ошириш билан кўпик ҳосил бўлишининг жадаллашиши А, Д, А₁, Д₁ текисликларида жойлашган а'₁ а'₂, а'₃, а'₄ ва в'₁, в'₂, в'₃, в'₄ эгри чизиклари бўйича ўзгаради. HNO_3 меъёрининг ошиши билан кўпикнинг максимал баландликка эришиш тезлиги ошади. Аммо, аниқ бир вақт ўтгандан сўнг 50 ва 37 % меъёрга мос бўлган (1,2) текисликларининг ҳолати жойларда ўзгаради, яъни меъёрида кўпикнинг жадаллашиши 37 % ли HNO_3 меъёрида 50 % лигига қараганда кўпдир.

Ушбулар с₁, с₂, с₃, с₄ (с'₁, с'₂, с'₃, с'₄) чизиклари билан асосланиб, CO_2 ажралиши жадаллашишига, бунинг натижасида юқори баландликдаги кўпик ҳосил бўлишига олиб келади. Табиийки, бу жараён реакция зонасида CO_2 концентрациясини бирдан камайишига олиб келади. Шунинг учун, с₁ с₂, с₃, с₄ эгри чизикларидан кейин вақт давомида ажралаётган CO_2 нинг миқдори HNO_3 -нинг 50 % меъёрида, 37 % меъёрига қараганда кам бўлади.

Кўпикнинг карралилиги, куйқанинг рН, декарбонизация даражаси ва P_2O_5 ўзл./ P_2O_5 умум. нисбатининг HNO_3 меъёри ва бериш тезлигига боғлиқлиги аниқланган ва номограмма кўринишида тасвирланган (8-расм).



7-расм. Кўпик баландлигининг HNO_3 бериш тезлиги ва HNO_3 нинг 1-37; 2-50 меъёридаги жараён давомийлигига боғлиқлиги.



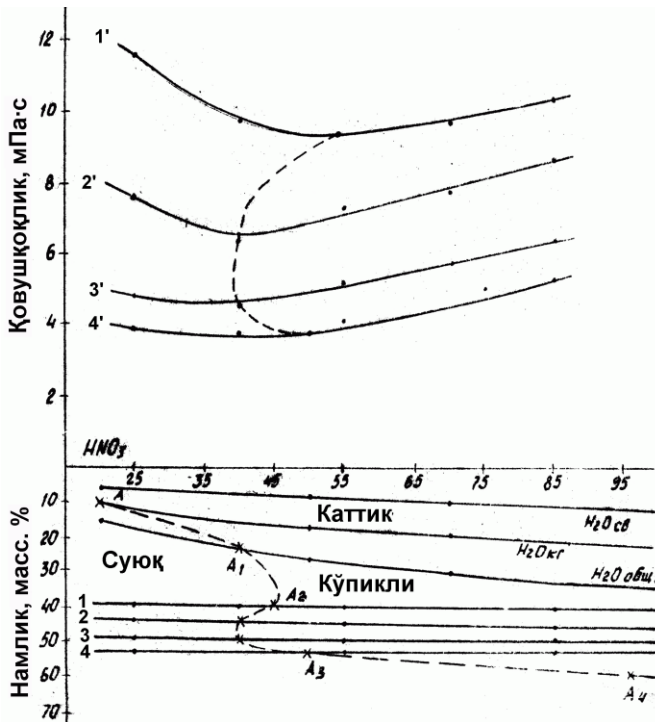
8-расм. Декарбонизация даражасининг P_2O_5 ўзлаштириладиган шаклининг нисбий миқдорига, кўйканинг рН га, HNO_3 меъёридаги кўпикнинг карралигига боғлиқлиги.

Маълумотлар, HNO_3 меъёрини 20 дан 85 % гача оширилганда фосфоритнинг декарбонизация даражаси ва P_2O_5 ўзл./ P_2O_5 умум нисбатларининг кўпайганлигини кўрсатади. Ушбу ҳолатда уларнинг максимал қийматига 85 % ли HNO_3 меъёрида эришилади. HNO_3 меъёрини ошиши билан кўпикнинг карралиги бирдан камаяди, чунки бу тўғри чизиqli таснифга эгадир. МҚ фосфоритлари парчалашда HNO_3 меъёрини 20 дан 85 % гача оширилса ҳосил бўлган қуюқанинг рН 3,7 дан 1,8 гача бўлган ораликда камаяди.

МҚ ЮКФни парчалашда HNO_3 нинг меъёридан қатъий назар жадал кўпик ҳосил бўлиши кузатилган бўлиб, бу эса технологик жараённи бузади. Икки босқичли жараённи олиб бориш йўли билан, яъни дастлаб фосфоритга айланма нитрокальцийфосфатли кўйка (НКФК) билан ишлов берилиб, кейин эса системага HNO_3 киритилганда кўпик ҳосил бўлиши анчагина камаяди. Аммо, бунда фосфорит суспензияси ва HNO_3 ни секин бериш (30-45 мин.) жараённинг умумий давомийлигини оширишга ва охириги маҳсулот чиқишининг пасайишига олиб келади. Фосфоритга ишлов бериш учун айланма эритма ҳажмининг катта сарфи ҳам ускуналарнинг унумига катта таъсир этади.

Ушбу масала ечими усулларидан бири фосфоритни парчалашда HNO_3 ни фосфоритга бевосита бериш орқали олиб боришдир. Бунда HNO_3 нинг ҳар бир янги улуши фосфоритнинг парчаланмаган қисми билан контактлашади. HNO_3 берилиши давомида реакцион масса HNO_3 меъёрига боғлиқ равишда хамирсимон (HNO_3 нинг 25; 35; 37; 42 % меъёрларида), ўрта оқувчан (HNO_3 нинг 50; 60; 75 % меъёрларида) ва нормал оқувчан масса (HNO_3 нинг 85 % ли меъёрида) кўринишга эга бўлади. БФХга HNO_3 берилишида 65-75 % карбонатлар хамирсимон масса ҳосил бўлишигача парчалана. Ушбу ҳолат,

фосфоритларни HNO_3 билан парчалаш жараёнининг асосий қисми амалда суюқ фазаси кам миқдорли режимда жадал кўпик ҳосил қилмасдан боради. Жараённинг ўртасида ёки охирида хамирсимон ёки оқувчан қуйқа ҳосил бўлади ва сув миқдорининг камлиги ҳисобига системада кучли кўпик ҳосил бўлиши кузатилмайди № 1', 2', 3' и 4' таркибдаги эритмалар учун 30; 40; 50 ва 60 °С ҳароратларда қовушқоқликнинг намлик миқдориға боғлиқлиги 9-расмда келтирилган.



9-расм. Нитрат кислота меъёрининг 30 °С ҳароратда азоткислотали қуйқаниннг реологик хоссаларига таъсири. Нитрат кислотасининг меъёри, %: 1' – 20, 2' – 28, 3' – 50 ва 4' – 60.

Шунинг учун, реакция тўхтагандан сўнг нормал оқувчан қуйқа олиш учун ҳосил бўлган хамирсимон массаға фосфоритни сувға нисбати 1:1 гача сув қўшилади.

Технологик омилларнинг ўзгариши фосфоритларни HNO_3 билан парчалаш жараёнини HNO_3 меъёри ва қуйқа намлигига боғлиқ равишда учта - каттик, кўпик ва суюқ соҳаға бўлиш зарурлигини кўрсатади. Шунинг учун, хом ашёни қайта ишлашнинг икки варианты – суюқ фазали ва суюқ фазаси кам миқдорли режими тавсия этилади.

Суюқ фазали ва суюқ фазаси кам миқдорли режимларда HNO_3 нинг меъёри 37 % дан кўп бўлганда, нитраткислотали қуйқаниннг рН қиймати камлиги ҳисобига қуритиш жараёни қийинлашади ва шунинг учун уни аммиак билан рН 3,8-4,0 гача нейтралланади. Аммонийлашгандан сўнг қуйқаниннг зичлиги 1,2-1,5 марта, қовушқоқлиги эса 1-1,2 мартаға ошади.

Олиб борилган тажрибалар, НКФҚ 38 % дан кўп намликда яхши реологик хоссаларни намоён этишини кўрсатди.

HNO_3 нинг меъёрини стехиометрия бўйича 25 дан 45 % гача оширилса, зичлик ва қовушқоқлик камаяди, меъёр 45 дан 100 % гача оширилганда эса қисман кўпаяди. Ушбу ҳолат берилган меъёрларда системада қўшимча турли тузлар – нитратлар, фосфатлар ва х.о. лар ҳосил бўлиши билан тушунтирилади. Шунинг учун, қовушқоқлик мос равишда 0,5 дан 1,2 сПз гача кўпаяди, зичлик эса сезиларсиз ошади.

НКФҚ нинг реологик хоссаси биринчи навбатда сув миқдориға ва HNO_3 нинг меъёриға боғлиқ бўлади. Шунинг учун, тажрибалар қуйқаниннг турли намликларида ўтказилди, %: 1 (1') – 39-42, 2 (2') – 44-45, 3 (3') – 48,9-49,5, 4 (4') – 52-54. Фосфат суспензиясида сув миқдорининг ошиши билан зичлик ва қовушқоқлик камаяди.

Зичлик ва қовушқоқликни ҳароратга, фосфорит : H_2O нисбатига, HNO_3 меъёрига ва куйқанинг рНга боғлиқлиги аниқланди, ҳамда турли ҳароратда ҳисоблаш учун тенглама киритилди. Мақбул шароитларда олинган нордон ва аммонийлашган НКФҚ яхши оқувчанликка эгаллиги ва технологик мақсадлар учун тўлаллигича яроқлилиги кўрсатилди.

Олинган ўғитлар таркибларининг таҳлили HNO_3 меъёрини ошириш билан, ўғитда умумий шаклдаги P_2O_5 миқдори камайишини, трилон Б ва лимон кислотаси бўйича P_2O_5 ўзл. ва азотнинг кўпайишини кўрсатади. HNO_3 меъёрини 25 дан 75 % гача оширилса, фосфоритнинг турига боғлиқ равишда маҳсулотда трилон Б бўйича P_2O_5 ўзл. ва азотнинг миқдори 7,98-13,62% дан 13,70-16,56 % гача бўлган миқдорни ташкил этади.

Лимонли кислотада эрийдиган P_2O_5 ўзл. миқдори трилон Б бўйича P_2O_5 ўзл. қараганда нисбатан катта бўлади. Айниқса бу HNO_3 меъёри 25-60 % оралиғида ўзгарганда P_2O_5 ўзл. нисбий миқдори МҚнинг БФХ, ЧФ, ЮК ва ТК мос равишда фарқи 21,81-28,99; 43,19-49,76; 21,07-34,67 ва 12,87-18,75 % бўлади.

Ҳар қандай кўринишдаги турли фосфоритдан олинган ўғитларда P_2O_5 ўзл. нинг нисбий миқдорининг бир-биридан анчагина фарқланиши, асосий ҳосил бўладиган фосфатли, нитратли бирикма ва аралашмалар концентрацияларининг фарқи билан, ҳамда уларнинг ўзлаштириладиган фосфат бирикмаларининг эрувчанлигига таъсири хусусиятлари билан тушунтирилади.

Шундай қилиб, келтирилган тадқиқот натижалари, HNO_3 нинг тўлиқ бўлмаган меъёрида МҚ ЮКФнинг ўзаро таъсири йўли билан қаттиқ фазада режимда жадал кўпик ҳосил қилмасдан азотфосфорли ўғитлар олиш имкониятларини юзага келишини кўрсатди.

HNO_3 нинг мақбул меъёрларида (50-75%) олинган ўғитларнинг озуқа компонентларининг йиғиндиси фосфоритларнинг турига боғлиқ равишда 22,79-32,78 % оралиғида ўзгаради.

НКСФЎ ишлаб чиқариш. Кейинги тадқиқотларда МҚ фосфоритлари $(NH_4)_2SO_4$ иштирокида тўлиқ бўлмаган меъёридаги 52,5% концентрацияли HNO_3 дан фойдаланиб парчаланди. $(NH_4)_2SO_4$ миқдори 1:1,5; 1:1 ва 1:0,7 га тенг бўлган N: P_2O_5 берилган нисбатининг ҳисобидан олинди.

Кислота меъёрини ва $(NH_4)_2SO_4$ миқдорини ошириш маҳсулотларда P_2O_5 ўзл. шаклини бирдан ошишига олиб келиши, фосфат, нитрат тузлари ва $(NH_4)_2SO_4$, аммоний фосфати ҳамда $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ ҳосил қилиб, улар орасидаги алмашилиш реакцияси ёрдамида ўғит олиш жараёнининг бориши тушунтирилади.

Ушбу шароитларда фосфоритларнинг декарбонизация даражаси юқори бўлиб қолади ва БФХ учун у 86,67-93,17 % оралиғида бўлади. Бунга ўхшаган ҳолат ЮК ва ТКлар учун ҳам кузатилади. Дастлабни фосфорит тури фосфорнинг ўзлаштириладиган шакли миқдорига сезиларли таъсир этишини таъкидлаш зарурдир.

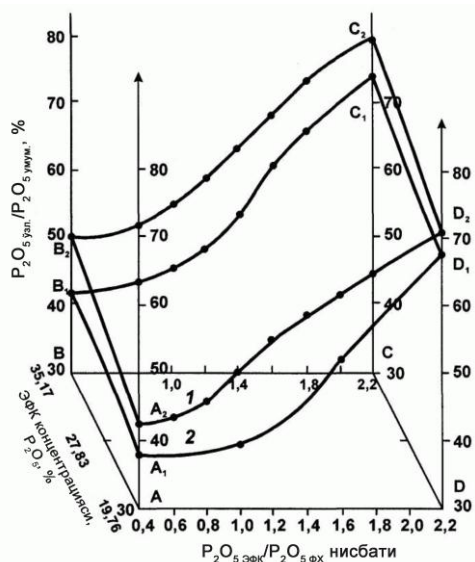
P_2O_5 ўзл. шаклининг энг юқори миқдори ЮК асосида олинган ўғитларда, нисбатан кам миқдори эса ТКдан фойдаланилган ҳолатда бўлиши мумкин. Ушбу ҳолат фосфоритларнинг ўзаро минералогик ва кимёвий таркибларидаги фарқлари, охириги маҳсулотнинг фазавий таркиби, ҳамда нитрат, фосфат,

сульфат бирикмаларининг ва аралашмаларининг ўзлаштириладиган фосфат моддаларининг эрувчанликлари билан тушунтирилади.

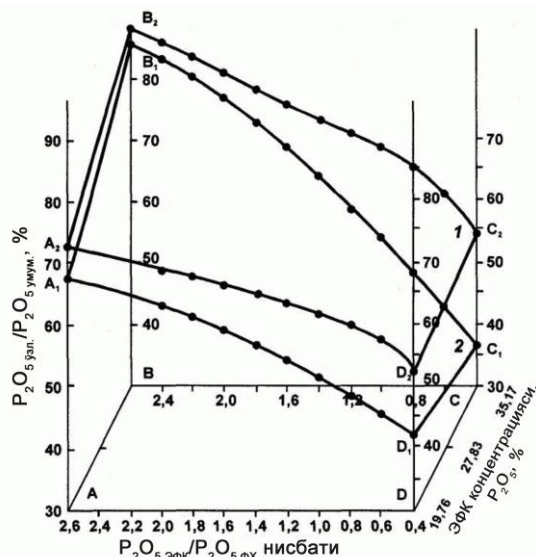
Диссертациянинг туртинчи боби МҚ фосфоритларини осон мослашувчан технологияда суюқ фазаси кам миқдори режимда қайта ишлаб сувда эрувчан ва узлаштирилувчан фосфатлари нисбатлари бошқариладиган фосфорли ўғитлар олишга бағишлангандир.

Секин таъсир этувчи фосфорли ўғитлар (САФЎ) ишлаб чиқариш. МҚ ЮКФнинг алоҳида хусусиятларидан келиб чиқиб, ЮКФ кўш суперфосфатга қараганда кам меъёрдаги ЭФК билан парчалаб САФЎ олиш технологиясини яратиш зарурияти юзага келди. Бунда ЭФКнинг кимёвий энергиясидан фойдаланилади, ҳамда ТКга қараганда арзон бўлган ЮКФдан фойдаланиш хисобига тайёр маҳсулот таннархи камаяди. Бундан ташқари, парчаланиш жараёнини суюқ фазаси кам миқдорли режимда олиб бориш хисобига суюқ фазанинг етишмаслиги сабабли мўл кўпик ҳосил бўлмайди.

Тажриба натижалари, МҚнинг ЮК, БФХ, ЧФ ва ММ парчалашда $P_2O_5_{ЭФК}/P_2O_5_{ФХ}$ нисбатининг ортиши билан маҳсулотда ўзлаштирилувчан P_2O_5 нинг кўпайишини, рН эса камайишини кўрсатди (10 ва 11-расмлар).



10-расм. САФЎ даги P_2O_5 ўзл. нисбий миқдори билан $P_2O_5_{ЭФК}/P_2O_5_{ФХ}$ ва ЭФК концентрациясининг боғлиқлиги: 1 – ЧФ; 2 – ММ



11-расм. САФЎ даги P_2O_5 ўзл. нисбий миқдори билан $P_2O_5_{ЭФК}/P_2O_5_{ФХ}$ ва ЭФК концентрациясининг боғлиқлиги: 1 – БФХ; 2 – ЮК

$P_2O_5_{ЭФК}/P_2O_5_{ФХ}$ нисбатининг доимий қийматларида ЭФК концентрациясининг ошиши билан маҳсулотда P_2O_5 ўзл. миқдори ҳам водород ионлари фаоллигининг ошиши хисобига кўпаяди.

Маҳсулотнинг физикавий ҳолатидан келиб чиққан ҳолда, САФЎ олиш жараёни икки вариант – ретурсиз ва ретурли усулларда олиб борилади. Ретурсиз усул бўйича САФЎ олиш ЭФКнинг 19,76, 27,83 ва 35,17 % P_2O_5 концентрацияларидан, мос равишда 0,6-0,8, 0,8-1,0 ва 1,0-1,2 хисобланган $P_2O_5_{ЭФК}/P_2O_5_{ФХ}$ нинг мақбул нисбатидан фойдаланиб олинади. 27,83 масс. % P_2O_5 ЭФКдан фойдаланилганда, $P_2O_5_{ЭФК}/P_2O_5_{ФХ}$ 0,6-1,0 нисбатида маҳсулот намроқ, сочилувчан, яхши аралашадиган масса кўринишида чиқади.

Таркибида озуқа моддалари юқори бўлган ўғитлар олиш учун $P_2O_5_{ЭФК}/P_2O_5_{ФХ}$ нисбатини ошириш керак, аммо бунда ёпишқоқ, куюқ ва кейинчалик суяқ масса ҳосил бўлади. Шнекли реактор-аралаштиргичда жараёни нормал шароитда олиб бориш учун ретур кўшиш йўли билан массани сочилувчан ҳолатда тутиш зарур.

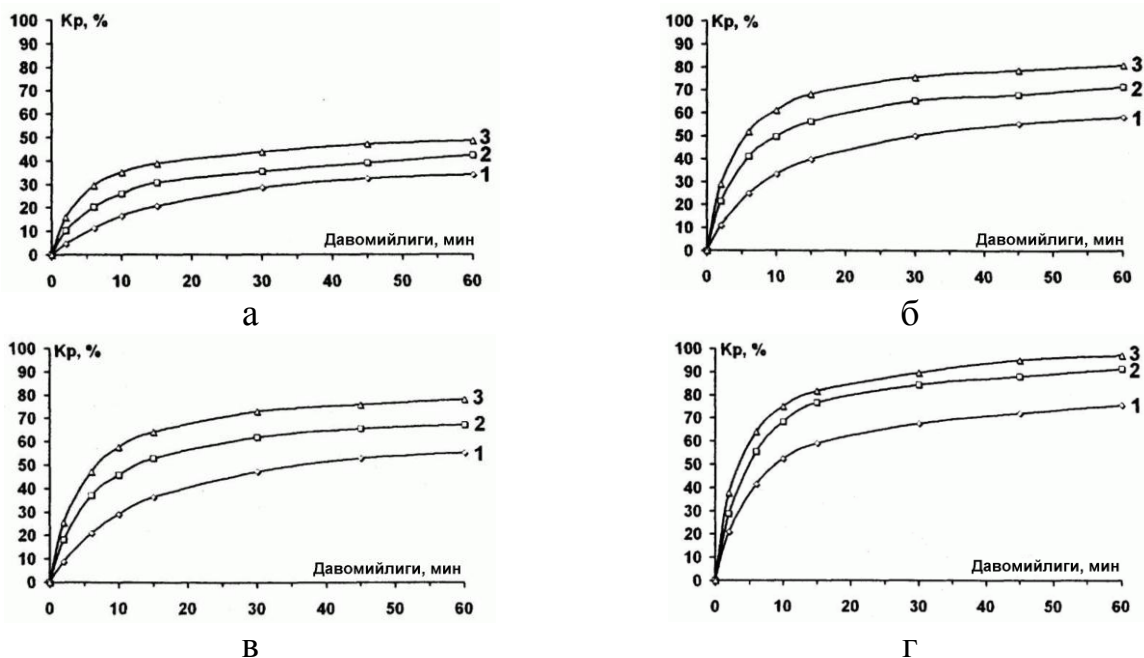
САФЎ олишнинг иккинчи варианты ретур иштирокида $P_2O_5_{ЭФК}/P_2O_5_{ФХ}$ нисбатининг юқори кийматларида жараёни олиб бориш ҳисобланади. 19,76, 27,83 ва 35,17 % $P_2O_5_{ЭФК}$ билан ЮКФ МКни парчалашда $P_2O_5_{ЭФК}/P_2O_5_{ФХ}$ нинг мақбул нисбатида мос равишда 0,8-1,2, 1,0-1,6 ва 1,6-2,2 ҳисобланади. Шнекли реакторда парчалаш жараёни ретур ва зарур бўлганда нейтралловчи кўшимчалар иштирокида куйқа намлиги 20 нисб. % дан кўп бўлмаганда олиб борилади, бу эса кўпик ҳосил бўлишини четлаб ўтади. Маълум бўлган бир компонентли фосфор ўғитидан олинган маҳсулотнинг фарқи таркибида 60-80 нисб.% ДКФ тутиши ва яхши физикавий-кимёвий хоссаларни намоён этишидир. 10 % ли САФЎ эритмасининг рНи 2,5-5,15 оралиғида ўзгаради, $P_2O_5_{5ўзл.}/P_2O_5_{умум.}$ ва $P_2O_5_{с.эр.}/P_2O_5_{умум.}$ нисбатлари эса олинган маҳсулотда қуритилгандан сўнг, олиш шароитига боғлиқ равишда 38-80 % ва 3-46 нисб. % ташкил этади.

Жамики ҳолатларда $P_2O_5_{ЭФК}/P_2O_5_{ФХ}$ нисбатининг ошиши билан ретур нисбати карралиги ортиб боради, ЭФК концентрацияси ортиши билан эса ретур нисбати карралигининг камайишига олиб келади. Ретур нисбати карралигининг ортиши $P_2O_5_{ЭФК}/P_2O_5_{ФХ}$ нисбатининг ошиши билан суяқ фазанинг кўпайиши ҳисобига рўй беради. МК ҳамма фосфоритлари учун $P_2O_5_{ЭФК}/P_2O_5_{ФХ}$ нисбатини 0,8 дан 1,8 гача ошиши билан ЭФК концентрацияси 19,76 % бўлганда ретур нисбатини 0,10-0,25 дан 1,10-1,20 гача; ЭФК концентрацияси 27,83 % - 0,1-0,2 дан 0,90-0,95 гача; ЭФК концентрацияси 35,17 % - 0,1-0,2 дан 0,7-0,9 гача ортишига олиб келади.

Ретурсиз усул билан солиштирилганда ретурли усул бўйича $P_2O_5_{ЭФК}/P_2O_5_{ФХ}$ юқори нисбатидан фойдаланиш ҳисобига озуқа моддалари юқори бўлган САФЎни олиш мумкин. ЮКФ турига боғлиқ равишда ЭФКнинг 19,76 масс. % P_2O_5 концентрацияларида ва $P_2O_5_{ЭФК}/P_2O_5_{ФХ}$ 1,6 нисбатида олинган САФЎ 34,07-38,14 % $P_2O_5_{умум.}$; 22,54-23,74 % $P_2O_5_{5ўзл.}$; ЭФКнинг 27,83 масс. % P_2O_5 концентрацияси ва $P_2O_5_{ЭФК}/P_2O_5_{ФХ}$ нинг 2,0 нисбатида – 36,39-40,86 % $P_2O_5_{умум.}$; 28,34-30,97 % $P_2O_5_{5ўзл.}$; ЭФКнинг 35,17 масс. % P_2O_5 концентрациясида ва $P_2O_5_{ЭФК}/P_2O_5_{ФХ}$ нинг 2,2 нисбатида – 37,64-41,63 % $P_2O_5_{умум.}$; 26,34-34,70 % $P_2O_5_{5ўзл.}$ лардан таркиб топади.

Суяқ фазаси кам миқдорли режимда жадаллашган технология бўйича кўш суперфосфатни ишлаб чиқариш. МК ТКдан олинган ЭФКдаги MgO нинг нисбатан кам миқдорда бўлиши унинг юқори концентрациясига эришиш учун буғлатиш имкониятини беради. Бу эса кейинчалик куйқани буғлатиш учун сарф бўладиган энергия ресурсининг анчагина миқдорини тежашга олиб келади. Шунга боғлиқ равишда ҳам бойитилмаган (БФХ, ЮК, ЧФ), ҳам бойитилган МК (ТК) фосфоритларини концентранган ЭФК билан реактор-аралаштиргич ва шнекли реакторда жадаллашган технология бўйича кўш суперфосфат олишнинг парчаланиш жараёни тадқиқоти олиб борилди.

Жадаллашган технология бўйича, ЭФКнинг 90 ва 120 % ли меъёрида, ЭФК концентрацияси 40,24 ва 49,98 % ва ҳарорат 60, 80 ва 100 °С бўлганда кўш суперфосфат ишлаб чиқаришга яроқли бўлган БФХни концентрланган ЭФК билан парчалаш жараёни кинетикаси ўрганилди. Кинетика эгри чизик графиги 12-расмда келтирилган.

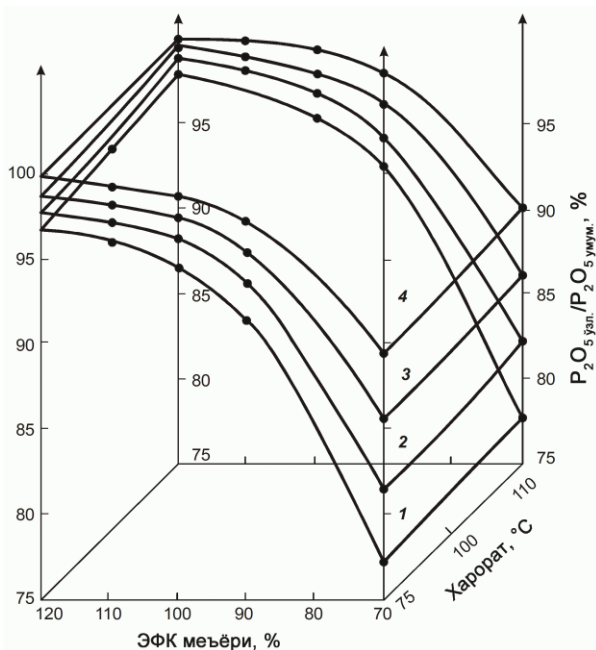


12-расм. БФХ парчаланиш коэффициентининг вақтга боғлиқлиги. Ҳарорат, °С: 1-60; 2-80; 3-100; ЭФК концентрацияси: а,б – 40,24 % P₂O₅; в,г – 49,98 % P₂O₅. ЭФК меъёри: а,в – 90 %; б,г – 120 % МКФ ҳосил бўлиши учун.

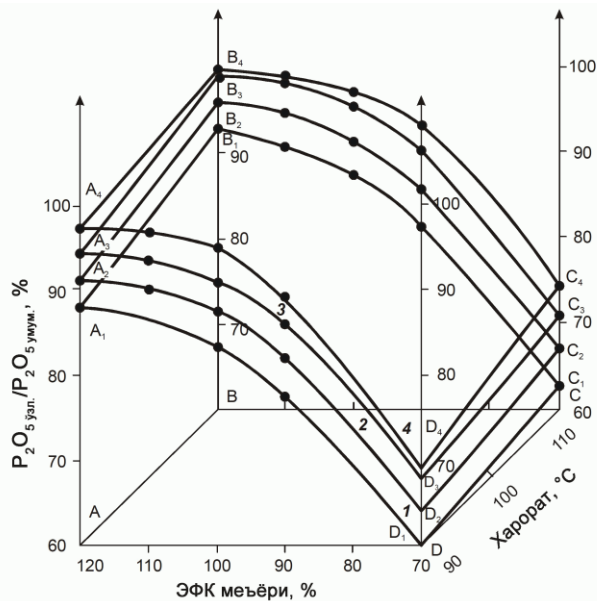
Омилларнинг ушбу оралиқларида тезлик константаси 0,0603-0,4695, фаоллаштириш энергияси эса – 4,72-25,2 кДж ташкил этади. 90-110 °С ҳарорат оралиғида концентрация ва кислота меъёри ошиши билан МК ЮКФнинг парчаланишида P₂O₅ ўзл. нисбий миқдори ҳамма кўринишдаги хом ашё учун кўпаяди. Хом ашё сифатида БФХ ва ЧФдан фойдаланилганда турли шаклдаги P₂O₅ нинг мутлақ ва нисбий миқдори бўйича яқин кўрсаткичлар олинди.

ЮКни парчалашда БФХга қараганда P₂O₅ умумий миқдори тахминан 3-6 % га кўп бўлган ўғит олинади, бу эса уларнинг кимёвий таркибларидаги фарқ билан боғлиқдир (13 ва 14-расмлар).

ЭФК меъёрининг 70 дан 120 % гача ошириш билан P₂O₅ умумий миқдорининг барқарор ортиши тенденцияси кузатилади. Ушбу ўхшаш қонуният ҳамма уч турдаги ЮКФ учун ўғитдаги P₂O₅ нинг ўзлаштириладиган ва сувда эрийдиган шакллари нинг миқдори бўйича кузатилади. Ва ушбу ҳолатда ЮКдан олинган ўғитларда P₂O₅ нинг кўрсатилган шакли миқдори ўзгаришининг жадаллашиши, хом ашё сифатида БФХ ва ЧФ қўлланилгандагига қараганда бошқача кузатилади. Хом ашё сифатида БФХ ва ЧФ қўлланилганда, ЭФК концентрацияси 40,24 % бўлиб, ЭФК меъёрининг 70 дан 120 % гача ошишида ўғитда ўзлаштириладиган P₂O₅ миқдори мос равишда 14,31 ва 9,50 % кўпайса, ЮКдан фойдаланилганда эса бу кўрсаткич 18,04 % га ошади, яъни ўзлаштириладиган P₂O₅ миқдори нисбатан жадал суратда кўпаяди.



13-расм. БФХдан олинган ўғитдаги P_2O_5 ўзл. нисбий миқдорининг ЭФК меъёрига, ЭФК концентрациясига ва ҳароратга боғлиқлиги: масс. %: 1 – 40,24; 2 – 46,04; 3-49,98; 4-55,38.



14-расм. ЮКдан олинган ўғитдаги P_2O_5 ўзл. нисбий миқдорининг ЭФК меъёрига, ЭФК концентрациясига ва ҳароратга боғлиқлиги: масс. %: 1 – 40,24; 2 – 46,04; 3-49,98; 4-55,38.

ЭФК концентрациясини 40,24 дан 55,58 % P_2O_5 гача оширилганда ҳам, ҳамма турдаги фосфорит хом ашёси учун умумий, ўзлаштириладиган ва сувда эрийдиган P_2O_5 миқдорларининг ошишига олиб келади. БФХ, ЮК ва ЧФлардан жадаллашган технологияда олинган кўш суперфосфат таркибида 1,06-3,66 % оралигида азот бўлади.

Шнек реактор-аралаштиргичида ЮКФнинг учта туридан кўш суперфосфат олишда ретурнинг минимал нисбати карралигини аниқлаш бўйича олинган тажриба маълумотлари, ЭФК концентрацияси ошиши билан унинг катталиги камайишини кўрсатади. ЭФК меъёрини 70 дан 120 % гача оширилиши ҳамма турдаги фосфоритлар учун ретурнинг талаб қилинган минимал карралигининг ва ЭФК концентрациясининг ошишига олиб келади.

МҚ ТКни парчалаш учун ЭФКнинг 45,6-58,8 % P_2O_5 концентрацияси ишлатилди, ЭФК меъёри 95 дан 130 % гача (P_2O_5 ЭФК/ P_2O_5 ФХ нисбати - 2,85 дан 4,00 гача), парчалаш ҳарорати – 80 дан 115 °С гача ўзгартирилди.

ЭФК меъёрининг ўзлаштириладиган P_2O_5 нисбий миқдорига таъсирини текшириш натижаларини умумлаштириб хулоса қилиш мумкинки, энергиянинг ва ЭФКнинг нисбатан минимал сарфи нуктаи назаридан, жараён олиб боришнинг мақбул шароити бўлиб, ЭФК концентрацияси 45-50 %, кислота меъёри - 100-110 % ва ҳарорати 80-90 °С бўлиши ҳисобланади. Олинган маҳсулотлар 36,90-48,26 % P_2O_5 ўзл. ва 28,51-39,50 % P_2O_5 с.эр., 1,73-2,70 % N дан таркиб топгандир.

ЭФКнинг мақбул меъёрлари 100 ва 110 %, ва концентрациялари 40,24; 46,04; 49,98 ва 55,38 % P_2O_5 бўлганда ретурнинг минимал карралик қиймати мос равишда 1,54-1,90, 0,90-1,27, 0,56-0,84 ва 0,18-0,40 ораликларида ўзгаради.

Бешинчи боб МҚ ЮКФни ЭФКнинг кенг ораликдаги меъёри ва концентрациясида оқимли технологияда қайта ишлаб қуйидаги турдаги ўғитларни олишга бағишланган: фосфоркальцийли (Фоскаль), фосфоразоткальцийли (ФАК) ва турли нисбатда сувда эрувчан ва ўзлаштирилувчан фосфатлари бўлган кўш суперфосфатлар.

МҚ ЮКФни фосфоркислотали қайта ишлашда кўпик ҳосил бўлишини камайтириш. Оқимли технология бўйича ЮКФни қайта ишлашда мўл кўпик ҳосил бўлиши кузатилади. Кўпик ҳосил бўлишини йўқотиш учун фосфоритни ЭФК ёки унинг сульфат кислотали аралашмаси билан икки босқичли парчалаш усули ишлаб чиқилди, унинг моҳияти биринчи босқичда айланма қуйқа ёки суюлтирилган ЭФК билан парчалашни ўз ичига олса, иккинчи босқичда эса керакли нисбатгача ЭФК (ёки унинг H_2SO_4 билан аралашмаси) қўшилади.

Икки босқичли парчалаш усулининг биринчи босқичида, агар фосфорит 21,5 % ли ЭФК, $P_2O_5_{ЭФК}/P_2O_5_{ФХ} = 1,1$ нисбатида ва муҳитнинг рН 3,3 га тенг бўлганда олинган қуйқа билан парчаланса кўпикнинг карралиги 1,19 ни ташкил этади. Агар $P_2O_5_{ЭФК}/P_2O_5_{ФХ}$ нисбати 2,6 гача ортса, у ҳолда муҳитнинг рН 1,8 гача, кўпикнинг карралиги эса 1,83 гача ортади. Айланма қуйқада ЭФК концентрациясини 18,0 % гача, $P_2O_5_{ЭФК}/P_2O_5_{ФХ}$ нисбатини 1,1 гача камайтирилса кўпикнинг карралиги 1,12 га тенг бўлади. $P_2O_5_{ЭФК}/P_2O_5_{ФХ}$ нисбатини 2,6 гача ошириш кўпик карралигини 1,59 гача ортишига олиб келади.

Икки босқичли парчалаш усулининг иккинчи босқичида, агар 21,5 % ЭФК, $P_2O_5_{ЭФК}/P_2O_5_{ФХ}$ нисбати 1,1, муҳитнинг рН 3,3 бўлганида тайёрланган қуйқага ЭФК қўшганда кўпикнинг карралиги 1,72 ни ташкил этади. $P_2O_5_{ЭФК}/P_2O_5_{ФХ}$ нисбатининг 2,6 % гача ошишида муҳитнинг рНни 1,8 гача, кўпикнинг карралиги эса 1,17 гача камаяди. Кўпикнинг карралигини камайишини муҳитнинг рН билан боғлаш мумкин, чунки, унинг камайиши билан декарбонизация даражаси ортади.

Ҳамма ҳолатларда қуйқа карралигининг ва $\frac{1}{4}$ дан $\frac{1}{2}$ гача ортиши кўпик карралигини камайишига олиб келади, бу эса айланаётган қуйқа микдорининг ортиши билан тушунтирилади. Муҳитнинг мақбул рН 2,7-3,0; $P_2O_5_{ЭФК}/P_2O_5_{ФХ}$ нисбати эса 1,65-1,80 хисоблаш мумкин.

Кўпик карралигининг тайёрланган қуйқада ЭФК концентрациясига боғлиқлиги ўрганилган. ЭФК концентрациясини камайиши билан кўпик ҳосил бўлиш карралиги камаяди. Ушбу ҳол муҳитнинг намлигини ортиши ва қовушқоқлигини камайиши билан тушунтирилади.

Кўпик мустаҳкамлигини текшириш натижалари шуни кўрсатадики, иккинчи босқичда $P_2O_5_{ЭФК}/P_2O_5_{ФХ}$ нисбати ортиши билан кўпик карралиги ва мустаҳкамликлари биринчи босқичга нисбатан камаяди, бунда модомики, қуйқанинг рН камаяди. Кўпикнинг мустаҳкамлигига фосфорит берилиш тезлиги ҳам таъсир қилади.

МҚ ЮКФни кислотали қайта ишлашда кўпик ҳосил бўлишини камайтиришнинг бошқа яратилган усули бу парчалаш жараёнининг конструкцияли шнек типидagi комбинациялашган реакторда пуркалаётган кислота ва чангитилган фосфоритларнинг ҳаволи муҳитда муаллиқ ҳолатда

ўзаро таъсир жараёнини олиб бориш ҳисобланади. Бунда реагентлар контакт юзаларининг ортиши ҳисобига декарбонизация ва парчаланиш даражаси анчагина кўпаяди, ҳамда кейинги тўлиқ парчаланиш босқичида мўл кўпик ҳосил бўлиши тўлиқ йўқотилади.

«Фоскаль» ўғитини ишлаб чиқариш. Оқимли усул билан БФХ, ЮК, ЧФ ва фосфомел ни парчалаш асосида секин таъсир этувчи фосфор таркибли «Фоскаль» ўғитини олиш жараёни тадқиқоти текширилган.

Тажриба натижалари ЭФК меъёрининг ДКФ ҳосил бўлишига стехиометрик ҳисоб бўйича 100 дан 120 % гача кўпайтирилиши умумий ва ўзлаштириладиган P_2O_5 миқдорини ҳаммаси бўлиб, 0,2-0,7 % га оширишини ва P_2O_5 ўзлаш./ P_2O_5 умум. нисбати ўртача 75-77 % ни ташкил этишини, сувда эрийдиган P_2O_5 миқдори нисбатан кўпроқ ошишига олиб келишини кўрсатди (2-жадвал).

2-жадвал

«Фоскаль» ўғитининг кимёвий таркиби

Меъёр, %	рН	Кимёвий таркиб, масс. %						P_2O_5 ўзл./ P_2O_5 умум., нисб. %	P_2O_5 с.эр./ P_2O_5 умум., нисб. %
		P_2O_5			СаО		N		
		умум.	ўзл.	с.эр.	умум.	ўзл.			
БФХ									
100	2,45	40,46	30,42	13,62	32,74	23,99	0,00	75,19	33,66
100	2,97	39,98	29,89	11,92	32,35	23,56	0,63	74,76	29,81
100	3,42	39,56	29,46	10,76	32,02	23,20	1,05	74,47	27,20
110	2,20	40,82	31,09	16,80	33,03	24,52	0,00	76,16	41,16
110	2,96	40,11	30,22	13,95	32,46	23,80	1,03	75,34	34,78
110	3,41	39,80	29,85	12,49	32,21	23,50	1,26	75,00	31,38
120	1,95	41,27	31,86	19,05	33,39	25,13	0,00	77,20	46,16
120	2,81	40,80	31,00	16,78	33,02	24,41	1,09	75,98	41,13
120	3,42	40,16	30,28	14,94	32,50	23,83	1,54	75,40	37,20
Фосфомел									
100	2,76	36,78	35,94	14,06	27,98	27,16	0,00	97,72	38,23
100	3,01	36,50	35,62	13,77	27,16	27,06	0,66	97,59	37,73
100	3,36	36,83	35,82	11,75	26,87	26,79	0,94	97,26	31,90
110	2,27	38,39	37,88	25,88	25,62	25,30	0,00	98,67	67,41
110	2,79	37,36	36,63	20,04	25,13	24,90	0,86	98,05	53,64
110	3,42	37,15	36,25	17,17	24,25	24,12	1,19	97,58	46,22
120	2,06	39,37	38,93	27,46	24,89	24,53	0,00	98,88	69,75
120	2,84	38,35	37,78	20,75	23,94	23,74	1,09	98,51	54,11
120	3,59	37,04	36,40	15,82	23,43	23,18	1,34	98,27	42,71

ЭФК меъёрининг ортиши билан нафақат фосфоритларнинг парчаланиш даражаси ортиб боради, балки кам эрувчан ДКФдан сувда тўлиқ эрийдиган МКФга ўтиш жараёни ҳам боради. Физикавий-кимёвий таҳлиллар тасдиқладики, олинаётган ўғитлар сувда тез эрийдиган (МКФ ва МАФ кўринишида) ва секин таъсир этувчи фосфорли тузлардан (ДКФ) таркиб топган бўлиб, тез эрувчан фосфорли тузлар ўсимлик ўсишининг дастлабки вегетация

даврида таъсир этса, секин эрувчан фосфор тузлари эса ўсимликнинг бутун вегетация даврида ва ривожланиш жараёнида ўзлаштирилади.

Мақбул шароитда олинган «Фоскаль» ўғити айланма фосфорит хом ашёсига боғлиқ холда қуйидаги кимёвий таркибга эга. (масс. %): P_2O_5 умум. – 40,26-42,94; P_2O_5 ўзл. – 28,47-32,29; P_2O_5 с.эр. – 3,34-13,69; CaO умум. – 32,02-35,05; CaO ўзл. – 22,39-26,04; CaO с.эр. – 1,29-11,89; N – 1,00 - 1,52; фосфомелдан олинган «Фоскаль» ўғити эса қуйидаги кимёвий таркибга эга. (масс. %): P_2O_5 умум. – 36,80-39,37; P_2O_5 ўзл. – 35,82-38,93; P_2O_5 с.эр. – 13,77-27,46; CaO умум. – 27,16-24,89; CaO ўзл. – 27,06-24,53; CaO с.эр. – 3,55-8,16; N – 0,66 - 1,10.

«Фоскаль» ўғити қуйқасининг реологик хоссаларини ўрганиш шуни кўрсатдики, ишлаб чиқаришнинг мақбул шароитида ($t=60-80$ °C, $pH=3,0-3,5$, ЭФК меъёри – 100-105 %) зичлик қиймати 1,412-1,686 г/см³ оралиғида, қовушқоқлик қиймати эса 117,12-726,98 мПа·с оралиғида бўлади. Қуйқанинг зичлиги ва қовушқоқлигини ўзгартириш зарурияти бўлганда нордон оқова сув бериш кўзда тутилган.

ФАК ўғитини ишлаб чиқариш. Оқимли технология бўйича турли нисбатлардаги МКФ ва ДКФлардан таркиб топган ФАК ўғитини олиш мақсадида ЭФК меъёри МКФ ҳосил бўлиши учун 30-90 % оралиғида қабул қилинган (3-жадвал).

3-жадвал.

ЭФК меъёрига ва P_2O_5 ЭФК/ P_2O_5 ФХ нисбатига боғлиқлигидаги ФАК ўғитининг кимёвий таркиби

Фосфат хом ашёси нави	P_2O_5 ЭФК/ P_2O_5 ФХ	ЭФК меъёри %	Тайёр маҳсулот кимёвий таркиби, масс. %							
			P_2O_5				CaO			N
			умум	ўзл. л.к.	ўзл. ТрБ	с.эр.	ум	ўзл. л.к.	с.эр.	
БФХ	3,13	55	41,39	37,13	34,32	23,83	23,87	14,38	8,40	1,86
	3,70	65	42,97	40,20	37,45	28,80	22,50	15,35	9,29	2,56
	4,27	75	43,60	41,70	39,46	32,07	20,38	15,23	9,74	3,20
	5,12	90	43,70	42,29	40,95	34,20	17,02	13,11	8,53	3,84
ЮК	2,62	55	41,18	36,00	32,40	23,80	25,90	13,19	7,60	1,23
	3,10	65	42,65	39,48	36,25	27,93	23,00	12,96	7,39	2,51
	3,58	75	43,97	41,52	39,78	30,76	20,80	12,38	7,46	3,14
	4,29	90	44,83	42,94	41,67	33,27	17,90	11,84	6,95	3,70
ТК	2,33	55	41,92	33,60	28,40	20,00	23,70	14,71	8,49	2,65
	2,75	65	44,57	39,70	35,20	25,50	21,17	14,65	9,20	3,57
	3,18	75	45,33	41,19	38,53	28,26	19,85	14,64	9,23	3,93
	3,81	90	46,54	43,15	42,01	32,22	18,43	14,32	9,21	4,32

ЭФК меъёрига боғлиқ равишда маҳсулот таркиби қуйидагилардан иборат (масс. %): P_2O_5 умум. – 44,52-45,39 ва CaO – 23,58-25,66. ЭФКнинг меъёри 55% бўлганда БФХдан олинган ФАК ўғитида P_2O_5 ўзл. нисбий миқдори 89,7 % ни, P_2O_5 с.эр. нисбий миқдори – 57,6 % ни, ЭФКнинг меъёри 90% бўлганда эса P_2O_5 ўзл. нисбий миқдори – 96,8 %, P_2O_5 с.эр. нисбий миқдори эса 78,3 % ни

ташқил қилади. Бунга ўхшаш қонуният бошқа турдаги фосфат хом ашёсидан фойдаланилганда ҳам кузатилади. Ушбу ҳол ЭФК меъёрининг ортиши натижасида сувда эрийдиган МКФ миқдорини ортиши билан тушунтирилади.

20-80°C ҳароратда, ЭФКнинг 55-90% меъёрида ва 18-25,5 % концентрациясида нордон ва аммонийлашган куйқаларнинг реологик хоссалари ўрганилган. Олинган нордон ва аммонийлашган куйқалар яхши оқувчанликни (зичлиги 1,32-1,43 г/см³ ташқил этади) намоён қилади ва насослар билан қийинчиликсиз ҳайдалади ва ташилади.

Оқимли технология бўйича қўш суперфосфат ишлаб чиқариш. Тажриба маълумотларининг кўрсатишича, БФХ, ЮК ва ТКларни парчалашда ЭФК концентрациясининг 21,34 дан 30,15 % P₂O₅ гача ортишида ҳамма турдаги юқорида келтирилган фосфоритлар учун умумий ва ўзлаштириладиган P₂O₅ ва СаО миқдорига кам таъсир этади (4-жадвал).

4-жадвал.

Оқимли технология бўйича олинган қўш суперфосфатнинг таркиби

ЭФК конц., % P ₂ O ₅	P ₂ O ₅ ЭФК/ P ₂ O ₅ ФХ	ЭФК меъёри, %	P ₂ O ₅ , масс. %			N, масс. %	P ₂ O ₅ ўзл./ P ₂ O ₅ умум., нисб. %	P ₂ O ₅ с.эр./ P ₂ O ₅ умум., нисб. %
			умум.	ўзлаш.	с.эр.			
БФХ								
21,34	6,41	90	43,87	42,37	34,27	3,85	96,60	78,12
	7,05	100	43,91	42,50	35,39	4,06	96,79	80,60
	7,69	120	44,01	42,95	37,67	4,25	97,59	85,59
25,38	6,41	90	43,65	42,58	34,44	3,95	97,55	78,90
	7,05	100	43,69	42,71	35,56	4,16	97,76	81,39
	7,69	120	43,79	43,16	37,86	4,35	98,56	86,46
30,15	6,41	90	43,43	42,79	34,61	4,04	98,53	79,68
	7,05	100	43,47	42,92	35,74	4,26	98,73	82,22
	7,69	120	43,57	43,37	38,04	4,46	99,54	87,31
ЮК								
21,34	4,37	90	44,83	43,44	33,34	3,71	96,89	74,36
	4,81	100	45,13	44,41	34,68	3,91	98,40	76,84
	5,24	120	45,50	45,09	36,02	4,09	99,10	79,16
25,38	4,37	90	44,61	43,33	34,31	3,84	97,14	76,92
	4,81	100	44,90	44,30	35,69	4,04	98,66	79,49
	5,24	120	45,27	44,98	37,07	4,23	99,36	81,89
30,15	4,37	90	44,38	43,22	35,31	3,97	97,37	79,57
	4,81	100	44,68	44,18	36,74	4,18	98,88	82,23
	5,24	120	45,05	44,86	38,15	4,38	99,58	84,68
ТК								
21,34	2,91	95	37,85	30,90	29,15	3,21	81,63	77,01
	3,21	100	39,12	32,30	30,32	3,45	82,57	77,51
	3,53	120	43,92	37,51	35,34	4,02	85,41	80,46

Ушбу ҳолда, ЭФК меъёри ва концентрациясининг ўрганилаётган оралиғида реакция суюқ фазали режимда боради, бу эса фосфоритларни ЭФК билан ўзаро таъсирини яхши таъминлайди, ҳамда ЭФК меъёрини стехиометриядан (90-120 %) сезиларсиз четлашиши P_2O_5 нинг умумий миқдорига ва ўзлаштириладиган қисмининг ортишига кам таъсир этади. БФХ ва ЮКдан олинган иккиламчи суперфосфат қўлланилаётган ЭФКнинг концентрацияси ва меъёрига боғлиқ бўлиб, мос равишда қуйидагилардан ташкил топган: 43,43-44,01 % P_2O_5 умум., 42,37-43,37 % P_2O_5 ўзл. ва 44,38-45,50 % P_2O_5 умум., 43,22-45,09 % P_2O_5 ўзл. ЮКдан олинган ўғитларда ушбу кўрсаткичлар нисбатан катта қийматга эга бўлиб, улар 44,38-45,12 % P_2O_5 умум., 43,22-45,09 % P_2O_5 ўзл. ташкил этади.

БФХ, ЮК ва ТКларни парчалаш учун ЭФК меъёрини 90 дан 120 % гача оширганда маҳсулотдаги умумий ва ўзлаштириладиган P_2O_5 нинг миқдори амалда жуда кам ўзгаради, сувда эрийдиган P_2O_5 эса 3,0-3,5 % га ортади. Умумий азотнинг миқдори 3,71-4,46 % оралиғида ўзгаради.

Ўғитлардаги P_2O_5 ўзл. нинг нисбатан юқори миқдорида бўлиши, фойдаланилган МК фосфоритлари мақбул шароитларда ЭФК билан етарлича фаол ўзаро таъсирлашишини кўрсатади. Ўзлаштириладиган P_2O_5 нинг нисбатан кўп миқдорига ЮКни ЭФК билан парчалашда эришилади. ЮК учун ЭФКнинг 21,34 % P_2O_5 концентрацияси ва 110-120 % меъёрида ўзлаштириладиган фосфорнинг нисбий миқдори 99,0-99,1 % га етади.

Олинган натижалар қуйидагича хулоса қилишга имкон беради, БФХ, ЮК ва ТКлардан олинган кўш суперфосфат учун ЭФКнинг нисб.100-120 % (стехиометриядан МКФ ҳосил бўлишига) меъёридан, 21-30 масс. % P_2O_5 концентациясидан фойдаланиш мумкин, чунки бу қуюқлашадиган қуйқа ҳосил қилишга олиб келмайди. ЭФК концентрациясини 35,28 масс. % дан ошиши қуюқлашадиган қуйқанинг ҳосил бўлишига олиб келади. ЭФК меъёрининг 110 нисб. % дан кўпайиши мақсадга мувофиқ бўлмаган кислота сарфини ортишига олиб келади.

ЭФКнинг мақбул меъёрида ва 21,34 % га тенг бўлган концентрациясида БФХ, ЮК ва ТКлардан кимёвий таркиби 42,5-44,9 % P_2O_5 усв., 3,9-4,2 % N бўлган ўғитлар олиш мумкин. Келтирилган мақбул омилларда парчалаш фосфоритларни натижасида ҳаракатчан оқувчан қуйқа ҳосил бўлади.

Ўғитларнинг фазавий таркиблари. ЮКФ асосида олинган фосфор таркибли ўғитларнинг фазавий таркибларини аниқлаш учун улар ИК-спектроскопик ва рентгенофазавий таҳлил қилинди. Маълумотлар САФЎ ва «Фоскаль» ўғитлари таркиби асосан МКФ ва ДКФ, парчаланмаган фаоллашган фторкарбонатапатитларидан, ФАК ва кўш суперфосфат ўғитлари эса асосан МКФ ва МАФдан иборатлигини кўрсатди.

Олтинчи боб МК ЮКФни ЭФК ва сульфат кислотаси билан парчалаш тадқиқотларига бағишланган.

Серофос ўғитини ишлаб чиқариш. МК ЮКФни ЭФК ва сульфат кислотаси билан парчалаб серофос ўғитини олиш жараёни шнекли реактор-аралаштиргичда олиб борилди. Хом ашё сифатида БФХ, ЮК ва ЧФлардан фойдаланилди (5-жадвал).

ЭФК ва сульфат кислотаси меъерининг серофос кимёвий таркибига таъсири

МКФ ҳосил бўлишига кислоталар меъёри			рН	P ₂ O ₅ , масс. %			SO ₃ , масс. %	P ₂ O ₅ ўзл./P ₂ O ₅ умум. % нисб.	P ₂ O ₅ с.эр./P ₂ O ₅ умум. % нисб.
ЭФК	H ₂ SO ₄	Σ		умум.	ўзл.	с.эр.			
БФХ									
20,37	60,06	80,43	3,80	17,11	12,40	7,37	24,61	72,47	43,07
20,37	72,07	92,44	3,33	16,16	12,87	9,33	27,95	79,64	57,74
20,37	84,08	104,45	2,79	15,37	13,54	11,25	31,00	88,09	73,19
25,46	48,05	73,51	4,18	19,03	12,46	5,55	20,44	65,48	29,16
25,46	60,06	85,52	3,63	18,07	13,21	7,87	24,11	73,10	43,55
25,46	72,07	97,53	3,12	17,18	13,85	10,15	27,43	80,62	59,08
30,55	48,05	78,60	3,94	20,29	13,87	6,17	19,97	68,36	30,41
30,55	60,06	90,61	3,38	19,21	15,08	8,65	23,66	78,50	45,03
30,55	72,07	102,62	2,90	18,07	15,19	11,48	26,97	84,06	63,53
ЮК									
21,81	55,01	76,82	3,42	21,22	15,66	9,24	16,84	73,80	43,54
21,81	70,73	92,54	3,36	20,08	16,87	9,62	20,48	84,01	47,91
21,81	86,45	108,26	3,31	19,06	17,97	9,96	23,76	94,28	52,26
29,09	47,15	76,24	3,25	22,98	16,87	10,72	14,51	73,41	46,65
29,09	62,87	91,96	3,20	21,74	18,18	11,09	18,30	83,62	51,01
29,09	78,59	107,68	3,14	20,63	19,36	11,41	21,71	93,84	55,31
36,36	39,29	75,65	3,08	24,75	18,08	12,32	12,16	73,05	49,78
36,36	55,01	91,37	3,02	23,41	19,49	12,67	16,10	83,26	54,12
36,36	70,73	107,09	2,97	22,21	20,76	12,98	19,63	93,47	58,44

ЭФК меъерини 20,37-30,55 % (бу эса P₂O₅ ЭФК/P₂O₅ ФХ – 0,4-0,6 нисбатларга мос келади), сульфат кислота меъерини эса – 24,03-84,08 % оралиғида ўзгартирилди. Кислота меъёри МКФ ҳосил бўлишига олинди. БФХ ЭФКнинг 20,37-30,55 % меъёрларида парчалаганида сочилувчан, енгил аралашадиган масса ҳосил бўлади.

ЭФК меъёри кўрсатилган оралиқ чегарадан пасайиши мос равишда маҳсулотдаги фосфор миқдорини камайишига олиб келади. 30,55 % дан кўп меъёрни ишлатиш ҳам мақсадга мувофиқ эмас, чунки бунда суркалувчан нам масса ҳосил бўлиб, шнекли реактор-аралаштиргичининг деворларига ёпишади. Реакцион массанинг яхши сочилувчанлигини таъминлаш учун шнекли реактор-аралаштиргичга ретур бериш зарур бўлади. Парчалаш жараёни суяқ фазаси кам миқдорли режимда фосфоритга кислотани бериш йўли билан олиб борилди, бу эса кўпик ҳосил бўлишини четлаб ўтди. ЭФКнинг 15 %дан кам меъёрида (кислотанинг йиғинди меъёри 90-100 %) фосфоритни сульфат кислотаси билан ўзаро таъсирида кучли экзотермик реакцияси ҳисобига шнекли реакторда маҳсулот куруқ ҳолда олинади.

Ишлатилаётган фосфорит хом ашёсининг турига боғлиқ равишда, ЭФК ва сульфат кислотанинг мақбул меъёрлари мос равишда 11,60-29,09 ва 70,73-87,84 % хисобланади ва қуйидаги таркибдаги ўғитлар олинади, масс. % P_2O_5 : умумий – 13,83-22,21; ўзлаштириладиган – 13,21-20,76; сувда эрийдиган – 10,15-12,98 .

PS-ўғитини ишлаб чиқариш. Бошқа турдаги ишлаб чиқилган ўғитлардан бири, бу PS-ўғити бўлиб, у ўзлаштириладиган фосфор, азот, кальций ва олтингугуртдан таркиб топган. PS-ўғити ТК ва МК ЮКФларини ЭФК ва сульфат кислотаси аралашмаси билан парчалаб оқимли технологияда олинади.

PS-ўғитини олишнинг икки усули яратилди. Биринчи усулда фосфорит айланма куйқа иштирокида ЭФК билан қисман парчланади, кейин эса ЭФК ва концентранган сульфат кислотасининг қолган қисми билан тўлиқ парчланади. Жараён икки банкали экстракторда 1,5-2,0 соат давомида олиб борилади. H_2SO_4 /ЭФК нисбатини кенг ораликда 90/10 дан 10/90 гача ўзгартириш мумкин. H_2SO_4/H_3PO_4 нинг бир хил ўзгармас нисбатида кислоталар аралашмаси меъёрий йиғиндисининг 90 дан 100 % гача ортиши, ўзлаштириладиган фосфатларнинг нисбий миқдорларини оширади, кейинчалик кислота меъёрини 100 дан 120 % гача ошириш эса ҳамма шаклдаги P_2O_5 нинг миқдорига сезиларсиз таъсир этади. Шунга ўхшаш кальций оксиди миқдорининг ўзгариш таснифи ҳам хисобланади.

Уч турдаги МК фосфоритлари (ТК, ЮК ва БФХ) учун сульфат ва фосфор кислоталар аралашмалари билан парчаланнинг мақбул шароити бўлиб, H_2SO_4 /ЭФК 80/20-20/80 нисбати ва кислоталар аралашмаларининг меъёри 100-110 % хисобланади. Фосфоритларни сульфат ва фосфор кислоталари аралашмалари билан парчалош технологик омилларини кўрсатилган ораликда ўзгартириб, қуйидаги таркибдаги PS-ўғитининг кенг ассортиментларини олиш мумкин (масс. %): $P_2O_{5\text{умум}}$ – 32,80-41,22; $P_2O_{5\text{ўзл}}$ – 31,76-39,89; $P_2O_{5\text{с.эр}}$ – 24,67-31,19; $CaO_{\text{умум}}$ – 22,61-24,95; $CaO_{\text{ўзл}}$ – 10,03-14,54; N – 2,57-3,80; $SO_{3\text{умум}}$ – 5,11-17,83; $SO_{3\text{ўзл}}$ – 2,30-8,22.

Иккинчи усулда технология ҳаволи муҳитда муаллиқ ҳолатда чангитилган фосфоритларни пуркалган сульфат кислотаси билан декарбонизация ва қисман парчалайдиган янги конструкцияли шнек типдаги комбинацияли реакторнинг қўлланилиши хисобига жадаллашади. Унда олинган реакцион масса шнекли аралаштиргич орқали экстракторга, ЭФК билан тўлиқ парчалошга йўналтирилади. Декарбонизация жараёни 0,5-2 минут, кейинги парчалош жараёни эса 30-40 минут давом этади. Ушбу усулни аммофос ишлаб чиқариш корхоналарининг ҳаракатдаги ускуналарида амалга оширилади. Бу иккинчи босқичда хом ашёни фосфоркислотали парчалошда нормал технологик режимнинг бузилишига олиб келадиган кўпик ҳосил бўлишини йўқотади (б-жадвал).

Шнек типдаги комбинацияланган реакторда декарбонизация жараёнининг МКФ га нисбатан олинган сульфат кислотасининг мақбул меъёри БФХ учун 40-45 %, ЮК учун – 20-25 %, ЧФ учун – 35-40 % бўлишлиги аниқланди. Бунда фосфоритни керакли декарбонизация даражасига эришганлиги сабабли сульфат кислота меъёрининг янада оширилиши мақсадга мувофиқ бўлмайди.

МҚ ЮКФдан олинган PS-ўғити таркибини сульфат ва ЭФК меъёрига
боғлиқлиги

Кислота меъёри, % нисб.			P ₂ O ₅ , масс. %		CaO, масс. %		SO ₃ , масс. %		N, масс. %
H ₃ PO ₄	H ₂ SO ₄	Σ	умум.	ўзл.	умум.	ўзл.	умум.	ўзл.	
БФХ									
50	40	90	35,78	33,21	23,69	10,75	12,29	3,27	2,32
30	70	100	25,57	24,60	24,35	5,59	21,38	4,64	3,68
40	60	100	30,12	28,87	23,53	7,81	17,83	4,40	3,33
50	50	100	34,37	32,82	22,75	9,97	14,53	4,18	2,95
60	40	100	38,35	36,34	22,03	11,89	11,43	3,88	2,58
70	40	110	40,58	39,56	20,59	13,12	10,68	4,56	2,83
ЮК									
70	20	90	44,08	40,65	24,10	14,79	5,45	3,49	1,84
50	50	100	35,78	34,46	24,95	10,65	12,60	4,99	3,22
60	40	100	39,35	37,82	24,12	12,33	9,94	4,71	2,94
70	30	100	42,70	40,72	23,34	14,03	7,45	4,43	2,56
80	20	100	45,83	42,98	22,61	15,58	5,11	4,05	2,10
90	20	110	47,38	45,57	21,30	16,52	4,82	4,67	2,36
ЧФ									
60	30	90	40,94	37,51	22,79	11,97	8,88	2,73	2,36
40	60	100	31,31	30,19	23,52	7,44	17,37	4,35	3,75
50	50	100	35,51	34,21	22,70	9,21	14,13	4,02	3,55
60	40	100	39,43	37,55	21,94	11,04	11,10	3,69	3,18
70	30	100	43,09	39,99	21,23	12,78	8,27	3,24	2,63
80	30	110	44,97	42,68	19,88	13,72	7,74	3,82	2,89

Жараённинг иккинчи босқичида хом ашёни фосфоркислотали парчалаш, нафақат кислотанинг йиғинди меъёрига, балки ЭФК ва сульфат кислоталарининг нисбатларига ҳам боғлиқ. Кислоталар аралашмасидаги ЭФК миқдорининг ортиши билан ўзлаштириладиган P₂O₅ миқдори сезиларли ортади.

Сульфат кислота ва ЭФК йиғиндисининг мақбул меъёрлари деб 100-110 % ни ҳисоблаш мумкин. Фосфоритлар учун кислоталар меъёрларининг бундай йиғиндисига мос равишда қуйидаги нисбатлар мақбул ҳисобланадилар: БФХ учун H₂SO₄/H₃PO₄=70:40 ва H₂SO₄/H₃PO₄=30:70, ЧФ учун – H₂SO₄/H₃PO₄=30:70 ва H₂SO₄/H₃PO₄=80:30, ЮК учун – H₂SO₄/H₃PO₄=30:70 ва H₂SO₄/H₃PO₄=90:20. Бунда озуқа моддаларнинг миқдорлари қуйидагича ўзгаради (масс. %): БФХдан олинганда P₂O₅ умум. – 25,27-40,58; P₂O₅ ўзл. – 24,60-39,56; CaO ўзл. – 5,59-13,12; SO₃ умум. – 10,68-21,38; N – 2,83-3,68; ЧФдан олинганда: P₂O₅ умум. – 31,31-44,97; P₂O₅ ўзл. – 30,19-42,68; CaO ўзл. – 7,44-13,72; SO₃ умум. – 7,72-17,37; N – 2,89-3,75; ЮКдан олинганда: P₂O₅ умум. – 35,78-47,78; P₂O₅ ўзл. – 34,46-45,57; CaO ўзл. – 10,65-16,52; SO₃ умум. – 4,82-12,60; N – 2,36-3,22.

Турли кўринишдаги МК фосфоритларидан олинган PS-ўғитини нордон ва аммонийлашган куйқасининг реологик хоссаларини текшириш натижалари, уларнинг етарлича юқори окувчанликни намоён этишларини ва чеклашларсиз қурилмалар билан ҳайдаш ва ташиш мумкинлигини кўрсатди.

Серофос ва PS ўғитларининг фазавий таркиблари рентгенофазавий ва ИК-спектроскопик усуллар билан таҳлил қилинди. Серофос ўғити таркибида асосан МКФ ва ДКФ, кальций сульфат ва парчаланмаган фосфорит, PS-ўғити таркибида эса – МКФ, кальций сульфат, МАФ ва кам миқдорда ДКФ борлиги аниқланди.

Еттинчи боб фосфогипсни аммоний сульфат и кальций карбонатга қайта ишлаш жараёнининг тадқиқотига бағишланган. ЭФК ишлаб чиқаришида катта муаммо бўлиб, йирик тоннажли технологик чиқинди бўлган – фосфогипсни утилизация қилишнинг самарадор технологиясини яратиш ва жорий этиш хисобланади. Истиқболли йўналишлардан бири, бу фосфогипсни УАТ билан конверсия қилиб аммоний сульфат и кальций карбонат (фосфомел) олишдир. Аммо, ушбу жараён учун фосфогипсдаги сувда эрийдиган P_2O_5 бўлиши кальций карбонатнинг кристалланиш жараёнида, унинг йирик, яхши филтрланадиган друз кристалларининг ҳосил бўлишига тўсқинлик қилади. Натижада майда кристаллар ҳосил бўлиб, чўкма тиксотроп массага ўхшаган бўлади. Шу сабабли фосфогипсни сувда эрийдиган P_2O_5 дан ювиш тажрибалари олиб борилди.

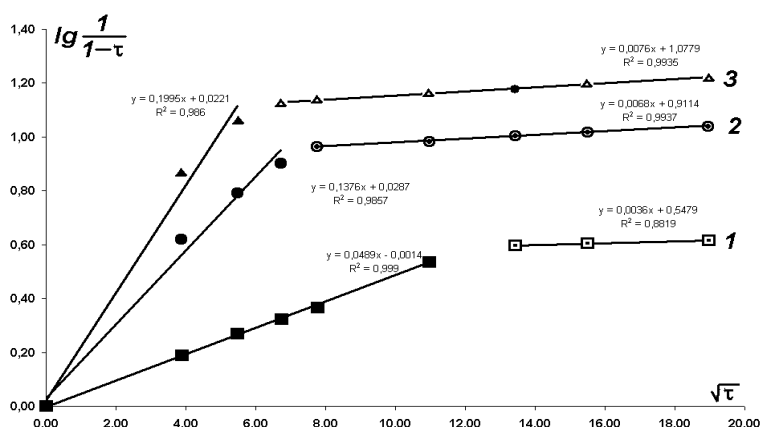
Фосфогипсни сувда эрувчан P_2O_5 дан ювиш бўйича турли усулларда олиб борилган тадқиқотлар натижалари ва техник-иқтисодий хисоблари, фосфогипсни ювишни энг иқтисодий фойдали усули бўлиб ювувчи сувдан бир маротаба фойдаланиб репульпация усули эканлиги аниқланди. фосфогипсни ювишдан олинган сув ЭФК цехига фойдаланиш учун бериш тавсия этилади, ювилган фосфогипс эса УАТ билан конверсия қилиш жараёнига юборилади.

Фосфогипсни аммоний карбонат эритмаси билан конверсиясининг кинетикасини ўрганиш қуйидаги шароитларда олиб борилди: аммоний карбонатининг меъёри стехиометрия бўйича гипс ҳосил бўлишига берилганда – 105 %, аммоний сульфатни айланма эритмасининг концентрацияси – 10 %, суюқ ва қаттиқ фазаларнинг нисбатлари (С:К) – 2:1, ҳарорат – 20, 40 ва 60 °С. Турли кинетик тенгламалар бўйича интеграл эгри чизикларининг муҳокамаси кўрсатишича, конверсия жараёни қуйидаги тенглама бўйича кўпроқ адекватли ифодаланади: $\lg \frac{1}{1-\gamma} = K \cdot \sqrt{\tau}$ ёки $\lg \left(\frac{1}{1-\gamma} \right)^2 = K^2 \cdot \tau$.

Эгри чизикларда уларни иккита тўғри чизикли бўлакка - бошланғич ва охири босқичга ажратадиган синиш кузатилган (15-расм).

Аррениус тенгламасига мос равишда жараённинг бошланғич ва охири босқичлари учун фаоллик энергиясининг қиймати хисобланди. Улар жараённинг бошланғич босқичи учун 13,73 ккал/моль ва охири босқич учун эса 7,33 ккал/моль тенгдир. Реакциянинг ҳарорат коэффиценти бошланғич босқич учун 1,13, охири босқич учун эса – 0,56 ташкил қилади.

Шундай қилиб, фаоллик энергиясининг кам қийматига эгалиги сабабли фосфогипсни аммоний карбонати билан конверсияси тез боради ва юқори ҳароратни қўллашни талаб қилмайди.



15-расм. $\lg \frac{1}{1-\gamma}$ нинг $\sqrt{\tau}$ дан боғлиқлиги: 1 – 20 °С, 2 – 40 °С, 3 – 60 °С.

Мақбул ҳарорат бўлиб, 40-50°С ҳисобланади. Ушбу ҳароратда реакция 60-90 минит давомида тугатилади.

Жараёни нисбатан юқори ҳароратларда олиб бориш мақсадга мувофиқ эмас, чунки аммоний карбонатини парчаланиш даражаси ортади, нисбатан паст ҳароратларда эса паст конверсия даражасига эришилади.

Кейинги тажрибаларда фосфогипснинг аммоний карбонати эритмаси ва карбамид ишлаб чиқаришининг дистилляция босқичида ҳосил бўлган УАТ билан конверсия жараёнига асосий технологик омилларнинг таъсири тадқиқотлари текширилди.

7-жадвалда айланма эритма концентрацияси, суюқ ва қаттиқ фазаларнинг нисбатлари (С:К), аммоний карбонатининг меъёри ва ҳароратнинг фосфогипсни ёпиқ реактордаги конверсия даражасига таъсири бўйича маълумотлар келтирилган. Олинган маълумотларнинг кўрсатишича, аммоний сульфатнинг айланма эритмасининг концентрациясини 20 % гача оширилса, фосфогипснинг конверсия даражаси 4-7 % га камаяди. Ушбу ҳол реакция аралашмада қовушқоқликнинг ортиши билан тушунтирилади, бу эса ўз навбатида кимёвий реакция тезлигини секинлашишга олиб келади.

С:К нисбатини 2:1 дан 4:1 гача ошириш ҳам фосфогипс конверсия даражасини ошишига, аммо муҳим катталиқдан кам бўлмаган ҳолда (1-2 %), олиб келади. Кўп миқдордаги суюқ фаза кальций сульфатининг бирмунча кўпроқ эришига, бу эса кимёвий реакциянинг тўла боришига олиб келади.

Ҳароратнинг 20 дан 60 °С гача ошиши билан конверсия даражасининг ошиши табиий ҳисобланади. Ҳароратнинг 60 °С дан юқорида ошириш мақсадга мувофиқ ҳисобланмайди, чунки бу аммоний карбонатини парчалашга олиб келади. Айланма эритма мавжуд бўлмаганда ҳарорат ошиши билан конверсия даражаси сезиларсиз (1 % атрофида) ошади.

Фосфогипс конверсия жараёнини олиб бориш учун аммоний карбонат эритмасидан ташқари, «Максам-Чирчик» ОАЖ карбамид ишлаб чиқаришини дистилляция босқичининг УАТ ҳам қўлланилди. Бунда ҳам фосфогипснинг 95 % гачасида бўлган нисбатан юқори конверсия даражасига эришилди.

Суюқ ва қаттиқ фазалар нисбатларининг бир хил қийматларида аммоний сульфат айланма эритмасининг концентрациясини 0 дан 20 % гача оширилса, филтратдаги аммоний сульфат концентрацияси ошиши боради.

Фильтратдаги аммоний сульфат конверсия даражаси ва концентрацияси.
Реакция шароити: герметик реактор, фосфогипсдаги P_2O_5 с.э.р. миқдори = 0,61 %

С:Қ	$(NH_4)_2CO_3$, меъёри, %	Харорат, °С	$(NH_4)_2SO_4$ айланма эритмаси концентрацияси, масс. %					
			0		10		20	
			Конверсия даражаси, нисб. %	$(NH_4)_2SO_4$, концентрацияси масс. %	Конверсия даражаси, нисб. %	$(NH_4)_2SO_4$, концентрацияси масс. %	Конверсия даражаси, нисб. %	$(NH_4)_2SO_4$, концентрацияси масс. %
2:1	100	40	93,28	26,23	88,23	33,28	86,55	42,39
		50	93,87	26,40	89,65	33,83	88,03	43,14
		60	94,36	26,53	91,47	34,53	90,14	44,20
	105	40	93,61	26,33	89,72	33,86	88,16	43,20
		50	94,14	26,47	90,94	34,32	89,60	43,93
		60	94,75	26,64	92,45	34,91	91,38	44,83
3:1	100	40	94,15	17,97	89,48	23,83	88,15	35,63
		50	94,78	18,09	91,03	24,26	89,8	36,34
		60	95,24	18,18	92,47	24,65	91,57	37,10
	105	40	94,66	18,07	91,19	24,30	89,95	36,40
		50	95,4	18,21	92,22	24,58	90,81	36,77
		60	96,06	18,34	93,29	24,88	92,46	37,48
	110	40	95,56	18,24	92,19	24,58	91,03	36,87
		50	96,09	18,34	93,51	24,94	92,76	37,61
		60	96,63	18,45	94,9	25,32	94,03	38,15
4:1	105	40	95,51	13,23	93,05	21,90	92,21	31,71
		50	96,53	13,37	94,24	22,16	93,26	32,12
		60	97,58	13,52	95,01	22,33	94,43	32,59

Аммоний сульфат айланма эритмаси концентрациясини 5 % га оширилиши, фильтратда аммоний сульфат концентрациясини бошқа тенг шароитларидагига нисбатан 3-4 % га кўпайишига олиб келади.

Карбамид аралашмасининг конверсия жараёнига таъсирини текширишда, карбамид аралашмасининг 2 % гача бўлиши фосфогипс конверсия даражасига сезиларли таъсир этади. Суюқ ва қаттиқ фазалар бошланғич нисбатларининг 2,5:1 дан 3:1 гача ва 3:1 дан 4:1 гача ортишида, аммоний сульфат айланма эритмасининг бир хил концентрация қийматларида маҳсулот фильтратида аммоний сульфат концентрацияси тахминан 3-4 % га камаяди.

Тадқиқотлар, фосфогипс УАТ конверсия жараёнида реакторнинг герметиклиги муҳим аҳамиятга эгаллигини кўрсатади. Герметик реактор қўлланилганда фосфогипснинг конверсия даражаси очиқ реактордагига нисбатан солиштирилганда, технологик омилларнинг бир хил қийматларида 8-10 % га юқори бўлади. Реакторнинг герметик шароитда аммиакнинг газ фазага

чиқиши камаяди ва натижада эритмада аммоний карбонати концентрациясининг юқори бўлиши фосфогипс конверсия даражасининг ортишига олиб келади.

Конверсия даражаси сувда эрийдиган P_2O_5 дан ювилган фосфогипсдан фойдаланишда ҳам ортади. Тажриба натижалари кўрсатишича, 0,05 % сувда эрийдиган P_2O_5 бўлган фосфогипснинг конверсия даражасини, 0,6-0,9 % сувда эрийдиган P_2O_5 бўлганги билан таққослаганда конверсия даражаси 97 % гача ортади. Бу эса фосфогипснинг сувда эрийдиган P_2O_5 дан ювиш зарурлигини тасдиқлашда қўшимча асос бўлиб хисобланади.

Ишлаб чиқаришнинг турли босқичларида қуйқани насосларда ҳайдаш ва транспортда ташиш имкониятлари нуқтаи назаридан қуйқанинг зичлиги ва қовушқоқлигини, аммоний сульфат концентрацияси, суяқ ва қаттиқ фазаларнинг нисбатлари (С:Қ) ва фосфогипс конверсия жараёнининг ҳарорати каби асосий технологик омилларга боғлиқлигини ўрнатиш хисобланади.

Таъкидлаш жоизки, С:Қ нисбати 2:1 ва 3:1 га тенг бўлган, 40 % ли аммоний сульфатига эга системада ҳароратнинг 20 дан 40°C гача ошиши ёпишқоқликни камайтиради. Аммо, ҳароратнинг янада ортишида система қовушқоқлигининг қайтадан кўпайиши бошланади ва қуйқа қуюқлашади, бу эса системада кам эрийдиган иккиламчи туз $(NH_4)_2SO_4 \cdot CaSO_4 \cdot H_2O$, $(NH_4)_2SO_4 \cdot 2CaSO_4$ ёки $CaCO_3 \cdot CaSO_4$ ҳосил бўлиш эҳтимоллигига олиб келади.

Олинган маълумотларнинг кўрсатишича, қуйқанинг реологик хоссасига С:Қ фаза нисбати ва аммоний сульфат концентрациялари энг кўп таъсир кўрсатади. Ҳарорат 50 °С дан юқори ва С:Қ фазалар нисбатлари 2:1 ва 3:1 бўлганда (аммоний сульфат эритмаси концентрацияси 40 % дан юқори бўлганида) репульпация ва конверсия жараёнини олиб боришдан четлаб ўтилиши керак, чунки бунда қуйқа қуюқлашади ва қотиб қолиши бошланади.

Қуйқанинг энг муҳим таснифи бўлиб, унинг филтрланиши хисобланади. фосфогипс конверсияси жараёнида куруқ чўкма ва аммоний сульфати эритмаси бўйича қуйқанинг филтрлаш тезлиги С:Қ фазалар нисбати, УАТ меъёри, ҳарорат, аммоний сульфатининг айланма эритмаси ва аммоний карбонатининг концентрацияларига боғлиқ равишда ўрганилди (8-жадвал).

Олиб борилган тажрибалар билан С:Қ фазалар нисбатининг 2:1дан 4:1 гача ортиши реакция қуйқани филтрланиш тезлигининг ортишига, аммоний карбонат меъёрининг 100 дан 110 % гача, ҳароратнинг 40 дан 60 °С гача ва аммоний сульфат айланма эритмаси концентрациясининг 0 дан 20 % гача ошиши эса унинг камайишига олиб келади.

Таркибида 0,05; 0,6 ва 0,9 % сувда эрийдиган P_2O_5 бўлган фосфогипс конверсия қилиб олинган қуйқанинг филтрланишини ўрганиш бўйича тажрибалар ўтказилди. Сувда эрийдиган P_2O_5 нинг 1 % дан юқори бўлиши, қуйқанинг филтрланишини сезиларли камайтиради, бу эса қийин филтрланадиган майда кристалли кальций карбонат ҳосил бўлиши билан боғлиқдир. Конверсия жараёнининг мақбул шароитларида сувда эрийдиган P_2O_5 дан ювилган (0,05 % P_2O_5) фосфогипс дан олинган қуйқанинг филтрланиш тезлиги, аммоний сульфат олиш ускунасининг юқори унумдорлигини етарлича таъминлаш учун яроқлидир.

Курук чўкма ва аммоний сульфат эритмаси бўйича филтрланиш тезлиги.
Реакция шароити: очик реактор, фосфогипсдаги P_2O_5 с.эр. миқдори = 0,61%

С:К	$(NH_4)_2CO_3$, меъёри, %	Ҳарорат, °С	$(NH_4)_2SO_4$ айланма эритмаси концентрацияси, масс. %					
			0		10		20	
			Филтрланиш тезлиги, кг/м ² ·с					
			курук чўкма бўйича	аммоний сульфат бўйича	курук чўкма бўйича	аммоний сульфат бўйича	курук чўкма бўйича	аммоний сульфат бўйича
2:1	100	40	793,33	1521,69	580,27	969,00	452,65	443,64
		50	727,75	1395,89	522,17	871,99	372,35	364,94
		60	633,15	1214,45	438,88	732,89	309,71	303,54
	105	40	625,58	1199,93	511,27	853,78	420,49	412,12
		50	587,75	1127,36	452,55	755,72	349,95	342,98
		60	508,29	974,94	406,08	678,11	247,77	242,83
3:1	100	40	1097,22	2835,73	860,96	2431,58	754,71	1967,95
		50	954,34	2466,46	739,05	2087,26	609,23	1588,59
		60	847,73	2190,93	648,47	1831,44	506,81	1321,52
	105	40	841,02	2173,60	681,44	1924,57	551,99	1439,34
		50	773,95	2000,26	613,05	1731,42	456,74	1190,96
		60	670,67	1733,33	554,43	1565,87	403,00	1050,85
	110	40	690,79	1785,33	572,75	1617,60	434,75	1133,64
		50	626,41	1618,93	500,88	1414,63	371,07	967,57
		60	575,43	1487,20	434,75	1227,86	294,31	767,44
4:1	105	40	1114,75	3807,00	909,93	3141,22	750,44	3013,03
		50	1032,85	3527,29	831,42	2870,18	672,47	2699,98
		60	950,96	3247,62	752,89	2599,09	594,51	2386,98

Атом-эмиссион спектроскопияни қўллаш билан қуйидаги дастлабки хом ашё ва маҳсулотлардаги яъни БФХ; ТК; ЭФК; фосфогипс; фосфомел; «Фоскаль» ва аммоний сульфат ўғитлари тарқоқ ва радиоктив элементларнинг миқдори ва тарқалиши ўрганилди.

БФХдаги тарқоқ элементларнинг умумий миқдори ўртача 0,041 масс. % ёки 410 ppm ташкил этади. ТКда тарқоқ элементларнинг миқдори БФХ нисбатан таққослаганда ҳамма элементлар бўйича ўртача 1,66-1,75 марта кўп. ТКни ЭФКга қайта ишлаганда элементлар миқдори қуйидагича ўзгаради: ўртача 76-82 нисб. % тарқоқ элементлар фосфогипс таркибига ўтади ва уларни концентрацияси ошади. Тарқоқ элементларнинг ЭФКга кам қисми (18-24 нисб.%) ўтади.

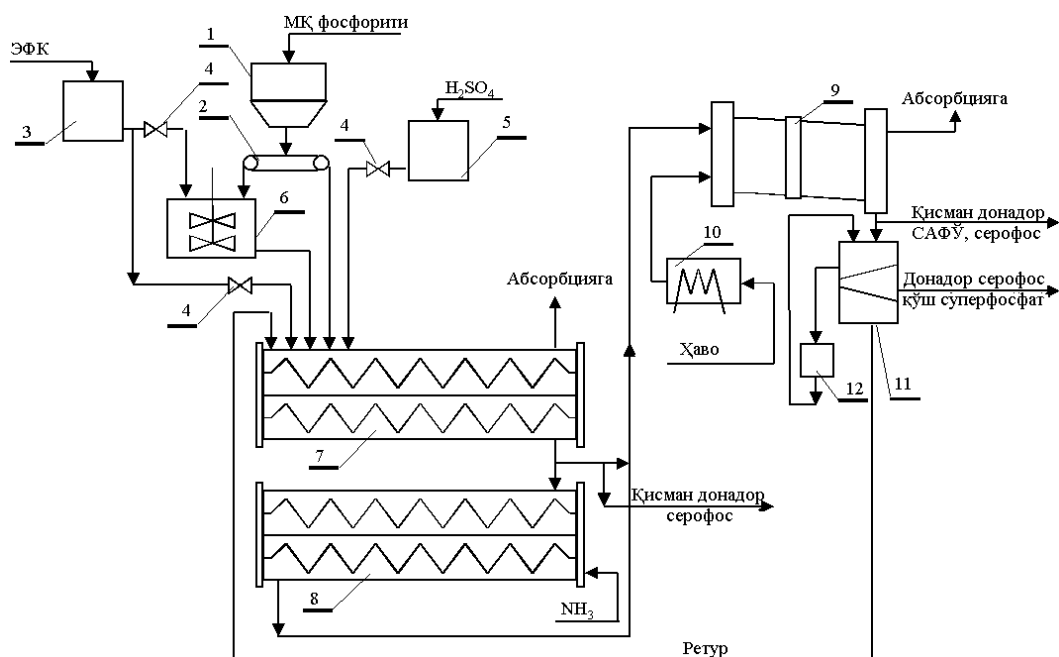
Фосфогипсни УАТ билан конверсияси жараёнида тарқоқ элементларнинг асосан ҳамма қисми қаттиқ фазага – фосфомел ўтади, аммоний сульфат эритмасига эса уларни фосфогипсдаги миқдоридан фақатгина 1-2 нисб.% яқини ўтади, холос.

БФХдаги ураннынг миқдори 51,0 ppm ташкил этади. ТК ишлаб чиқаришда ураннынг миқдори 85,0 ppm – гача ортади. ЭФК ишлаб чиқаришда ураннынг 80% кислота ва 20 % га яқини эса фосфогипс таркибида қолади. Аммоний сульфат таркибида уран миқдори 0,021 ppm ташкил этади, бу табиий радиоактивликдан анча паст. Бу ҳолат фосфомелга ҳам тегишли бўлиб, уни ҳич қанақа чекловларсиз қурилиш материали сифатида ишлатиш мумкин.

Таъкидлаш жоизки, БФХ ва уни қайта ишлаб олинган маҳсулотдаги уран миқдори узоқ муддат давомида фосфорли ўғитларга қайта ишлашда қўлланиб келинаётган Хибин апатит концентрати ва Қоратоғ фосфоритига нисбатан анчагина камдир.

Шундай қилиб, олинган тайёр маҳсулотлар: аммоний сульфати, фосфомел ва «Фоскаль» ўғитлари уларни ўғит ва қурилиш мели сифатида қўллаш учун мутлоқ хавфсиз ҳисобланади. ТКдаги тарқоқ элементларнинг умумий миқдори 0,075 масс.% дан ошмайди. ТКни қайта ишлашда уларни ажратиб олиш иқтисодий жиҳатдан самарасиздир.

Саккизинчи бобда яратилган ўғитларнинг ишлаб чиқариш технологик схемаси, моддий баланси, агрохимёвий ва техник-иқтисодий самарадорликлари бўйича маълумотлар келтирилган. Айнан бир ускунанинг ўзида ҳар хил турдаги кенг ассортиментли ўғитлар олиш мумкин бўлган осон мослашувчан технологик схемалар тавсия этилган. САФЎ, серофос ва жадаллашган усулда қўш суперфосфат ўғитлари олишнинг принципиал осон мослашувчан технологик схемаси 16-расмда келтирилган.



16-расм. Суяқ фазаси кам миқдорли режимда фосфорли ўғитлар ишлаб чиқаришнинг осон мослашувчан принципиал технологик схемаси.

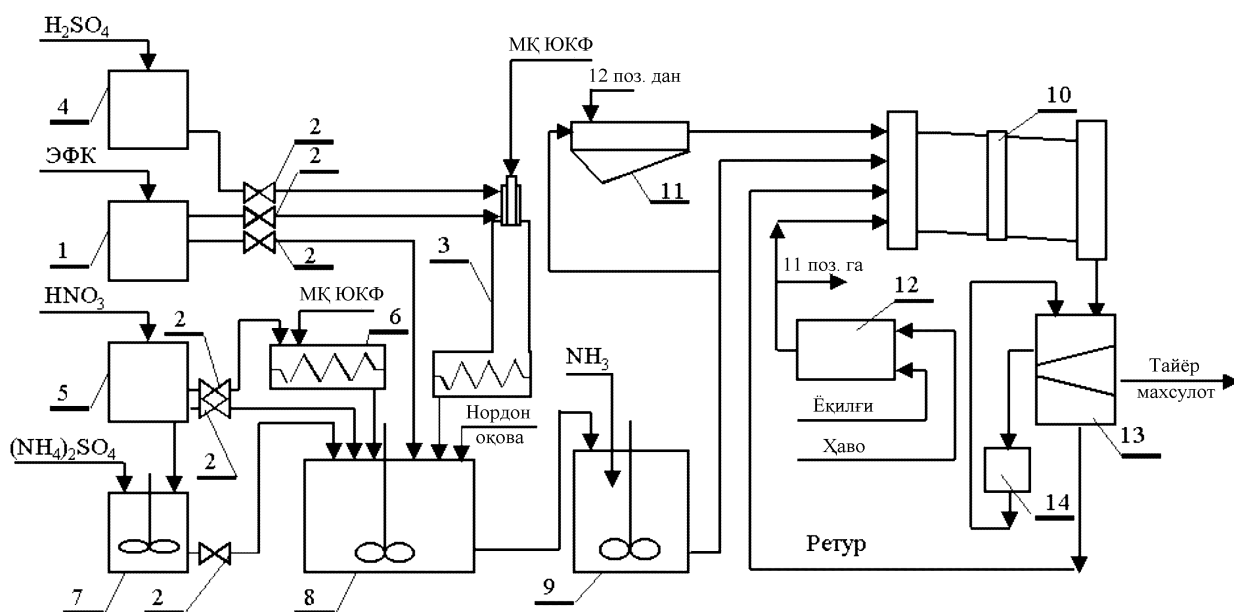
Ускуна шнекли реактор-аралаштиргич, аммонизатор, барабан қуритгич, классификатор ва майдалагичлардан иборат. Ретурсиз усул билан САФЎ олишда ЮКФ ва ЭФК шнекли реактор-аралаштиргич берилади, у ерда компонентларнинг ўзаро реакцияси боради, кейин олинган намроқ сочилувчан масса барабан қуритгичга йўналтирилади.

Озуқа компонентлари юқори миқдорда бўлган САФЎ олишда бу жараён ретурли усулда олиб борилади, бунда шнекли реактор-аралаштиргичга ЮКФ ва ЭФК билан бирга, САФЎни куриштириш ва классификациялашдан сўнг хосил бўладиган кичик фракция - ретур ҳам берилади.

Шунга ўхшаш технология бўйича жадаллашган усулда кўш суперфосфат ҳам олинади, унда компонентларни аралаштириш реактор-аралаштиргичда олиб борилади ва куюқ оқувчан масса шнекка йўналтирилади ва у ерда эса ретур билан аралаштирилади. ЭФК нинг меъёри нисбатан юқорилиги ва ярим маҳсулот рН пастлиги сабабли кейинги маҳсулот барабан-аммонизаторда аммиак билан нейтралланади.

Серофос ўғитини олиш учун шнекли реактор-аралаштиргичга хисобланган миқдорда ЮКФ, ЭФК ва сульфат кислотаси берилади. Реакция экзотермик бўлганлиги ҳисобига маҳсулот куруқ чиқади.

17-расмда оқимли технология бўйича «Фоскаль», ФАК, кўш суперфосфат, PS-ўғити, НКФЎ, НКСФЎ олишнинг осон мослашувчан технологик схемаси келтирилган бўлиб, у асосан шнек типидagi комбинацияланган реактор, форреактор, реактор, нейтраллизатор, буғлатиш ва ҚДБ ускуналарида иборат.



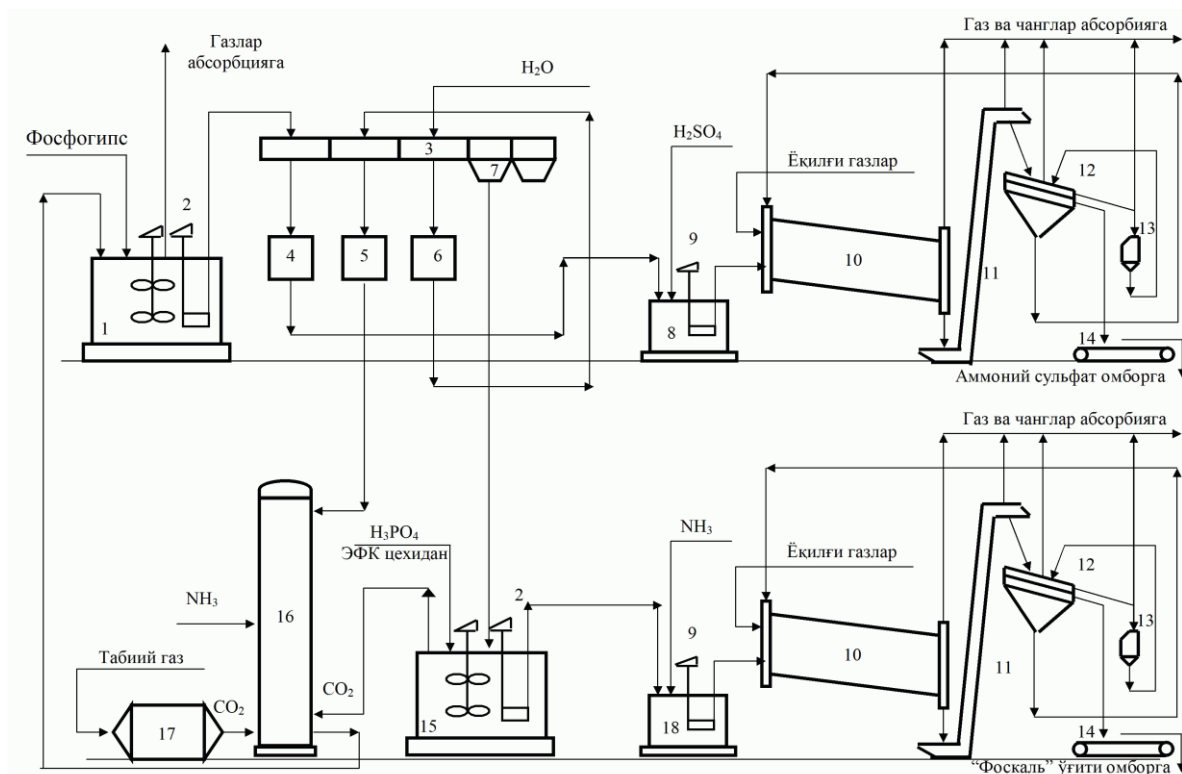
17-расм. Оқимли технология бўйича фосфорли ўғитлар ишлаб чиқаришнинг осон мослашувчан принципаиал технологик схемаси.

Фосфорит сульфат (PS-ўғити) ёки фосфор кислотаси («Фоскаль», ФАК, кўш суперфосфат) билан шнек типидagi комбинацияланган реакторда декарбонизация қилинади, кейин эса ЭФКнинг қолган миқдори билан экстракторда парчланади. НКФЎни (ёки НКСФЎ) олишда бойитилмаган фосфорит шнекли реакторда нитрат кислотаси билан суюқ фазаси кам миқдорли режимда декарбонизация қилинади ва кейин эса нитрат кислотасининг қолган миқдори (НКФЎ) ёки унинг аммоний сульфатли аралашмаси (НКСФЎ) билан экстракторда парчланади. Зарур бўлган ҳолатларда, куйқанинг қотишини йўқотиш учун экстракторга нордон оқимли сув берилади. Кейин эса нордон куйқалар аммонийлаштирилади. Фосфор кислотали ва нитрат кислотали куйқалар («Фоскаль», ФАК, кўш суперфосфат,

PS-ўғити, НКФЎ, НКСФЎ) бевосита ҚДБга берилади, зарурият бўлганда маълум концентрация ва зичликгача бўғлатилади.

Фосфогипсдан $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ олиш жараёнини ЭФК ва аммофос цехини мавжуд ускуналарида амалга ошириш мумкин. фосфогипсни конверсия ва $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ куйкасини филтрлаш жараёнларини – ЭФК цехида, донодорлаш, куритиш ва доналарни саралаш жараёнлари – аммофос цехида олиб борилади. Фосфогипсдан $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ олиш жараёни куйидаги асосий босқичлардан иборат: фосфогипсни ЭФК дан ювиш; карбоколонкада аммоний карбонат эритмасини олиш; фосфогипсни аммоний карбонат эритмаси билан парчалаш; сульфоаммонийли куйкани филтрлаш; $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ эритмасини донодорлаш ва маҳсулотни ДҚБ аппаратида куритиш; олинган маҳсулотни классификациялаш ва катта фракцияларни майдалаш; тайёр маҳсулотни сақлаш; чиқинди газларни тозалаш.

$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ишлаб чиқаришнинг технологик схемаси 18-расмда кўрсатилган.

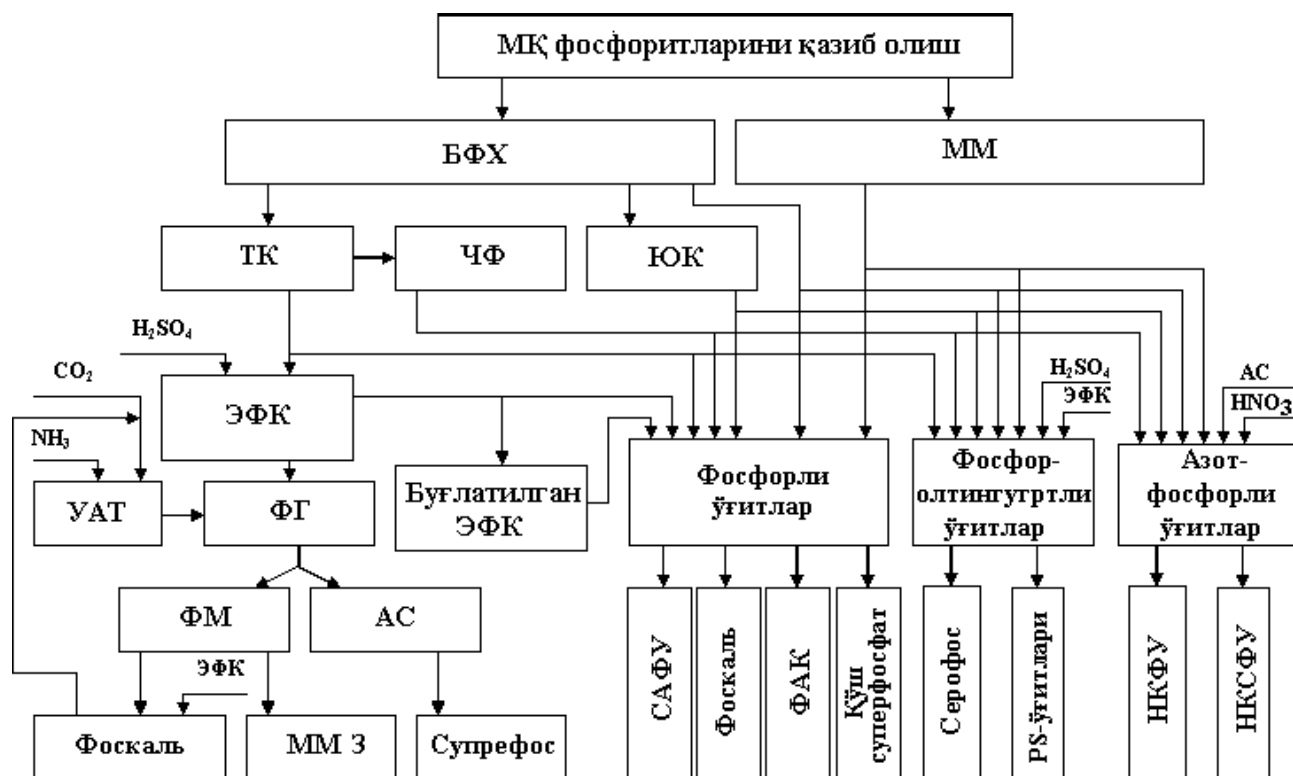


18-расм. Фосфогипсни қайта ишлаб аммоний сульфат ва “Фоскаль” ўғитларини олишнинг принципиал технологик схемаси.

Тажриба-саноат ва саноат синовлари асосида МҚ фосфорит хом-ашёсини оддий ва мураккаб ўғитларга комплекс қайта ишлашнинг осон мослашувчан, чиқиндисиз технологиясини блок-схемаси яратилган ва 19-расмда келтирилган.

Блок-схема МҚ фосфоритларини таклиф этилган технологиялар бўйича қайта ишланса саноат чиқиндиси хосил бўлмаслигини ва фақат тайёр маҳсулот хосил бўлишини аниқ кўрсатмоқда.

Таклиф қилинган технологиялар осон мослашувчан ҳисобланади ва кам капитал харажатлар сарфлаб фосфорли ўғитлар корхоналарининг мавжуд харажатдаги ускуналаридан максимал фойдаланишга имконят яратади.



19-расм. МҚ фосфоритларидан оддий ва комплекс ўғитлар ишлаб чиқаришнинг осон мослашувчан чиқиндисиз технологиясини блок-схемаси.

Зарурий меъерий-техник хужжатлар – техник-иқтисодий ҳисоблар, технологик регламентлар, лойиҳалаш учун бошланғич маълумотлар ишлаб чиқилган.

ХУЛОСАЛАР

Тадқиқот ишларини бажаришда олинган асосий илмий ва амалий натижалар бўлиб куйидагилар ҳисобланади:

1. Минерал ўғитларнинг кимёси ва технологияси соҳасига маълум миқдорда илмий ва амалий улуш қўшилган бўлиб, МҚ ЮКФларини комплекс қайта ишлашнинг чиқиндисиз, янги, осон мослашувчан, энергия ва ресурстежамкор технологиясини яратишнинг физик-кимёвий ва амалий асосларининг яратилишига хизмат қилади.

2. МҚ фосфоритларига қўлланиладиган $\text{CaO-P}_2\text{O}_5\text{-N}_2\text{O}_5\text{-H}_2\text{O}$, $\text{CaO-P}_2\text{O}_5\text{-H}_2\text{O}$, $\text{CaO-P}_2\text{O}_5\text{-SO}_3\text{-H}_2\text{O}$, ҳамда $\text{NH}_3\text{-CO}_2\text{-H}_2\text{O}$, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4\text{-(NH}_4)_2\text{CO}_3\text{-H}_2\text{O}$ ва $\text{CaSO}_4\text{-CaCO}_3\text{-H}_2\text{O}$ системаларидаги компонентларнинг ўзаро таъсири, эрувчанлиги ва суюқ ҳамда қаттиқ фазаларнинг таснифлари ҳақида янги илмий маълумотлар олинган. Кимёвий ва физик-кимёвий усуллар таҳлилида ўз тасдиғини топган бир қатор бирикмалар мавжуд бўлишининг ҳарорат ва концентрация чегаралари аниқланган. Кўрсатилган системаларнинг кўрилган эрувчанлик диаграммалари, ҳар хил турдаги МҚ фосфоритлари ва фосфогипсни қайта ишлашда ҳосил бўлган тузларнинг мумкин бўлган концентрациялари ва эритмаларнинг ҳароратларини ўз ичига олади. Ушбу диаграммалар ва уларни график интерпретацияси МҚ фосфоритлари, фосфогипс ва фосфомелни қайта ишлашда у ёки бу жараёнлар боришини олдиндан билиш имконини беради.

3. Илк бор жаҳон амалиётида ўхшаши бўлмаган, паст меъёрадаги нитрат кислотаси (CaO га нисбатан 25-85% стехиометрия бўйича) билан суяқ фазали ва суяқ фазаси кам миқдорли режимларда олдиндан берилган таркиб ва хоссаларга эга бўлган янги азотфосфоркальций ва азотфосфоркальцийолтингуруттли НКФЎ ва НКСФЎ олишнинг илмий асослари ва юқори самарали технологиялари ишлаб чиқилди. Ушбу технологияларнинг юқори сифатли фосфоритдан ва HNO_3 нинг юқори меъёрларидан фойдаланилган усули билан солиштиригандagi жиддий ютуғи бўлиб, бойитилмаган юқори карбонатли фосфорит ва HNO_3 нинг паст меъёрини қўллаш, бир вақтнинг ўзида бир ускунада декарбонизация ва парчалаш босқичини олиб бориш, ҳамда технологик тизимдан музлатиш усули билан азоткислотали фосфат эритмасидан кальций нитратни ажратиб олиш каби мураккаб кўп энергия талаб қиладиган жараён қисми олиб ташланади. Суяқ фазаси кам миқдорли режимда фосфорит хом-ашёсига HNO_3 тўғридан-тўғри бериш жараёнини суяқ фазали режим билан солиштирилганда, суяқ фазаси кам миқдорли режимда мўл кўпик ҳосил бўлиши амалда деярли кузатилмайди. HNO_3 тўлиқ берилганда эса фосфоритнинг 60-75 % карбонат қисми хамирсимон реакцион масса ҳосил қилиб ажралади. Жараёни аммоний сульфати иштирокида олиб борилганда НКСФЎ таркибида ўзлаштириладиган P_2O_5 нинг нисбий миқдори 10-15 %га кўпайиши кузатилди.

4. Кенг ораликдаги ЭФК меъёри ва концентрациясида МКнинг турли хил фосфоритларини парчалаб САФЎ, «Фоскаль», ФАК ва кўш суперфосфат ўғитларини олиш жараёнларини суяқ фазаси кам миқдорли режимли ва оқимли технологияси яратилди, жараён ўрганилди ва технологик омилларнинг мақбул шароитлари аниқланди. МК фосфоритларини концентрланмаган ЭФК билан парчалаб ФАК ва кўш суперфосфат олиш жараёнининг кинетикаси ўрганилди, энергия активлиги ва харорат константаси қийматлари аниқланди. Кўш суперфосфат ишлаб чиқариш жараёнининг кинетик омилларини ўрнатиш билан янги жадаллашган ноанъанавий технологияси яратилди. Барча турдаги фосфоритлар учун ретур карралигини мақбул қийматлари ўрнатилди.

5. Илк бор МК ЮКФ, ЭФК ва сульфат кислоталаридан «Фоскаль», ФАК, кўш суперфосфат ва PS-ўғитларини олишда, ЮКФларни ҳаволи муҳитда муаллиқ ҳолатда пуркалган кислота ва чангитилган фосфоритларнинг ўзаро таъсири натижасида декарбонизация қиладиган ва қисман парчалайдиган янги конструкцияли шнек типидagi комбинацияланган реактор яратилди ва саноат наъмунаси синовдан ўтди. Бунда реагентлар контакт юзасининг ортиши хисобига декарбонизация ва парчаланиш даражаси ортади, натижада ярим тайёр маҳсулотларни кейинги қайта ишлашда мўл кўпик ҳосил бўлмайди.

6. МК ЮКФларни ЭФК ва сульфат кислота билан кетма-кет парчалашда чиқадиган реакция иссиқлигидан фойдаланиш билан серофос ва PS-ўғитларини олиш тадқиқотлари олиб борилди ва технологияси яратилди. Серофос олиш учун ЭФКнинг мақбул меъёри МКФ ҳосил бўлишига нисбатан олинган йиғинди меъёрдан 17-31 % эканлиги аниқланди. Шнек типидagi комбинация-ланган реакторда фосфоритларни дастлаб декарбонизация қилиб PS-ўғитини олиш жараёнида фосфорит турига боғлиқ ҳолда сульфат кислотанинг мақбул меъёри

биринчи босқичда 20-60 %, иккинчи босқичда эса ЭФК ва сульфат кислотанинг йиғинди меъёри 100-110 % оралиғида бўлишини кўрсатди.

7. Ҳар хил кислотали реагентлар билан МК ЮКФларини қайта ишлашда олинадиган нордон ва аммонийлашган қуйқаларнинг реологик хоссалари ўрганилган. Зичлик ва қовушқоқликнинг технологик омилларга боғлиқлиги ўрнатилди. Мақбул шароитларда олинган нордон ва аммонийлашган қуйқалар жуда яхши оқувчанликни намоён этади, бу эса уларни ташиш ва мавжуд саноат ускуналарида қаттиқ ўғитларга қайта ишлашда муҳим аҳамиятга эга. Қуйқаларнинг зичлигига боғлиқ равишда технологик омилларнинг график-аналитик назорати яратилди. Рентгенографик, ИК-спектроскопик, термографик усуллар таҳлили билан ишлаб чиқилган ўғитларнинг фазавий таркиблари, физикавий-кимёвий ва товар хоссалари аниқланган.

8. Очиқ ва ёпиқ шароитларда фосфогипсни аммоний карбонат билан конверсия қилиб аммоний сульфат ва кальций карбонатга қайта ишлашнинг технологик асослари ишлаб чиқилди. Фосфогипсдаги P_2O_5 йўқотилишининг олдини олиш мақсадида фосфогипсни турли усулларда ювиш жараёни тадқиқотлари ўтказилди. Фосфогипсни ювишнинг иқтисодий самарали усули, бу ювиқли сувни бир марта ишлатиб репульпация қилиш усулидир. Фосфогипсни аммоний карбонат билан конверсия қилиш жараёни кинетикаси ўрганилиб, реакциянинг фаолланиш энергияси ва ҳарорат коэффициенти қийматлари ҳисобланди. Фосфогипсни аммоний карбонат ва карбамид ишлаб чиқариш цехининг дистилляция бўлимини биринчи ва иккинчи босқичидаги углеаммоний тузлари эритмалари билан очиқ ва герметик усулларда конверсияси жараёни, ҳамда қуйқаларни реологик хоссалари ўрганилди ва олинган суспензияни филтрлаш жараёнининг мақбул технологик омиллари аниқланди.

9. “Самарқандкимё” ОАЖда НКФЎ олиш технологияси тажриба саноат синовидан муваффақиятли ўтди. Ушбу технология 2005 йил корхонанинг бир технологик тизимида ишлаб чиқаришга жорий этилди. 2005-2007 йиллар ичида 16 млрд. сўмлик 90 минг тоннадан кўпроқ НКФЎ ишлаб чиқарилди. Ўзбекистон Республикаси Президентининг № ПП 677-сонли 27 июл 2007 йилдаги 2007–2011 йил давомида кимё саноати корхоналарини замонавийлаштириш, техник ва технологик қайта жихозлаш дастури ҳақида”ги Қарорига асосан “Самарқандкимё” ОАЖ да 2009 йилда НКФУ ишлаб чиқариш қуввати 250 минг тоннага етказилиши белгиланган.

10. Ушбу Қарорга асосан “Аммофос” ОАЖда 2007 йил 3-кварталида қуввати йилига 10 минг т бўлган фосфогипсни аммоний сульфатга қайта ишлаш саноат-тажриба ускунаси қурилди. 2007 йил 4 чи кварталда ушбу ускунада 256 т фосфогипсни қайта ишлаб 696 т аммоний сульфат эритмаси олинди ва унинг асосида 1769 т аммоний сульфатфосфат ўғити ишлаб чиқарилди, ва бу билан саноатга 77,73 т сульфат кислотаси (мнғ) қайтарилди. Техник-иқтисодий ҳисоб, технологик регламент, дастлабки маълумотлар ва бошқа меъёрий ҳужжатлар ишлаб чиқилди ва саноат миқёсида ишлаб чиқаришни лойihalаштириш учун “Ўзкимёсаноатлойтиха” ОАЖга юборилди.

“Аммофос” ОАЖнинг ҳаракатдаги ЭФК-2 цехида саноат тажрибалари ўтказилди ва оқимли технология бўйича 200 т қўш суперфосфат ва PS-ўғитларининг саноат наъмуналари олинди. Қўш суперфосфат, PS-ўғити ва концентранган ЭФК олиш учун технологик регламентлар ва дастлабки маълумотлар ишлаб чиқилди, ҳамда лойиҳалаш ишлари учун тавсия этилди. PS-ўғити саноатда ишлаб чиқаришга жорий этилди ва “PS-Агро” номи билан техникавий шарт ишлаб чиқилди.

11. Ўтказилган лаборатория тадқиқотлари, тажриба-саноат ва саноат синовлари асосида оқимли ва суюқ фазаси кам миқдорли режимли усулларда оддий ва комплекс ўғитлар олишнинг осон мослашувчан технологияси яратилди. Суюқ фазаси кам миқдорли усулда САФЎ, серофос, жадаллашган технология бўйича қўш суперфосфат ўғитларини, оқимли усулда эса НКФЎ, НКСФЎ, “Фоскаль”, ФАК, қўш суперфосфат ва PS-ўғитлари ишлаб чиқаришнинг осон мослашувчан технологик схемаси саноатга таклиф этилди. Шу билан бирга фосфогипсни конверсия усулида комплекс қайта ишлаб аммоний сульфат ва “Фоскаль” ўғити олиш технологияси ишлаб чиқилган. Ушбу яратилган технологиялар асосида фосфогипсни утилизация қилиш билан МК фосфоритларини чиқиндисиз комплекс қайта ишлашнинг ягона технологик блок-схемаси таклиф этилди.

12. Техника-иқтисодий ҳисоблар шуни кўрсатдики, йилига 100 % P_2O_5 ли 100 минг тонна қувватга эга ишлаб чиқаришни ташкил этилганда иқтисодий самарадорлик қуйидагиларни ташкил этади: САФЎ учун, БФХдан – 13,13-17,84; ЮКдан – 9,19-11,77 млрд. сўм; “Фоскаль” ўғити учун, фосфомелдан – 13,00-13,08; БФХдан – 20,42-21,25 млрд. сўм; ФАК ўғити учун, БФХдан – 17,3-19,4 млрд. сўм; қўш суперфосфати учун, БФХдан – 13,43-13,95; ЮКдан – 2,22-2,63 млрд. сўм; PS ўғити учун, БФХдан – 14,56-14,70; ЮКдан эса – 18,10-18,14 млрд. сўм (аммофосга нисбатан); Серофос ўғити учун, БФХдан – 26,14-27,06; ЮКдан – 16,90-24,90 млрд. сўм (“ЭХЗ” ЁАЖ-ҚҚ оддий суперфосфатига нисбатан). Фосфогипсни қайта ишлаб қуввати йилига 100 минг т аммоний сульфат ишлаб чиқарилганда иқтисодий самарадорлик 1,8 млрд. сўмдан иборат бўлди, шунингдек экологик ва ижтимоий самарадорлиги ҳам юқори бўлади.

13. Олинган ўғитларнинг агрокимёвий синовлари пахтага микролизиметрик ва дала шароитларида ўтказилган. Уч йиллик вегетацион тажрибалар маълумотлари аммофос ва оддий суперфосфатга нисбатан таққослаганда янги таклиф этилган ўғитлар ижобий агракимёвий натижалар беришини кўрсатди.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ

Монография:

1. Беглов Б.М., Намазов Ш.С., Мирзакулов Х.Ч., Умаров Т.Ж. Активация природного фосфатного сырья. – Ташкент-Ургенч: Хоразм, 1999. – 112 с.

Журналларда чоп этилган мақолалар:

2. Реймов А.М., Эркаев А.У., Мирзакулов Х.Ч., Намазов Ш.С., Беглов Б.М. О процессе разложения фосфоритов Центральных Кызылкумов при неполной норме азотной кислоты. // Узб. хим. журн. – Ташкент, 2001. – № 3. – С. 64-66.

3. Эркаев А.У., Алиев А.Т., Тохри Б.А., Мирзакулов Х.Ч., Намазов Ш.С., Реймов А.М., Мухамедова А.С. Изучение влияние нитрокальцийфосфата из местных фосфоритов на продуктивность хлопчатника. // Вестник аграрной науки Узбекистана. – Ташкент, 2002. – № 1 (7). – С. 13-15.
4. Реймов А.М., Намазов Ш.С., Мирзакулов Х.Ч., Беглов Б.М. Азотно-фосфорно-кальциевые удобрения на основе разложения рядовой фосмуки Центральных Кызылкумов при неполной норме азотной кислоты. // Доклады АН РУз. – Ташкент, 2002. – № 5. – С. 50-52.
5. Намазов Ш.С., Реймов А.М., Мирзакулов Х.Ч., Беглов Б.М. Комплексные удобрения, содержащие азот, фосфор, кальций и серу, получаемые из фосфоритов Центральных Кызылкумов при их разложении неполной нормой азотной кислоты. // Узб. хим. журн. – Ташкент, 2002. – № 6. – С. 16-21.
6. Реймов А.М., Мирзакулов Х.Ч., Намазов Ш.С., Беглов Б.М. Получение кальцийнитрофосфатных удобрений путем разложения фосфатов Центральных Кызылкумов при неполной норме азотной кислоты. // Вестник ККО АН РУз. – Нукус, 2002. – № 4 (181). – С. 21-23.
7. Ибрагимов Г.И., Эркаев А.У., Мирзакулов Х.Ч., Умаров С.А. Разработка технологии производства фосфорных удобрений из фосфоритов Центральных Кызылкумов. // Кимё ва кимё технологияси. – Ташкент, 2003. – № 1. – С. 17-21.
8. Реймов А.М., Зозуля А.Ф., Намазов Ш.С., Мирзакулов Х.Ч., Беглов Б.М. Комплексные удобрения на основе разложения термokonцентра фосфорита Центральных Кызылкумов неполной нормой азотной кислоты. // Вестник национального технического университета ХПИ. – Харьков, 2003. – № 11. – Том 1. – С. 111-114.
9. Намазов Ш.С., Реймов А.М., Мирзакулов Х.Ч., Якубов Р.Я., Беглов Б.М. Получение нитрокальцийфосфатных и нитрокальцийсульфофосфатных удобрений из рядовой фосфатной муки Центральных Кызылкумов на модельной лабораторной установке. // Химическая промышленность. – Санкт-Петербург, 2004. – Т. 81. – № 12. – С. 604-610.
10. Мирзакулов Х.Ч., Умаров С.А., Эркаев А.У., Тоиров З.К. Технологический контроль основных параметров производства медленнодействующего удобрения из фосфоритов Центральных Кызылкумов. // Кимё ва кимё технологияси. – Ташкент, 2005. – № 1. – С. 10-14.
11. Мирзакулов Х.Ч., Разработка гибкой комплексной безотходной технологии переработки фосфоритов Центральных Кызылкумов на одинарные и комплексные удобрения. // Кимё ва кимё технологияси. – Ташкент, 2005. – Спец. выпуск, посвященный конф. ТХТИ-2005. – С. 62-70.
12. Туробжонов С.М., Мирзакулов Х.Ч., Якубов Р.Я., Эркаев А.У., Иралиев Б.Х. Политерма растворимости системы $\text{NH}_3\text{-CO}_2\text{-H}_2\text{O}$. // Кимё ва кимё технологияси. – Ташкент, 2005. – № 2. – С. 10-11.
13. Иралиев Б.Х., Мирзакулов Х.Ч., Бардин С.В., Эркаев А.У. Влияние избытка аммиака на технологические параметры процесса конверсии фосфогипса карбонатом аммония. // Жайхун. Вестник ТерГУ. – Термез, 2005. – № 3-4. – С. 179-184.

14. Мирзакулов Х.Ч., Туробжанов С.М., Эркаев А.У., Иралиев Б.Х., Бардин С.В. Изучение реологических свойств пульпы в процессе конверсии фосфогипса карбонатом аммония. // Узб. хим. журн. – Ташкент, 2005. – № 5. – С. 28-32
15. Асамов Д.Д., Мирзакулов Х.Ч., Бардин С.В., Эркаев А.У. Получение фосфорного удобрения на основе конверсионного фосфомела. // Кимё ва кимё технологияси. – Ташкент, 2005. – № 4. – С. 12-14.
16. Иралиев Б.Х., Бардин С.В. Мирзакулов Х.Ч., Экономическая целесообразность организации отмывки фосфогипса от экстракционной фосфорной кислоты. // Жайхун. Вестник ТерГУ. – Термез, 2006. – № 1. – С. 104-109.
17. Асамов Д.Д., Мирзакулов Х.Ч. Нетрадиционная технология переработки высококарбонизированных фосфоритов Центральных Кызылкумов. // Кимё ва кимё технологияси. – Ташкент, 2006. – № 2. – С. 23-25.
18. Мирзакулов Х.Ч., Производство медленнодействующих фосфорсодержащих удобрений на основе фосфоритов Центральных Кызылкумов. // Кимё ва кимё технологияси. – Ташкент, 2006. – № 2. – С. 11-15.
19. Мирзакулов Х.Ч., Шамаев Б.Э., Бардин С.В. Исследование процесса получения концентрированного фосфорного удобрения из необогащенной руды и мытого концентрата. // Кимё ва кимё технологияси. – Ташкент, 2006. – № 4. – С. 53-56.
20. Шамаев Б.Э., Бардин С.В., Мирзакулов Х.Ч. Получение активированного фосфорного удобрения из фосфорсодержащих отходов Кызылкумского фосфоритового комбината. // Кимё ва кимё технологияси. – Ташкент, 2006. – Спец. выпуск, посвящ. конф. «Умидли кимёгарлар-2006». – С. 102-107.
21. Шамаев Б.Э., Бардин С.В., Мирзакулов Х.Ч. Переработка пылевидной фракции фосфоритов Центральных Кызылкумов на концентрированное фосфорное удобрение. // Узб. хим. журн. – Ташкент, 2007. – № 1. – С. 51-53.
22. Мирзакулов Х.Ч., Бардин С.В., Шамаев Б.Э. Технология производства активированных фосфорных удобрений из высококарбонизированных фосфоритов Центральных Кызылкумов. // Кимё ва кимё технологияси. – Ташкент, 2007. – № 1. – С. 2-5.
23. Шамаев Б.Э., Мирзакулов Х.Ч., Бардин С.В. Кинетика разложения необогащенной фосмуки ЦК концентрированной фосфорной кислотой. // Вестник Термезского государственного университета «Жайхун». – Термез, 2007. – № 2. – С. 110-116.
24. Мирзакулов Х.Ч. Переработка фосфатного сырья Центральных Кызылкумов на фосфорсеросодержащие удобрения. // Кимё ва кимё технологияси. – Ташкент, 2007. – № 4. – С. 11-14.
25. Мирзакулов Х.Ч. Получение фосфорсодержащего удобрения из необогащенной фосмуки Центральных Кызылкумов и экстракционной фосфорной кислоты поточным методом. // Кимё ва кимё технологияси. – Ташкент, 2007. – № 4. – С. 15-17.

Илмий ишлар тўпламларида чоп этилган мақолалар:

26. Эркаев А.У., Умаров С.А., Мирзакулов Х.Ч., Тоиров З.К., Шарипова Х.Т. Разработка технологии получения медленнодействующего фосфорного удобрения. // ТХТИ-2002: Сб. тр. Республик. науч.-техн. конф. – Ташкент, 2002. – С. 16-19
27. Умаров С.А., Мирзакулов Х.Ч., Эркаев А.У., Шарипова Х.Т., Нурмурадов Т. Исследование процесса пенообразования при разложении фосфоритов Центральных Кызылкумов экстракционной фосфорной кислотой. // ТХТИ-2003: Сб. тр. науч.-техн. конф. магистрантов. 8-11 апреля 2003. – Ташкент, 2003. – Т. 2. – С. 16-19.
28. Утепбергенов К.Н., Мирзакулов Х.Ч., Эркаев А.У. Получение двойного суперфосфата из фосфоритов Центральных Кызылкумов. // ТХТИ-2004: Избранные тр. науч.-техн. конф. 19-23 апреля 2004. – Ташкент, 2004. – Т. 1. – С. 261-263.
29. Мирзакулов Х.Ч. Получение активированного фосфорного удобрения из низкосортного фосфатного сырья Центральных Кызылкумов. // ТХТИ-2004: Избранные тр. науч.-техн. конф. 19-23 апреля 2004. – Ташкент, 2004. – Т. 2. – С. 117-119.
30. Мирзакулов Х.Ч., Бардин С.В., Каипбергенов О., Эркаев А.У., Туробжонов С.М. Утилизация фосфогипса из фосфоритов Центральных Кызылкумов на сульфат аммония // Современная техника и технология горно-металлургической отрасли и пути их развития. ISTIQLOL: Сб. материалов Республик. науч.-техн. конф. 23-24 сентября 2004. – Навои, 2004. – С. 122-123.
31. Мирзакулов Х.Ч., Исследование процесса химической активации низкосортных фосфоритов Центральных Кызылкумов // Современная техника и технология горно-металлургической отрасли и пути их развития. ISTIQLOL: Сб. материалов Республик. науч.-техн. конф. 23-24 сентября 2004. – Навои, 2004. – С. 127-129.
32. Туробжанов С.М., Мирзакулов Х.Ч., Эркаев А.У., Тоиров З.К., Бардин С.В. Переработка фосфогипса из фосфоритов Центральных Кызылкумов в сульфат аммония. // Новые технологии рециклинга отходов производства и потребления: Материалы международ. науч.-техн. конф. 24-26 ноября 2004. – Минск, 2004. – С. 200-203.
33. Мирзакулов Х.Ч. Разработка технологии медленнодействующих фосфорсодержащих удобрений из отвального фосфорита Кызылкумского фосфоритового комбината. // Новые технологии рециклинга отходов производства и потребления: Материалы международ. науч.-техн. конф. 24-26 ноября 2004. – Минск, 2004. – С. 229-231.
34. Умаров С. А., Мирзакулов Х.Ч. Переработка фосфорсодержащих отходов на активированные фосфорные удобрения. // Новые технологии рециклинга отходов производства и потребления: Материалы международ. науч.-техн. конф. 24-26 ноября 2004. – Минск, 2004. – С. 244-247.
35. Умаров С.А., Мирзакулов Х.Ч., Эркаев А.У. Получение активированного фосфорного удобрения из низкосортного фосфатного сырья Центральных Кызылкумов. // Ишлаб чикариш корхоналарининг экологик муоммалари

- ечимини топишда кимёвий технологияларни қўллаш: Илмий-амалий конференция материаллари туплами. 4-5 май 2004. – Карши, 2004. – Б. 63-67.
36. Мирзакулов Х.Ч. Получение активированного комплексного удобрения из отходов производства КФК. // Ишлаб чиқариш корхоналарининг экологик муоммалари ечимини топишда кимёвий технологияларни қўллаш: Илмий-амалий конференция материаллари туплами. 4-5 май 2004. – Карши, 2004. – Б. 209-212.
37. Мирзакулов Х.Ч., Туробжонов С.М., Бардин С.В., Иралиев Б.Х. Опытные промышленные испытания конверсии фосфогипса раствором карбоната аммония. // Современные технологии переработки местного сырья и продуктов: Сб. тр. Республик. науч.-техн. конф. 29-30 ноября 2005. – Ташкент, 2005. – Т. 1. – С. 188-190.
38. Мирзакулов Х.Ч., Асамов Д.Д., Бардин С.В., Эркаев А.У. Получение гранулированного преципитата. // Современные технологии переработки местного сырья и продуктов: Сб. тр. Республик. науч.-техн. конф. 29-30 ноября 2005. – Ташкент, 2005. – Т. 1. – С. 186-187.
39. Мирзакулов Х.Ч. Опытные промышленные испытания производства фосфорсеросодержащих удобрений из фосфоритов Центральных Кызылкумов. // Современные технологии переработки местного сырья и продуктов: Сб. тр. Республик. науч.-техн. конф. 29-30 ноября 2005. – Ташкент, 2005. – Т. 1. – С. 191-194.
40. Умаров С.А., Эркаев А.У., Мирзакулов Х.Ч. Реологические свойства кислых и аммонизированных пульп фосфорсеросодержащих удобрений из различного вида фосфатного сырья Центральных Кызылкумов. // Современные технологии переработки местного сырья и продуктов: Сб. тр. Республик. науч.-техн. конф. 29-30 ноября 2005. – Ташкент, 2005. – Т. 1. – С. 214-216.
41. Асамов Д.Д., Бардин С.В., Мирзакулов Х.Ч. Экономическая целесообразность утилизации конверсионного фосфомела на фосфорсодержащее удобрение и углекислый газ. // Современные технологии переработки местного сырья и продуктов: Сб. тр. Республик. науч.-техн. конф. 29-30 ноября 2005. – Ташкент, 2005. – Т. 1. – с. 141-142.
42. Асамов Д.Д., Умаров С.А. Мирзакулов Х.Ч., Разложение низкосортного местного фосфатного сырья экстракционной фосфорной кислотой // Современные проблемы транспортных и строительных сооружений: Материалы республик. науч.-практ. конф. 19-20 мая 2006. – Джизак, 2006. – С. 31-34.
43. Асамов Д.Д., Бардин С.В., Мирзакулов Х.Ч. Ресурсосберегающая технология получения медленнодействующего фосфорного удобрения из низкосортных фосфоритов Центральных Кызылкумов // Аналитическая химия и экологические проблемы: Материалы II Республик. науч.-практ. конф. 23-24 мая 2006. – Самарканд, 2006. – С. 245-247.
44. Асамов Д.Д., Бардин С.В., Мирзакулов Х.Ч. Интенсивная технология получения удобрения «серофос» из высококарбонизированных фосфоритов Центральных Кызылкумов // Инновация-2006: Сб. науч. статей Международ. науч.-практ. конф. Октябрь 2006. – Ташкент, 2006. – С. 133-134

45. Мирзакулов Х.Ч., Асамов Д.Д., Бардин С.В. Медленнодействующее фосфорное удобрение «Фоскаль» из низкосортных фосфоритов Центральных Кызылкумов // Инновация-2006: Сб. статей Международ. науч.-практ. конф. Октябрь 2006. – Ташкент, 2006. – С. 208-210.
46. Мирзакулов Х.Ч., Асамов Д.Д., Бардин С.В. Производство фосфорсеросодержащего удобрения из небогатой руды по интенсивной технологии // Актуальные проблемы химической переработки фосфоритов Центральных Кызылкумов: Сб. тр. Республик. науч.-техн. конф. 23 ноября 2006. – Ташкент, 2006. – С. 98-100
47. Эркаев А.У., Тоиров З.К., Мирзакулов Х.Ч., Раджабов Р., Итальянцева Л.В. Исходные данные для проектирования узла упаривания экстракционной фосфорной кислоты (ЭФК) и производства двойного суперфосфата из фосфоритов Центральных Кызылкумов // Актуальные проблемы химической переработки фосфоритов Центральных Кызылкумов: Сб. тр. Республик. науч.-техн. конф. 23 ноября 2006. – Ташкент, 2006. – С. 65-67
48. Асамов Д.Д. Мирзакулов Х.Ч. Интенсивная технология производства PS-удобрений из высококарбонизированных фосфоритов. // Высокие технологии и перспективы интеграции образования, науки и производства: Сб. тр. Международ. науч.-практ. конф. – Ташкент, 2006. – Т. 2. – С. 304-305.
49. Мирзакулов Х.Ч., Иралиев Б.Х., Бардин С.В. Конверсионная технология переработки фосфогипса // Высокие технологии и перспективы интеграции образования, науки и производства: Сб. тр. Международ. науч.-практ. конф. – Ташкент, 2006. – Т. 2. – С. 350-352.
50. Мирзакулов Х.Ч. Нетрадиционные технологии переработки высококарбонизированных фосфоритов Центральных Кызылкумов // Высокие технологии и перспективы интеграции образования, науки и производства: Сб. тр. Международ. науч.-практ. конф. – Ташкент, 2006. – Т. 2. – С. 348-349.
51. Асамов Д.Д., Садыков Б.Б., Волынскова Н.В., Мирзакулов Х.Ч., Бардин С.В. Новая ресурсосберегающая технология получения фосфорсодержащих удобрений из фосфоритов Центральных Кызылкумов. // Достижения и перспективы комплексной химической переработки топливно-минерального сырья Узбекистана: Сб. материалов Республик. науч.-техн. конф. – Ташкент, 2008. – Т. 2. – С. 83-85.

Патентлар:

52. Патент IDP 05291. Способ получения сложного удобрения. / Эркаев А.У., Юсупбеков Н.Р., Артиков Г.О., Мирзакулов Х.Ч., Умаров С.А., Сайфуллин Р.З., Тоиров З.К., Шарипова Х.Т. // Расмий ахборотнома. – 2002. – № 4 (42).
53. Патент IDP 20020084. Способ получения фосфорсодержащего удобрения. / Юсупбеков Н.Р., Эркаев А.У., Мирзакулов Х.Ч., Беглов Б.М., Мирзаев Ф.М., Тоиров З.К., Умаров С.А. // Решение о выдаче патента на изобретение от 29.08.2002. Заявл. 06.02.2002.
54. IAP 20050159. Способ получения фосфорсодержащих удобрений / Ибрагимов Г.И., Якубов Р.Я., Мирзакулов Х.Ч., Эркаев А.У., Ниязов З.К., Садыков Б.Б., Волынскова Н.В., Умаров С.А. // Решение о выдаче патента на изобретение от 24.07.2008. Заявл. 29.04.2005.

55. IAP 20060018. Способ переработки фосфогипса конверсией углеаммонийными солями. / Ибрагимов Г.И., Алиханов Б.Б., Туробжанов С.М., Якубов Р.Я., Мирзакулов Х.Ч., Эркаев А.У., Ниязов З.К., Садыков Б.Б., Волынскова Н.В., Кононов А.И., Шамсиев Й.Ч. // Решение о выдаче патента на изобретение от 03.09.2008. Заявл. 17.01.2006.

56. IAP 20060284. Способ получения фосфорсодержащих удобрений. / Туробжанов С.М., Мирзакулов Х.Ч., Эркаев А.У., Садыков Б.Б., Волынскова Н.В. // Заявка на получение патента от 25.07.2006.

Маърузалар тезислари:

57. Намазов Ш.С., Мирзакулов Х.Ч., Эркаев А.У., Реймов А.М., и др. Медленнодействующие фосфорные удобрения из фосфоритов Центральных Кызылкумов // Проблемы создания, производства и применения минеральных удобрений и дефолиантов на основе местного сырья: Тез. докл. науч.-практ. конф. – Ташкент, 2000. – С. 28-29.

58. Мирзакулов Х.Ч. Активация природного фосфатного сырья. // Проблемы создания, производства и применения минеральных удобрений и дефолиантов на основе местного сырья: Тез. докл. науч.-практ. конф. – Ташкент, 2000. – С. 25-26.

59. Умаров С.А., Мирзакулов Х.Ч., Тукешов А.Т., Эркаев А.У. Переработка высококарбонатного фосфорита Центральных Кызылкумов методом циркуляции пульпы. // Актуальные проблемы аналитической химии: Тез. докл. I Республик. науч.-практ. конф., посвященной 70-летию академика Ганиева А.Г. 23-27 апреля 2002. – Термез, 2002. – С. 178.

60. Мирзакулов Х.Ч., Реймов А.М., Умаров С. А., Эркаев А.У. Методы переработки специфических фосфоритов Центральных Кызылкумов. // Актуальные проблемы аналитической химии: Тез. докл. I Республик. науч.-практ. конф., посвященной 70-летию академика Ганиева А.Г. 23-27 апреля 2002. – Термез, 2002. – С. 180.

61. Рейпназарова З., Эркаев А.У., Мирзакулов Х.Ч., Сайфуллин Р.З. Реологические свойства пульпы, образующейся при получении кальцийнитрофосфата. // Актуальные проблемы аналитической химии: Тез. докл. I Республик. науч.-практ. конф., посвященной 70-летию академика Ганиева А.Г. 23-27 апреля 2002. – Термез, 2002. – С. 181.

62. Умаров С.А., Мирзакулов Х.Ч., Тукешов А.Т., Эркаев А.У. Переработка высококарбонатного фосфорита Центральных Кызылкумов методом циркуляции пульпы. // Актуальные проблемы аналитической химии: Тез. докл. I Республик. науч.-практ. конф., посвященной 70-летию академика Ганиева А.Г. 23-27 апреля 2002. – Термез, 2002. – С. 178.

63. Мирзакулов Х.Ч., Сейтназаров А.Р., Эркаев А.У., Беглов Б.М. Применение метода циркуляции пульпы при переработке высококарбонизированных фосфоритов. // Актуальные проблемы аналитической химии: Тез. докл. I Республик. науч.-практ. конф., посвященной 70-летию академика Ганиева А.Г. 23-27 апреля 2002. – Термез, 2002. – С. 38.

64. Мирзакулов Х.Ч., Реймов А.М., Намазов Ш.С., Эркаев А.У. Переработка высококарбонизированных фосфоритов Центральных Кызылкумов в

- твердофазном режиме. // Актуальные проблемы аналитической химии: Тез. докл. I Республик. науч.-практ. конф., посвященной 70-летию академика Ганиева А.Г. 23-27 апреля 2002. – Термез, 2002. – С. 37.
65. Реймов А.М., Мирзакулов Х.Ч., Намазов Ш.С. Получение азотно-фосфорных удобрений путем азотнокислотного разложения рядовой фосмуки центральнокызылкумского месторождения. // Актуальные проблемы аналитической химии: Тез. докл. I Республик. науч.-практ. конф., посвященной 70-летию академика Ганиева А.Г. 23-27 апреля 2002. – Термез, 2002. – С. 40.
66. Реймов А.М., Зозуля А.Ф., Намазов Ш.С., Мирзакулов Х.Ч., Беглов Б.М. Комплексные удобрения на основе неполного разложения фосфоритного термоконцентрата азотной кислотой. // Информационные технологии: наука, техника, технология, образование, здоровье: Тез. докл. Международ. науч.-практ. конф. 15-16 мая 2003. – Харьков, 2003. – С. 363.
67. Мирзакулов Х.Ч., Туробжонов С.М., Бардин С.В., Иралиев Б.Х., Эркаев А.У. Исследование кинетики процесса конверсии фосфогипса карбонатом аммония // Актуальные проблемы аналитической химии: Тез. докл. II Республик. науч.-практ. конф., посвященной 75-летию академика Ганиева А.Г. 19-21 апрель 2005. – Термез, 2005. – С. 322-324.
68. Шамаев Б.Э., Мирзакулов Х.Ч., Эркаев А.У., Тоиров З.К. Получение фосфорного удобрения из термоконцентрата фосфоритов Центральных Кызылкумов нетрадиционным способом. // Актуальные проблемы аналитической химии: Тез. докл. II Республик. науч.-практ. конф., посвященной 75-летию академика Ганиева А.Г. 19-21 апрель 2005. – Термез, 2005. – С. 324-326.
69. Мирзакулов Х.Ч., Умаров С.А., Эркаев А.У., Тоиров З.К. Исследование процесса получения обогащенного суперфосфата из фосфоритов Центральных Кызылкумов. // Актуальные проблемы аналитической химии: Тез. докл. II Республик. науч.-практ. конф., посвященной 75-летию академика Ганиева А.Г. 19-21 апрель 2005. – Термез, 2005. – С. 327-329.
70. Мирзакулов Х.Ч., Туробжонов С.М., Бардин С.В., Иралиев Б.Х. Исследование процесса отмывки фосфогипса от водорастворимого фосфора. // Актуальные проблемы аналитической химии: Тез. докл. II Республик. науч.-практ. конф., посвященной 75-летию академика Ганиева А.Г. 19-21 апрель 2005. – Термез, 2005. – С. 329-331.
71. Мирзакулов Х.Ч. Комплексная безотходная технология переработки фосфоритов Центральных Кызылкумов. // Актуальные проблемы аналитической химии: Тез. докл. II Республик. науч.-практ. конф., посвященной 75-летию академика Ганиева А.Г. 19-21 апрель 2005. – Термез, 2005. – С. 384-386.
72. Иралиев Б.Х., Мирзакулов Х.Ч., Бардин С.В. Конверсия фосфогипса раствором углеаммонийных солей I и II ступеней дистилляции производства карбамида. // Ломоносов-2006: Материалы Международ. конф. молодых учёных по фундаментальным наукам. 12-15 апреля 2006. – Москва, 2006. – Т. 2. – С. 76.

73. Асамов Д.Д., Мирзакулов Х.Ч., Бардин С.В. Производство фосфорного удобрения из необогащенной руды Центральных Кызылкумов нетрадиционным способом. // Ломоносов-2006: Материалы Международ. конф. молодых учёных по фундаментальным наукам. 12-15 апреля 2006. – Москва, 2006. – Т. 2. – С. 66
74. Асамов Д.Д., Мирзакулов Х.Ч., Бекназаров Б.О. Оценка агрохимической эффективности медленнодействующих фосфорно-кальциевых удобрений «Фоскаль» // Актуальные проблемы биологии, экологии и почвоведения: Сб. тез. докл. Республик. науч.-практ. конф. 17-18 ноября 2006. – Ташкент, 2006. – С. 174.
75. Асамов Д.Д., Мирзакулов Х.Ч., Бекназаров Б.О. Агрохимическая эффективность новых фосфорсеросодержащих PS-удобрений полученных из низкосортного фосфатного сырья // Актуальные проблемы биологии, экологии и почвоведения: Сб. тез. докл. Республик. науч.-практ. конф. 17-18 ноября 2006. – Ташкент, 2006. – С. 174-175.
76. Мирзакулов Х.Ч. Нетрадиционные технологии переработки фосфоритов Центральных Кызылкумов на простые и сложные удобрения // Республик. науч.-практ. конф. аспирантов, докторантов и соискателей: Сб. тез. докл. 15-17 марта 2007.– Ташкент, 2007. – С. 96-98.
77. Мирзакулов Х.Ч., Асамов Д.Д., Садыков Б.Б., Волынскова Н.В., Эркаев А.У. Технология производства фосфорных удобрений из низкосортных фосфоритов Центральных Кызылкумов. // Инновационные разработки высших образовательных учреждений. МВ и ССО РУз. – Ташкент, 2008. – С. 148

Техника фанлари доктори илмий даражасига талабгор Мирзакулов Холтўра Чориевичнинг 05.17.01 – ноорганик моддалар технологияси ихтисослиги бўйича “Марказий Қизилқум фосфоритларини фосфорли ўғитларга қайта ишлашнинг ресурстежамкор технологиясини яратиш” мавзусидаги диссертациясининг

РЕЗЮМЕСИ

Таянч сўзлар: фосфорли ўғитлар, фосфорит, фосфогипс, фосфомел, осон мослашувчан технология, комплекс қайта ишлаш, фаоллаштириш, парчалаш, конверсия, суюқ фазали ва суюқ кам миқдори режим, эрувчанлик, реологик хоссалар, буғлатиш, физик-кимёвий хоссалар, шнекли реактор-аралаштиргич, моддий баланс, технологик схема, иқтисодий самара.

Тадқиқот объектлари: Марказий Қизилқум фосфоритлари, фосфогипс, нитрат, фосфор ва сульфат кислоталари, аммиак, углеаммонийли тузлар, нордон ва аммонийлашган куйқа, сув-тузли система, ювуқли сув.

Ишнинг мақсади: Марказий Қизилқумни турли хил паст навли юқори карбонатли фосфорит ва фосфорли чиқиндилари, фосфогипс ва фосфомелни самарали оддий ва комплексли ўғитларга қайта ишлашнинг физик-кимёвий ва технологик асосларини яратиш.

Тадқиқот усуллари: кимёвий, рентгенфазали ва ИК-спектроскопия таҳлили, эрувчанликни ўрганишни изотермик ва политермик усули.

Олинган натижалар ва уларнинг янгилиги: илк бор кальций фосфат, минерал кислоталар, уларнинг аммонийли тузлари, кальций карбонат ва сульфатдан таркиб топган учлик ва кўпкомпонентли системаларнинг эрувчанлиги, ўзаро таъсирлашуви ва фазали ўзгаришлари бўйича янги маълумотлар олинган, кимёвий реакциялар жараёнининг кинетик қонуниятлари ўрганилган, ҳамда техник иқтисодий ва агрокимёвий кўрсаткичлари юқори бўлган турли хил оддий ва комплекс ўғитлар синтез қилинган.

Амалий аҳамияти: Марказий Қизилқумнинг турли хил фосфат хом-ашёлари асосида юқори самарали бир неча хил оддий ва комплекс ўғитлар ишлаб чиқаришнинг чиқиндисиз осон мослашувчан ресурстежамкор технологияси яратилган. Марказий Қизилқум фосфоритидан экстракцион фосфор кислотаси ишлаб чиқариш чиқиндиси – фосфогипсни аммоний сульфат ва фосфомелга қайта ишлаш технологияси ишлаб чиқилди.

Татбиқ этиш даражаси ва иқтисодий самарадорлиги: Марказий Қизилқум фосфоритидан нитрокальцийфосфат ўғитини ишлаб чиқариш технологияси “Самаркандкимё” ОАЖда жорий этилди ва 90 минг тоннадан кўпроқ ўғит чиқарилди. “Аммофос” ОАЖда қуввати йилига 10 минг т фосфогипсни аммоний сульфат ва фосфомелга қайта ишлаш тажриба-саноат ускунаси монтаж қилинган ва синовдан ўтказилган. Комбинациялашган реактор ўрнатилган саноат ускунасида 200 т кўш суперфосфат ва PS-ўғити ишлаб чиқарилди. Яратилган ўғитлар аммофос ва суперфосфатга нисбатан агрокимёвий самарадорлиги юқорилигини кўрсатади ва техник иқтисодий ҳисоблар эса ўғитларнинг нархи 15-40% арзонлигини кўрсатади.

Қўлланиш соҳаси: қишлоқ хўжалиги ва фосфорли ўғитлар корхоналари.

РЕЗЮМЕ

диссертации Мирзакулова Холтуры Чориевича на тему: «**Разработка ресурсосберегающей технологии переработки фосфоритов Центральных Кызылкумов на фосфорсодержащие удобрения**» на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.17.01 – технология неорганических веществ.

Ключевые слова: фосфорные удобрения, фосфорит, фосфогипс, фосфомел, гибкая технология, комплексная переработка, активация, разложение, конверсия, жидкофазный режим и режим с минимальным количеством жидкой фазы, растворимость, реологические свойства, упаривание, физико-химические свойства, комбинированный реактор шнекового типа, шнековый реактор-смеситель, материальный баланс, технологические схемы, экономический эффект.

Объекты исследования: фосфориты Центральных Кызылкумов, фосфогипс, азотная, фосфорная и серная кислота, углеаммонийные соли, кислые и аммонизированные пульпы, водно-солевые системы, промывные воды.

Цель работы: Создание физико-химических и технологических основ переработки различных видов низкосортных высококарбонизированных фосфоритов Центральных Кызылкумов и фосфорсодержащих отходов, фосфогипса и фосфомела на эффективные простые и комплексные удобрения.

Методы исследования: химический, рентгенографический и ИК-спектроскопический методы анализа, изотермический и политермический метод изучения растворимости.

Полученные результаты и их новизна: впервые получены новые данные по растворимости, взаимодействию и фазовым превращениям в тройных и многокомпонентных системах, составленных из фосфатов кальция, минеральных кислот, сульфата и карбоната кальция, изучены кинетические закономерности протекающих химических реакций и на этой основе синтезированы различные виды простых и комплексных удобрений с высокими технико-экономическими и агрохимическими показателями.

Практическая значимость: на основе различных видов фосфоритов Центральных Кызылкумов созданы гибкие безотходные ресурсосберегающие технологии производства высокоэффективных простых и комплексных удобрений. Разработана технология переработки фосфогипса из фосфоритов Центральных Кызылкумов – на сульфат аммония и фосфомел.

Степень внедрения и экономическая эффективность: технология производства нитрокальцийфосфатных удобрений из фосфоритов Центральных Кызылкумов внедрена на ОАО «Самаркандкимё», выпущено более 90 тыс. т удобрений. На ОАО «Аммофос» смонтирована и апробирована опытно-промышленная установка по переработке фосфогипса на сульфат аммония и фосфомел мощностью 10 тыс. т фосфогипса в год. Разработанные удобрения показали более высокую агрохимическую эффективность по сравнению с аммофосом и простым суперфосфатом. Проведенные технико-экономические расчеты показали снижение себестоимости удобрений на 15-40 %.

Область применения: фосфорнотуковые заводы и сельское хозяйство.

THE RESUME

Thesis of Mirzakulov Kholtura Chorievich on the scientific degree competition of the doctor of technical sciences, on speciality 05.17.01 – technology of inorganic compounds, subject: «**Development of source saving technology of Central Kyzylkum phosphorites processing to phosphor containing fertilizers**»

Key words: phosphor fertilizers, phosphate ore, phosphogypsum, phosphochalk, flexible technology, complex processing, activation, decomposition, conversion, liquid-phase and solid-phase regime, solubility, rheological behavior, concentrating, physical and chemical properties, auger type combined reactor, auger reactor-mixer, the mass balance, flow diagrams, economic benefit.

Subjects of the inquiry: Central Kyzylkum phosphorites, phosphogypsum, nitric, phosphoric and sulfuric acid, carboammonium salts, acid and ammoniated pulps, water-salt systems, washing waters.

Aim of the inquiry: Creation of physics-chemical and technological bases of various kinds of Central Kyzylkum phosphorites, phosphochalk and phosphogypsum processing to efficient simple and complex fertilizers.

Method of inquiry: chemical, X-ray and IR-spectroscopical methods of analysis, an isothermal and polythermal method of solubility studying.

The results achieved and their novelty: for the first time the new data on solubility, interaction and phase changes in threefold and the multicomponent systems made of calcium phosphates, inorganic acids, calcium sulphate and calcium carbonate are obtained, kinetic laws of running chemical reactions are investigated and on this basis various kinds of simple and complex fertilizers with high technical and economic and agrochemical indexes are synthesized.

Practical value: on the basis of various kinds of Central Kyzylkum phosphorites flexible wasteless productions technologies of high performance simple and complex fertilizers were created. The technology of phosphogypsum from Central Kyzylkum phosphorites processing to ammonium sulphate and phosphochalk was developed.

Degree of embed and economic affectivity: the technology on production nitrocalciumphosphate fertilizers from Central Kyzylkum phosphorites is ran into production on “Samarkhandkimyo” Open Stock Society, were produced more than 90 thousand t of fertilizers. On Open Stock Society "Ammophos" trial installation for conversion of 10 thousands tonns/year of phosphogypsum processing to ammonium sulphate and phosphochalk is mounted and approved. The developed fertilizers have shown higher agrochemical efficiency in comparison with ammophos and simple superphosphate. Technico-economical calculations shows decreasing of fertilizers price for about 15-40 %.

Sphere of usage: production of mineral fertilizers and an agriculture.