

**ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ
ҲУЗУРИДАГИ ФАН ДОКТОРИ ИЛМИЙ ДАРАЖАСИНИ БЕРУВЧИ
16.07.2013.Т.08.01 РАҚАМЛИ БИР МАРТАЛИК ИЛМИЙ КЕНГАШ**

УМУМИЙ ВА НООРГАНИК КИМЁ ИНСТИТУТИ

РЕЙМОВ АХМЕД МАМБЕТКАРИМОВИЧ

**МАРКАЗИЙ ҚИЗИЛҚУМ ФОСФОРИТЛАРИ АСОСИДА ФОСФОРЛИ
ВА МУРАККАБ АЗОТФОСФОРЛИ ЎҒИТЛАР ОЛИШ
ТЕХНОЛОГИЯСИНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ**

**02.00.13 – Ноорганик моддалар технологияси ва улар асосидаги материаллар
(техника фанлари)**

ДОКТОРЛИК ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ

Тошкент – 2014

УДК 631.841:661.525

Докторлик диссертацияси автореферати мундарижаси
Оглавление автореферата докторской диссертации
Content of the abstract of doctoral dissertation

Реймов Ахмед Мамбеткаримович Марказий Қизилкум фосфоритлари асосида фосфорли ва мураккаб азотфосфорли ўғитлар олиш технологиясини ишлаб чиқиш.....	3
Реймов Ахмед Мамбеткаримович Разработка технологии получения фосфорных и сложных азотнофосфорных удобрений на основе фосфоритов Центральных Кызылкумов.....	27
Akhmed Reymov Development of phosphorus and nitrogen-phosphoruse complex fertilizers production technology basing on Central Kyzilkum phosphorites.....	51
Эълон қилинган ишлар рўйхати Список опубликованных работ List of published works.....	73

**ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ ҲУЗУРИДАГИ
ФАН ДОКТОРИ ИЛМИЙ ДАРАЖАСИНИ БЕРУВЧИ
16.07.2013.Т.08.01 РАҚАМЛИ БИР МАРТАЛИК ИЛМИЙ КЕНГАШ**

УМУМИЙ ВА НООРГАНИК КИМЁ ИНСТИТУТИ

РЕЙМОВ АХМЕД МАМБЕТКАРИМОВИЧ

**МАРКАЗИЙ ҚИЗИЛҚУМ ФОСФОРИТЛАРИ АСОСИДА ФОСФОРЛИ
ВА МУРАККАБ АЗОТФОСФОРЛИ ЎҒИТЛАР ОЛИШ
ТЕХНОЛОГИЯСИНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ**

**02.00.13 – Ноорганик моддалар технологияси ва улар асосидаги материаллар
(техника фанлари)**

ДОКТОРЛИК ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ

Тошкент – 2014

Докторлик диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида 30.09.2014/В2014.5.Т280 рақами билан рўйхатга олинган.

Докторлик диссертацияси Умумий ва ноорганик кимё институтида бажарилган.

Докторлик диссертациясининг тўлиқ матни Тошкент кимё-технология институти ҳузуридаги 16.07.2013.Т.08.01 рақамли бир марталик Илмий кенгаш веб-саҳифасида www.tkti.uz манзилига жойлаштирилган.

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз) веб-саҳифага www.tkti.uz манзилига ҳамда ZIYONET ахборот-таълим порталида www.ziyonet.uz манзилига жойлаштирилган.

Илмий маслаҳатчи:

Намазов Шафоат Саттарович

техника фанлари доктори, профессор,
Ўзбекистон Республикасида хизмат
кўрсатган ихтирочи ва рационализатор

Расмий оппонентлар:

Джусипбеков Умирзак Жумасилович

техника фанлари доктори, профессор,
Қозоғистон Республикаси Миллий Фанлар
академияси муҳбир аъзоси

Искандарова Мастура

техника фанлари доктори, профессор

Эркаев Ақтам Улашевич

техника фанлари доктори, профессор

Етакчи ташкилот:

«Максам-Чирчик» АЖ

Диссертация химояси Тошкент кимё-технология институти ҳузуридаги 16.07.2013.Т.08.01 рақамли бир марталик Илмий кенгашнинг «26» декабр 2014 й. соат 14⁰⁰ даги мажлисида бўлади. (100011, Тошкент ш., Навои кўчаси, 32-уй, тел: (+99871) 244-79-20, Факс: (+99871) 244-79-17, e-mail: tkti@mail.uz)

Докторлик диссертацияси Тошкент кимё-технология институти ахборот-ресурс марказида 02 рақами билан рўйхатга олинган, диссертация билан АРМда танишиш мумкин (100011, Тошкент ш., Навои кўчаси, 32-уй, тел: (+99871) 244-79-20).

Диссертация автореферати 2014 йил «26» ноябр да таркатилди.
(26.11 2014 й.даги № 02 рақамли реестр баённомаси).




С.М.Туробжонов
Фан доктори илмий даражасини берувчи
бир марталик илмий кенгаш раиси,
т.ф.д., профессор


А.С.Ибодуллаев
Фан доктори илмий даражасини берувчи
бир марталик илмий кенгаш илмий котиби,
т.ф.д., профессор


Х.Ч.Мирзакулов
Фан доктори илмий даражасини берувчи
бир марталик илмий кенгаш ҳузуридаги илмий
семинар раиси, т.ф.д., профессор

ДОКТОРЛИК ДИССЕРТАЦИЯСИ АННОТАЦИЯСИ

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурияти. Қишлоқ хўжалигини жадал суратларда ривожлантириш ва унинг минерал ўғитларга бўлган эҳтиёжини таъминлаш бутун дунё бўйича долзарб муаммолардан бири бўлиб қолмоқда. Чунки, минерал ўғитларни қўллаш эвазига қишлоқ хўжалик экинларини ҳосилдорлиги ўртача 40-50% га оширилади.

Ўзбекистонда қишлоқ хўжалигини азотли, фосфорли ва калийли ўғитларга бўлган эҳтиёжини таъминловчи кимё саноатининг йирик тармоқлари яратилган. Ҳозирги кунда Республикамиздаги фосфорли ўғитлар ишлаб чиқариш корхоналари маҳсулотлари ассортиментини асосан мураккаб азотфосфорли ўғитлардан ташкил топган. Мураккаб азотфосфорли ўғитлар экиш билан бирга ва экинларни озиклантириш даврида кенг қўлланишга мўлжалланган. Бирламчи фосфорли ўғитлар эса айнан кузги шудгор остига қўлланилганда самараси анча юқори бўлади. Шунга кўра концентрланган бирламчи фосфорли ўғитлар олишнинг янги технологиясини яратиш муҳим вазифалардан бири ҳисобланади.

Шу билан биргаликда мураккаб азотфосфорли ўғитлар ишлаб чиқариш технологияларини замон талабларига мувофиқ такомиллаштириш талаб қилинмоқда. Чунки, уларни ишлаб чиқариш фосфат хом ашёсини сульфат кислотасида парчалаб, экстракцион фосфор кислотаси олишга асосланган. Бунда ишлаб чиқаришнинг чиқиндисини сифатида фосфогипс ҳосил бўлади. Шунинг учун фосфатларни нитрат кислотаси билан қайта ишлаш усули долзарб ҳисобланиб, бунда гипс ўрнига, айниқса шўрланган тупроқларда самарали саналадиган азоткалцийли ўғит – калций нитрати ҳосил бўлади. Калций нитратини энг арзон бўлган суюқ ўғитларга қайта ишлаш ҳам долзарб ҳисобланади.

Термик барқарорликга эга бўлган аммоний селитрасини олиш технологиясини ишлаб чиқиш ҳам кимё саноатини долзарб муаммоларидан ҳисобланади. Ўзбекистонда аммоний селитраси йилига 1 млн. 700 минг тоннадан ортиқ ишлаб чиқарилади. Ҳозирда уни ишлаб чиқариш ва сақлашда техника ҳавфсизлик қоидаларининг бузилиши оқибатида содир бўлган кўп сонли портлашлар, аммоний селитраси асосида агрокимёвий самарадорлиги сақланган, ташқи таъсирларга барқарор ва портлаш хусусияти кам бўлган ўғитларни яратиш вазифаси қўйилган.

Мазкур тадқиқот иши Ўзбекистон Республикаси Президентининг «2011-2015 йилларда Ўзбекистон Республикаси саноатини ривожлантиришнинг устувор йўналишлари тўғрисида»ги 2010 йил 15 декабрдаги ПҚ-1442-сонли ва «2014 йилда қишлоқ хўжалигини минерал ўғитлар билан таъминлаш чора-тадбирлари тўғрисида»ги 2014 йил 14 мартдаги ПҚ-2151-сонли қарорларидан келиб чиқадиган саноат тармоқларида замонавий илмий ютуқлар ва илғор инновацион технологияларини жадал татбиқ этиш, ишлаб чиқаришни диверсификация қилиш, маҳаллий хом ашёни чуқур ва сифатли қайта ишлаш негизига экспорт салоҳиятининг барқарор ўсиб боришини, экспортга мўлжалланган рақобатдош саноат маҳсулоти ишлаб чиқаришни

қўпайтириш, қишлоқ хўжалигига минерал ўғитлар етказиб бериш борасидаги вазифаларнинг ижросини таъминлаш билан изоҳланади.

Шу жиҳатдан юқорида келтирилган масалаларни ечишда паст навли фосфат хом ашёсини қайта ишлашга татбиқ этиш, мураккаб азотфосфорли ўғит олиш технологиясини такомиллаштириш, фосфорли ўғитлар ҳажмини ошириш, ассортиментини кенгайтириш, таннархини камайтириш, экспортга мўлжалланган термик барқарор аммоний селитрасини ишлаб чиқиш ва саноатга жорий қилишга йўналтирилган янги илмий тадқиқотларни амалга оширишни талаб қилиши келиб чиқади.

Тадқиқотнинг Ўзбекистон Республикаси фан ва технологиялар тараққиётининг устувор йўналишларига мослиги. Диссертация иши ДИТД-6 2009-2011 йиллардаги «Республика минерал хом ашё ресурслари, кимё, озиқ-овқат, енгил саноат ва қишлоқ хўжалиги маҳсулотлари ҳамда чиқиндиларини ресурстежамкор экологик ҳавфсиз технологияларини ишлаб чиқиш, қайта ишлаш, сақлаш ва фойдаланиш» Ўзбекистон Республикаси фан ва технологияларни ривожлантиришнинг устувор йўналишларига мос равишда бажарилган.

Диссертация мавзуси бўйича халқаро илмий тадқиқотлар шарҳи. Фосфат хом ашёсини бирламчи фосфорли ва мураккаб азотфосфорли ўғитларга қайта ишлаш ва термик барқарорликга эга бўлган аммоний селитрасини олиш бўйича АҚШ (Florida Industrial and Phosphate Research Institute, International Fertilizer Development Center), Канада (Canadian Fertilizer Institute), Польша (Fertilizer Research Institute), Япония (The Chemical Society of Japan), Россия (Ўғитлар ва инсектофунгицидлар илмий-тадқиқот институти; Россия кимё-технология университети) ва бошқа давлатларнинг халқаро илмий марказларида илмий-тадқиқот ишлари олиб борилмоқда.

Ушбу илмий марказларнинг нашрларида қайд қилинишича фосфат хом ашёсини сульфат, нитрат ва фосфор кислотали, термик ҳамда механик кимёвий қайта ишлаш усуллари ишлаб чиқилган. АҚШ, Канада, Россия давлатларида фосфат хом ашёсини қайта ишлашнинг сульфат ва нитрат кислотали усули, Япония ва Европа давлатларида эса сульфат усули билан бир қаторда термик усуллар кенг қўлланилмоқда. Аммоний селитрасига суперфосфор кислотаси, суяқ комплекс ўғит, аммофос ва экстракцион фосфор кислотаси сингари фосфатли қўшимчаларни қўшиш орқали термик барқарорликга эга бўлган азотли ўғитлар олиш технологиялари таклиф қилинган. Европа давлатларида термик барқарорликга эга бўлган оҳакли аммоний селитраси олиш технологиялари ишлаб чиқилган ва саноат корхоналарида жорий қилинган. Яна бир қатор давлатларда селитрага калий хлоридини қўшиш орқали азоткалийли ўғитлар ишлаб чиқариш йўлга қўйилмоқда.

Бу соҳадаги жаҳон илмий-техник адабиётлар таҳлили кўрсатишича фосфат хом ашёсини нитрат ва фосфор кислотали парчалаш усуллари хат томонлама такомиллаштириш ва аммоний селитрасига қўшимча сифатида янги моддаларни қўшиб, унинг физик-кимёвий хусусиятларини яхшилаш

муаммоларининг долзарблиги ва зарурлиги аниқланган. Бунда паст навли фосфат хом ашёсини қайта ишлашга яроқлилиги унинг физик-кимёвий хусусиятлари ва таркибига боғликлиги, термик барқарор аммоний селитрасини олишда эса унга қўшиладиган қўшимчаларнинг табиати ва хоссалари асосий омиллиги кўрсатилган.

Ҳозирда мавжуд фосфат хом ашёсини фосфорли ўғитларга қайта ишлаш ҳамда таркибига ноорганик моддалар киритилган термик барқарор аммоний селитраси олишнинг янги самарали ва такомиллашган усуллари яратишга қаратилган изланишлар фаол давом эттирилмоқда.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Илмий-техник адабиётларда Марказий Қизилқум фосфоритларини фосфор ва сульфат кислотаси билан фаоллаштириш бўйича Беглов Б.М., Тухтаев С., Эркаев А.У., Мирзакулов Х.Ч., Таджиев С.М. ва бошқалар томонидан олинган муайян ҳажмдаги илмий маълумотлар мавжуд. Лекин, ҳар хил турдаги паст навли Қизилқум фосфоритларини супрефос ишлаб чиқаришининг оралиқ маҳсулоти ҳисобланган фосфоркислотали-гипсли бўтқа билан ўзаро таъсирлаштириш йўли билан бирламчи фосфорли ўғитлар олиш жараёни тадқиқ қилинмаган.

Адабиётларда Қизилқум фосфоритларини нитрат кислотаси билан парчалаш бўйича тадқиқот натижалари мавжуд бўлсада, аммо бойитилмаган Қизилқум фосфоритларини тўлиқ бўлмаган меъёрдаги нитрат кислотаси билан парчалаш асосида қаттиқ ва суюқ ўғитлар олиш масалалари ўрганилмаган.

Европа ва Россияда (Kołaczowski A., Biskupski A., Kaljuvee T., Edro E., Kuusik R., Цеханская Ю.В., Долгов В.В., Огарков А.А., Таран А.Л., Жмай Л.А.) портлаш хусусияти кам бўлган аммоний селитраси муаммоси селитра суюқланмасига оҳактошни қўшиб, оҳакли селитра ишлаб чиқариш орқали ечилган. Аммо оҳакли селитра фақатгина нордон тупроқлар учун самарали ўғитдир. Ўзбекистоннинг бўз тупроқларида эса бу ўғит самарасиз ҳисобланади.

Россия олимлари томонидан (Чернышов А.К., Левин Б.В., Туголуков А.В., Глаголев О.Л., Ильин В.А.) аммоний селитрасига суперфосфор кислотаси асосидаги $N:P_2O_5 = 11:37$ маркали суюқ комплекс ўғит, аммофос ва экстракцион фосфор кислотаси сингари моддаларни қўшиб, кам портлаш хусусиятига эга бўлган азотфосфорли ўғит олиш усуллари яратилган ва Череповецк, Кирово-Чепецк корхоналарида жорий этилган. Аммо, улар таркибидаги қўшимчалар иссиқлик алмашилиш қурилмаси юзасида чўкинди қатлам ҳосил қилиб, уни беркитиб қўяди. Натижада кўпинча қурилмани тўхтатиб қўйиб, уни тозалашга тўғри келади.

Адабиётларда донаторлаш жараёнидан олдин аммоний селитраси суюқланмасига фосфат хом ашёсини бевосита қўшиш тўғрисида маълумотлар йўқ. Шунингдек, бойитилмаган Қизилқум фосфоритларини аммоний селитрасининг концентранган эритмалари ёрдамида фаоллаштириш жараёни ҳам етарли даражада ўрганилмаган.

Диссертация тадқиқотининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги. Диссертация иши 2009-2011 йилларда ДИТД-6 га кирувчи ФА-6-ТО50 рақамли «Паст навли Марказий Қизилқум фосфоритларини амалдаги технологияга жалб қилиш билан ресурстежамкор технологиясини ишлаб чиқиш» лойихаси; «Аммофос-Максам» акционерлик жамияти билан 03.03.2008 йилдаги ХШ-8-8/1 рақамли «Аммофос» ОАЖда маҳаллий хом ашё асосида фосфорли ўғитларни ишлаб чиқиш технологиясини қўллаш» хўжалик шартномаси; «Навоиазот» акционерлик жамияти билан 2010-2011 йилларга мўлжалланган 04.01.2010 йилдаги №10-01 рақамли «Аммоний селитраси суюқланмаси ва Марказий Қизилқум фосфоритлари асосида азотфосфорли ўғит олиш технологиясини ишлаб чиқиш ва жорий қилиш» хўжалик шартномаси; 2012-2013 йилларда фундаментал тадқиқотларни қўллаб-қувватлаш Давлат фонди дастурига кирувчи Т.4-12 рақамли «Аммоний селитрасини термик барқарорлигини оширишнинг физик-кимёвий асослари» лойиҳаларига мос равишда бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади паст навли Марказий Қизилқум фосфатлари хом ашёсидан фойдаланиб бирламчи фосфорли, азотфосфорли ва суюқ азоткалцийли ўғитлар, термик барқарор аммоний селитраси олиш технологияларини ишлаб чиқишдан иборат.

Мақсадга эришиш учун қуйидаги **тадқиқот вазифалари** қўйилган:

$\text{CaO-P}_2\text{O}_5\text{-SO}_3\text{-H}_2\text{O}$ ва $\text{CaO-P}_2\text{O}_5\text{-N}_2\text{O}_5\text{-H}_2\text{O}$ системаларининг эрувчанлик диаграммалари графоаналитик усулда таҳлил қилиш асосида Марказий Қизилқум фосфоритларини фосфоркислотали-гипсли бўтқа ҳамда тўлиқсиз меъёردаги нитрат кислотаси билан парчалаш жараёнларини ўрганиш;

хар хил турдаги Марказий Қизилқум фосфоритларини фосфоркислотали-гипсли бўтқа билан ўзаро таъсирлаштириш асосида бирламчи фосфорли ўғитларни олиш жараёнини тадқиқ этиш;

аммонийлаштирилган нитрокалцийфосфатли бўтқани суюқ ва қаттиқ фазаларга ажратиш йўли билан азотфосфоркалцийли ва суюқ азоткалцийли ўғитларни олиш жараёнини тадқиқ этиш;

суюқ азоткалцийли ўғитларнинг физик-кимёвий хоссаларини аниқлаш;

аммоний селитраси суюқланмаси ёки концентрланган эритмасига Марказий Қизилқум фосфоритларини қўшиш орқали фосфатлаштирилган аммоний селитрасини олиш жараёнини ўрганиш;

лаборатория модел ҳамда тажриба-саноат қурилмаларида бирламчи фосфорли ва азотфосфорли ўғитларни олиш жараёнлари асосий технологик параметрларини аниқлаш;

олинган ўғитларнинг физик-кимёвий ва товар хоссаларини ўрганиш;

ўғитлар ишлаб чиқаришнинг технологик схемаси, моддий баланси ва регламентини ишлаб чиқиш;

янги ўғитларнинг агрокимёвий самарадорлигини ўрганиш ва уларни ишлаб чиқариш самарадорлигини баҳолаш.

Тадқиқот объекти сифатида паст навли Марказий Қизилқум фосфоритлари, фосфоркислотали-гипсли бўтқа, нитрат кислотаси, газсимон аммиак, аммоний селитраси, бирламчи фосфорли ва азотфосфорли ўғитлар олинди.

Тадқиқот предмети - Марказий Қизилқум фосфоритларини фосфоркислотали-гипсли бўтқа, нитрат кислотаси ва аммоний селитраси суюқланмаси ёки эритмаси билан фаоллаштириш жараёнлари.

Тадқиқот усуллари. Кимёвий, рентгенографик, ИҚ-спектроскопик, электрон-микроскопик ва термогравиметрик таҳлил усуллари.

Диссертация тадқиқотининг илмий янгилиги қўйидагилардан иборат:

паст навли Қизилқум фосфоритларини фосфоркислотали-гипсли бўтқа билан ўзаро таъсирлашиш жараёнининг оптимал шароитлари ўрганилган ва бирламчи фосфорли ўғит олиш технологияси яратилган;

Марказий Қизилқум фосфорит унини нитрат кислотаси билан парчалаш усули орқали нитрокальцийфосфат бўтқасидан кальций нитратни ажратиб, қаттиқ ҳолдаги NPCa ва суюқ азоткальцийли ўғитлар олинган. Нитрат кислота меъёрлари ва нитратаммонийкальцийли эритма билан аммонийли селитра, карбамид ва карбамид-аммонийли селитра оғирлик нисбатларига боғлиқ равишда суюқ азоткальцийли ўғитларнинг таркиби ва хоссалари ўртасидаги корреляцион боғлиқликлар аниқланган;

фосфат қўшимчасининг аммоний селитраси IV→III модификацион ўзгаришлари ҳароратини ошириши, иссиқлик эффектларини камайтириши, термик парчаланишининг бошланғич ҳароратини 29 - 39°C гача ошириши, ўғит кристалл заррачаларининг ўлчамларини камайтириши, натижада азотфосфорли ўғитлар термик барқарорлигининг ошиши аниқланган;

аммоний селитраси таркибига юқори карбонатли Марказий Қизилқум фосфоритларининг ҳар хил турларини қўшиш орқали юқори миқдорда ўзлаштириладиган P_2O_5 ва CaO шаклларини тутган янги турдаги азотфосфорли ўғитлар олиш технологияси яратилган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қўйидагилардан иборат:

паст навли Марказий Қизилқум фосфоритларини иккиламчи фосфат хом ашёси сифатида ишлаб чиқаришга жалб этиб, белгиланган таркиб ва хоссага эга бўлган бирламчи фосфорли ўғитлар олиш имконияти яратилди;

«Аммофос-Максам» акционерлик жамиятида бирламчи фосфорли ўғитлар олиш технологияси синовдан ўтказилиб, ишлаб чиқаришнинг моддий баланси, технологик тизими, регламенти ишлаб чиқилди ва 160 тонна ўғит олинди;

маҳаллий хом ашё ресурслари асосида бир тонна озуқа компонентларига иссиқлик энергияси сарфини ва шунга мос равишда тайёр маҳсулот таннарахини камайтирадиган янги турдаги қаттиқ азотфосфоркальцийли ва суюқ азоткальцийли ўғитлар олишнинг самарадор технологияси ишлаб чиқилди;

таклиф қилинган термик барқарор аммоний селитраси олиш технологияси бўйича 180 минг тонна азотфосфорли ўғит ишлаб чиқаришда қарийб 36 минг тонна паст навли Қизилқум фосфоритини саноатда ишлатиш имконини беради. Бунда фосфат хом ашёсидаги фосфорни ўсимлик ўзлаштирадиган шаклга ўтказишда ўта танқис бўлган сульфат кислотасидан фойдаланилмайди.

Олинган натижаларнинг ишончлилигига тадқиқотлар, хулоса ва тавсияларнинг илмий асосланганлигига ҳеч қандай шубҳа йўқ, сабаби улар замонавий физик-кимёвий тадқиқот усуллари ёрдамида, ишлаб чиқилган ўғит олиш технологияларининг модел ва тажриба-саноат қурилмаларида синовдан ўтказилганлиги ҳамда саноатга жорий қилинганлиги асосида шакллантирилган.

Тадқиқот натижаларининг назарий ва амалий аҳамияти. Ишнинг назарий аҳамияти шундан иборатки, у паст навли фосфат хом ашёсини фосфоркислотали-гипсли ва нитрат кислотали фаоллаштириш усули билан самарадор фосфорли ўғитлар ишлаб чиқаришда қўллаш учун асос бўлди. $\text{CaO-P}_2\text{O}_5\text{-SO}_3\text{-H}_2\text{O}$ ва $\text{CaO-P}_2\text{O}_5\text{-N}_2\text{O}_5\text{-H}_2\text{O}$ системалари эрувчанлик диаграммаси графоаналитик усулда назарий таҳлил қилиниб, турли таркибли фосфат хом ашёсини кислотали парчалашда ҳосил бўладиган қаттиқ ва суюқ фазалар таркибини олдиндан аниқлаш мумкинлигини кўрсатди. Фосфат хом ашёсининг аммоний селитраси суюқланмаси билан ўзаро таъсирлашуви механизмини очиб бериш катта илмий аҳамият касб этади. Ушбу механизм кам портлаш хоссасига эга бўлган фосфатлаштирилган аммоний селитрасини олишга асос бўлди.

Ишнинг амалий аҳамияти шундан иборатки, паст навли Марказий Қизилқум фосфатлари хом ашёсини фосфоркислотали-гипсли бўтқа, нитрат кислотаси, аммоний селитраси суюқланмаси ва эритмалари билан қайта ишлаб бирламчи фосфорли, азотфосфоркальцийли, суюқ азоткальцийли ва азотфосфорли ўғитлар олиш технологиялари ишлаб чиқилди. Агрокимёвий синов натижалари олинган ўғитларнинг юқори самарадорлигини кўрсатди ва улар қишлоқ хўжалигида қўллаш учун тавсия этилди.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Марказий Қизилқум фосфоритларини аммоний селитраси суюқланмасига қўшиш орқали азотфосфорли ўғит олиш технологияси «Навоиазот» акционерлик жамиятида жорий қилиниб, 2009 йилдан ҳозирги вақтгача умумий қиймати 165 млрд. сўмлик 300 минг тонна азотфосфорли ўғит ишлаб чиқарилиб, жумладан, қиймати 7,8 млн. АҚШ долларида ортиқ 36 минг тонна ўғит экспорт қилинди. Бунда йилига 100 минг тонна азотфосфорли ўғит ишлаб чиқаришда аммоний селитрасини ташиш вақтидаги махсус қўриқлаш хизматининг бекор қилиниши ҳисобига 2,0 млрд. сўмдан ортиқ маблағ иқтисод қилинади. Мазкур технологиянинг татбиқ қилиниши танқис ҳисобланувчи кислота реагентидан фойдаланмасдан 60 минг тоннадан ортиқ бойитилмаган Қизилқум фосфоритларини ишлаб чиқаришга жалб қилиш имконини берди.

(«Навоиазот» акционерлик жамиятининг 2014 йил 24 сентябрдаги 7-сонли далолатномаси).

Ишнинг апробацияси. Тадқиқот натижалари «Актуальные проблемы химической переработки фосфоритов Центральных Кызылкумов» (Тошкент, 2006) Республика илмий-техникавий анжуманида; «Актуальные проблемы создания и использования высоких технологий переработки минерально-сырьевых ресурсов Узбекистана» Республика илмий-техник анжуманида (Тошкент, 2007); «Ломоносов» талабалар, аспирантлар ва ёш олимлар Халқаро илмий анжуманида (Москва, 2008); «Физиологически активные соединения на основе растительных ресурсов и технология неорганических веществ» Республика илмий-техник анжуманида (Нукус, 2008); «Высокотехнологичные разработки – производству» ёш олимларнинг Республика илмий-техник анжуманида (Тошкент, 2008); «Достижения и перспективы комплексной химической переработки топливно-минерального сырья Узбекистана» Республика илмий-техник анжуманида (Тошкент, 2008); «Ноанъанавий кимёвий технологиялар ва экологик муаммолар» Республика илмий-техник анжуманида (Фарғона, 2009); «Кимёнинг долзарб муаммолари» Республика илмий-техник анжуманида (Самарқанд, 2009); «Инновации. Интеллект. Культура» ТИИ ТўмДМДУ нинг 15 йиллигига бағишланган ёш олимлар ва талабаларнинг XVII Бутун Россия илмий-амалий анжуманида (Тобольск, 2009); «Основные проблемы естествознания: пути и перспективы их решения» Халқаро илмий-амалий анжуманида (Актюбе, 2009); «Современные техника и технологии горно-металлургической отрасли и пути их развития» Халқаро илмий-техник анжуманида (Навоий, 2010); «Высокотехнологичные разработки - производству» ёш олимларнинг илмий-амалий анжуманида (Тошкент, 2010); «Разработка эффективной технологии получения минеральных удобрений и агрохимикатов нового поколения и применение их на практике» Республика илмий-амалий анжуманида (Тошкент, 2010); «Проблемы развития малого бизнеса, основанного на научных достижениях и инновационных технологиях, взглядом молодых ученых» Республика илмий-амалий анжуманида (Тошкент, 2011); «Актуальные проблемы развития химической науки, технологии и образования в Республике Каракалпакстан» илмий-амалий анжуманида (Нукус, 2011); «Перспективы развития техники и технологии и достижения горно-металлургической отрасли за годы независимости Республики Узбекистан» Республика илмий-техник анжуманида (Навоий, 2011-2013); «European Applied Sciences: modern approaches in scientific researches» 7-Халқаро илмий анжуманида (Stuttgart, 2013); «ChemCYS» ёш олимларнинг анжуманида (Blankenberge, 2014); 26.07.2014 йилда Тошкент кимё-технология институти Илмий семинарида муҳокама қилинган.

Натижаларнинг эълон қилинганлиги. Диссертация иши бўйича 73 та илмий иш эълон қилинган, жумладан, 32 та мақола хорижий ва республика нашрларида, 40 таси илмий ишлар тўпламида, тезислар кўринишида ва 1 та ихтиро чоп этилган.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация иши 200 бет саҳифа матнида баён қилиниб, 43 та жадвал ва 55 та расмни ўз ичига олган. Кириш қисми, тўртта боб, хулоса, 277 номдаги фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан ташкил топган.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Кириш қисмида муаммонинг долзарблиги асослаб берилган, ўтказилган тадқиқотларнинг мақсади, илмий янгилиги ва амалий аҳамияти, шунингдек, ҳимояга олиб чиқиладиган асосий ҳолатлар аниқ баён этилган.

Диссертациянинг **биринчи бобида** бутун дунё фосфат хом ашё базасининг замонавий ҳолати ва ундан фойдаланиш истиқболлари баён қилинган. Марказий Қизилқум фосфоритларининг физик-кимёвий таснифи берилган ва уларни бойитишнинг бир неча усуллари қайд этиб ўтилган. Бирламчи фосфорли ва азотфосфорли ўғитлар олиш технологиясида паст сифатли фосфат хом ашёсидан фойдаланиш масалалари кўриб чиқилган. Аммоний селитрасининг (АС) физик-кимёвий ва товар хоссаларини яхшилаш бўйича илмий-техник адабиётлар таҳлили ўтказилган. АС термик парчаланишини ўзига хослигини ҳамда ҳар хил қўшимчаларнинг унинг термик барқарорлигига таъсирини тавсифловчи адабиёт материаллари ёритилган. Фосфор- ва кальций тутган АС олиш масалаларига бағишланган ишлар ва патентлар таҳлил қилинган. Чоп этилган ишларнинг натижаларини таҳлил қилиш асосида ушбу тадқиқотнинг мақсад ва вазифалари шакллантирилган.

Ишда қўйилган мақсадларга эришиш учун дастлабки хом ашё сифатида таркиби 1-жадвалда келтирилган Марказий Қизилқум фосфоритларининг куйидаги турлари фойдаланилди: оддий фосфорит уни (ФУ), ювиб курилган концентрат (ЮҚК), чангсимон фракция (ЧФ), минераллашган масса (ММ) ва ювиб куйдирилган концентрат (ЮКК).

1-жадвал

Фосфат хом ашёсининг кимёвий таркиби

Хом ашё тури	Компонентлар миқдори, оғир. %							CaO : P ₂ O ₅
	P ₂ O ₅	CaO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	F	CO ₂	
ФУ	17,20	46,22	1,24	1,05	1,75	2,00	16,00	2,69
ЧФ	18,54	44,72	0,95	0,80	0,80	2,22	14,80	2,41
ММ	14,58	40,80	1,17	1,37	0,53	1,85	12,84	2,80
ЮҚК	18,22	47,28	1,18	0,60	0,99	2,29	14,9	2,60
ЮКК	27,26	53,36	1,30	0,51	0,61	2,91	2,41	1,96

Иккинчи боб Марказий Қизилқум фосфоритларининг фосфоркислотали-гипсли бўтқа билан ўзаро таъсирлашиши усули билан бирламчи фосфорли ўғитлар олиш технологиясини ишлаб чиқишга бағишланган. Бунинг учун CaO-P₂O₅-SO₃-H₂O системаси эрувчанлик

диаграммаси асосида Марказий Қизилқум фосфоритларининг фосфоркислотали-гипсли бўтқа (ФКГБ) билан 80⁰С да ўзаро таъсирлашиш жараёни назарий таҳлил қилинди, шунингдек, бирламчи фосфорли ўғитлар олишнинг асосий технологик параметрлари аниқланди.

Технологик параметрларнинг танлаб олинган оралик ўзгартиришларидан келиб чиққан ҳолда ушбу бўлимда ҳар хил турдаги Марказий Қизилқум фосфоритларини супрефос ўғитини олишда ҳосил бўладиган ФКГБ билан фаоллаштириб бирламчи фосфорли ўғит олиш жараёни тадқиқ қилинди. Тажрибалар беш хил турдаги Марказий Қизилқум фосфоритлари билан ўтказилди. Уларни парчалаш учун «Аммофос-Максам» АЖ даги супрефос ишлаб чиқаришнинг оралик маҳсулоти ҳисобланган кўйидаги таркибдаги (оғир.%): P₂O₅ - 11,93; СаО - 8,30; SO₃ - 12,34; рН - 0,9; С : Қ = 2,4 : 1 фосфоркислотали-гипсли бўтқа ишлатилди. Парчалаш жараёни 70⁰С да 60 дақиқа давомида олиб борилди. ФКГБнинг фосфат хом ашёсига бўлган оғирлик нисбати 100 : 25 дан 100 : 70 гача ораликда ўзгартирилди. Жараён тугаганидан сўнг ҳосил бўлган бўтқа 95-100⁰С да термостатда қуритилди. Ўғит намуналари таҳлиллари маълум усуллар ёрдамида ўтказилди. Карбонат оксиди миқдорининг дастлабки хом ашё ва маҳсулотдаги айирмаси бўйича фосфат хом ашёнинг карбонатсизланиш даражаси аниқланди. Тажрибаларнинг барчасида қийин оқувчан ҳолатдаги куюқ массани намоён этувчи бўтқа ҳосил бўлди. Бўтқани оқувчан ҳолатга келтириш учун унга маълум миқдорда сув қўшилди.

Оддий фосфорит унидан олинган фосфорли ўғитларнинг кимёвий таркиби 2-жадвалда кўрсатилган. Жадвалда оддий фосфорит уни масса улушининг 25 дан 70 гача ортиши олинган маҳсулотлардаги Р₂О₅ нинг умумий, ўзлашувчан ва сувда эрувчан шакллари хамда фосфорит уни карбонатсизланиш даражасини 65 дан 33% гача камайишига олиб келади Шунга ўхшаш ҳолат Марказий Қизилқум фосфоритларининг чангли

2-жадвал

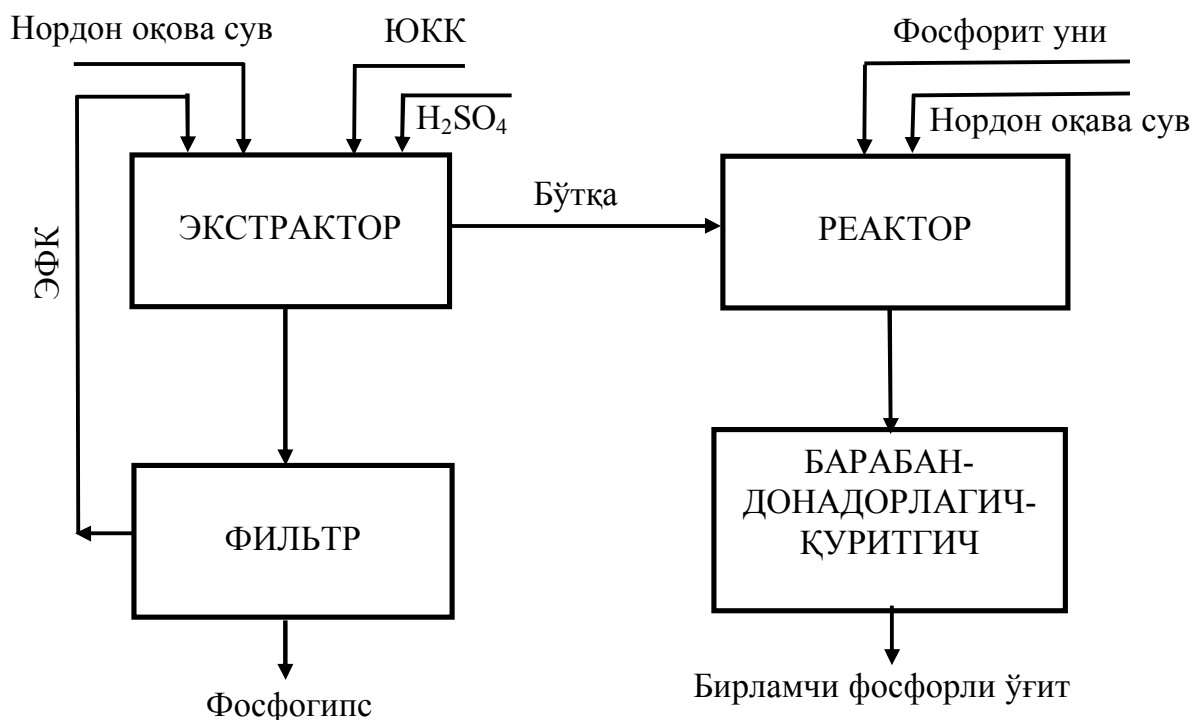
Бирламчи фосфорли ўғитларнинг кимёвий таркиби

ФКГБ: ФУ оғирлик нисбати	Маҳсу- лотнинг 10 % ли эритмаси рНи	Қуритилган маҳсулотнинг кимёвий таркиби, %						
		P ₂ O ₅ умум.	P ₂ O ₅ ўзлаш. 2 %-ли лимон к-таси бўйича	P ₂ O ₅ сув.эрув.	СаО _{умум.}	СаОўзлаш. 2 %-ли лимон к-таси бўйича	СаОсув.эрув.	СО ₂
100 : 25	3,51	25,17	17,43	11,40	30,78	16,90	10,20	1,04
100 : 30	3,75	25,01	16,34	7,27	32,43	16,69	9,18	1,52
100 : 40	4,64	24,31	14,14	2,01	34,63	16,41	6,07	2,66
100 : 50	5,86	23,43	12,35	0,96	35,85	15,37	4,98	3,86
100 : 60	6,00	22,56	10,77	0,68	36,53	14,41	4,33	4,55
100 : 70	6,10	22,08	9,69	0,53	37,45	13,16	4,07	5,28

фракцияси, ювиб қуритилган концентрати, минераллашган массаси ва ювиб куйдирилган концентратларини қайта ишлаш жараёнида ҳам кузатилади.

Қишлоқ хўжалиги мураккаб ўғитлар таркибидаги P_2O_5 нинг сувда эрувчан шаклининг P_2O_5 нинг ўзлаштириладиган шаклига нисбати 0,5 : 1 бўлишини талаб қилади. Бизнинг ҳолатимизда бундай талабга ФКГБ : ФУ = 100 : (25-30) нисбатларда олинган бирламчи фосфорли ўғитлар жавоб бера олади. Шундай қилиб, биз ФКГБ : ФУ = 100 : 30 нисбатда фосфорит унидан таркиби (оғир. %): 25,01 $P_2O_{5\text{умум.}}$; 16,34 $P_2O_{5\text{ўзлаш.}}$; 7,27 $P_2O_{5\text{сுவ.эрув.}}$; $P_2O_{5\text{ўзлаш.}}$: $P_2O_{5\text{умум.}}$ = 65%; $P_2O_{5\text{сுவ.эрув.}}$: $P_2O_{5\text{умум.}}$ = 29%; 32,43 $CaO_{\text{умум.}}$; 16,69 $CaO_{\text{ўзлаш.}}$ ва 9,18 $CaO_{\text{сுவ.эрув.}}$ ўғит оламиз. Чангли фракциядан таркибида (оғирл.%): 25,11 $P_2O_{5\text{умум.}}$; 16,97 $P_2O_{5\text{ўзлаш.}}$; 9,24 $P_2O_{5\text{сுவ.эрув.}}$; $P_2O_{5\text{ўзлаш.}}$: $P_2O_{5\text{умум.}}$ = 68%; $P_2O_{5\text{сுவ.эрув.}}$: $P_2O_{5\text{умум.}}$ = 37%; 31,18 $CaO_{\text{умум.}}$; 17,18 $CaO_{\text{ўзлаш.}}$ ва 9,36 $CaO_{\text{сுவ.эрув.}}$; ювиб қуритилган концентратдан (оғирл. %): 24,46 $P_2O_{5\text{умум.}}$; 15,84 $P_2O_{5\text{ўзлаш.}}$; 8,43 $P_2O_{5\text{сுவ.эрув.}}$; $P_2O_{5\text{ўзлаш.}}$: $P_2O_{5\text{умум.}}$ = 65%; $P_2O_{5\text{сுவ.эрув.}}$: $P_2O_{5\text{умум.}}$ = 34%; 31,64 $CaO_{\text{умум.}}$; 16,14 $CaO_{\text{ўзлаш.}}$ ва 9,23 $CaO_{\text{сுவ.эрув.}}$; минераллашган массада (оғирл. %): 22,56 $P_2O_{5\text{умум.}}$; 14,47 $P_2O_{5\text{ўзлаш.}}$; 7,71 $P_2O_{5\text{сுவ.эрув.}}$; $P_2O_{5\text{ўзлаш.}}$: $P_2O_{5\text{умум.}}$ = 64%; $P_2O_{5\text{сுவ.эрув.}}$: $P_2O_{5\text{умум.}}$ = 34%; 28,91 $CaO_{\text{умум.}}$; 14,62 $CaO_{\text{ўзлаш.}}$ ва 8,81 $CaO_{\text{сுவ.эрув.}}$; ювиб куйдирилган концентратдан (оғирл. %): 27,97 $P_2O_{5\text{умум.}}$; 16,40 $P_2O_{5\text{ўзлаш.}}$; 11,56 $P_2O_{5\text{сுவ.эрув.}}$; $P_2O_{5\text{ўзлаш.}}$: $P_2O_{5\text{умум.}}$ = 58%; $P_2O_{5\text{сுவ.эрув.}}$: $P_2O_{5\text{умум.}}$ = 41%; 33,81 $CaO_{\text{умум.}}$; 12,87 $CaO_{\text{ўзлаш.}}$ ва 10,89 $CaO_{\text{сுவ.эрув.}}$ ўғитлар оламиз.

Лаборатория тажрибалари асосида ФКГБ ва ФУ аралашмасида фосфат хом ашёси улушининг 35 ва ундан ортиши билан ҳосил бўлган бўтқаларнинг яхши донаторланмаслиги, олинган доналар мустаҳкамлиги жуда пастлиги (5,2-6,0 кг/см²), маҳсулотда кўп микдорда майда фракциялар (25-30%) ҳамда



1-расм. Бирламчи фосфорли ўғит олишнинг принципиал технологик тизими

P_2O_5 нинг ўзлашувчан ва сувда эрувчан шакллари камлиги кузатилди. Ушбу камчиликларни бартараф қилиш учун ФКГБ : ФУ = 100 : 35 ва 100 : 40 нисбатларда олинган сульфокальцийфосфатли суспензияларга экстракцион фосфор кислотаси ишлаб чиқаришда ҳосил бўлган 3-3,5% P_2O_5 тутган нордон окова сувни (НО) қўшдик. ФКГБ : ФУ : НО нинг мақбул 100 : 35 : 20 нисбатдаги ўғитда P_2O_5 нинг лимон кислотаси бўйича ўзлашувчан шаклининг нисбий миқдори 61,42 дан 68,86% гача ортади, доналар мустаҳкамлиги эса 17-21 кг/см² гача ошади.

Бирламчи фосфорли ўғитларнинг тузли таркиби кальций гидро- ва дигидроортофосфатлари, фаоллаштирилган ва тўлиқ парчаланмаган фторкарбонатапатитдан ташкил топган.

Бирламчи фосфорли ўғитларни олиш технологияси ишлаб чиқилди (1-расм) ва саноат шароитида синовдан ўтказилди. Бирламчи фосфорли ўғитларнинг агрохимёвий синовлари уларнинг самарадорлиги бўйича аммофосдан қолишмаслигини кўрсатди. Уларни ишлаб чиқариш таннархи стандарт ўғитларга қараганда сезиларли даражада пастдир.

Диссертациянинг **учунчи боби** Қизилқум фосфат хом ашёсини нитрат кислотада тўлиқсиз парчалаш асосида қаттиқ азотфосфоркальцийли ва суюқ комплекс ўғитлар олиш жараёнини тадқиқ этишга бағишланган.

Маълумки, фосфоритларни нитрат кислотаси билан парчалаш $CaO-P_2O_5-N_2O_5-H_2O$ системанинг мувозанатли фазасига асосланган. Шу сабабли биз томонимиздан $CaO-P_2O_5-N_2O_5-H_2O$ системасининг эрувчанлик диаграммасини график усулда ўрганиш орқали Марказий Қизилқум фосфоритларининг фосфорит уни ва чангли фракциясини нитрат кислота билан парчалаш жараёнининг назарий таҳлили ўтказилди. Нитрат кислотанинг турли меъёрлари ва концентрацияларида қаттиқ ва суюқ фазаларнинг таркиблари аниқланди. Таҳлил натижалари тажриба маълумотлари асосида тасдиқланди.

Кейинги тадқиқот ишлари амалдаги нитрокальцийфосфат ўғитини олиш технологиясини такомиллаштиришга қаратилган. Тадқиқот мақсади қаттиқ фосфорли ўғит таркибида P_2O_5 миқдорини ошириш, қаттиқ ўғитни кальций нитратдан ажратиш ва кальций нитрат эритмаси асосида ҳар хил навли суюқ азоткальцийли ўғитлар ишлаб чиқаришни йўлга қўйиш. Бунинг учун фосфорит унига хом ашё таркибидаги CaO ни парчалашнинг стехиометрик меъёрига нисбатан 40 дан 75% гача 59% ли нитрат кислота билан 40-45°C да 30 дақиқа давомида ишлов берилди. Сўнг сувда эрувчан шаклдаги P_2O_5 ни қаттиқ фазага ўтказиш мақсадида олинган бўтқалар рНи 3,0 гача қуйидаги реакция бўйича аммонийлаштирилди:



Бундан сўнг олинган бўтқа центрифуга ёрдамида қаттиқ азотфосфоркальцийли (NPCa) ўғитга ва кальций нитрат эритмасига ажратилди. Қаттиқ фаза қуритилди ва таҳлил қилинди.

Тажириба натижалари шуни кўрсатдики, HNO_3 нинг 40-75% ли меъёрларида олинган аммонийлаштирилган нитрокальцийфосфатли бўтқани ажратишда фосфор деярли суюқ фазага ўтмайди, нитрат кислотанинг меъёри ортиши билан азот ва кальцийнинг суюқ фазага ўтиш даражаси кам миқдорда ортади. HNO_3 нинг меъёрига боғлиқ ҳолда олинган ўғитлар таркибидаги $\text{N}_{\text{умум.}}$, $\text{P}_2\text{O}_5_{\text{умум.}}$, $\text{CaO}_{\text{умум.}}$ миқдори мос равишда 4,52-10,39; 18,70-22,85 ва 31,15-41,94% ораликда ўзгаради (3-жадвал). Бунда 2% ли лимон кислота ва 0,2 М трилон Б эритмалари бўйича ўзлаштириладиган P_2O_5 нинг нисбий миқдори мос равишда 51,07-79,04% ва 34,35-67,70% ларни ташкил этади. Бундай кальций нитратдан холос бўлган ўғитлар таркиби ва хоссаси «Самаркандкимё» АЖ да ишлаб чиқарилаётган ўғитга солиштирилганда сезиларли даражада яхшиланди.

3-жадвал

Қуритилган ўғитларнинг кимёвий таркиби

HNO_3 меъ- ёри, %	Махсу- лотнинг 10% ли эритмаси рНи	Қуритилган ўғитларнинг кимёвий таркиби, оғир. %							
		$\text{P}_2\text{O}_{5\text{умум.}}$	$\text{P}_2\text{O}_{5\text{ўзлаш.}}$ лимон к-таси бўйича	$\text{P}_2\text{O}_{5\text{ўзлаш.}}$ Тр. Б бўйича	$\text{P}_2\text{O}_{5\text{сув.эрув.}}$	$\text{CaO}_{\text{умум.}}$	$\text{CaO}_{\text{ўзлаш.}}$	$\text{CaO}_{\text{сув.эрув.}}$	$\text{N}_{\text{умум.}}$
40	5,05	22,85	11,67	7,85	0,78	41,94	21,98	5,61	4,52
45	4,84	22,63	11,94	8,38	1,67	39,89	22,17	5,96	5,30
50	4,72	22,46	12,39	9,30	1,92	38,58	22,54	6,02	6,03
55	4,34	21,81	12,73	10,53	2,25	36,82	22,87	6,17	6,89
60	4,36	20,58	13,22	11,10	2,83	35,19	23,41	7,76	7,72
65	4,40	20,21	13,93	11,51	3,21	33,93	23,74	9,48	8,02
70	4,23	19,40	14,25	11,94	3,63	32,63	24,09	10,04	9,12
75	4,22	18,70	14,78	12,66	3,91	31,15	24,75	10,31	10,39

Азотфосфоркальцийли ўғитларнинг рентгенографик тадқиқотлари нордон ва аммонийлаштирилган нитрокальцийфосфат бўтқасини ажратиш асосида олинган NPCa ўғитининг таркиби асосан моно- ва дикальцийфосфат, кальций нитрат ҳамда фаоллаштирилган фторкарбонатапатитлардан ташкил топганлигини кўрсатди. NPCa ўғитларнинг физик-кимёвий ва товар хоссалари: гигроскопик нуктаси, ёпишқоқлиги ҳамда доналар мустаҳкамлиги аниқланди.

Нитратаммонийкальцийли эритмадан (НАКЭ) ташкил топган суюқ фазани аммонийлаштириш, ёки унга аммоний нитрат ёки карбамид, ёхуд КАС (карбамидли аммоний селитраси) эритмасини қўшиш йўли билан ҳар хил навли суюқ азоткальцийли ўғитлар (САКЎ) олинди.

Биринчи усулда НАКЭ буғлатилди ва 40-45°C да рНи 5, 6 ва 7 гача аммонийлаштирилди. САКЎ намуналаридаги озуқа компонентларнинг йиғиндиси рН ва HNO_3 меъёрига боғлиқ ҳолда 26,36 – 30,05% ораликда ўзгаради.

Иккинчи вариантда НАКЭ намуналарига НАКЭ : $\text{NH}_4\text{NO}_3 = 100 : 30$ ва $100 : 50$ нисбатларида «Максам-Чирчик» АЖ да ишлаб чиқарилган донадорланган АС ни (34,6% N) қўшдик. HNO_3 меъёри ва НАКЭ : NH_4NO_3 нисбатига боғлиқ ҳолда САКЎ таркиби қуйидаги (оғир. %): умумий азот 13,63 дан 20,46 гача; аммиакли - 4,68 дан 10,35 гача; нитратли - 8,90 дан 10,12 гача; СаО нинг умумий қиймати - 11,18 дан 7,38 гача; ўзлашувчан шакли -11,15 дан 7,35 гача; сувда эрувчан шакли - 11,13 дан 7,31 гача, озуқа компонентлари йиғиндиси ($\text{N}_{\text{умум.}} + \text{СаО}_{\text{умум.}}$) - 24,81 дан 27,84% гача бўлган ораликларда ўзгаради. Кислота меъёри 75% ва НАКЭ : $\text{NH}_4\text{NO}_3=100 : 30$ ва $100 : 50$ нисбатларда умумий азот ва озуқа компонентлари йиғиндисининг максимал миқдорига эга бўлган САКЎ намуналари олинди.

Учинчи вариантда «Максам-Чирчик» АЖ да ишлаб чиқарилган карбамид (46,2% N) иштирокида САКЎ олиш мумкинлиги тадқиқ қилинди. Таҳлил натижалари НАКЭ га қўшиладиган карбамид миқдорининг ошиши билан олинган САКЎ намуналарида СаО, азотнинг аммиакли ва нитратли шакллари миқдорининг камайишини, амидли ва умумий азот, шунингдек, озуқа компонентларининг йиғиндиси ортиб боришини кўрсатди.

Шундай қилиб, HNO_3 нинг 40% ли меъёрида карбамид миқдори ортиши билан, яъни НАКЭ : $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ нисбатларининг $100 : 30$ дан $100 : 80$ гача пасайиши билан СаО миқдорининг 11,23 дан 7,95% гача, аммиакли азотнинг – 0,71 дан 0,50% гача, нитратли азотнинг – 5,12 дан 3,89% гача камайиши ва озуқа компонентлари йиғиндисининг 27,64 дан 32,75% гача ортиши кузатилди. HNO_3 нинг бошқа меъёрларида ҳам ушбу қонуният кузатилади.

САКЎ олишнинг бошқа вариантыда қўшимча сифатида КАС эритмасидан фойдаланилди. КАС – бу таркибида 32% гача азот тутган ва қишлоқ хўжалигида кенг қўлланиладиган концентрланган азотли ўғитдир. Бу навдаги САКЎ ни олиш учун НАКЭ нинг рНи 6 гача аммонийлаштирилган эритмаси ва 30,58% азот тутган КАС қўлланилди. HNO_3 нинг 40 ва 65% ли меъёрларида НАКЭ : КАС оғирлик нисбатининг $100 : 30$ дан $100 : 100$ гача ўзгартирилиши умумий, аммиакли, нитратли, амидли азотнинг ҳамда озуқа компонентлари йиғиндисининг мос равишда 12,65 дан 18,92 гача; 16,49 дан 21,60 гача; 2,84 дан 5,39 гача; 6,53 дан 8,49 гача; 7,29 дан 8,03 гача; 8,75 дан 8,98 гача; 2,68 дан 5,87 гача; 2,67 дан 5,85 гача; 23,85 дан 26,23 гача ва 25,39 дан 27,38% гача ортишига имкон беради. HNO_3 нинг бошқа меъёрларида худди шундай қонуният кузатилади.

Синтез қилинган САКЎ нинг физик-кимёвий хоссалари (зичлиги, қовушқоқлиги, тўйинган буг босими ва кристалланиш ҳарорати) аниқланди. Ишлатилган азотли компонентларнинг турига ва миқдорига, шунингдек, ҳароратга боғлиқ ҳолда САКЎ нинг зичлиги ва қовушқоқлиги 1,2889-1,5347 г/см³ ва 1,65-22,44 сПз ораликларида бўлиб, уларни насослар ёрдамида бир жойдан бошқа жойга узатиш, ташиш, ҳамда сақлаш шароитларини аниқлаш учун тўлиқ яроқлидир. САКЎ нинг тўйинган буг босими 20-40°C ораликда ҳарорат кўтарилиши ва озуқа компонентлари

концентрациясининг камайиши билан ортиб боради, NH_4NO_3 , $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ ҳамда КАС эритмаси қўшилганда мос равишда 0,73-5,96; 1,27-6,38 ва 0,36-5,19 кПа оралиқларда ўзгаради. Олинган маълумотлар асосида ҳар хил навдаги САКЎ учун сақлаш шароитлари аниқланди. НАКР : (NH_4NO_3 , $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$, КАС) нинг мақбул нисбатларида олинган САКЎ ни Ўзбекистон Республикаси иқлим шароитида сақлаш ва тупроққа солишда ўзининг кам учувчанлиги билан тавсифланади.

Мақбул шароитларда (HNO_3 меъёри 40-65%) олинган САКЎ намуналарининг кристалланиш ҳарорати 6 – (– 23,5)°C оралиқларида бўлиб, куз-ёз мавсумида уларни ҳеч қандай қийинчиликсиз сақлаш ва қўллаш имконини беради.

Шундай қилиб, ўтказилган тадқиқот натижалари синтез қилинган барча турдаги САКЎ ларнинг узок муддатли сақлаш шароитида турғунлигини таъминлайдиган яхши физик-кимёвий хоссаларга эгалигидан далолат беради.

Донадорланган NPCa ва суюқ азоткальцийли ўғитлар ишлаб чиқаришнинг моддий баланси тузилди ва технологик тизими тавсия этилди.

Тўртинчи бобда Қизилқум фосфоритлари ва аммоний селитраси суюқланмаси ёки эритмаси асосида азотфосфорли ўғитлар технологиясини ишлаб чиқиш ва уни саноатга жорий қилиш натижалари келтирилган.

Таркиби 1-жадвалда келтирилган беш хил турдаги Марказий Қизилқум фосфат хом ашёсидан P_2O_5 ҳисобида 1 дан 5% P_2O_5 гача АС суюқланмасига қўшиб, 180°C да 30 дақиқа давомида ўзаро таъсирлашиш жараёни ўрганилди (4-жадвал). Шунингдек, Марказий Қизилқум фосфоритининг оддий фосфорит уни, чангли фракцияси ва минераллашган массаларининг 70, 80 ва 90% ли АС эритмалари билан 110°C да 30 дақиқа давомида ўзаро таъсирлашиш жараёни ҳам тадқиқ этилди. Бундай ўзаро таъсирлашув жараёнида фосфат хом ашёсининг карбонатсизланиши ва фаоллашиши, яъни ўзлашмайдиган P_2O_5 шаклининг ўсимлик ўзлаштира оладиган шаклига ўтиши кўрсатилди. Селитра суюқланмаси билан оддий фосфорит унининг карбонатсизланиш ва фаоллашиш жараёнлари кинетикаси ўрганилди.

Селитрага 3,0; 4,1 ва 5,04% P_2O_5 миқдорида фосфорит уни қўшилганида дастлабки уч дақиқа давомидаги таъсирлашув жараёнида ўзлашувчан P_2O_5 шаклининг лимон кислотаси бўйича нисбий миқдори дастлабки 18,49% дан 68,8; 65,59 ва 62,65% гача ошади ва ўта жадал фаоллашиш жараёни содир бўлади. Шундан кейин фаоллашиш жараёни секинлашади ва 20 дақиқали ўзаро таъсирлашувдан сўнг ўзлашувчан P_2O_5 шаклининг лимон кислотаси бўйича нисбий миқдори 94,66; 92,19 ва 87,10% қийматларигача кўтарилади, жараён эса секинлашади.

Карбонатсизланиш кинетикаси ҳам шундай хусусиятга эга – дастлабки 10 дақиқа давомида максимал тезликка эришади ва деярли 20 дақиқадан сўнг тугайди (2-расм). Бу карбонатсизланишнинг ҳам фаоллашиш жараёнига асос эканлигини тасдиқлайди. Бунга сабаб шуки, Марказий Қизилқум фосфоритларида фосфат минералининг кальций карбонат билан бир-бирига

4-жадвал

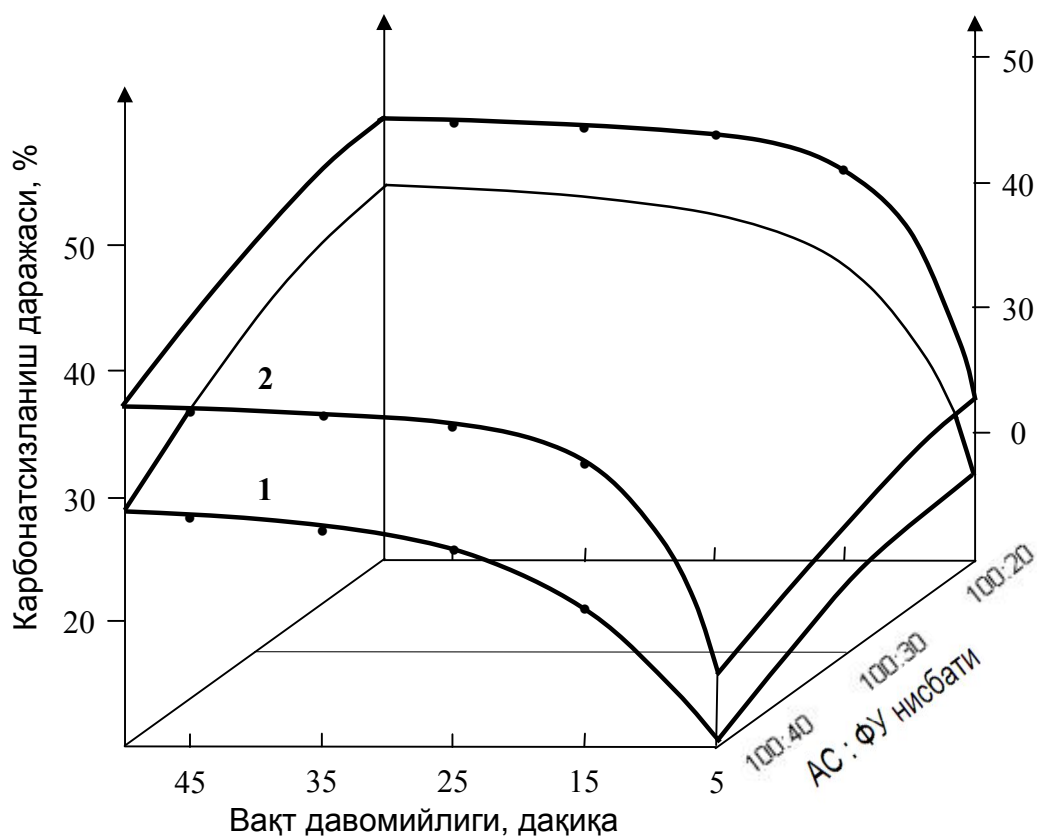
**АС суюқланмасига Марказий Қизилқум фосфат хом ашёсини қўшиш
орқали олинган ўғитларнинг кимёвий таркиби**

Хом ашё микдори, г	Суюқланма микдори, г	Маҳсулотнинг 10 % ли эритмаси рНи	N, %	P ₂ O ₅ умум., %	P ₂ O ₅ ўзлаш. 0,2М Тр.Б бўйича, %	P ₂ O ₅ ўзлаш. 2 % ли лимон кислотаси бўйича, %	СаО умум., %	СаО ўзлаш. 2 % ли лимон кислотаси бўйича, %	СаО сув.эрув., %	СО ₂ , %	P ₂ O ₅ ўзлаш.: P ₂ O ₅ ум Тр.Б бўйича, %	P ₂ O ₅ ўзлаш.: P ₂ O ₅ умум. 2 % ли лимон кислотаси бўйича, %
Фосфорит унидан фойдаланилганда												
7,0	100	6,89	32,25	1,05	0,92	1,03	2,70	2,44	0,94	0,53	87,61	98,09
13,0	100	6,98	30,75	2,01	1,69	1,95	5,69	4,79	1,45	0,97	84,07	97,01
20,0	100	7,01	29,15	3,00	2,42	2,87	8,35	6,60	1,52	1,45	80,66	95,66
30,0	100	7,09	27,10	4,10	3,10	3,83	11,01	8,05	1,57	2,10	75,60	93,41
40,0	100	7,14	25,24	5,04	3,71	4,45	13,12	9,02	1,61	2,85	73,61	88,29
Чангли фракциядан фойдаланилганда												
5,0	100	6,85	32,81	0,90	0,79	0,88	2,18	1,96	0,78	0,37	87,77	97,78
12,0	100	6,94	30,70	2,01	1,70	1,95	4,84	4,08	1,21	0,86	84,57	97,01
20,0	100	6,96	29,24	3,15	2,56	3,03	7,60	6,18	1,31	1,39	81,27	96,19
27,0	100	6,99	27,41	4,10	3,17	3,83	9,67	7,06	1,36	1,86	77,31	93,41
37,0	100	7,00	26,01	5,17	3,80	4,56	12,51	8,63	1,40	2,63	73,50	88,20
Минераллашган массадан фойдаланилганда												
8,0	100	6,75	31,71	1,02	0,65	0,79	3,23	2,53	1,07	0,75	63,72	77,45
16,0	100	6,83	29,49	2,01	1,24	1,43	5,86	4,08	1,41	1,53	61,69	71,14
26,0	100	6,86	27,83	2,96	1,68	1,96	8,17	5,42	1,47	2,47	56,75	66,21
36,0	100	6,88	25,58	4,14	2,13	2,48	10,86	6,88	1,61	3,36	51,45	59,30
48,0	100	6,90	23,94	4,95	2,24	2,76	13,47	8,24	1,71	4,28	45,25	55,75
Ювиб куритилган концентратдан фойдаланилганда												
6,0	100	6,40	32,56	1,02	0,79	0,96	2,71	2,44	1,16	0,45	77,45	94,11
12,0	100	6,58	30,74	1,97	1,42	1,78	5,15	4,31	1,82	0,96	72,08	90,35
19,0	100	6,72	28,97	2,94	1,94	2,52	7,65	5,99	1,99	1,57	65,98	85,71
27,5	100	6,78	27,15	3,98	2,36	3,18	10,36	7,67	2,14	2,31	59,29	79,89
37,0	100	6,82	25,32	5,04	2,65	3,62	13,02	8,88	2,42	3,07	52,57	71,82
Ювиб куйдирилган концентратдан фойдаланилганда												
3,8	100	5,95	33,12	0,97	0,21	0,69	1,92	1,67	0,93	--	21,64	71,13
8,2	100	6,10	32,09	1,96	0,39	1,35	4,08	3,29	1,58	--	19,89	68,87
12,4	100	6,24	30,50	2,98	0,50	1,96	5,94	4,40	2,05	--	16,77	65,77
17,4	100	6,40	29,74	4,02	0,56	2,44	8,04	5,45	2,51	--	13,93	60,69
22,2	100	6,57	28,47	5,06	0,62	2,91	10,67	6,30	3,08	--	12,25	57,51
38	100	6,73	25,20	7,60	0,64	3,15	14,86	6,75	3,16	--	8,42	41,44

зич жойлашуви кузатилган. Селитранинг кальций карбонат билан ўзаро таъсирлашуви жараёнида газлар (NH_3 , CO_2 , H_2O) ажралиб чиқиши билан бирга фосфат минералининг тузилиши бузилиб, унинг таркибидаги P_2O_5 ўсимлик ўзлаштира оладиган шаклга ўтади.

Марказий Қизилқум фосфоритлари қўшилган АС суюқланмаси ва эритмаларининг реологик хоссалари ўрганилди. Нитрофосфат суюқланмаси ва бўтқаларининг зичлик ва қовушқоқликлари қийматларига кўра, бўйича уларни насос ёрдамида бир қурилмадан бошқасига узатиш ва амалдаги ишлаб турган донаторлаш минорасида ёки барабанли донаторлагич-куритгичда донаторлаш мумкин деган хулосага келсак бўлади.

Аммоний селитраси суюқланмаси ёки концентрланган эритмасига фосфат хом ашёсини қўшиш олинadиган азотфосфорли ўғитлар доналари мустаҳкамлигининг сезиларли даражада ошишига олиб келади. Масалан, АС доналари мустаҳкамлиги 1,6 МПа ни ташкил этса, у ҳолда унинг суюқланмасига 1% P_2O_5 миқдорида фосфорит унidan қўшилганда бу кўрсаткич 4,26 МПа, 2% P_2O_5 - 5,95 МПа, 3% P_2O_5 - 7,11 МПа, 4,1% P_2O_5 - 7,51 МПа ва 5% P_2O_5 - 7,8 МПа гача ошади. Шунга ўхшаш ҳолат бошқа турдаги фосфат хом ашёларида ҳам кузатилади.



Жараён ҳарорати: 1- 170⁰С; 2 - 180⁰С.

2-расм. Фосфат хом ашёсининг карбонатсизланиш даражасининг АС:ФУ нисбати ва жараён давомийлигига боғлиқлиги

Селитра суюқланмасига 1,05-5,04% P_2O_5 миқдорида фосфорит уни қўшилганида 2-3 мм ўлчамдаги доналарнинг ғоваклилиги 9,15 дан 7,08% гача камаяди, олинган ўғит доналари зичлиги 0,925 дан 1,033 г/см³ гача ортади. Тоза АС нинг ёпишқоқлиги 4,67 кг/см² бўлса, унинг таркибига фосфорит унidan 5,04% P_2O_5 қўшилганида доналарнинг ёпишқоқлиги 1,7 кг/см² гача камаяди.

Термик тадқиқот усуллари ёрдамида АС нинг полиморф ўзгаришларига фосфат қўшимчаларининг таъсири ҳам ўрганилди. Олинган натижалар P_2O_5 қўшимчаси миқдорининг 1 дан 5% гача ортиши IV – III модификацион ўзгаришлар ҳароратининг 53,7 дан 56,6⁰С гача кўтарилишига олиб келишини кўрсатди. Суюқланма → I; I → II; II → IV ўзгаришларига оид совиш эгри чизикларида учта термоэффект қайд қилинди. I → II ва II → IV ўзгаришлар ҳарорати ҳам мос равишда 128,2 дан 132⁰С гача ва 50,1 дан 53⁰С гача кўтарилади. АС суюқланмаси қиздирилганда IV→III ўзгариш ҳарорати 44,8⁰С ни ташкил этади, фосфат хом ашёси қўшимчаси эса ушбу ўзгариш ҳароратининг кўтарилишига олиб келади ва фосфат хом ашёсидан 5% P_2O_5 қўшилганда унинг ҳарорати 56,6⁰С ни ташкил этди. Азотфосфорли ўғитлардаги III→II, II→I ва I→ суюқланмалар ўзгаришлари ҳарорати ҳам ўзгаради ва мос равишда 90-90,5; 130,2-132,4; 168,5-166,3⁰С ни ташкил этади, дастлабки АС учун ушбу ўзгаришлар ҳароратлари 89,2; 129,9 ва 170,3⁰С.

Шундай қилиб, фосфат хом ашёси қўшилганда АС IV модификациясининг барқарорлиги содир бўлади ва шунинг учун фосфатлаштирилган аммоний селитрасини сақлашда ҳароратни +54⁰С гача ўзгаришида унинг кристалларида модификацион ўзгаришлар билан боғлиқ бўлган кескин ҳажмий ўзгаришлар содир бўлмайди.

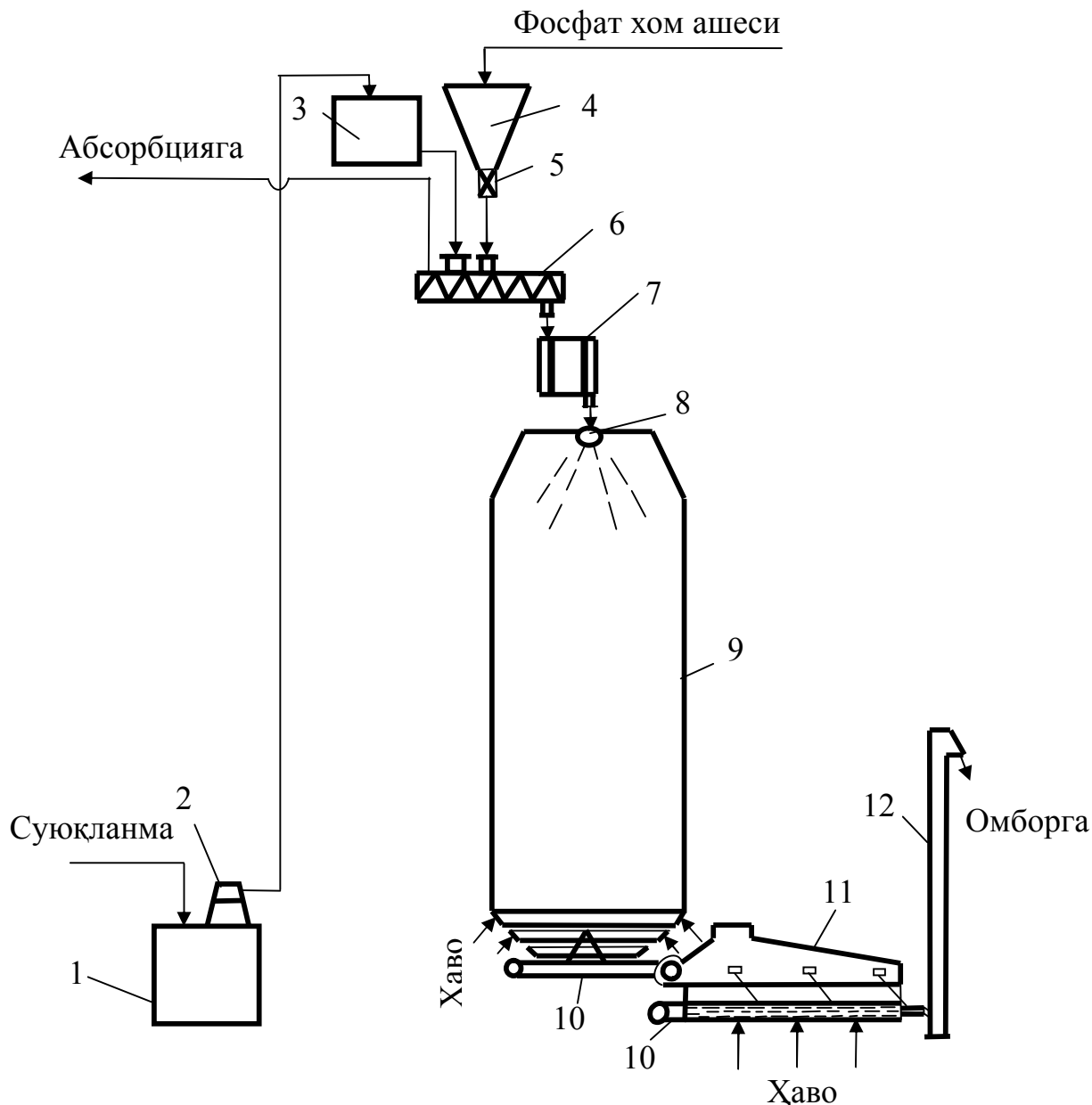
NETSCH STA 409 PC/PG ускунасида аниқланган намуналарнинг модификацион ўзгаришларининг иссиқлик эффектлари қиймати дастлабки АС иссиқлик эффектларига нисбатан сезиларли даражада паст бўлишини кўрсатди. Кейинчалик улар камроқ иссиқлик эффекти ўзгаришлари билан содир бўлади ва қўшимчалар модификацион ўзгаришларни секинлаштиради ҳамда модификацион ўтиш нуқталарида жараён охиригача бормайди.

Маълумки, аммоний селитрасининг юқори кислоталилиги унинг портлашига олиб келади. Шунинг учун селитра суюқланмаси кислоталилигига фосфатли қўшилманинг буферлик таъсири ўрганилди. Селитра суюқланмаси 180⁰С да 120 дақиқа давомида ушлаб турилганда унинг рН қиймати 6,13 дан 3,76 гача камаяди. Бу аммоний нитратнинг нитрат кислота ва аммиакка қисман парчаланиши ҳисобига кучсиз нордон кислотали муҳитнинг ҳосил бўлишини аңлатади. Ушбу шароит P_2O_5 5% миқдорда бўлган фосфорит қўшимчаси иштирокида олиб борилганда рН қиймати 7,15 дан 6,89 гача пасаяди, яъни нордон кислотали муҳит ҳосил бўлмайди, чунки суюқланмада ҳосил бўлган нитрат кислота фосфат хом ашёси билан тезда нейтралланади.

Термогравиметрик таҳлил аммоний селитрасининг парчаланиш жараёни 210⁰С да бошланишини, унинг P_2O_5 1-5% ли миқдорда бўлган

фосфорит уни кўшилган суюқланмаси асосидаги азотфосфорли ўғитларнинг (АФЎ) парчаланиши эса 240-250°C да бошланишини кўрсатди. Бунда фосфатлаштирилган аммоний селитраси намуналаридаги термик парчаланишнинг фаоллашиш энергияси сезиларли ортади.

Электрон-микроскопик таҳлил натижалари шуни кўрсатдики, фосфорит кўшимчасининг ўзи кристалланиш маркази сифатида аммоний нитрат кристалларининг ўлчамини камайтиради, ундаги ғовакларни ва



1 - АС суюқланмаси баки, 2 - насос, 3 – босим ҳосил қилувчи бак, 4- фосфат хом ашёси учун бункер, 5 – тақсимлагич, 6 – икки валли аралаштиргич, 7 – фильтр-гомогенизатор, 8 - доналаштиргич, 9 - донадорлаш минораси, 10- конвейер, 11 - қайноқ қатламли АФЎни совитиш ускунаси, 12 – элеватор.

3-расм. Азотфосфорли ўғит олишнинг технологик тизими

майда ёриқларни тўлдириб, донларнинг нуқсонсиз ўта такомиллашган юзаси ва ички тузилишини ҳосил қилади.

Рентгенфазали таҳлил натижалари олинган азотфосфорли ўғитлар аммоний нитрат, фаоллаштирилган фторкарбонатапатит, кальцит ва озгина миқдордаги кальций нитратдан иборат эканлигини кўрсатди.

Яратилган АФЎ ни ишлаб чиқаришда аммонийли ва нитратли азотнинг йўқолишини аниқлаш мақсадида «Навоиазот» АЖ нинг №3 цехида тажриба-саноат синовлари ўтказилди. АФЎ нинг 1 тоннасини ишлаб чиқаришда: NH_3 кўринишида - 0,52 кг/т, NH_4NO_3 кўринишида эса- 0,41 кг/т, яъни аралаштириш ҳамда АФЎ ни дондорлаш босқичида умумий азотнинг йўқотилиши мумкин бўлган қийматда 0,572 кг/т ни ташкил этди.

Лаборатория тажрибалари натижалари асосида АС суюқланмаси ва концентранган эритмасига Марказий Қизилқум фосфат хом ашёсини қўшиш асосида азотфосфорли ўғит ишлаб чиқаришнинг технологик тизими яратилди (3-расм). Ишлаб чиқаришнинг моддий баланси тузилди.

Ишлаб чиқилган АФЎ технологиясига «Азотфосфорли ўғитлар олиш усули» №ІАР 04527 рақамли ЎЗР патенти олинди. Ушбу технология «Навоиазот» АЖ да жорий қилинди. 2009 йилдан то ҳозирги вақтгача қиймати 165 млрд. сўм бўлган 300 минг тоннадан ортиқ АФЎ ишлаб чиқарилди. Ушбу ҳажмдаги ўғитнинг бир қисми хорижга экспорт қилинди.

ХУЛОСА

Диссертацияда Марказий Қизилқум фосфоритларини комплекс қайта ишлаш асосида янги турдаги бирламчи фосфорли, азотфосфорли ва суюқ азоткальцийли ўғитлар олишнинг ресурстежамкор технологиясини ишлаб чиқишни таъминлайдиган, назарий ва амалий тадқиқотларни жамлаган минерал ўғитлар кимёси ва кимёвий технологияси соҳасидаги ниҳоятда долзарб бўлган илмий-техникавий масалалари ечилган.

Диссертация ишини бажаришда асосий илмий ва амалий натижалар қуйидагилар ҳисобланади:

1. $\text{CaO-P}_2\text{O}_5\text{-SO}_3\text{-H}_2\text{O}$ ва $\text{CaO-P}_2\text{O}_5\text{-N}_2\text{O}_5\text{-H}_2\text{O}$ системаларини графоаналитик таҳлил усулида ўрганиш орқали Марказий Қизилқум фосфоритларини фосфоркислотали-гипсли бўтқа ва кам меъёрдаги нитрат кислотаси билан ўзаро таъсирлаштириш жараёнлари назарий асосланди. Олинган янги илмий маълумотлар Қизилқум фосфоритларини қайта ишлашда бирламчи ва азотфосфоркальцийли ўғитлар олиш жараёнлари шароитларини асослашга ва олдиндан аниқлашга ҳамда мақбул таркибларни топишга имкон беради.

2. Ҳар хил турдаги Марказий Қизилқум фосфоритларининг ювиб қуйдирилган концентратини сульфат кислотада парчалаб олинган ФКГБ билан ФКГБ : ФУ = 100 : (25-70) масса нисбати оралиқларида ўзаро таъсирлашиш жараёни ўрганилди. Жараёнда қатнашадиган барча реагентларнинг мумкин қадар бўлган нисбатлари ва концентрациялари

аниқланди. Максимал миқдордаги P_2O_5 ва CaO нинг ўзлашувчан ва сувда эрувчан шакларини тутган бирламчи ўғит олиш мумкин бўлган мақбул нисбат $ФКГБ : ФУ = 100 : (25-30)$ эканлиги кўрсатилди. Маҳсулотнинг товар хоссаларини яхшилаш учун сульфокальцийфосфатли бўтқага ЭФК ишлаб чиқаришнинг абсорбцион эритмаси – нордон оқова сувини қўшиш тавсия этилади.

3. Ҳар хил вариантларда аммонийлаштирилган нитрокальцийфосфат бўтқасидан кальций нитратни қисман ажратиб олиш йўли билан азотфосфоркальцийли ва САКЎлар олишнинг такомиллаштирилган технологияси ишлаб чиқилди. Таклиф қилинаётган NP_{Ca} ўғитларда P_2O_5 миқдори «Самаркандкимё» АЖ да ишлаб чиқарилаётган НКФЎ (нитрофос) га қараганда 7-10% га юқорилиги кўрсатилди.

Нитрокальцийфосфат бўтқасининг суяқ фазаси ҳисобланган НАКЭ ни ҳар хил навдаги САКЎ га қайта ишлаш бўйича тадқиқотлар ўтказилди. Нитрат кислота меъёрига боғлиқ ҳолда НАКЭ ни буғлатиш ва аммиак билан нейтраллаш орқали ҳар хил таркибдаги САКЎ лар олинди. НАКЭ га аммоний нитрати, карбамид ва КАС эритмасини қўшиш йўли билан эса таркибида юқори концентрланган азот тутган ҳар хил САКЎ лар олинди.

4. Ҳар хил турдаги Марказий Қизилқум фосфоритларини аммоний селитраси суяқланмаси ёки концентрланган эритмаси билан ўзаро таъсирлаштириш жараёни асосида АФЎ олиш мумкинлиги тадқиқ қилинди. АС суяқланмасида оддий фосфорит унининг карбонатсизланиш ва фаоллашиш кинетикаси ўрганилди. Бунда АФЎ даги фосфат хом ашёсининг юқори карбонатсизланиш ва фаоллашиш даражаси дастлабки реагентларнинг ўзаро таъсирлашувининг 20 дақиқасидан сўнг кузатилади. АС га фосфат қўшимчасини киритилиши доналар мустаҳкамлигини сезиларли, яъни ўртача 2,0-5,5 баробар ошириши аниқланди. АС суяқланмасига 5% P_2O_5 ҳисобидаги фосфорит унини қўшиш доналар ғоваклигини 9,15 дан 7,08% гача камайтириш имконини берди. Таркибида 3,0-5,04% P_2O_5 бўлган АФЎ нинг ёпишқоқлиги 1,71-1,87 кг/см² ни ташкил этди, бу тоза АС ёпишқоқлигидан 2,5-2,7 мартаба камдир.

5. Фосфат қўшимчаларининг аммоний селитрасининг модификацион ўзгаришларига таъсири ўрганилди. АС нинг IV→III ўзгариш ҳарорати 44,8°C ни ташкил этади, 1,05-5,04% P_2O_5 миқдордаги фосфат хом ашёсини АС га қўшганда, ушбу ўзгариш ҳарорати 53,7 дан 56,6°C гача кўтарилиши аниқланди. Бунда АС нинг суяқланиш ва кристалланиш ҳароратлари пасаяди. IV→III ўзгариш ҳароратининг ошиши АФЎ ни иссиқ иқлим шароитларида сақлаш ва ташишда унинг доналар ёпишқоқлигининг камайишига ва мустаҳкамлигининг сақланиб қолишига ёрдам беради.

АФЎ нинг модификацион ўзгаришларининг иссиқлик эффектлари аниқланди. Уларнинг қийматлари дастлабки АС ўзгариш иссиқлигига қараганда сезиларли даражада паст эканлигини кўрсатди. Демак, улар энг кам иссиқлик эффектлари билан содир бўлади ва модификацион ўзгаришларга секинлаштирувчи таъсир кўрсатади ҳамда ўзгаришларга ўтиш

нуқталарида жараён охиригача бормайди, бу эса доналарнинг бўзилиш даражасини пасайтиришга, уларнинг тузилишини жипслашувига, айниқса, юқори мустақкамликни сақлаб қолишга имкон беради.

6. АС ни қиздирганда фосфат қўшимчасининг ижобий буферлик таъсири ва унинг рН қийматини барқарорлаштириши кўрсатилди. АФЎ таркибидаги аммоний нитратнинг тоза АС га солиштирилганда термик парчаланишининг бошланғич ҳарорати фосфорит қўшимчасининг миқдорига боғлиқ равишда 29 дан 39°C гача кўтарилади. Таркибида 1 - 5% P_2O_5 тутган АФЎ парчаланишининг фаолланиш энергияси 46,6-51,6 ккал/моль оралиғида ўзгаради, бу тоза АС нинг парчаланиши фаолланиш энергиясига нисбатан 4,7-9,7 ккал/моль га кўп эканлигини кўрсатди. Бу фосфатлаштирилган АС термик барқарорлигининг сезиларли ошганлигидан далолат беради.

Ўтказилган АФЎ доналари тузилишининг электрон-микроскопик тадқиқотлари фосфат қўшимчаларининг аммоний нитрат кристалларининг ўлчамларини камайтиришини кўрсатди. Фосфорит ғовақларни ва микро ёриқларни тўлдирган ҳолда ўрнашади, бунда АФЎ доналарининг ўта такомиллашган юзаси ва ички тузилиши ҳосил бўлади.

«Навоиазот» АЖ №3 цехида ўтказилган тажриба-саноат синовлари асосида яратилган АФЎ ни ишлаб чиқаришда аммонийли ва нитратли азотнинг йўқотилиши аниқланди. АФЎ нинг 1 тоннасини ишлаб чиқаришда: NH_3 кўринишида - 0,52 кг/т, NH_4NO_3 кўринишида эса - 0,41 кг/т, яъни аралаштириш ҳамда АФЎ ни дондорлаш босқичида умумий йўқотилиш азотга ҳисоблаганда рухсат этилган қийматдаги 0,572 кг/т ни ташкил этади.

7. Марказий Қизилқум фосфоритларини қайта ишлашнинг ҳар хил босқичларида ҳосил бўлган эритмалар, бўтқалар ва суюқланмаларнинг физик-кимёвий ва реологик хоссалари ўрганилди. Рентгенографик ва ИҚ-спектроскопик таҳлил усуллари кўллаш орқали бирламчи, азотфосфорли ва NPCa ўғитларнинг тузли таркиби, шунингдек, физик-кимёвий ва товар хоссалари аниқланди.

8. Лаборатория тажрибалари, модел қурилмаси ва тажриба-саноат синовлари шароитларидаги натижалар асосида бирламчи, азотфосфорли, NPCa ва суюқ азоткальцийли ўғитлар ишлаб чиқаришнинг технологик тизими ишлаб чиқилди ҳамда моддий баланси тузилди. Марказий Қизилқум фосфоритларини фосфоркислотали-гипсли бўтқа билан парчалаш бўйича ўтказилган физик-кимёвий ва амалий тадқиқотлар бирламчи фосфорли ўғитлар олиш технологиясини ишлаб чиқиш учун асос бўлди ва бу ишланма «Аммофос-Максам» АЖда тажриба-саноат синовидан муваффақиятли ўтиб, 2009 йилда 60 тонна, 2011 йилда эса 100 тонна янги турдаги ўғит ишлаб чиқарилди. Марказий Қизилқум фосфоритлари ва АС суюқланмаси асосида АФЎ олиш технологияси «Навоиазот» АЖ да жорий қилинди. 2009 йилдан то ҳозирги кунгача қиймати 165 млрд. сўм бўлган 300 минг тоннадан ортиқ АФЎ ишлаб чиқарилди.

9. Бирламчи фосфорли, NPCa ва суюқ азоткальцийли ўғитлар олишнинг техник-иқтисодий ҳисоблари бажарилди. Бирламчи фосфорли

Ўғитларни ишлаб чиқаришни ташкил этишда 1 тонна 100 % ли P_2O_5 га сарфланадиган сульфат кислота миқдори супрефос ўғити ишлаб чиқаришга солиштирганда 30-35% га камаяди. Донадор NPCa ўғитининг улгуржи нархи 565511 сўмни ташкил қилиб, у НКФЎ билан солиштирганда 118643 сўмга арзондир. НАКЭ га АС ва карбамид қўшиб олинган САКЎ нинг улгуржи нархи мос равишда 192722 ва 285548 сўмни ташкил этади. Йилига 100 минг тонна азотфосфорли ўғит ишлаб чиқаришда фақатгина аммоний селитрасини ташиш вақтидаги махсус қўриқлаш хизматининг бекор қилиниши ҳисобига 2,0 млрд. сўмдан ортиқ маблағ тежалади.

10. Олинган ўғитларнинг агрокимёвий синовлари ғўза экинида микролизиметрик, пайкал ва дала шароитларида ўтказилди. Олинган маълумотлар натижалари ишлаб чиқарилган ўғитларнинг агрокимёвий самарадорлиги анъанавий ўғитларнинг эквивалент миқдордаги озуқа моддалари самарадорлигига яқинлигини кўрсатди.

**РАЗОВЫЙ НАУЧНЫЙ СОВЕТ 16.07.2013.Т.08.01 ПРИ
ТАШКЕНТСКОМ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ИНСТИТУТЕ
ПО ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ДОКТОРА НАУК**

ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ И НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

РЕЙМОВ АХМЕД МАМБЕТКАРИМОВИЧ

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ФОСФОРНЫХ И
СЛОЖНЫХ АЗОТНОФОСФОРНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ОСНОВЕ
ФОСФОРИТОВ ЦЕНТРАЛЬНЫХ КЫЗЫЛКУМОВ**

**02.00.13 – Технология неорганических веществ и материалов на их основе
(технические науки)**

АВТОРЕФЕРАТ ДОКТОРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ

Ташкент – 2014

Тема докторской диссертации зарегистрирована под номером 30.09.2014/B2014.5.T280 в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан.

Докторская диссертация выполнена в Институте общей и неорганической химии.

Полный текст докторской диссертации размещен на веб-странице разового Научного совета 16.07.2013.T.08.01 при Ташкентском химико-технологическом институте по адресу www.tkti.uz.

Аннотация диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский) размещен на веб-странице по адресу www.tkti.uz и информационно-образовательном портале ZIYONET по адресу www.ziyonet.uz

Научный консультант:

Намазов Шафоат Саттарович
доктор технических наук, профессор,
заслуженный рационализатор и
изобретатель Республики Узбекистан

Официальные оппоненты:

Джусипбеков Умирзак Жумасилович
доктор технических наук, профессор, член-
корреспондент Национальной Академии
наук Республики Казахстан
Искандарова Мастура
доктор технических наук, профессор
Эркаев Актам Улашевич
доктор технических наук, профессор

Ведущая организация:

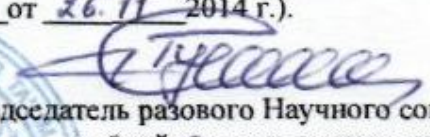
АО «Максам-Чирчик»

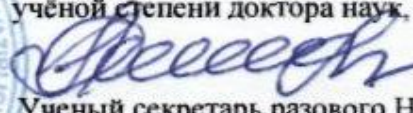
Защита диссертации состоится «26» декабрь 2014 г. в «14⁰⁰» часов на заседании разового Научного совета 16.07.2013.T.08.01 при Ташкентском химико-технологическом институте по адресу: 100011, г.Ташкент, ул. Навои, 32, тел: (+99871) 244-79-20, Факс: (+99871) 262-79-17, e-mail: tkti@mail.uz.

Докторская диссертация зарегистрирована в Информационно-ресурсном центре Ташкентского химико-технологического института за № 02, с которой можно ознакомиться в ИРЦ (100011, г.Ташкент, ул. Навои, 32, тел: (+99871) 244-79-20).

Аннотация диссертации разослана «26» ноябрь 2014 года.
(протокол рассылки № 02 от 26.11 2014 г.).




С.М.Туробжонов
Председатель разового Научного совета по присуждению
учёной степени доктора наук, д.т.н., профессор


А.С.Ибодуллаев
Ученый секретарь разового Научного совета по
присуждению учёной степени доктора наук
д.т.н., профессор


Х.Ч.Мирзакулов
Председатель Научного семинара при разовом
Научном совете по присуждению учёной
степени доктора наук, д.т.н., профессор

АННОТАЦИЯ ДОКТОРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ

Актуальность и востребованность темы диссертации. Одной из актуальных проблем в мире является интенсивное развитие сельского хозяйства и обеспечение его потребности в минеральных удобрениях. Благодаря применению минеральных удобрений обеспечивается в среднем 40-50% прироста урожая сельскохозяйственных культур.

В Узбекистане создана крупная отрасль химической промышленности для обеспечения потребности сельского хозяйства в азотных, фосфорных и калийных удобрениях. В Республике ассортимент продукции предприятий, производящих фосфорсодержащие удобрения, состоит в основном из сложных азотнофосфорных удобрений. Сложные азотнофосфорные удобрения широко используются для внесения с севом и в подкормки. А фосфорные удобрения наиболее эффективны при их использовании именно под зяблевую пахоту. Поэтому разработка новой технологии получения концентрированных одинарных фосфорных удобрений является важной задачей.

Требуется модернизация производства и сложных азотнофосфорных удобрений. Дело в том, что в основе их производства лежит сернокислотное разложение фосфатного сырья с получением экстракционной фосфорной кислоты. При этом в качестве отхода производства образуется фосфогипс. Поэтому актуальным становится азотнокислотная переработка фосфатов, при которой вместо гипса образуется нитрат кальция – эффективное, особенно на засоленных почвах, азотнокальциевое удобрение. Актуальным является и переработка нитрата кальция в жидкое удобрение, как самую дешевую форму минерального удобрения.

Разработка термостабильной формы аммиачной селитры также является актуальной проблемой химической промышленности. В Узбекистане аммиачная селитра производится более 1 млн. 700 тыс. т в год. Из-за взрывов при нарушении техники безопасности её производства и хранения ставится задача - создать на базе аммиачной селитры удобрение, сохраняющее её агрохимическую эффективность, с существенно большей устойчивостью к внешним воздействиям и соответственно меньшей взрывоопасностью.

Настоящая работа ориентирована на реализацию постановлений Президента Республики Узбекистан №ПП-1442 от 15 декабря 2010г «О приоритетах развития промышленности Республики Узбекистан в 2011-2015 годах» и №ПП-2151 от 14 марта 2014г «О мерах по обеспечению сельского хозяйства минеральными удобрениями в 2014 году», которые направлены на ускоренное внедрение в отраслях промышленности современных научных достижений и прогрессивных инновационных технологий, расширение рынков сбыта продукции на базе диверсификации производства, увеличение производства экспортоориентированной конкурентоспособной промышленной продукции на базе углубленной и качественной переработки

отечественного сырья, а также обеспечение сельского хозяйства минеральными удобрениями.

Исходя из этого, для решения вышеперечисленных задач требуются новые научные исследования и разработки, направленные на вовлечение в переработку бедного фосфатного сырья, модернизацию технологии получения сложных азотнофосфорных удобрений, увеличение объема производства фосфорсодержащих удобрений, расширение их ассортимента, снижение их себестоимости, а также на создание экспортоориентированной термостабильной аммиачной селитры.

Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики Узбекистан. Настоящая работа выполнена в соответствии с приоритетными направлениями развития науки и технологии Республики Узбекистан ГНТП-6 – «Разработка ресурсосберегающих экологически безопасных технологий производства, переработки, хранения и использования минерально-сырьевых ресурсов республики, продукции и отходов химической, пищевой, легкой промышленности и сельского хозяйства» на 2009-2011 гг.

Обзор международных научных исследований по теме диссертации. В международных научных центрах США (Florida Industrial and Phosphate Research Institute, International Fertilizer Development Center), Канады (Canadian Fertilizer Institute), Польши (Fertilizer Research Institute), Японии (The Chemical Society of Japan), России (Научно-исследовательский институт удобрений и инсектофунгицидов, Российский химико-технологический институт) и других стран ведутся исследования по переработке фосфатного сырья в одинарные фосфорные и сложные азотнофосфорные удобрения, а также получению термостабильной аммиачной селитры.

В публикациях этих научных центров отмечается, что разработаны серно-, азотно- и фосфорнокислотные, термические и механохимические способы переработки фосфатного сырья. В США, Канаде и России широко применяются серно- и азотнокислотные способы, а в Японии и странах Европы наряду с сернокислотным применяются и термические способы переработки фосфатного сырья. Предложены технологии получения взрывобезопасных азотных удобрений путем добавления к аммиачной селитре суперфосфорной кислоты, жидкого комплексного удобрения, аммофоса и экстракционной фосфорной кислоты. В Европейских странах осуществлена технология получения в качестве взрывобезопасной, известковая аммиачная селитра. В некоторых странах стали выпускать калийно-аммиачную селитру путем добавления к селитре хлорида калия.

Анализ мировой научно-технической литературы показывает актуальность и востребованность всестороннего усовершенствования методов азотно- и фосфорнокислотного разложения фосфатного сырья и улучшения физико-химических свойств аммиачной селитры с добавлением к нее более доступных веществ. При этом отмечается, что пригодность

фосфатного сырья для кислотной переработки неразрывно связана с его составом и физико-химическими свойствами. А термостабильность селитры напрямую зависит от природы и свойств применяемых добавок.

В настоящее время активно продолжают исследования, направленные на разработку новых эффективных и усовершенствованных способов переработки фосфатного сырья в фосфорсодержащие удобрения, а также способов получения термостабильной аммиачной селитры с неорганическими добавками.

Степень изученности проблемы. В научно-технической литературе имеется определенный объем научных материалов по фосфорно- и сернокислотной активации фосфоритов Центральных Кызылкумов, полученные Бегловым Б.М., Тухтаевым С., Эркаевым А.У., Мирзакуловым Х.Ч., Таджиевым С.М. и другими учеными. Однако, исследования процесса получения одинарных фосфорных удобрений путём взаимодействия различных видов низкосортных фосфоритов Кызылкумов с фосфорнокислотно-гипсовой пульпой, являющейся промежуточным продуктом производства супрефоса, отсутствуют.

Хотя в литературе имеются данные по исследованию процесса разложения Кызылкумских фосфоритов азотной кислотой, но совершенно не затронуты вопросы получения жидких и твердых удобрений на основе разложения небогатенных Кызылкумских фосфоритов неполной нормой азотной кислоты.

В Европе и России проблему взрывобезопасности аммиачной селитры решили путем производства известково-аммиачной селитры путем введения в плав селитры известняка (Kończowski A., Biskupski A., Kaljuvee T., Edro E., Kuusik R., Цеханская Ю.В., Долгов В.В., Огарков А.А., Таран А.Л., Жмай Л.А.). Но известково-аммиачная селитра эффективна как удобрение только на кислых почвах. На сероземах Узбекистана она неэффективна.

Российскими учеными (Чернышов А.К., Левин Б.В., Туголуков А.В., Глаголев О.Л., Ильин В.А. и др.) разработаны способы получения взрывобезопасной аммиачной селитры путем введения в неё жидкого комплексного удобрения марки $N:P_2O_5 = 11:37$ на основе суперфосфорной кислоты, аммофоса, экстракционной фосфорной кислоты и внедрены на Череповецком и Кирово-Чепецком заводах. Но примеси в этих добавках откладываются на поверхности теплообменной аппаратуры и забивают её. Приходится часто останавливать и чистить аппаратуру.

Сведения о селитре с добавкой фосфатного сырья, введенного непосредственно в её плав перед гранулированием, в литературе отсутствуют. Также недостаточно изучен процесс активации небогатенных фосфоритов Центральных Кызылкумов с помощью концентрированных растворов аммиачной селитры.

Связь диссертационного исследования с тематическим планом научно-исследовательских работ. Диссертационная работа выполнялась в соответствии с проектом ФА-6-ТО50 «Разработка ресурсосберегающей

технологии получения фосфорсодержащих удобрений с вовлечением в действующую технологию низкосортных фосфоритов Центральных Кызылкумов», входящим в ГНТП-6 на 2009-2011 гг.; по договору с АО «Аммофос-Максам» ИД-8-8/1 от 03.03.2008 г. «Применение на ОАО «Аммофос» технологии производства фосфорных удобрений на основе местного сырья»; по договору с АО «Навоиазот» №10-01 от 04.01.2010 г. «Разработка и внедрение технологии получения азотнофосфорного удобрения на основе плава аммиачной селитры и фосфоритов Центральных Кызылкумов» на 2010-2011 гг.; по проекту Т.4-12 «Разработка физико-химических основ повышения термостабильности аммиачной селитры», входящим в программу фонда поддержки фундаментальных исследований на 2012-2013 гг.

Целью исследования является разработка технологий получения одинарных фосфорных, азотнофосфорных и жидких азотнокальциевых удобрений, термостабильной аммиачной селитры с использованием низкосортного фосфатного сырья Центральных Кызылкумов.

В соответствии с поставленной целью решались **следующие задачи**:

изучение процессов разложения фосфоритов Центральных Кызылкумов фосфорнокисотно-гипсовой пульпой и неполной нормой азотной кислоты путем графоаналитического анализа диаграмм растворимости систем $\text{CaO-P}_2\text{O}_5\text{-SO}_3\text{-H}_2\text{O}$ и $\text{CaO-P}_2\text{O}_5\text{-N}_2\text{O}_5\text{-H}_2\text{O}$;

исследование процесса получения одинарных фосфорных удобрений на основе взаимодействия различных видов фосфатного сырья Центральных Кызылкумов с фосфорнокисотно-гипсовой пульпой;

исследование процесса получения твердых азотнофосфорно-кальциевых и жидких азотнокальциевых удобрений путем разделения аммонизированной нитрокальцийфосфатной пульпы на жидкую и твердую фазы;

определение физико-химических свойств жидких азотнокальциевых удобрений;

изучение процесса получения фосфатизированной аммиачной селитры путем введения в расплав либо в концентрированный раствор аммиачной селитры фосфатного сырья Центральных Кызылкумов;

отработка основных технологических параметров процессов получения одинарных фосфорных и азотнофосфорных удобрений на модельной лабораторной и опытно-промышленной установках;

изучение физико-химических и товарных свойств полученных удобрений;

разработка технологических схем, материального баланса и регламента производства получаемых удобрений;

изучение агрохимической эффективности новых удобрений и оценка эффективности их производства.

Объект исследования: низкосортные фосфориты Центральных Кызылкумов, фосфорнокисотно-гипсовая пульпа, азотная кислота,

газообразный аммиак, аммиачная селитра, одинарные фосфорные и азотнофосфорные удобрения.

Предметом исследования - процессы активации фосфоритов Центральных Кызылкумов фосфорнокислотной гипсовой пульпой, азотной кислотой и расплавом, либо раствором аммиачной селитры.

Методы исследования. Химический, рентгенографический, ИК-спектроскопический, электронно-микроскопический и термогравиметрический методы анализа.

Научная новизна исследования: изучены оптимальные условия процесса взаимодействия низкосортных фосфоритов Центральных Кызылкумов с фосфорнокисотно-гипсовой пульпой и разработана технология получения одинарных фосфорных удобрений;

получены жидкие азотнокальциевые и твердые NPCa удобрения путем азотнокислотного разложения фосфоритовой муки Центральных Кызылкумов с последующим выделением нитрата кальция из нитрокальцийфосфатных пульп. Установлена корреляционная зависимость между составами и свойствами жидких азотнокальциевых удобрений от нормы азотной кислоты и весового соотношения нитратноаммонийнокальциевого раствора к аммиачной селитре, карбамиду и карбамидо-аммиачной селитре;

определено, что фосфатная добавка увеличивает температуру модификационного превращения аммиачной селитры IV→III, уменьшает тепловые эффекты модификационных переходов, повышает температуру начала терморазложения на 29 - 39°C, уменьшает размеры кристаллов удобрения, в результате возрастает термостабильность азотнофосфорного удобрения;

разработана технология получения новых видов азотнофосфорных удобрений с повышенным содержанием усвояемых форм P_2O_5 и CaO путем введения в состав аммиачной селитры различных видов высококарбонизированных фосфоритов Центральных Кызылкумов.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

открывается возможность вовлечения в производство бедных необогащенных фосфоритов Центральных Кызылкумов в качестве вторичного фосфатного сырья с получением одинарного фосфорного удобрения с заданным составом и свойствами;

на акционерном обществе «Аммофос-Максам» проведены промышленные испытания технологии получения одинарных фосфорных удобрений, разработана технологическая схема, составлен материальный баланс, технологический регламент и выпущено 160 тонн удобрения;

разработана эффективная технология получения новых видов твердых азотнофосфорнокальциевых и жидких азотнокальциевых удобрений на базе местных сырьевых ресурсов, которая снижает теплоэнергетические затраты на одну тонну питательных компонентов и соответственно себестоимость готового продукта;

предложенная технология получения термостабильной аммиачной селитры позволяет вовлечь в производство около 36 тыс. тонн некондиционного Кызылкумского фосфорита при мощности производства азотнофосфорного удобрения 180 тыс. тонн в год. При этом фосфор фосфатного сырья без использования дефицитной серной кислоты переходит в усвояемую для растений форму.

Достоверность полученных результатов, обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций не вызывает сомнений, так как они установлены на основе современных методов физико-химических исследований и апробации технологий производства разработанных удобрений с выпуском опытных партий продукции на модельной и опытно-промышленной установках, внедрением их в промышленное производство.

Теоретическая и практическая значимость результатов исследования. Теоретическая значимость работы заключается в том, что она заложила основы для вовлечения бедного фосфатного сырья в производство эффективных фосфорсодержащих удобрений путем фосфорнокисотно-гипсовой и азотнокислотной активации этого сырья. Она показала, что теоретическим путём графоаналитического метода анализа диаграмм растворимости систем $\text{CaO-P}_2\text{O}_5\text{-SO}_3\text{-H}_2\text{O}$ и $\text{CaO-P}_2\text{O}_5\text{-N}_2\text{O}_5\text{-H}_2\text{O}$ можно предсказывать составы жидкой и твердой фаз, образующихся при реальном кислотном разложении различных видов фосфатного сырья. Большое научное значение имеет расшифровка механизма взаимодействия фосфатного сырья с расплавом аммиачной селитры. Этот механизм лёг в основу получения взрывобезопасной фосфатизированной аммиачной селитры.

Практическая значимость результатов исследований заключается в том, что разработаны технологии получения одинарных фосфорных, азотнофосфорнокальцевых, жидких азотнокальцевых и азотнофосфорных удобрений путем переработки низкосортных фосфоритов Центральных Кызылкумов с фосфорнокисотно-гипсовой пульпой, азотной кислотой, расплавом и раствором аммиачной селитры. Результаты агрохимических испытаний показали высокую эффективность полученных удобрений и они рекомендованы к применению в сельском хозяйстве.

Внедрение результатов исследования. Технология получения азотнофосфорного удобрения путём введения в расплав аммиачной селитры фосфоритов Центральных Кызылкумов внедрена на акционерном обществе «Навоиазот», с начала 2009 года по настоящее время выпущено более 300 тыс. тонн азотнофосфорного удобрения на сумму 165 млрд. сум, в том числе отправлено на экспорт 36 тыс. тонн удобрения на сумму более 7,8 млн. долларов США. При выпуске 100 тыс. тонн азотнофосфорного удобрения только за счет снятия специальной охраны, которая осуществляется при перевозке аммиачной селитры, экономится более 2,0 млрд. сум. Внедрение данной технологии позволило вовлечь в производство более 60 тыс. тонн необогащенных фосфоритов Центральных Кызылкумов без использования

дефицитного кислотного реагента (Акт акционерного общества «Навоиазот» №7 от 24 сентября 2014 г.).

Апробация работы. Результаты работы докладывались на: Республиканской научно-технической конференции «Актуальные проблемы химической переработки фосфоритов Центральных Кызылкумов» (Ташкент, 2006); Республиканской научно-технической конференции «Актуальные проблемы создания и использования высоких технологий переработки минерально-сырьевых ресурсов Узбекистана» (Ташкент, 2007); Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Ломоносов» (Москва, 2008); Республиканской научно-технической конференции «Физиологически активные соединения на основе растительных ресурсов и технология неорганических веществ» (Нукус, 2008); Республиканской научно-технической конференции молодых ученых «Высокотехнологичные разработки – производству» (Ташкент, 2008); Республиканской научно-технической конференции «Достижения и перспективы комплексной химической переработки топливно-минерального сырья Узбекистана» (Ташкент, 2008); Республиканской научно-технической конференции “Ноанъанавий кимёвий технологиялар ва экологик муаммолар” (Фергана, 2009); Республиканской научно-практической конференции «Кимёнинг долзарб муаммолари» (Самарканд, 2009); XVII Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых и студентов, посвященной 15-летию ТИИ ТюмГНГУ «Инновации. Интеллект. Культура» (Тобольск, 2009); Международной научно-практической конференции «Основные проблемы естествознания: пути и перспективы их решения» (Актобе, 2009); Международной научно-технической конференции «Современные техника и технологии горно-металлургической отрасли и пути их развития» (Навои, 2010); Научно-практической конференции молодых ученых «Высокотехнологичные разработки - производству» (Ташкент, 2010); Республиканской научно-практической конференции «Разработка эффективной технологии получения минеральных удобрений и агрохимикатов нового поколения и применение их на практике» (Ташкент, 2010); Республиканской научно-практической конференции «Проблемы развития малого бизнеса, основанного на научных достижениях и инновационных технологиях, взглядом молодых ученых» (Ташкент, 2011); Научно-практической конференции «Актуальные проблемы развития химической науки, технологии и образования в Республике Каракалпакстан» (Нукус, 2011); Республиканской научно-технической конференции «Перспективы развития техники и технологии и достижения горно-металлургической отрасли за годы независимости Республики Узбекистан» (Навои, 2011-2013); 7-Международной научной конференции «European Applied Sciences: modern approaches in scientific researches» (Stuttgart, 2013); Химической конференции молодых ученых «ChemCYS» (Blankenberge, 2014); на Научном семинаре Ташкентского химико-технологического института 26.07.2014 г.

Опубликованность результатов. Основное содержание диссертации изложено в 73 научных публикациях, в том числе 32 журнальных статьях в зарубежных и республиканских изданиях, 40 публикациях в виде научных трудов и тезисов докладов, 1 патенте.

Структура и объём диссертации. Диссертационная работа изложена на 200 страницах компьютерного текста, включает 43 таблиц и 55 рисунков. Состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы, насчитывающего 277 наименований и приложения.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении дается обоснование актуальности проблемы, сформулированы цель, научная новизна и практическая значимость проводимых исследований, а также основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе, являющейся литературным обзором, изложены современное состояние и перспективы использования фосфатно-сырьевой базы мира. Дана физико-химическая характеристика фосфоритам Центральных Кызылкумов и отмечен ряд способов их обогащения различными методами. Рассмотрены вопросы использования низкосортного фосфатного сырья в технологии получения одинарных фосфорных и азотнофосфорных удобрений. Проведен анализ научно-технической литературы по улучшению физико-химических и товарных свойств аммиачной селитры (АС). Описаны литературные материалы, характеризующие особенности термического разложения аммиачной селитры и влияние различных добавок на её термостабильность. Проанализированы работы и патенты, посвященные вопросам получения фосфор- и кальцийсодержащей аммиачной селитры. На основании анализа результатов опубликованных работ сформулированы цель и задачи собственных исследований.

Для достижения поставленных целей в работе в качестве исходного сырья использованы следующие виды фосфоритов Центральных Кызылкумов: рядовая фосфоритовая мука (ФМ), мытый сушёный концентрат (МСК), пылевидная фракция (ПФ), минерализованная масса (ММ) и мытый обожженный концентрат (МОК), состав которых приведён в табл.1.

Таблица 1

Химический состав фосфатного сырья

Виды сырья	Содержание компонентов, масс. %							CaO : P ₂ O ₅
	P ₂ O ₅	CaO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	F	CO ₂	
ФМ	17,20	46,22	1,24	1,05	1,75	2,00	16,00	2,69
ПФ	18,54	44,72	0,95	0,80	0,80	2,22	14,80	2,41
ММ	14,58	40,80	1,17	1,37	0,53	1,85	12,84	2,80
МСК	18,22	47,28	1,18	0,60	0,99	2,29	14,9	2,60
МОК	27,26	53,36	1,30	0,51	0,61	2,91	2,41	1,96

Вторая глава посвящена к изучению процесса получения одинарных фосфорных удобрений путём взаимодействия фосфоритов Центральных Кызылкумов с фосфорноокислотно-гипсовой пульпой. На основе диаграммы растворимости системы $\text{CaO-P}_2\text{O}_5\text{-SO}_3\text{-H}_2\text{O}$ выполнен теоретический анализ процесса взаимодействия фосфоритов Центральных Кызылкумов с фосфорноокислотно-гипсовой пульпой (ФКГП) при 80°C , а также определены основные технологические параметры получения одинарных фосфорных удобрений графическим методом.

Исходя из подобранных интервалов варьирования технологических параметров в данном разделе исследован процесс получения одинарного фосфорного удобрения активацией различных видов фосфоритов Центральных Кызылкумов фосфорноокислотно-гипсовой пульпой, образующейся при получении супрефоса. Эксперименты проведены со всеми пятью видами фосфоритов Центральных Кызылкумов. Для их разложения использована фосфорноокислотно-гипсовая пульпа - промежуточный продукт производства супрефоса на АО «Аммофос - Максам» состава (масс.%): P_2O_5 11,93; CaO 8,30; SO_3 12,34; pH 0,9; Ж : Т = 2,4 : 1. Процесс разложения протекал при 70°C в течение 60 мин. Варьировалось весовое соотношение фосфорноокислотно-гипсовой пульпы к фосфатному сырью от 100 : 25 до 100 : 70. По окончании процесса пульпа высушивалась в термостате при $95\text{--}100^\circ\text{C}$. Анализы производились по известным методикам. По разности содержания диоксида углерода в исходном сырье и продукте определялась степень декарбонизации фосфатного сырья. Во всех опытах получалась пульпа, представляющая собой густую плохотекучую массу. Для придания пульпе текучести в неё добавляли определенное количество воды.

Химический состав фосфорных удобрений из рядовой фосфоритовой муки представлен в табл. 2. Из нее видно, что увеличение массовой доли фосфоритовой муки с 25 до 70 приводит к уменьшению содержания в продуктах общей, усвояемой и воднорастворимой форм P_2O_5 , усвояемой и воднорастворимой форм CaO и степени декарбонизации фосмуки с 65 до 33%.

Таблица 2

Химический состав одинарных фосфорных удобрений

Массовое соотношение ФКГП: ФС	pH 10%-ного раствора продукта	Химический состав высушенного продукта, %						
		$\text{P}_2\text{O}_{5\text{общ.}}$	$\text{P}_2\text{O}_{5\text{усв.}}$ по лим. к-те	$\text{P}_2\text{O}_{5\text{водн.}}$	$\text{CaO}_{\text{общ.}}$	$\text{CaO}_{\text{усв.}}$ по лим. к-те	$\text{CaO}_{\text{водн.}}$	CO_2
100 : 25	3,51	25,17	17,43	11,40	30,78	16,90	10,20	1,04
100 : 30	3,75	25,01	16,34	7,27	32,43	16,69	9,18	1,52
100 : 40	4,64	24,31	14,14	2,01	34,63	16,41	6,07	2,66
100 : 50	5,86	23,43	12,35	0,96	35,85	15,37	4,98	3,86
100 : 60	6,00	22,56	10,77	0,68	36,53	14,41	4,33	4,55
100 : 70	6,10	22,08	9,69	0,53	37,45	13,16	4,07	5,28

Аналогичная картина наблюдается и при переработке пылевидной фракции, мытого сушеного концентрата, минерализованной массы и мытого обожженного концентрата фосфоритов Центральных Кызылкумов.

Сельское хозяйство требует, чтобы в комплексном удобрении соотношение воднорастворимой формы P_2O_5 к усвояемой форме P_2O_5 было 0,5 : 1. Этому требованию, в нашем случае, отвечают одинарные фосфорные удобрения, полученные при соотношении ФКГП : ФС = 100 : (25-30). Так, при соотношении ФКГП : ФС = 100 : 30 мы получаем из рядовой фосфоритовой муки удобрение состава (масс.%): 25,01 $P_2O_{5\text{общ.}}$; 16,34 $P_2O_{5\text{усв.}}$; 7,27 $P_2O_{5\text{водн.}}$; $P_2O_{5\text{усв.}} : P_2O_{5\text{общ.}} = 65\%$; $P_2O_{5\text{водн.}} : P_2O_{5\text{общ.}} = 29\%$; 32,43 $CaO_{\text{общ.}}$; 16,69 $CaO_{\text{усв.}}$ и 9,18 $CaO_{\text{водн.}}$. Из пылевидной фракции получаем удобрение состава: 25,11 $P_2O_{5\text{общ.}}$; 16,97 $P_2O_{5\text{усв.}}$; 9,24 $P_2O_{5\text{водн.}}$; $P_2O_{5\text{усв.}} : P_2O_{5\text{общ.}} = 68\%$; $P_2O_{5\text{водн.}} : P_2O_{5\text{общ.}} = 37\%$; 31,18 $CaO_{\text{общ.}}$; 17,18 $CaO_{\text{усв.}}$ и 9,36 $CaO_{\text{водн.}}$. Из мытого сушеного концентрата: 24,46 $P_2O_{5\text{общ.}}$; 15,84 $P_2O_{5\text{усв.}}$; 8,43 $P_2O_{5\text{водн.}}$; $P_2O_{5\text{усв.}} : P_2O_{5\text{общ.}} = 65\%$; $P_2O_{5\text{водн.}} : P_2O_{5\text{общ.}} = 34\%$; 31,64 $CaO_{\text{общ.}}$; 16,14 $CaO_{\text{усв.}}$ и 9,23 $CaO_{\text{водн.}}$. Из минерализованной массы: 22,56 $P_2O_{5\text{общ.}}$; 14,47 $P_2O_{5\text{усв.}}$; 7,71 $P_2O_{5\text{водн.}}$; $P_2O_{5\text{усв.}} : P_2O_{5\text{общ.}} = 64\%$; $P_2O_{5\text{водн.}} : P_2O_{5\text{общ.}} = 34\%$; 28,91 $CaO_{\text{общ.}}$; 14,62 $CaO_{\text{усв.}}$ и 8,81 $CaO_{\text{водн.}}$. Из мытого обожженного концентрата: 27,97 $P_2O_{5\text{общ.}}$; 16,40 $P_2O_{5\text{усв.}}$; 11,56 $P_2O_{5\text{водн.}}$; $P_2O_{5\text{усв.}} : P_2O_{5\text{общ.}} = 58\%$; $P_2O_{5\text{водн.}} : P_2O_{5\text{общ.}} = 41\%$; 33,81 $CaO_{\text{общ.}}$; 12,87 $CaO_{\text{усв.}}$ и 10,89 $CaO_{\text{водн.}}$.

В ходе лабораторных опытов было установлено, что с увеличением доли ФС в смеси с ФКГП до 35 и более полученная пульпа плохо подвергается грануляции, прочность получаемых гранул низкая (5,2-6,0 кг/см²), в продукте большое количество мелкой фракции (25-30%) и низкое содержание усвояемой и водорастворимой форм P_2O_5 . Для устранения этих недостатков были проведены исследования, в которых к сульфокальцийфосфатным суспензиям, полученным при соотношениях ФКГП : ФС = 100 : 35 и 100 : 40, добавляли кислые стоки (КС), содержащие 3-3,5% P_2O_5 и образующиеся при производстве экстракционной фосфорной кислоты. При оптимальном соотношении ФКГП : ФС : КС = 100 : 35 : 20, в удобрении относительное содержание усвояемой формы P_2O_5 по лимонной кислоте повышается с 61,42 до 68,86%, а прочность гранул размером 2-3 мм увеличивается до 17-21 кг/см².

Солевой состав получаемых одинарных фосфорных удобрений состоит из гидро- и дигидроортофосфатов кальция, активизированного и недоразложенного фторкарбонатапатита.

Разработана технология получения одинарного фосфорного удобрения (рис. 1) и апробирована в опытно-промышленном масштабе. Агрохимические испытания одинарных фосфорных удобрений показали, что они по эффективности не уступают аммофосу. Себестоимость их производства значительно ниже, чем стандартных туков.

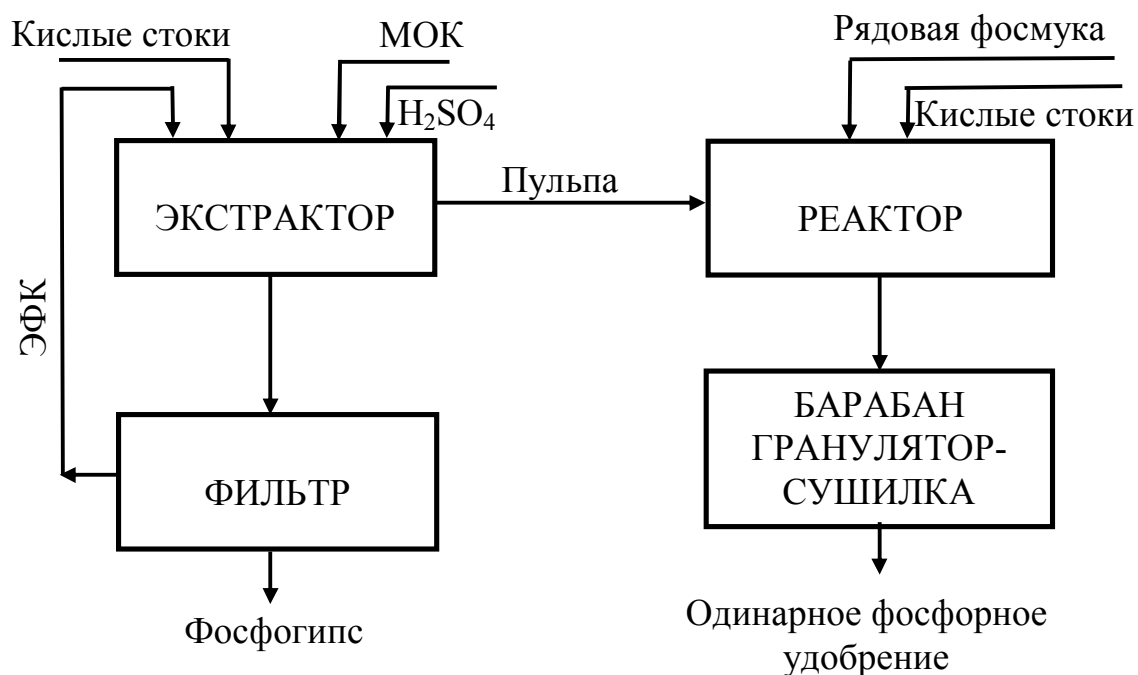


Рис. 1. Принципиальная технологическая схема процесса получения одинарного фосфорного удобрения

Третья глава диссертации посвящена к исследованию процесса получения твердых азотнофосфорно-кальциевых и жидких комплексных удобрений на основе неполного разложения Кызылкумского фосфатного сырья азотной кислотой.

Известно, что процесс разложения фосфоритов азотной кислотой основан на фазовом равновесии в системе $\text{CaO-P}_2\text{O}_5\text{-N}_2\text{O}_5\text{-H}_2\text{O}$. Исходя из этого, нами проведен теоретический анализ процесса разложения рядовой фосмуки и пылевидной фракции фосфоритов Центральных Кызылкумов азотной кислотой путём графических построений на диаграмме растворимости системы $\text{CaO-P}_2\text{O}_5\text{-N}_2\text{O}_5\text{-H}_2\text{O}$. Определены составы жидкой и твердой фаз при различных нормах и концентрациях азотной кислоты. Результаты анализа подтвердились экспериментальными данными.

Дальнейшие исследования были направлены на модернизацию существующей технологии получения нитрокальцийфосфатного удобрения. Их задача - повысить содержание P_2O_5 в твердом фосфорсодержащем удобрении, избавить твердое удобрение от нитрата кальция и на основе растворов нитрата кальция наладить выпуск различных марок жидких азотнокальциевых удобрений. Для этого рядовая фосмука обрабатывалась 59%-ной азотной кислотой при её норме от 40 до 75% против стехиометрии на разложение CaO в сырье при 40-45°C в течение 30 мин. Затем полученные пульпы аммонизировались до $\text{pH}=3,0$ с целью перевода водорастворимой формы P_2O_5 в твердую фазу по реакции:



После этого пульпа центрифугировалась с получением твердого азотнофосфорнокальциевого (NPCa) удобрения и раствора нитрата кальция. Твердая фаза высушивалась и анализировалась.

Результаты опытов показали, что при разделении аммонизированной нитрокальцийфосфатной пульпы, полученной при нормах HNO_3 40-75%, фосфор практически не переходит в жидкую фазу, с повышением нормы азотной кислоты степень перехода азота и кальция увеличивается незначительно. Содержание $\text{N}_{\text{общ}}$, $\text{P}_2\text{O}_{5\text{общ}}$, $\text{CaO}_{\text{общ}}$ в полученных удобрениях в зависимости от нормы HNO_3 колеблется в пределах 4,52-10,39; 18,70-22,85 и 31,15-41,94% соответственно (табл. 3). При этом относительное содержание усвояемой формы P_2O_5 по 2%-ному раствору лимонной кислоты и 0,2 М трилону Б составляет соответственно 51,07-79,04 и 34,35-67,70%. Состав и свойства таких удобрений, уже избавленных от нитрата кальция, значительно улучшены по сравнению с удобрением, производимом АО «Самаркандкимё».

Рентгенографические исследования азотнофосфорнокальциевых удобрений показали, что состав NPCa – удобрения, полученного на основе разделения кислых и аммонизированных нитрокальцийфосфатных пульп, в основном характеризуется наличием моно – и дикальцийфосфата, нитрата кальция и активированного фторкарбонатапатита. Определены физико-химические и товарные свойства: гигроскопическая точка, слеживаемость и прочность гранул NPCa – удобрений.

Из жидкой фазы, представляющей собой нитратноаммонийно-кальциевый раствор (НАКР), путем её аммонизации, либо добавлением в неё нитрата аммония, либо карбамида, либо раствора карбамидоаммиачной селитры (КАС) получены различные марки жидких азотнокальциевых удобрений (ЖАКУ).

Таблица 3

Химический состав высушенных удобрений

Норма HNO_3 , %	рН 10 %-го раст вора	Химический состав высушенных удобрений, %							
		$\text{P}_2\text{O}_{5\text{общ}}$	$\text{P}_2\text{O}_{5\text{усв.}}$, по лим. к-те	$\text{P}_2\text{O}_{5\text{усв.}}$, по Тр.Б	$\text{P}_2\text{O}_{5\text{вод}}$	$\text{CaO}_{\text{общ}}$	$\text{CaO}_{\text{усв}}$	$\text{CaO}_{\text{вод}}$	$\text{N}_{\text{общ}}$
40	5,05	22,85	11,67	7,85	0,78	41,94	21,98	5,61	4,52
45	4,84	22,63	11,94	8,38	1,67	39,89	22,17	5,96	5,30
50	4,72	22,46	12,39	9,30	1,92	38,58	22,54	6,02	6,03
55	4,34	21,81	12,73	10,53	2,25	36,82	22,87	6,17	6,89
60	4,36	20,58	13,22	11,10	2,83	35,19	23,41	7,76	7,72
65	4,40	20,21	13,93	11,51	3,21	33,93	23,74	9,48	8,02
70	4,23	19,40	14,25	11,94	3,63	32,63	24,09	10,04	9,12
75	4,22	18,70	14,78	12,66	3,91	31,15	24,75	10,31	10,39

В первом способе НАКР подвергался упарке и аммонизировался до значений pH 5, 6 и 7, при температуре 40-45°C. Сумма питательных компонентов в образцах ЖАКУ в зависимости от pH и нормы HNO_3 изменяется в интервале 26,36 – 30,05%.

Во втором варианте к образцам НАКР добавляли гранулированную аммиачную селитру (34,6% N) производимую АО «Максам-Чирчик», при весовых соотношениях НАКР : NH_4NO_3 = 100 : 30 и 100 : 50. В зависимости от нормы HNO_3 и соотношения НАКР : NH_4NO_3 состав ЖАКУ меняется в следующих пределах (вес. %): общий азот от 13,63 до 20,46; аммиачный - от 4,68 до 10,35; нитратный - от 8,90 до 10,12; общий CaO - от 7,38 до 11,18; усвояемый - от 7,35 до 11,15; водорастворимый - от 7,31 до 11,13, сумма питательных компонентов ($N_{\text{общ.}} + \text{CaO}_{\text{общ.}}$) от 24,81 до 27,84. Максимальное содержание общего азота и суммы питательных компонентов имеют образцы ЖАКУ при норме кислоты 75% и соотношении НАКР : NH_4NO_3 , равными 100 : 30 и 100 : 50.

Третий вариант заключался в исследовании возможности получения ЖАКУ в присутствии карбамида (46,2% N), производимого АО «Максам - Чирчик». Результаты анализа полученных ЖАКУ показывают, что с повышением количества добавляемого карбамида в НАКР в образцах снижается содержание CaO, аммиачной и нитратной форм азота, возрастает количество амидного и общего азота, а также сумма питательных компонентов. Так, при норме HNO_3 40% с увеличением количества карбамида, т.е. со снижением соотношения НАКР : $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ от 100 : 30 до 100 : 80 наблюдается уменьшение CaO от 11,23 до 7,95%, аммиачного азота – от 0,71 до 0,50%, нитратного азота – от 5,12 до 3,89% и увеличение суммы питательных компонентов от 27,64 до 32,75%. При других нормах HNO_3 наблюдается аналогичная закономерность.

В другом варианте получения ЖАКУ в качестве добавки использовался раствор КАС. КАС – это концентрированное азотное удобрение, содержащее до 32% азота и широко применяемое в сельском хозяйстве. Для получения этой марки ЖАКУ применялись аммонизированный раствор НАКР с pH = 6 и КАС с содержанием 30,58% азота. При нормах HNO_3 40 и 65% изменение весового соотношения НАКР : КАС от 100 : 30 до 100 : 100 способствует возрастанию общего, аммиачного, нитратного, амидного азота и суммы питательных компонентов от 12,65 до 18,92; от 16,49 до 21,60; от 2,84 до 5,39; от 6,53 до 8,49; от 7,29 до 8,03; от 8,75 до 8,98; от 2,68 до 5,87; от 2,67 до 5,85; от 23,85 до 26,23 и от 25,39 до 27,38% соответственно. При других нормах HNO_3 наблюдается такая же закономерность.

Определены физико-химические свойства (плотность, вязкость, давление насыщенных паров и температура кристаллизации) синтезированных ЖАКУ. В зависимости от вида и количества использованного азотсодержащего компонента, а также температуры, плотность и вязкость ЖАКУ находятся в пределах 1,2889-1,5347 г/см³ и 1,65-

22,44 сПз, что вполне приемлемо для их перекачки, транспортировки, а также определения условий хранения. Давление насыщенных паров ЖАКУ возрастает с повышением температуры и уменьшением концентрации питательных компонентов в интервале 20-40°C и находится в пределах 0,73-5,96; 1,27-6,38 и 0,36-5,19 кПа соответственно для добавки NH_4NO_3 , $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ и раствора КАС. На основе полученных данных определены условия хранения для различных марок ЖАКУ. Выявлено, что ЖАКУ, полученные при оптимальных соотношениях НАКР : (NH_4NO_3 , $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$, КАС), характеризуются малой летучестью при хранении и внесении в почву в климатических условиях Республики Узбекистан.

Температуры кристаллизации образцов ЖАКУ, полученных при оптимальных условиях (норма HNO_3 40-65%), находятся в области температур 6 – (– 23,5)°C, что позволяет их хранить и применять в осенне-летнее время без особых трудностей.

Таким образом, результаты проведенных исследований свидетельствуют, что все виды синтезированных жидких азотнокальциевых удобрений обладают удовлетворительными физико-химическими свойствами, обеспечивающими их стабильность в условиях длительного хранения.

Предложена технологическая схема и составлен материальный баланс производства гранулированных NPCa и жидких азотно-кальциевых удобрений.

В четвертой главе приведены результаты разработки и внедрении технологии азотнофосфорного удобрения на основе Кызылкумских фосфоритов и расплава либо раствора аммиачной селитры.

Изучено взаимодействие всех пяти видов фосфатного сырья Центральных Кызылкумов, состав которых приведен в табл. 1, с расплавом аммиачной селитры при 180°C в течение 30 мин в зависимости от количества добавки фосфорита в расчете на P_2O_5 от 1 до 5% P_2O_5 (табл. 4). Изучено также взаимодействие рядовой фосмуки, пылевидной фракции и минерализованной массы фосфоритов Центральных Кызылкумов с 70, 80 и 90 %-ными растворами аммиачной селитры при 110°C в течение 30 мин. Показано, что при таком взаимодействии происходит как декарбонизация фосфатного сырья, так и его активация, то есть переход неусвояемой формы P_2O_5 в усвояемую для растений форму. Изучена кинетика процессов декарбонизации и активации рядовой фосфоритовой муки расплавом селитры. Наиболее интенсивно процесс активации происходит в первые три минуты взаимодействия, повышая относительное содержание усвояемой формы P_2O_5 по лимонной кислоте с исходного 18,49% до 68,81; 65,59 и 62,65% при добавке к селитре фосмуки в количестве 3,0; 4,1 и 5,04% P_2O_5 . После этого процесс активации замедляется и после 20-ти минутного взаимодействия практически останавливается, достигнув значений относительного содержания усвояемой формы P_2O_5 по лимонной кислоте 94,66; 92,19 и 87,10%.

Таблица 4

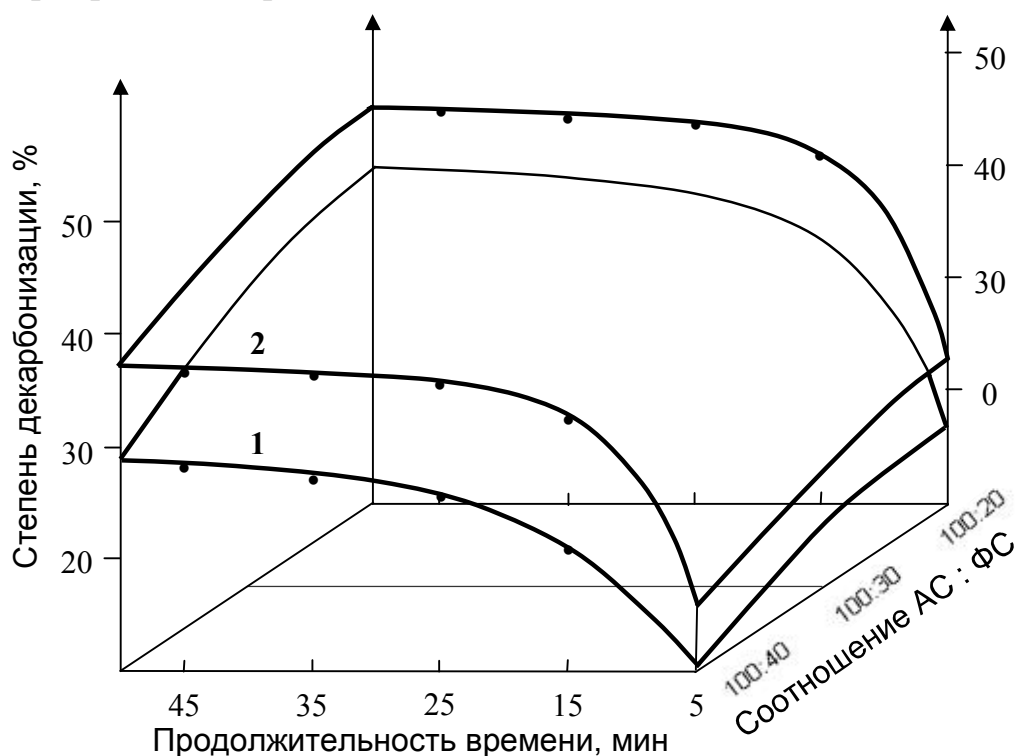
**Химический состав удобрений, полученных введением в расплав
аммиачной селитры фосфатного сырья Центральных Кызылкумов**

Кол-во фос- сырья, г	Кол-во плава, г	pH 10 % ного раст. прод.	N, %	P ₂ O ₅ общ, %	P ₂ O ₅ уств. по 0,2М тр.Б, %	P ₂ O ₅ уств. по 2 %-лим. к-те, %.	CaO _{общ} , %	CaO _{уств.} по 2 %-лим. к-те %	CaO _{водн} , %	CO ₂ , %	P ₂ O ₅ уств.: P ₂ O ₅ общ по 0,2М р-ру тр.Б, %	P ₂ O ₅ уств.: P ₂ O ₅ общ по 2 %- лим. к-те, %
При использовании рядовой фосмуки												
7,0	100	6,89	32,25	1,05	0,92	1,03	2,70	2,44	0,94	0,53	87,61	98,09
13,0	100	6,98	30,75	2,01	1,69	1,95	5,69	4,79	1,45	0,97	84,07	97,01
20,0	100	7,01	29,15	3,00	2,42	2,87	8,35	6,60	1,52	1,45	80,66	95,66
30,0	100	7,09	27,10	4,10	3,10	3,83	11,01	8,05	1,57	2,10	75,60	93,41
40,0	100	7,14	25,24	5,04	3,71	4,45	13,12	9,02	1,61	2,85	73,61	88,29
При использовании пылевидной фракции												
5,0	100	6,85	32,81	0,90	0,79	0,88	2,18	1,96	0,78	0,37	87,77	97,78
12,0	100	6,94	30,70	2,01	1,70	1,95	4,84	4,08	1,21	0,86	84,57	97,01
20,0	100	6,96	29,24	3,15	2,56	3,03	7,60	6,18	1,31	1,39	81,27	96,19
27,0	100	6,99	27,41	4,10	3,17	3,83	9,67	7,06	1,36	1,86	77,31	93,41
37,0	100	7,00	26,01	5,17	3,80	4,56	12,51	8,63	1,40	2,63	73,50	88,20
При использовании минерализованной массы												
8,0	100	6,75	31,71	1,02	0,65	0,79	3,23	2,53	1,07	0,75	63,72	77,45
16,0	100	6,83	29,49	2,01	1,24	1,43	5,86	4,08	1,41	1,53	61,69	71,14
26,0	100	6,86	27,83	2,96	1,68	1,96	8,17	5,42	1,47	2,47	56,75	66,21
36,0	100	6,88	25,58	4,14	2,13	2,48	10,86	6,88	1,61	3,36	51,45	59,30
48,0	100	6,90	23,94	4,95	2,24	2,76	13,47	8,24	1,71	4,28	45,25	55,75
При использовании мытого сушеного концентрата												
6,0	100	6,40	32,56	1,02	0,79	0,96	2,71	2,44	1,16	0,45	77,45	94,11
12,0	100	6,58	30,74	1,97	1,42	1,78	5,15	4,31	1,82	0,96	72,08	90,35
19,0	100	6,72	28,97	2,94	1,94	2,52	7,65	5,99	1,99	1,57	65,98	85,71
27,5	100	6,78	27,15	3,98	2,36	3,18	10,36	7,67	2,14	2,31	59,29	79,89
37,0	100	6,82	25,32	5,04	2,65	3,62	13,02	8,88	2,42	3,07	52,57	71,82
При использовании мытого обожженного концентрата												
3,8	100	5,95	33,12	0,97	0,21	0,69	1,92	1,67	0,93	--	21,64	71,13
8,2	100	6,10	32,09	1,96	0,39	1,35	4,08	3,29	1,58	--	19,89	68,87
12,4	100	6,24	30,50	2,98	0,50	1,96	5,94	4,40	2,05	--	16,77	65,77
17,4	100	6,40	29,74	4,02	0,56	2,44	8,04	5,45	2,51	--	13,93	60,69
22,2	100	6,57	28,47	5,06	0,62	2,91	10,67	6,30	3,08	--	12,25	57,51
38	100	6,73	25,20	7,60	0,64	3,15	14,86	6,75	3,16	--	8,42	41,44

Кинетика декарбонизации имеет аналогичный характер - максимальная скорость в течение первых 10 минут и заканчивается практически через 20 минут (рис. 2). Это даёт основание считать, что декарбонизация и является причиной активации. Дело в том, что в фосфоритах Центральных Кызылкумов наблюдается очень тесное прорастание друг в друга фосфатного минерала с карбонатом кальция. Выделяющиеся газы (NH_3 , CO_2 , H_2O) при взаимодействии карбоната кальция с селитрой разрушают структуру фосфатного минерала, переводя P_2O_5 в нем в усвояемую для растений форму.

Изучены реологические свойства расплавов и растворов аммиачной селитры с добавками фосфоритов Центральных Кызылкумов. По значениям плотности и вязкости нитрофосфатных плавов и пульп можно заключить, что их можно легко перекачивать из одного аппарата в другой и гранулировать в существующей башне либо в барабанном грануляторе-сушилке.

Введение фосфатного сырья в расплав, либо в концентрированный раствор аммиачной селитры приводит к значительному увеличению прочности гранул получаемого азотнофосфорного удобрения. Так, если прочность гранул аммиачной селитры составляет 1,6 МПа, то введение в её расплав рядовой фосмуки в количестве 1% P_2O_5 приводит к повышению этого показателя до 4,26 МПа, 2% P_2O_5 - 5,95 МПа, 3% P_2O_5 - 7,11 МПа, 4,1% P_2O_5 - 7,51 МПа и 5% P_2O_5 - 7,8 МПа. Аналогичная картина и с другими видами фосфатного сырья.



Температура процесса 1- 170⁰С 2 - 180⁰С

Рис.2. Зависимость изменения степени декарбонизации фосфатного сырья от соотношения АС:ФМ и продолжительности процесса

При добавлении в плавы селитры фосмуки в количестве 1,05 - 5,04% P_2O_5 снижается пористость гранул размером 2-3 мм с 9,15 до 7,08%, увеличивается значение насыпного веса получаемых удобрений с 0,925 до 1,033 г/см³. Слеживаемость чистой аммиачной селитры оценивается в 4,67 кг/см². При введении в её состав 5,04% P_2O_5 фосмуки слеживаемость гранул понижается до 1,7 кг/см².

Термическим методом анализа изучено влияние фосфатных добавок на полиморфные превращения АС. Полученные данные показывают, что увеличение содержания добавки от 1 до 5% P_2O_5 приводит к росту температуры модификационного перехода IV – III от 53,7 до 56,6⁰С. Три термоэффекта зафиксированы на кривых охлаждения, которые характерны для переходов плавы → I; I → II; II → IV. Возрастает также температура переходов I → II и II → IV от 128,2 до 132 и от 50,1 до 53⁰С соответственно. При нагревании АС температура превращения IV→III составляет 44,8⁰С, а добавки фосфатного сырья приводят к повышению температуры данного превращения, и для образца с содержанием фосфатной добавки 5% P_2O_5 она составляет 56,6⁰С. Изменяются и температуры переходов III→II, II→I и I→плавы в азотнофосфорных удобрениях и составляют соответственно 90-90,5; 130,2-132,4; 168,5-166,3⁰С, в то время как температуры этих переходов для исходной АС составляют 89,2; 129,9 и 170,3⁰С.

Таким образом, при добавке фосфатного сырья происходит стабилизация модификации IV и поэтому при хранении фосфатизированной аммиачной селитры при колебаниях температур до +54⁰С резких объёмных изменений её кристаллов, связанных с модификационными переходами, происходить не будет.

Тепловые эффекты модификационных переходов изучаемых образцов, определённые на приборе NETSCH STA 409 PC/PG, показывают, что их значения значительно ниже, чем теплоты переходов исходной АС. Следовательно, они происходят с меньшими тепловыми изменениями и добавки оказывают тормозящее действие на модификационные превращения и в точках перехода превращения протекают не до конца.

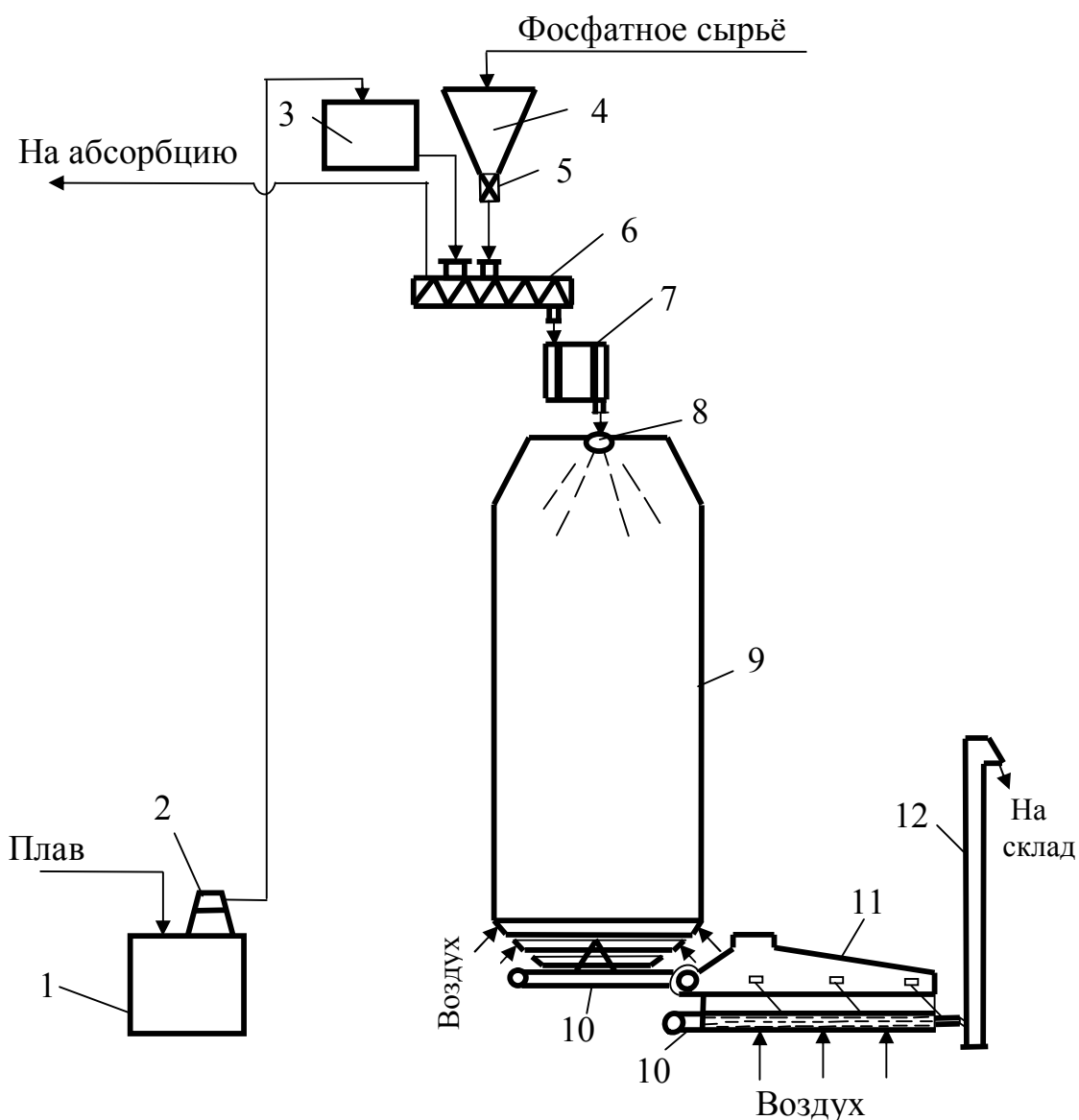
Известно, что повышенная кислотность плавы аммиачной селитры приводит к его взрыву. Поэтому было изучено буферное действие фосфатной добавки на кислотность плавы селитры. При выдержке плавы селитры в течение 120 мин при температуре 180⁰С значение его рН снижается от 6,13 до 3,76. Это означает, что при этом образуется слабокислая среда за счёт частичного разложения нитрата аммония на азотную кислоту и аммиак. При таких же условиях в присутствии фосфоритной добавки в количестве 5% P_2O_5 значение рН снижалось с 7,15 до 6,89, то есть при добавлении в плавы селитры фосфорита процесс закисления не идёт, так как образующаяся в расплаве азотная кислота быстро нейтрализуется фосфатным сырьём.

Термогравиметрический анализ показал, что аммиачная селитра начинает разлагаться при 210⁰С, а азотнофосфорное удобрение (АФУ) на её основе с добавкой фосмуки в количестве 1-5% P_2O_5 начинает разлагаться при

температурах 240-250°C. При этом энергия активации термического разложения образцов фосфатизированной аммиачной селитры существенно возрастает.

Электронно-микроскопический анализ показал, что фосфоритная добавка, являясь центрами кристаллизации, уменьшает размеры кристаллов АС, заполняет поры и микротрещины, делает более совершенной структуру гранул, устраняя в ней дефекты, как зародышей будущего разрушения.

Рентгенофазовый анализ показал, что получаемое азотнофосфорное удобрение состоит из нитрата аммония, активизированного фторкарбонатапатита, кальцита и небольшого количества нитрата кальция.



1-бак плава аммиачной селитры, 2-погружной насос, 3-напорный бак, 4-бункер для фоссырья, 5-дозатор, 6-двухвальный смеситель, 7-гомогенизатор, 8-гранулятор, 9-грануляционная башня, 10-ленточный конвейер, 11-аппарат охлаждения АФУ в кипящем слое, 12-элеватор

Рис. 3. Технологическая схема получения азотнофосфорного удобрения

С целью определения потерь аммонийного и нитратного азота при выпуске разработанного АФУ проведены опытно-промышленные испытания в цехе №3 АО «Навоiazот». Потери на 1т АФУ составили: в виде NH_3 - 0,52 кг/т, а в виде NH_4NO_3 - 0,41 кг/т, т.е. общие потери на стадии смешения и грануляции АФУ в пересчете на азот составили: 0,572 кг/т, что является допустимой величиной.

На основании результатов лабораторных экспериментов разработаны технологические схемы производства азотнофосфорных удобрений на основе плава (рис. 3) и концентрированных растворов аммиачной селитры с добавкой фосфатного сырья Центральных Кызылкумов. Составлены материальные балансы производства.

На разработанную технологию АФУ получен патент РУз № IAP 04527 от 06.10.2010 «Способ получения азотнофосфорного удобрения». А сама технология внедрена на АО «Навоiazот». С 2009 году по настоящее время произведено более 300 тыс. т АФУ на сумму 165 млрд. сум. Часть из этого количества экспортировано за рубеж.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В диссертации решены весьма актуальные научно-технические задачи в области химии и химической технологии минеральных удобрений, заложившие в себя теоретические и прикладные исследования, обеспечивающие разработку ресурсосберегающей технологии получения новых видов одинарных фосфорных, азотнофосфорных и жидких азотнокальциевых удобрений на основе комплексной переработки фосфоритов Центральных Кызылкумов.

Основными научными и практическими результатами, полученными при выполнении диссертационной работы являются следующие:

1. Графоаналитическим анализом систем $\text{CaO-P}_2\text{O}_5\text{-SO}_3\text{-H}_2\text{O}$ и $\text{CaO-P}_2\text{O}_5\text{-N}_2\text{O}_5\text{-H}_2\text{O}$ теоретически обоснован процесс взаимодействия фосфоритов Центральных Кызылкумов с фосфорнокисотно-гипсовой пульпой и азотной кислотой пониженной нормы. Полученные новые научные данные позволяют обосновывать и прогнозировать условия протекания процессов получения одинарных и азотнофосфорнокальциевых удобрений при переработке Кызылкумских фосфоритов и найти оптимальные их составы.

2. Исследован процесс взаимодействия различных видов фосфоритов Центральных Кызылкумов с фосфорнокислотной гипсовой пульпой, полученной разложением мытого обожженного концентрата серной кислотой, в интервале массовых соотношений ФКГП : ФС = 100 : (25-70). Установлены предельные соотношения и концентрации всех реагентов, участвующих в процессе. Показано, что оптимальным соотношением ФКГП : ФС является 100 : (25-30), при котором можно получить одинарное удобрение с максимальным содержанием усвояемой и воднорастворимой форм P_2O_5 и CaO . Для улучшения товарных свойств продукта в сульфо-

кальцийфосфатную пульпу рекомендуется добавлять кислый сток – абсорбционный раствор производства ЭФК.

3. Разработана усовершенствованная технология получения азотфосфоркальцийсодержащих и жидких азотнокальциевых удобрений путем частичного выделения нитрата кальция из аммонизированной нитрокальцийфосфатной пульпы различными вариантами. Показано, что в предложенных НРСа удобрениях содержание P_2O_5 на 7-10% выше, чем в НКФУ (нитрофос), производимом на АО «Самаркандкимё».

Проведены исследования по переработке НАКР, являющегося жидкой фазой нитрокальцийфосфатной пульпы, в различные марки ЖАКУ. Методом упарки НАКР и нейтрализации аммиаком в зависимости от нормы азотной кислоты были получены ЖАКУ различного состава. А путем добавления к НАКР нитрата аммония, карбамида и раствора КАС получен широкий спектр ЖАКУ с повышенным содержанием азота.

4. Исследована возможность получения АФУ на основе процесса взаимодействия различных видов фосфоритов Центральных Кызылкумов с плавом либо концентрированным раствором аммиачной селитры. Изучена кинетика декарбонизации и активации рядовой фосфоритовой муки в плаве АС. При этом показано, что высокая степень декарбонизации и активации фосфатного сырья в АФУ наблюдается после 20-минутного взаимодействия исходных регентов. Установлено, что введение в аммиачную селитру фосфатной добавки существенно повышает прочность гранул, т.е. в среднем в 2,0-5,5 раза. Добавление в плавы АС фосфоритовой муки в количестве 5% в пересчете на P_2O_5 способствует снижению пористости её гранул от 9,15 до 7,08%. Слеживаемость АФУ, содержащих 3,0-5,04% P_2O_5 составляет 1,71-1,87 кг/см², что в 2,5-2,7 раза меньше от слеживаемости чистой АС.

5. Изучено влияние фосфатных добавок на модификационные превращения аммиачной селитры. Определено, что для АС температура превращения IV→III составляет 44,8°C, а при добавке в АС фосфатного сырья в количестве 1,05-5,04% P_2O_5 температура данного превращения повышается от 53,7 до 56,6°C. При этом снижается температура плавления и кристаллизации АС. Повышение температуры перехода IV→III способствуют сохранению высокой прочности и уменьшению слеживаемости гранул АФУ при транспортировке и хранении в жарких климатических условиях.

Определены тепловые эффекты модификационных переходов АФУ. Показано, что их значения значительно ниже, чем теплоты переходов исходной АС. Следовательно, они происходят с наименьшими тепловыми эффектами и добавка оказывает тормозящее действие на модификационные превращения и в точках перехода превращения протекают не до конца, а это способствуют снижению степени разрушения гранул, уплотнению их структуры и тем самым сохранению повышенной прочности.

6. Показано, что при нагревании АС фосфатные добавки оказывают буферное действие и стабилизируют величину рН селитры. Установлено, что

температуры начала терморазложения АС в составе АФУ по сравнению с чистой АС в зависимости от количества фосфоритовой добавки увеличиваются на 29-39°C. Показано, что энергия активации разложения АФУ, содержащих от 1 до 5% P_2O_5 , колеблется в пределах 46,6-51,6 ккал/моль, что на 4,7-9,7 ккал/моль больше, чем энергия активации разложения чистой АС. Это говорит о значительном возрастании термостабильности фосфатизированной АС.

Проведенные электронно-микроскопического исследования микроструктур гранул АФУ показывают, что фосфатная добавка уменьшает размеры кристаллов нитрата аммония. Фосфорит оседает в поры и микротрещины, заполняя их, при этом образуется более совершенная поверхность и внутренняя структура гранул АФУ.

Проведением опытно-промышленных испытаний в цехе №3 АО «Навоиазот» определены потери аммонийного и нитратного азота при выпуске разработанного азотнофосфорного удобрения. Потери на 1 т АФУ составили: в виде NH_3 - 0,52 кг/т, а в виде NH_4NO_3 - 0,41 кг/т, т.е. общие потери на стадии смешения и грануляции АФУ в пересчете на азот составили 0,572 кг/т, что является допустимой величиной.

7. Определены физико-химические и реологические характеристики растворов, пульп и расплавов, образующихся на различных стадиях технологического процесса переработки фосфоритов Центральных Кызылкумов. С применением методов рентгенографического и ИК-спектроскопического анализа установлен солевой состав продуктов, также изучены физико-химические и товарные свойства одинарных, азотнофосфорных и NPCa удобрений.

8. На основании результатов лабораторных экспериментов, опытных работ на модельной установке и в условиях опытно-промышленных испытаний разработана технологическая схема и составлен материальный баланс производства одинарных, азотнофосфорных, NPCa и жидких азотнокальциевых удобрений. Результаты проведенных физико-химических и прикладных исследований по разложению фосфоритов Центральных Кызылкумов фосфорнокислотно-гипсовой пульпой легли в основу разработки технологии получения одинарного фосфорного удобрения, которая успешно прошла опытно-промышленную апробацию на АО «Аммофос-Максам» с выпуском в 2009 году 60 тонн, а в 2011 году 100 тонн нового вида удобрения. Технология производства АФУ на основе плава аммиачной селитры и фосфоритовой муки Центральных Кызылкумов внедрена на АО «Навоиазот». С начала 2009 года по настоящее время произведено более 300 тыс. тонн нового вида АФУ на сумму 165 млрд. сум.

9. Выполнены технико-экономические расчеты получения одинарных, NPCa и жидких азотнокальциевых удобрений. При организации производства одинарного фосфорного удобрения норма серной кислоты на 1 т 100 %-ного P_2O_5 по сравнению с производством супрефоса снижается до 30-35%. Оптовая цена гранулированного NPCa удобрения составляет 565511

сум, что по сравнению с НКФУ на 118643 сум дешевле. Оптовая цена ЖАКУ, полученного с добавкой к НАКР аммиачной селитры и карбамида составляет 192722 и 285548 сум соответственно. При выпуске 100 тыс. тонн АФУ только за счет отсутствия специальной охраны и сопровождения экономится более 2 млрд. сум.

10. Проведены агрохимические испытания полученных удобрений на хлопчатнике в микролизиметрических, деляночных и полевых условиях. Данные результатов показывают, что агрохимическая эффективность разработанных удобрений близка к эффективности смесей традиционных удобрений с эквивалентным количеством питательных веществ.

**ONCE-ONLY SCIENTIFIC COUNCIL 16.07.2013.T.08.01 AT TASHKENT
CHEMICAL-TECHNOLOGICAL INSTITUTE ON AWARD OF
SCIENTIFIC DEGREE OF DOCTOR OF SCIENCES**

INSTITUTE OF GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY

AKHMED REYMOV

**DEVELOPMENT OF PHOSPHORUS AND NITROGEN-PHOSPHORUSE
COMPLEX FERTILIZERS PRODUCTION TECHNOLOGY BASING ON
CENTRAL KYZILKUM PHOSPHORITES**

**02.00.13 – Technology of inorganic substances and materials on their basis
(technical sciences)**

ABSTRACT OF DOCTORAL DISSERTATION

Tashkent – 2014

This Post Doctorate thesis has been registered with the number 30.09.2014/B2014.5.T280 at the Supreme Attestation Commission under the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan.

Doctoral dissertation is carried out at the Institute of General and Inorganic Chemistry. The full text of the doctoral dissertation is placed on web page of once-only Scientific council 16.07.2013.T.08.01 at Tashkent chemical-technological institute to the address www.tkti.uz.

The abstract of dissertation in three languages (Uzbek, Russian, English) is placed on web page to address www.tkti.uz and information-educational portal ZIYONET to address www.ziyonet.uz.

Scientific consultant:

Namazov Shafolat Sattarovich
doctor of technical sciences, professor,
deserved rationalizer and the inventor of
Republic of Uzbekistan

Official opponents:

Djusipbekov Umirzaq Jumasilovich
doctor of technical sciences, professor,
corresponding member of the National
Academy of sciences of Republic of
Kazakhstan

Iskandarova Mastura
doctor of technical sciences, professor
Erkaev Aktam Ulashevich
doctor of technical sciences, professor

Leading organization:

JSC «Maxam-Chirchik»

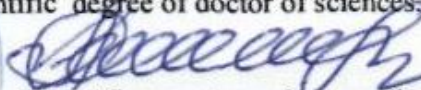
Defense will take place «26» 12 2014 at 14⁰⁰ at the meeting of once-only Scientific Council number 16.07.2013.T.08.01 at Tashkent chemical-technological institute to address: 32 Navoi str., Tashkent city, 100011 Uzbekistan, Ph.: (+99871) 244-79-20, Fax: (+99871) 244-79-17, e-mail: tkti@mail.uz.

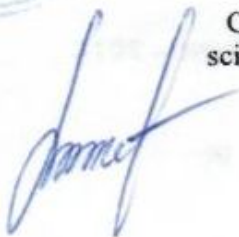
The doctoral dissertation is registered at Information-resource center of Tashkent chemical-technological institute, № 02, it is possible to review it in the IRC (32 Navoi str., Tashkent city, 100011 Uzbekistan), Ph.: (+99871) 244-79-20).

Abstract of dissertation sent out on «26» 11 2014 year
(mailing report № 02 dated 26.11 2014)



 **S.M. Turobjonov**
Chairman of once-only scientific council on award of
scientific degree of doctor of sciences, d.t.s., professor

 **A.S. Ibodullaev**
Scientific secretary of once-only scientific council
on award of scientific degree of doctor of sciences,
d.t.s., professor

 **Kh.Ch. Mirzakulov**
Chairman of scientific seminar under once-only
scientific council on award of scientific degree of
doctor of sciences, d.t.s., professor

ANNOTATION OF DOCTORAL DISSERTATION

Topicality and demand of the subject dissertation. One of the most topical problems in the world is the rapid development of agriculture and its needs in mineral fertilizers. Through the use of mineral fertilizers 40-50% increase in crop's yield on average is provided.

Uzbekistan has a large chemical industry to ensure the needs of agriculture in nitrogen, phosphate and potash fertilizers. In the Republic the products range of enterprises producing phosphorus fertilizers, consists mainly of complex nitrogen-phosphorus fertilizers. They are widely used for bringing in with the sowing and fertilizing. The phosphorus fertilizers are mostly effective when they are used just under autumn plowing. Therefore, the development of new technology of single concentrated phosphate fertilizers is an important task.

The complex nitrogen-phosphorus fertilizers' production requires modernization. The fact is that their manufacture is based on the decomposition of sulfuric acid to yield the phosphate raw phosphoric acid. At the same time phosphogypsum as industrial wastes is generated. Therefore, the current phosphate processing, in which instead of gypsum a calcium nitrate is formed being effective fertilizer, especially in saline soils, becomes an urgent deal. Processing of calcium nitrate into the liquid fertilizer as the cheapest form of mineral fertilizer becomes urgent too.

The development of a thermostable form of ammonium nitrate is also an urgent problem of the chemical industry. In Uzbekistan, the ammonium nitrate is produced in quantity of more than 1 million 700 thousand tones per year. Because of the explosions in violation of the safety of its production and storage of the task is stated to create on the basis of ammonium nitrate the fertilizer, preserving its agrochemical efficiency with significantly greater resistance to external influences and therefore at risk of explosion.

The present research is focused on the implementation of the resolutions of the President of the Republic of Uzbekistan the №PR-1442 dated December 15, 2010 y. «On the priorities of industrial development of Uzbekistan in 2011-2015» and the №PR-2151 dated March 14, 2014y. «On measures to ensure agricultural fertilizers in 2014 year», aimed at accelerating the introduction to the industries of modern scientific achievements and advanced innovative technologies, the expansion of markets for products based on the diversification of production, increase of production of export-oriented, competitive industrial products based on in-depth and high-quality processing of domestic raw materials, as well as the provision of agricultural fertilizers.

On this basis, to solve the above mentioned problems it requires to carry out new researches and developments, aimed at involving into the processing of poor phosphate raw materials, to upgrade technology of complex nitrogen-phosphorus fertilizers, to increase the production of phosphate fertilizers, to expand their range of production, to reduce their costs, as well as to establish of export-oriented thermostable ammonium nitrate's development.

Conformity of research to the priority directions of development of science and technologies of the Republic of Uzbekistan. The present work is carried out according to priority directions of development of science and technology of the Republic of Uzbekistan SSTP-6 «The development of resource saving, ecologically safe technology, processing, storage and application of a mineral-source of raw materials of the republic, production and wastes of chemical, food, light industries and an agriculture» covering 2009-2011 years.

International review of scientific researches on theme of dissertation. At international scientific centers in the US (Florida Industrial and Phosphate Research Institute, International Fertilizer Development Center), Canada (Canadian Fertilizer Institute), Poland (Fertilizer Research Institute), Japan (The Chemical Society of Japan), Russia (Research Institute of fertilizers and Pest Control, the Russian Institute of Chemical Technology) and other countries the investigations under the processing of phosphate raw materials into single phosphate and compound nitrogen-phosphorus fertilizer, as well as obtaining a thermostable ammonium nitrate are being carried out.

In these research centers' publications the fact is noted that the sulfuric, phosphoric acid, nitrogen-thermal and mechanochemical methods of processing of phosphate raw materials are developed. In the United States, Canada and Russia nitric and sulfuric acid's ways are widely used, and in Japan and Europe, along with sulfuric acid the thermal methods of processing of phosphate raw materials are widely used. The technology of obtaining of non-explosive nitrogen fertilizer by adding of super phosphoric acid as well as liquid compound fertilizer, ammophos and extractive phosphoric acid to ammonium nitrate is offered. In European countries the technology of production as non-hazardous, limestone ammonium nitrate is implemented. In some countries the potassium-and-ammonium nitrate began to be produced by adding of potassium chloride to nitrates.

Analysis of world scientific literature shows the urgency and relevance of comprehensive improvement of methods of nitrogen-phosphoric acid decomposition of phosphate raw materials and improvement of physical and chemical properties of ammonium nitrate by means of addition to it of more accessible substances. It is noted that the availability of raw materials for acid phosphate processing is inextricably linked to its composition and physico-chemical properties. A thermal stability of nitrate depends on the nature and properties of additives used.

Currently active researches are continuing to develop new and improved methods for efficient processing of phosphate raw material into phosphate fertilizers, as well as methods for producing a thermostable ammonium nitrate with inorganic additives.

Degree of study of problem. In the scientific literature there is a certain amount of scientific material on phosphoric and sulfuric acid activation of the Central Kyzylkum phosphorites, received by Beglov B.M., Tukhtaev C., Erkaev

A.U., Mirzakulov Kh.Ch., Tadjiev S.M. and other scientists. However, research data of the process of obtaining of single phosphate fertilizers by interaction of various types of Kyzylkum low-grade phosphorites with phosphoric acid-gypsum pulp, which is an intermediate product of suprefos production, is absent.

Although there is evidence in the literature about the study of decomposition process of Kyzylkum phosphorites with nitric acid, but it does not address how liquid and solid fertilizers are obtained based on the decomposition of Kyzylkum unenriched phosphorites with incomplete norm of nitric acid.

At many European and Russian enterprises, the problem with highly explosiveness of ammonium nitrate is resolved by producing of lime ammonium nitrate by introducing of saltpetre limestone into the melt (Kończakowski A., Biskupski A., Kaljuvee T., Edro E., Kuusik R., Tsehanskaya U.V., Dolgov V.V., Ogarkov A.A., Taran A.L., Jmay L.A.). However, lime ammonium nitrate is effective as fertilizer only on acidic soils. It is ineffective on sierozems of Uzbekistan.

The method of obtaining nitrogen phosphorus fertilizers by introduction liquid and complexed fertilizer grade of $N : P_2O_5 = 11 : 37$ into ammonium nitrate, developed by Russian scientists (Chernyshov A.K., Levin B.V., Tugolukov A.B., Glagolev O.L., Ilyin V.A. and other), which based on super phosphoric acid, ammophos and wet-processing phosphoric acid and it was introduced in the Cherepovets and Kirov-Chepetsky Russian factories. However, impurities in these supplements are deposited on the surface of heat exchange equipment and clog it. The equipment therefore often has to be stopped and cleaned.

Information in the literature about saltpeter with addition of phosphate raw materials directly to its melt before granulation is absent. Also the activation process of KyzylKum low-grade phosphorites with ammonium nitrate concentrated solution was not studied enough.

Connection of dissertational research with the plans of scientific-research works is reflected in following projects. The dissertation work was performed in accordance with the Project FA-6-TO50 «Development of resource-saving technology of phosphorus-containing fertilizers with involvement of the Central Kyzylkum low-grade phosphorites in the current technology» within the GTIN-6 for 2009-2011; under a Contract with JSC «Ammofos-Maxam» HS-8-8/1 from 03.03.2008 «Application for OJSC «Ammofos» technology of phosphate fertilizer production based on local raw materials»; under a Contract with JSC

«Navoiazot» № 10-01 dated 04.01.2010, the «Development and implementation of technology for producing of nitrogen phosphorus fertilizer on the basis of ammonium nitrate melt and the Central Kyzylkum phosphorites» 2010-2011; Project T.4-12 «Development of physicochemical principles that improve the thermal stability of ammonium nitrate» within Fundamental research support fund programme for 2012-2013.

Purpose of research is to develop technologies for the production of single phosphate fertilizers, nitrogen-phosphorus and nitrogen-calcium liquid

fertilizers, thermostable ammonium nitrate by using the Central Kyzylkum low-grade phosphate raw materials.

To achieve this goal the following **tasks of researches** are solved:

study of the Central Kyzylkum phosphorites decomposition processes with phosphoric acid gypsum slurry and incomplete norm of nitric acid by graphic construction on diagrams of $\text{CaO-P}_2\text{O}_5\text{-SO}_3\text{-H}_2\text{O}$ and $\text{CaO-P}_2\text{O}_5\text{-N}_2\text{O}_5\text{-H}_2\text{O}$ solubility systems;

study of the process of obtaining of single phosphate fertilizers based on the interaction of various kinds of the Central Kyzylkum raw phosphates with phosphoric acid-gypsum slurry;

study of the process of solid nitrogen-phosphorus-calcium and liquid nitrogen-calcium fertilizers production by dividing ammoniated nitro-calcium phosphate pulp into liquid and solid phases;

definition of physical and chemical properties of liquid nitrogen-calcium fertilizers;

study of the process of obtaining of phosphatized ammonium nitrate by the introduction into the melt or the concentrated ammonium nitrate solution of the Central Kyzylkum phosphate raw materials;

testing of the main technological parameters of single phosphorus and nitrogen-phosphorus fertilizers obtaining processes basing on a model laboratory and pilot plant installations;

study of the physicochemical and commodity properties of the obtained fertilizers;

development of flowsheets, material balance and production rules for the obtained fertilizers;

study of agrochemical effectiveness of new fertilizers and their production evaluation.

Objects of research are the Central Kyzylkum low-grade phosphorites, phosphoric acid gypsum slurry, nitric acid, ammonia gas, ammonium nitrate, single phosphate and nitrogen-phosphorus fertilizers.

Subjects of the research is the activation processing process of the Central Kyzylkum phosphorites with phosphoric acid gypsum slurry, nitric acid and melt or solution of ammonium nitrate.

Methods of research: chemical, roentgenographic, infrared spectroscopy, electron microscopy and thermogravimetric analysis' methods.

Scientific novelty of the dissertation research consist in the following:

the optimum conditions of the interaction processes of low-grade Central Kyzyl Kum phosphorites with phosphoric acid gypsum slurry are studied and the technology of the single phosphorus fertilizers was created;

the liquid nitrogen-calcium and solid nitrogen-phosphorus-calcium fertilizers are produced by mean of removing calcium nitrate from nitro-calcium phosphate pulp that obtained decomposition Central Kyzylkum phosphorites with nitric acid. The correlation between the composition and properties of liquid

nitrogen-calcium fertilizers depend on the norm of nitric acid and the weight ratio of nitrate ammonium calcium solution to ammonium nitrate, urea and a solution of urea-ammonium nitrate was revealed;

it was determined that the phosphate additive does increase the temperature of modification's transformation of ammonium nitrate $\text{IV} \rightarrow \text{III}$, does decrease thermal effects of modification's transactions, does increase decomposition temperature on 29-39°C, does reduce crystal sizes of fertilizer's granules, as the result the thermal stability of nitrogen-phosphorus fertilizer does increase;

the technology of novel fertilizers containing of assimilable forms of P_2O_5 and CaO on the basis of introduction of various types of high calcareous Central Kyzylkum phosphorites into ammonium nitrate melt was created.

Practical results of research consist in the following:

was determined by the fact that it becomes possible to involve the Central Kyzylkum poor unenriched phosphorites in the production as a secondary phosphate raw material to obtain single-phosphorus fertilizer with a certain composition and properties;

at JSC «Ammofos-Maxam» the basic technological parameters of the process of single phosphate fertilizers obtaining were tested, the material balance was compiled, the schedule of technological scheme was developed and 160 tons of fertilizer were produced;

an effective technology was developed for producing of new types of solid nitrogen-phosphorus-calcium and liquid nitrogen- calcium fertilizers based on local raw material resources which reduces heat and energy costs per ton of nutritious components and therefore cost of the end product;

the proposed technology of obtaining of thermostable ammonium nitrate allows the involvement into the production of about 32 thousand tons of Kyzylkum not conditioned phosphorite with nitrogen-phosphorus fertilizer production capacity of 180 thousand tons per year. At the same time, phosphorus of phosphate raw materials turns into digestible form for plants without using scarce sulfuric acid.

Reliability of obtained results validity of scientific positions, conclusions and recommendations do not cause doubt as they are established on the basis of modern methods of physical and chemical researches, approbation of the developed fertilizers, with release of experimental batches of production at pilot, trial installations and introduction in the industry.

Theoretical and practical value of the research results. The theoretical value of the work consists in the fact that it laid the foundation for the involvement of the poor phosphate raw materials in the production of effective phosphate fertilizers by a phosphoric acid and nitric acid activation of this raw material. It showed that by theoretical means of a graphical analysis of the solubility diagrams of $\text{CaO-P}_2\text{O}_5\text{-SO}_3\text{-H}_2\text{O}$ and $\text{CaO-P}_2\text{O}_5\text{-N}_2\text{O}_5\text{-H}_2\text{O}$ systems the composition of the liquid and solid phases formed in the real acid decomposition of phosphate raw materials can be predicted. There is a great scientific importance of interpretation of the mechanism of interaction of phosphate raw material with a melt of

ammonium nitrate. This mechanism is a basis of obtaining of non-hazardous phosphatized ammonium nitrate.

The practical significance of the research results is that the developed technology for production of single phosphate, nitrogen phosphorus, liquid nitrogen-phosphorus-calcium and nitrogen phosphorus fertilizers by processing low-grade phosphate rock with phosphorite of Central KyzylKum phosphoric acid-gypsum slurry, nitric acid, melts and solutions of ammonium nitrate. Results of agrochemical tests showed high efficiency of fertilizers obtained and they are recommended for application in agriculture.

Realization of results. Technology of nitrogen-phosphorus fertilizer producing by introducing ammonium nitrate of the Central Kyzylkum phosphorites into the melt is implemented at stock company «Navoiazot», since the beginning of 2009 to the present time more than 300 thousand tons of nitrogen-phosphorus fertilizer were produced totaling 165 billion soums, including exported 36 thousand tons of nitrogen-phosphorus fertilizer worth over \$ 7.8 million. With the release of 100 thousand tons of nitrogen-phosphorus fertilizer per year, only by removing of the special guard applied for the carriage of ammonium nitrate, more than 2.0 billion soums were saved. The introduction of this technology has allowed engaging more than 60 thousand tons of the Central Kyzylkum unenriched phosphorites in the production without involving of scarce acid reagent (Act of implementing of stock company «Navoiazot», №7, dated September 24, 2014).

Approbation of work. The results of this work were reported at the Republican scientific-technical conference «Actual problems of chemical processing of the Central Kyzylkum phosphorites» (Tashkent, 2006); Republican scientific and technical conference «Actual problems of creating and using high-tech processing of mineral resources of Uzbekistan» (Tashkent, 2007); International scientific conference of undergraduate and postgraduate students and young scientists «Lomonosov» (Moscow, 2008); Republican scientific and technical conference «Physiologically active compounds based on plant resources and technology of inorganic substances» (Nukus, 2008); Republican scientific and technical conference of young scientists «High-tech developments for production» (Tashkent, 2008); Republican scientific and technical conference «Achievements and Prospects of complex chemical processing of fuel and mineral resources of Uzbekistan» (Tashkent, 2008); Republican scientific and technical conference «Nonstandard chemical technologies and environmental issues» (Fergana, 2009); Republican scientific-practical conference «Topical issues of chemistry» (Samarkand, 2009); XVII Russian scientific-practical conference of young scientists and students devoted to the 15th anniversary of TII TSOGU «Innovations. Intellect. Culture» (Tobolsk, 2009); International scientific and practical conference «The main problems of natural science: the ways and prospects of their solution» (Aktobe, 2009); International scientific and technical conference «Modern equipment and technology of mining and metallurgical industry and their development» (Navoi, 2010); Scientific and practical conference of young scientists «High-tech developments for production» (Tashkent, 2010);

Republican scientific-practical conference «Development of an effective technology for obtaining new generation of mineral fertilizers and agrochemicals and their application in practice» (Tashkent, 2010); Republican scientific-practical conference «Problems of development of small business based on scientific advances and innovative technologies from young scientists' viewpoint» (Tashkent, 2011); Scientific and practical conference «Actual problems of the development of chemical science, technology and education in the Republic of Karakalpakstan» (Nukus, 2011); Republican scientific and technical conference «Prospects of engineering and technology and the achievement of mining and metallurgical industry during the years of independence of the Republic of Uzbekistan» (Navoi, 2011-2013); 7th International scientific conference «European Applied Sciences: modern approaches in scientific researches» (Stuttgart, 2013); Chemical Conference of Young Scientists «ChemCYS» (Blankenberge, 2014); Seminar on the Scientific Council at Tashkent chemical-technological institute in July 26, 2014.

Publication of results. The main content of the dissertation is stated in 73 scientific publications including 32 journal's articles in foreign and domestic periodicals, 40 publications in the proceedings of scientific conferences and theses, in 1 patent.

Structure and volume of dissertation. Dissertational work is stated in 200 pages of computer text, it includes 43 tables and 55 pictures. It consists of an introduction, four chapters, conclusions, bibliography of 277 titles and appendix.

THE MAIN CONTENT OF THE THESIS

The introduction describes the rationale urgency of the problem, formulates objective, scientific novelty and practical significance of the research, as well as basic matter proposed for dissertation's protection.

In the first chapter, which is a literary review, the current state and prospects for phosphate raw materials application in the world are observed. The physical and chemical characteristics of the Central Kyzylkum phosphorites were outlined and a number of ways of their enrichment by different methods was identified. The use of low grade phosphate raw material in the technology of single phosphorus and nitrogen-phosphorus fertilizers was reviewed. Scientific and technical literature for improving of the physico-chemical properties and commodity of ammonium nitrate (AN) was analyzed. Literary materials that characterize features of thermal decomposition of ammonium nitrate and the effect of various additives on its thermal stability were described. Experiments and patents on issues of obtaining of phosphorus and calcium containing ammonium nitrate were analyzed. Basing on the analysis of the results of published experimental data, the objective and tasks of the research were formulated.

To achieve these goals in the work the following types of the Central Kyzylkum phosphorites were used as a feedstock: ordinary phosphorite meal (PM), washed dried concentrate (WDC), dust-like fraction (DF), mineralized mass (MM)

and washed calcined concentrate (WCC), their composition shown at Table 1.

Table 1

The chemical composition of the Central Kyzylkum phosphorites

Type of raw material	Content of the components, mass. %							CaO : P ₂ O ₅
	P ₂ O ₅	CaO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	F	CO ₂	
PM	17.20	46.22	1.24	1.05	1.75	2.00	16.00	2.69
DF	18.54	44.72	0.95	0.80	0.80	2.22	14.80	2.41
MM	14.58	40.80	1.17	1.37	0.53	1.85	12.84	2.80
WDC	18.22	47.28	1.18	0.60	0.99	2.29	14.9	2.60
WCC	27.26	53.36	1.30	0.51	0.61	2.91	2.41	1.96

The second chapter is devoted to the study of the process of obtaining of single phosphate fertilizer by reacting the Central Kyzylkum's phosphorites with phosphoric acid-gypsum slurry. Basing on solubility system diagrams of the CaO-P₂O₅-SO₃-H₂O study a theoretical analysis of the interaction of the Central Kyzylkum's phosphorites with phosphoric acid-gypsum slurry (PAGS) at 80°C was performed, and with graphical method the main technological parameters for obtaining of single phosphate fertilizers were identified.

Basing on the selected intervals of technological parameters' variation in this section the process of obtaining of single phosphorus fertilizer by activation of various types of the Central Kyzylkum phosphorites with phosphoric acid gypsum pulp formed at suprefos production was explored. Experiments were carried out with all five types of the Central Kyzylkum's phosphorites. For their decomposition phosphoric acid-gypsum slurry was used, being an intermediate product of superfos production at JSC «Ammofos-Maxam» containing (wt.%): P₂O₅ 11.93; CaO 8.30; SO₃ 12.34; pH 0.9; L:S=2.4:1. The decomposition process proceeded at 70°C for 60 min. The weight ratio of phosphoric acid-gypsum slurry (PAGS) to phosphate raw (PR) varied from 100:25 to 100:70. After the process was finished the slurry was dried in a thermostat at 95-100°C. Analyses were carried out by commonly known methods. The degree of decarbonization of phosphate raw materials was determined from the difference in the carbon dioxide content in the raw material and a product. In all the experiments the slurry was obtained, representing a thick poorly-flowable mass. A certain amount of water was added to impart flowability to slurry. Chemical compositions of phosphate fertilizers from ordinary phosphorite powder are shown at Table 2.

The table shows that the increase in mass fraction of ordinary phosphorite flour from 25 to 70 leads to a decrease in the content of products total, digestible and water-soluble forms of P₂O₅, digestible and water-soluble forms of CaO and PM decarbonization degree from 65 to 33%.

A similar pattern is observed in the processing of dustlike fractions of washed dried concentrate, mineralized mass and the Central Kyzylkum washed calcined phosphorites concentrate.

An agriculture requires that in complex fertilizers the ratio of water-soluble

form of P_2O_5 to a digestible form of P_2O_5 should be 0.5 : 1. In this case such a requirement corresponds to single phosphate fertilizers obtained at a weight ratio $PAGS:PR = 100 : (25-30)$. So, at a ratio $PAGS:PR = 100:30$ we get from ordinary phosphorite powder the following fertilizer of composition (wt%): 25.01 P_2O_{5total} ; 16.34 $P_2O_{5dig.}$; 7.27 $P_2O_{5water.}$; $P_2O_{5dig.} : P_2O_{5total} = 65\%$; $P_2O_{5water.} : P_2O_{5total} = 29\%$; 32.43 CaO_{total} ; 16.69 $CaO_{dig.}$ and 9.18 $CaO_{water.}$. From dust fractions we obtain fertilizer of composition: 25.11 P_2O_{5total} ; 16.97 $P_2O_{5dig.}$; 9.24 $P_2O_{5water.}$; $P_2O_{5dig.} : P_2O_{5total} = 68\%$; $P_2O_{5water.} : P_2O_{5total} = 37\%$; 31.18 CaO_{total} ; 17.18 $CaO_{dig.}$ and 9.36 $CaO_{water.}$. From washed dried concentrate: 24.46 P_2O_{5total} ; 15.84 $P_2O_{5dig.}$; 8.43 $P_2O_{5water.}$; $P_2O_{5dig.} : P_2O_{5total} = 65\%$; $P_2O_{5water.} : P_2O_{5total} = 34\%$; 31.64 CaO_{total} ; 16.14 $CaO_{dig.}$ and 9.23 $CaO_{water.}$. From mineralized mass: 22.56 P_2O_{5total} ; 14.47 $P_2O_{5dig.}$; 7.71 $P_2O_{5water.}$; $P_2O_{5dig.} : P_2O_{5water.} = 64\%$; $P_2O_{5water.} : P_2O_{5total} = 34\%$; 28.91 CaO_{total} ; 14.62 $CaO_{dig.}$ and 8.81 $CaO_{water.}$. From washed calcined concentrate: 27.97 P_2O_{5total} ; 16.40 $P_2O_{5dig.}$; 11.56 $P_2O_{5water.}$; $P_2O_{5dig.} : P_2O_{5total} = 58\%$; $P_2O_{5water.} : P_2O_{5total} = 41\%$; 33.81 CaO_{total} ; 12.87 $CaO_{dig.}$ and 10.89 $CaO_{water.}$.

In laboratory experiments, it was found out that at increase in the proportion of phosphate raw materials in mixture with FAGS from 35 % and more, the obtained pulp is poorly exposed to granulation, the resulting granule strength is low (5.2-6.0 kg/cm²), there are large number of fine fractions (25-30%) in the product and low content of digestible and water-soluble forms of P_2O_5 . To prevent these shortcomings, studies have been conducted in which a sulfo-calcium phosphate pulp obtained by ratios $PAGS: PR = 100: 35$ and $100:40$, were mixed with acid wastewater (AW) containing 3-3.5% P_2O_5 formed at extractive

Table 2

Chemical composition of phosphate fertilizers

The ratio of the PAGS: PR	pH of 10 % s' solution of a product	Chemical composition of the dried up product, %						
		P_2O_{5total}	$P_2O_{5dig.}$ by 2% citric acid	$P_2O_{5water.}$	CaO_{total}	$CaO_{dig.}$ by 2% citric acid	$CaO_{water.}$	CO_2
100 : 25	3.51	25.17	17.43	11.40	30.78	16.90	10.20	1.04
100 : 30	3.75	25.01	16.34	7.27	32.43	16.69	9.18	1.52
100 : 40	4.64	24.31	14.14	2.01	34.63	16.41	6.07	2.66
100 : 50	5.86	23.43	12.35	0.96	35.85	15.37	4.98	3.86
100 : 60	6.00	22.56	10.77	0.68	36.53	14.41	4.33	4.55
100 : 70	6.10	22.08	9.69	0.53	37.45	13.16	4.07	5.28

phosphoric acid manufacture. At the optimum ratio $PAGS: PR: AW = 100: 35: 20$, in fertilizer the relative content of digestible form of P_2O_5 by citric acid was increased from 61.42 to 68.86%, and the strength of 2-3 mm granules was increased to 17.21 kg/cm².

Salt composition of the resulting single phosphate fertilizer consists of hydro- and dihydroorthophosphates calcium, activated and non-decomposed fluorocarbonateapatit.

The technology of obtaining of single-phosphorus fertilizer was developed (Fig. 1) and tested at a pilot industrial scale. Agrochemical tests of single

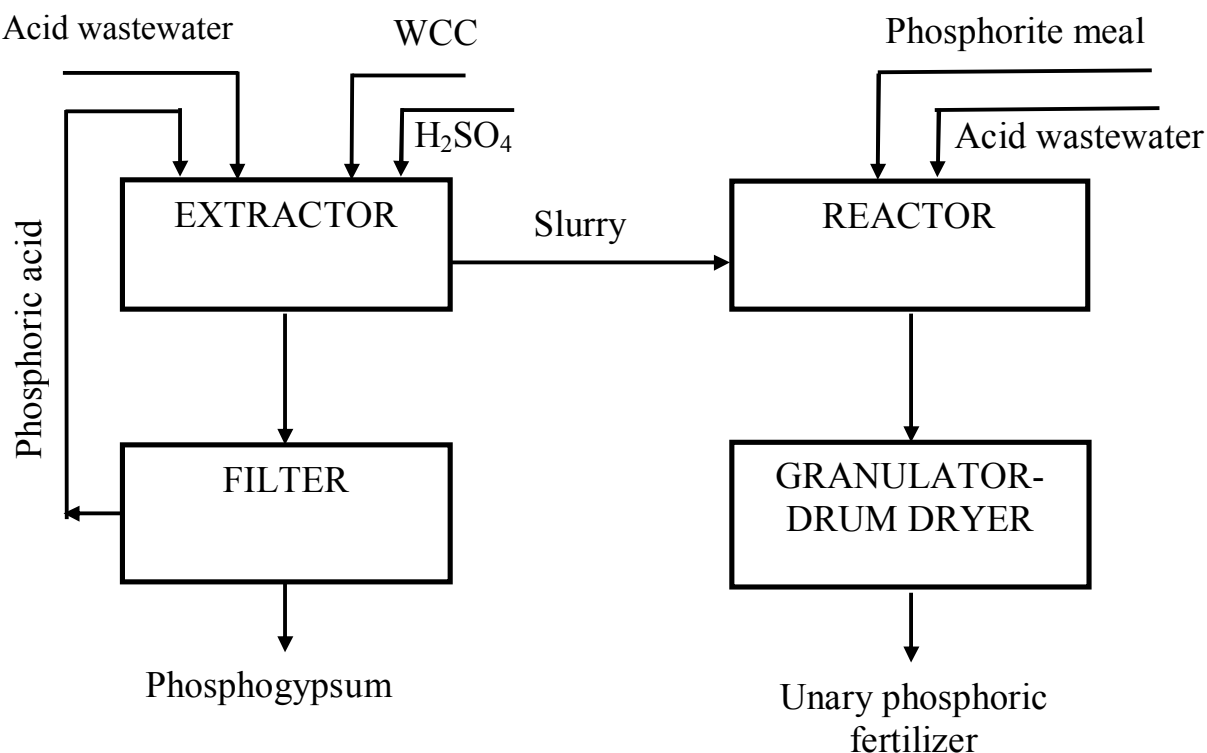


Fig. 1. The basic technological diagram of single phosphoric fertilizer reception's process

phosphate fertilizers have shown that they are as effective as ammophos. The cost of production is significantly lower than of standard fertilizers.

The third chapter is devoted to the investigation of the process of solid nitrogen-phosphorus-calcium and liquid complex fertilizers obtaining based on incomplete decomposition of Kyzylykum phosphate raw materials with nitric acid.

It is known that the decomposition of phosphate rock with nitric acid is based on the phase equilibrium in the system $\text{CaO-P}_2\text{O}_5\text{-N}_2\text{O}_5\text{-H}_2\text{O}$. Based on this, we performed a theoretical analysis of the process of decomposition of ordinary phosphorite meal and ordinary dust fraction phosphorite Central Kyzylykum nitric acid by graphic constructions on solubility diagram of the system $\text{CaO-P}_2\text{O}_5\text{-N}_2\text{O}_5\text{-H}_2\text{O}$. The compositions of the liquid and solid phases at different rates and concentrations of the nitric acid. The analysis results were confirmed by experimental data.

Further studies were aimed at modernizing the existing production of technology nitro calcium phosphate fertilizer. Their mission - to improve the content of P_2O_5 in the solid phosphate fertilizers to spare solid fertilizer from calcium nitrate and calcium nitrate-based solutions to set up production of various grades of liquid nitrogen calcium fertilizer. For this purpose the ordinary phosphorite meal was treated by 59% nitric acid during its normal from 40 to 75% of stoichiometry on decomposition of CaO in a raw material in 40-45°C for 30 min. Then, the resulting pulp was ammoniated to pH 3.0 in order to convert water-

soluble form of P_2O_5 to the solid phase by the reaction:



Thereafter pulp was centrifuged and a solid nitrogen-phosphorus-calcium (NPCa) fertilizer and calcium nitrate solution were obtained. The solid phase was dried and analyzed.

Results of experiments showed that during separation of ammoniated nitro calcium phosphate slurry, obtained at norms of HNO_3 40-75%, phosphorus almost doesn't transfer to the liquid phase, with the rise in the norm of nitric acid the degree of transition of nitrogen and calcium increases insignificantly. Content of N_{total} , $P_{2O_{5total}}$, CaO_{total} , in obtained fertilizers depending on the norm of HNO_3 varies between 4.52-10.39; 18.70-22.85 and 31.15-41.94% respectively (Table 3). Where in the relative content of digestible form of P_2O_5 by 2% solution of citric acid and 0.2 M Trilon B is respectively 51.07-79.04 and 34.35-67.70%. Composition and properties of such fertilizers, which already have been freed from calcium nitrate, significantly improved compared to fertilizers produced by JSC «Samarkandkimyo».

Radiographic examinations of nitrogen-phosphorus-calcium fertilizers showed that the composition of NPCa - fertilizer, obtained based on the separation of acid and ammoniated nitro-calcium phosphate slurries, mainly were characterized by the presence of mono - and dicalcium phosphate, calcium nitrate and activated fluorocarbonate apatite. Physicochemical and commodity properties

Table 3

Chemical composition of the dried up product

Norm of HNO_3 , %	pH of 10 % s' solution of a product	Chemical composition of the dried up product, %							
		$P_{2O_{5total}}$	$P_{2O_{5dig.}}$ by 2% citric acid	$P_{2O_{5dig.}}$ by 0.2M Tr. B	$P_{2O_{5water}}$	CaO_{total}	$CaO_{dig.}$ by 2% citric acid	$CaO_{water.}$	N_{total}
40	5.05	22.85	11.67	7.85	0.78	41.94	21.98	5.61	4.52
45	4.84	22.63	11.94	8.38	1.67	39.89	22.17	5.96	5.30
50	4.72	22.46	12.39	9.30	1.92	38.58	22.54	6.02	6.03
55	4.34	21.81	12.73	10.53	2.25	36.82	22.87	6.17	6.89
60	4.36	20.58	13.22	11.10	2.83	35.19	23.41	7.76	7.72
65	4.40	20.21	13.93	11.51	3.21	33.93	23.74	9.48	8.02
70	4.23	19.40	14.25	11.94	3.63	32.63	24.09	10.04	9.12
75	4.22	18.70	14.78	12.66	3.91	31.15	24.75	10.31	10.39

were identified: hygroscopic point, caking and granule strength of NPCa - fertilizers.

From liquid phase, which is the nitrate ammonium-calcium solution (NACS)

by its ammoniation, or by the addition of ammonium nitrate, or urea, or a solution of UAN (urea ammonium nitrate) various grades of liquid nitrogen-calcium fertilizers (LNCF) were obtained.

In the first method, NACS was exposed to evaporation and ammoniated to pH 5, 6 and 7, at a temperature of 40-45 °C. Amount of nutrient components in the samples of LNCF depending on pH and norms of HNO_3 varies between 26.36 – 30.05%.

In the second variant to the NACS samples granular ammonium nitrate (34.6% N) was added, which was produced by JSC «Maxam-Chirchik», at weight ratios of $\text{NACS} : \text{NH}_4\text{NO}_3 = 100 : 30$ and $100 : 50$. Depending on the norms of HNO_3 and relations of $\text{NACS}:\text{NH}_4\text{NO}_3$ LNCF composition varies within the following limits (wt%): total nitrogen from 13.63 to 20.46; ammoniac - from 4.68 to 10.35; nitrate - from 8.90 to 10.12; total CaO from 7.38 to 11.18; digestible - from 7.35 to 11.15; water-soluble - from 7.31 to 11.13, the amount of nutrient components ($\text{N}_{\text{total}} + \text{CaO}_{\text{total}}$) from 24.81 to 27.84. Maximum total nitrogen content and the amount of nutrient components have LNCF samples at the norm of acid 75% and a ratio $\text{NACS} : \text{NH}_4\text{NO}_3$, equal to $100 : 30$ and $100 : 50$.

The third option was to study the possibility of obtaining of the LNCF in presence of urea (46.2% N), which was produced by JSC «Maxam – Chirchik».

The analysis results of the obtained LNCF show that with increasing amount of added urea in NACS the content of CaO, ammoniac and nitrate forms of nitrogen reduces in samples, the number of amide and total nitrogen, and the amount of nutrient components increases.

Thus, at the norm of HNO_3 40% with increasing amounts of urea, i.e. with decreasing ratio of $\text{NACS} : \text{CO}(\text{NH}_2)_2$ from $100 : 30$ to $100 : 80$, there is a decrease of CaO from 11.23 to 7.95%, ammoniacal nitrogen - from 0.71 to 0.50%, nitrate nitrogen - from 5.12 to 3.89% and an increase in the amount of nutrient components from 27.64 to 32.75%. A similar pattern is observed for other norms of HNO_3 .

In another version of LNCF preparation as an additive UAN solution was used. UAN is concentrated nitrogen fertilizer containing up to 32% nitrogen and is widely used in agriculture. For obtaining of NACS ammoniated solution marked as LNCF characterized with pH 6 and UAN content of 30.58% nitrogen source was used. At norms of HNO_3 40 and 65% change in weight ratio $\text{NACS} : \text{CNF}$ from $100 : 30$ to $100 : 100$ helps to increase total nitrogen content as a sum of ammonia, nitrate, amide and the amount of nutrient components from 12.65 to 18.92; from 16.49 to 21.60; from 2.84 to 5.39; from 6.53 to 8.49; from 7.29 to 8.03; from 8.75 to 8.98; from 2.68 to 5.87; from 2.67 to 5.85; from 23.85 to 26.23 and from 25.39 to 27.38% respectively. A similar pattern is observed for other norms of HNO_3 .

Physicochemical properties (density, viscosity, saturated vapor pressure and the crystallization temperature) of synthesized LNCF were determined. Depending on the type and amount of applied nitrogen-containing component temperature, viscosity and density of LNCF were located in the range of 1.2889-1.5347 g/cm³ and 1.65-22.44 cP, quite acceptable for fertilizes' pumping, transportation, and for

determination of their storage conditions. Saturated vapor pressure of LNCF increases with increasing of the temperature and decreasing of the concentration of nutrient components in the range of 20-40°C laying within 0.73-5.96; 1.27-6.38 and 0.36-5.19 kPa for additive NH_4NO_3 , $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ and UAN solution respectively. On the basis of the obtained data the storage conditions for various LNCF marks are determined. It is revealed that LNCF obtained at optimal ratios of NACS: (NH_4NO_3 , $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$, UAN) are characterized by low volatility during storage and application at soils under the climatic conditions of the Republic of Uzbekistan.

Crystallization temperature of LNCF samples, obtained under optimum conditions (HNO_3 norm 40-65%), located in the temperature range of 6 – (–23.5)°C, allows them to store and be applied in the autumn - summer season with no difficulties.

Thus, the results of the research show that all kinds of synthesized liquid nitrogen-calcium fertilizers have satisfactory physicochemical properties to ensure their stability during prolonged storage.

A technological scheme was proposed and material balance of granulated NPCa and liquid nitrogen-calcium fertilizers production was compiled.

In the fourth chapter presents the results of development and implementation of nitrogen-phosphorus fertilizers based on Kyzylkum phosphorites and ammonium nitrate melt or its solution.

The interaction of all five species of the Central Kyzylkum phosphate raw materials, whose composition is presented at Table 1, with a melt of ammonium nitrate at 180°C for 30 minutes, depending on the amount of phosphorite addition per P_2O_5 from 1 to 5% of P_2O_5 (Table 4), was studied. Also the interaction of ordinary PM, dustlike fraction and mineralized mass of the Central Kyzylkum phosphorites with 70, 80 and 90% solutions of ammonium nitrate at 110°C for 30 min was studied. It is shown that in this kind of interaction phosphate raw materials decarbonization as well as its activation do occur, that is the transition of indigestible P_2O_5 form to digestible form for plants. The kinetics of decarbonization and activation of ordinary phosphorite powder with saltpeter melt was studied. Most intense activation process occurs in the first three minutes of interaction, increasing the relative content of digestible form of P_2O_5 for citric acid from the original 18.49% to 68.81; 65.59 and 62.65% with the addition of PM nitrate with 3.0; 4.1 and 5.04% P_2O_5 amount. After this activation process slows down and after 20 minutes the reaction practically stops, reaching values of the relative content of digestible form of P_2O_5 for citric acid 94.66; 92.19 and 87.10%.

Kinetics of decarbonization has a similar character - the maximum speed for the first 10 minutes and almost the reaction finishes after 20 minutes (Fig. 2). This suggests that decarbonization is the cause of activation. The fact is that in the Central Kyzylkum phosphorites there is a very close germination of phosphate mineral with calcium carbonate to each other. The gases (NH_3 , CO_2 , H_2O) by reacting with calcium carbonate and saltpeter destroy the structure of the phosphate mineral allowing P_2O_5 transferring therein into digestible form for plants.

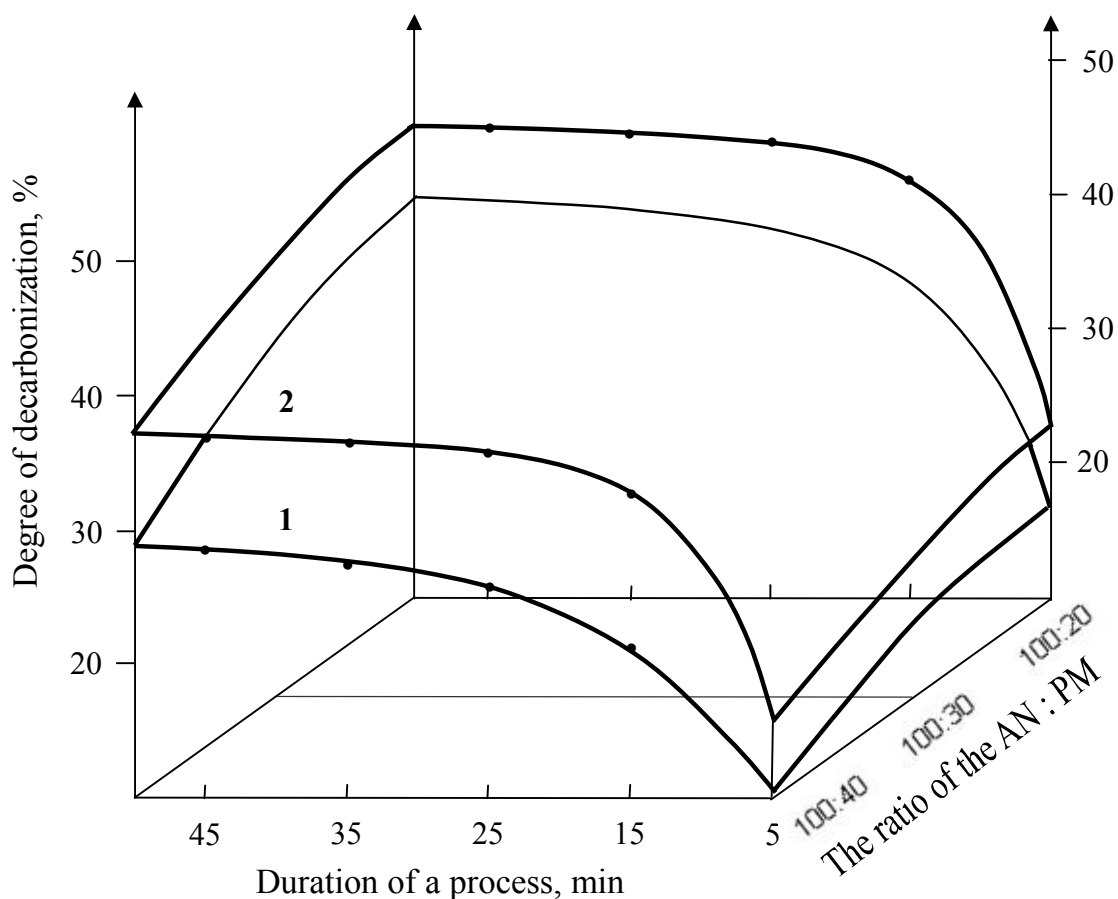
Table 4

Chemical composition of the fertilizers received by introduction into ammonium nitrate's melt of phosphate raw material of Central Kyzylkum

Amount of phosphate material, g	Amount of melt, g	H of 10 % s' solution of a product	N, %	P ₂ O ₅ total, %	P ₂ O ₅ dig. by 0.2M Tr. B, %	P ₂ O ₅ dig. by 2% citric acid, %	CaO _{total} , %	CaO _{dig.} by 2% citric acid, %	CaO _{water} , %	CO ₂ , %	P ₂ O ₅ dig. : P ₂ O ₅ total by 0.2M Tr. B, %	P ₂ O ₅ dig. : P ₂ O ₅ total by 2% citric acid, %
When using ordinary phosphorite meal												
7.0	100	6.89	32.25	1.05	0.92	1.03	2.70	2.44	0.94	0.53	87.61	98.09
13.0	100	6.98	30.75	2.01	1.69	1.95	5.69	4.79	1.45	0.97	84.07	97.01
20.0	100	7.01	29.15	3.00	2.42	2.87	8.35	6.60	1.52	1.45	80.66	95.66
30.0	100	7.09	27.10	4.10	3.10	3.83	11.01	8.05	1.57	2.10	75.60	93.41
40.0	100	7.14	25.24	5.04	3.71	4.45	13.12	9.02	1.61	2.85	73.61	88.29
When using dust-like fraction												
5.0	100	6.85	32.81	0.90	0.79	0.88	2.18	1.96	0.78	0.37	87.77	97.78
12.0	100	6.94	30.70	2.01	1.70	1.95	4.84	4.08	1.21	0.86	84.57	97.01
20.0	100	6.96	29.24	3.15	2.56	3.03	7.60	6.18	1.31	1.39	81.27	96.19
27.0	100	6.99	27.41	4.10	3.17	3.83	9.67	7.06	1.36	1.86	77.31	93.41
37.0	100	7.00	26.01	5.17	3.80	4.56	12.51	8.63	1.40	2.63	73.50	88.20
When using mineralized mass												
8.0	100	6.75	31.71	1.02	0.65	0.79	3.23	2.53	1.07	0.75	63.72	77.45
16.0	100	6.83	29.49	2.01	1.24	1.43	5.86	4.08	1.41	1.53	61.69	71.14
26.0	100	6.86	27.83	2.96	1.68	1.96	8.17	5.42	1.47	2.47	56.75	66.21
36.0	100	6.88	25.58	4.14	2.13	2.48	10.86	6.88	1.61	3.36	51.45	59.30
48.0	100	6.90	23.94	4.95	2.24	2.76	13.47	8.24	1.71	4.28	45.25	55.75
When using washed dried concentrate												
6.0	100	6.40	32.56	1.02	0.79	0.96	2.71	2.44	1.16	0.45	77.45	94.11
12.0	100	6.58	30.74	1.97	1.42	1.78	5.15	4.31	1.82	0.96	72.08	90.35
19.0	100	6.72	28.97	2.94	1.94	2.52	7.65	5.99	1.99	1.57	65.98	85.71
27.5	100	6.78	27.15	3.98	2.36	3.18	10.36	7.67	2.14	2.31	59.29	79.89
37.0	100	6.82	25.32	5.04	2.65	3.62	13.02	8.88	2.42	3.07	52.57	71.82
When using washed calcined concentrate												
3.8	100	5.95	33.12	0.97	0.21	0.69	1.92	1.67	0.93	--	21.64	71.13
8.2	100	6.10	32.09	1.96	0.39	1.35	4.08	3.29	1.58	--	19.89	68.87
12.4	100	6.24	30.50	2.98	0.50	1.96	5.94	4.40	2.05	--	16.77	65.77
17.4	100	6.40	29.74	4.02	0.56	2.44	8.04	5.45	2.51	--	13.93	60.69
22.2	100	6.57	28.47	5.06	0.62	2.91	10.67	6.30	3.08	--	12.25	57.51
38.0	100	6.73	25.20	7.60	0.64	3.15	14.86	6.75	3.16	--	8.42	41.44

The rheological properties of melts and solutions of ammonium nitrate with the Central Kyzylkum phosphorites additives have been studied. From the values of the density and viscosity of the nitrophosphate melt and the pulp it can be concluded that they can be readily pumped from one device to another, and be granulated in an existing tower or in drum granulator-dryer.

The introduction of the phosphate raw material in the melt or concentrated solution of ammonium nitrate leads to a significant increase in the strength of the granules of produced nitrogen phosphorus fertilizer. Thus, if the strength of the ammonium nitrate granules is 1,6 MPa, then the injection to its melt of ordinary PM in an amount of 1% P_2O_5 leads to increase of this figure up to 4.26 MPa, 2% P_2O_5 – 5.95 MPa, 3% P_2O_5 – 7.11 MPa, 4.1% P_2O_5 – 7.51 MPa and 5% P_2O_5 – 7.8 MPa. There is a similar pattern with other types of phosphate raw materials. When saltpeter phosphorite meal is added to the melt in amounts of 1.05 – 5.04% P_2O_5



Temperature of process is: 1-170 °C; 2 – 180 °C

Fig.2. Dependence of change of a decarbonization's degree of phosphate raw material on ratio AN:PM and duration of a process

the porosity of granules with the size 2-3 mm reduces from 9.15 to 7.08%, the bulk weight value of obtained fertilizers increases from 0.925 to 1.033 g/cm³. Caking of pure ammonium nitrate is estimated as 4.67 kg/cm². With the introduction to its composition 5.04% P₂O₅ phosphorite meal caking of granules decreases to 1.7 kg/cm².

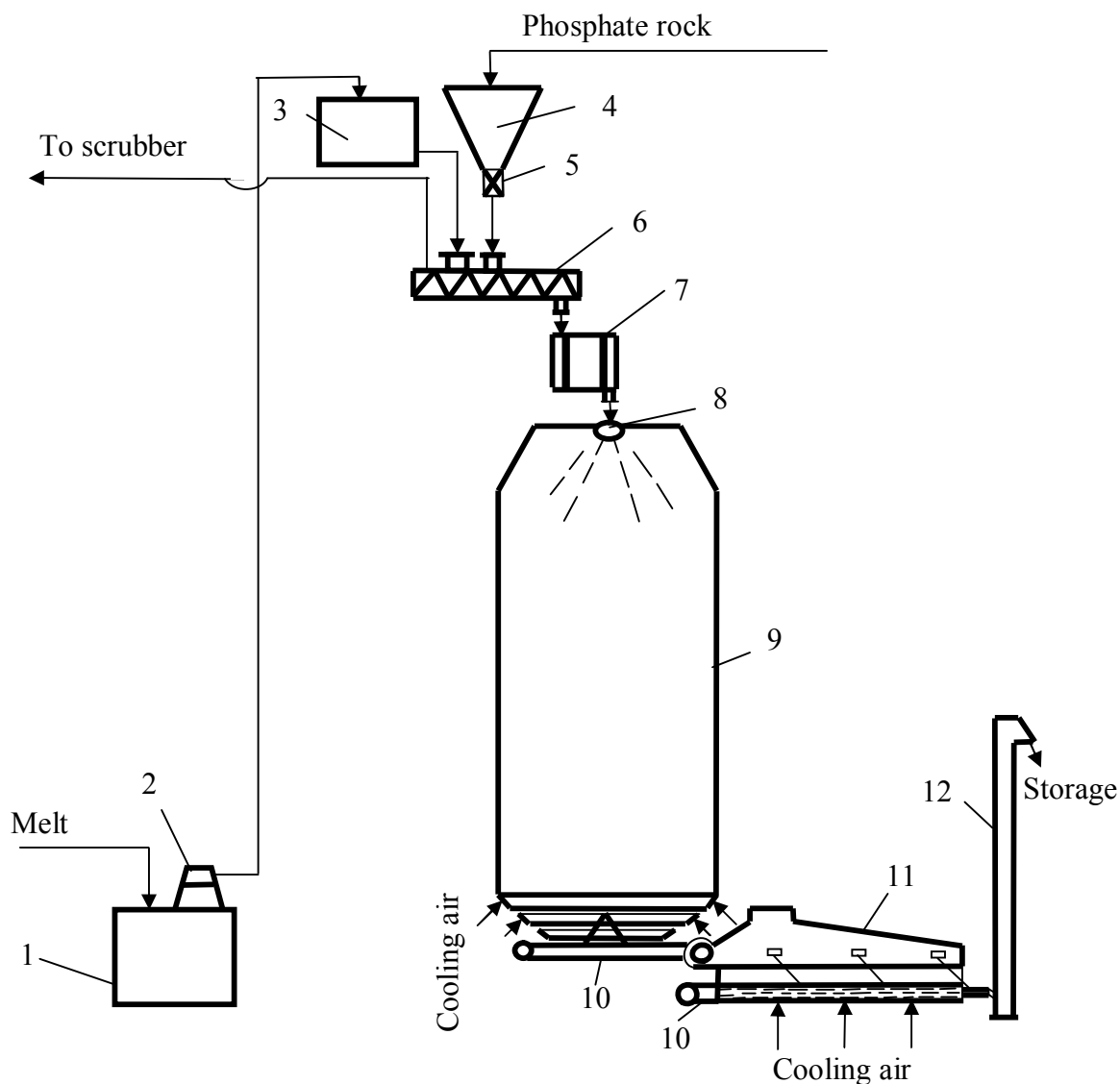
With thermal analysis method the effect of phosphate additives on the polymorphic transformations of AN has been studied. These data show that increasing of the additive content from 1 to 5% of P₂O₅ leads to the temperature increase of the modificational transition IV - III from 53.7 to 56.6⁰C. Three thermoeffects are fixed at the cooling curves, which are characteristic for melt transitions → I; I → II; II → IV. The temperature of transitions also increases I → II and II → IV from 128.2 to 132 and from 50.1 to 53⁰C respectively. When cooling the melt of AN the temperature of conversion IV → III is 44.8⁰C, and additives of phosphate raw materials lead to an increase of temperature of current conversion, and for the sample with the content of phosphate additive 5% P₂O₅ it is 56.6⁰C. Transition temperatures also change III → II, II → I and I → melt in nitrogen-phosphorus fertilizers and are respectively 90-90.5; 130.2-132.4; 168.5-166.3⁰C, while the temperatures of these transitions for the original AN constitute 89.2; 129.9 and 170.3⁰C.

Thus, with the addition of phosphate raw material in modification IV stabilization occurs, that's why during storage of phosphatized AN at temperature variations up to +54⁰C dramatic volumetric changes in its crystals associated with the modificational transitions will not occur.

Thermal effects of modification transitions of studied samples, defined on the NETSCH STA 409 PC/PG device, show that their values are significantly lower than the heat of transitions from initial AN. Consequently, they occur with less thermal changes and additives have an inhibitory effect on the modification transformations and at the transition points transformation does not occur fully.

It is known that increased acidity of ammonium nitrate melt leads to its explosion. Therefore buffering action of phosphate additives on saltpeter melt acidity was investigated. At shutter speeds of saltpeter melt for 120 minutes at a temperature of 180⁰C its pH value decreases from 6.13 to 3.76. This means that this weakly acid medium is formed due to partial decomposition of ammonium nitrate to nitric acid and ammonia. Under the same conditions in the presence of phosphate additives in an amount of 5% P₂O₅ pH value decreased from 7.15 to 6.89, that is when saltpeter phosphorite is added to the melt the acidification process does not occur, because nitric acid, which forms in the melt, quickly is neutralized with phosphate raw materials.

Thermogravimetric analysis showed that ammonium nitrate begins to decompose at 210⁰C, and the nitrogen-phosphorus fertilizer (NPF) on its base with the addition of phosphate meal in the amount of 1-5% P₂O₅ begins to decompose at temperature range of 240-250⁰C. At the same time the activation energy of the thermal decomposition of phosphatized ammonium nitrate samples increases significantly.



1-tank with ammonium nitrate melt, 2-immersed pump, 3-pressure tank, 4- bunker for phosphoric raw materials, 5-feeder, 6- two-shaft mixer, 7 - homogenizer, 8-granulator, 9-granulating tower, 10-belt conveyor, 11- apparatus for cooling of NPF in fluidized bed, 12-elevator

Fig. 3. Technological diagram for recovery of nitrogen-phosphorus fertilizer

Electron-microscopic analysis indicated that phosphorite additive, being the centers of crystallization, reduces the size of ammonium nitrate crystals and fills the pores and microcrack, making the structure of the granules more perfect by eliminating defects therein as germs of future destruction.

X-ray analysis showed that the resulting nitrogen-phosphorus fertilizer consists of ammonium nitrate, activated fluorocarbonate apatite, calcite and a small amount of calcium nitrate.

In order to determine the loss of ammonium and nitrate nitrogen at release of developed nitrogen-phosphorus fertilizer, pilot tests in the workshop number 3 of

JSC "Navoiazot" were conducted. Losses per 1 ton of NPF amounted to: as NH_3 – 0.52 kg/t and as NH_4NO_3 – 0.41 kg/t, i.e. overall loss at steps of mixing and granulation of NPF in terms of nitrogen reaches 0.572 kg/t being the allowable value.

Basing on the results of laboratory experiments the technological scheme of production of nitrogen-phosphorus-fertilizers was developed (Fig. 3) used on melt and concentrated solution of ammonium nitrate with the addition of the Central Kyzylkum phosphate raw materials. Material balances of production were calculated.

On developed technology of NPF the patent of Republic of Uzbekistan №IAP 04527 dated 06.10.2010 named «Method for producing nitrogen-phosphorus fertilizer» was obtained. The technology is implemented at JSC «Navoiazot». From 2009 till now more than 300 tons of NPF were produced totaling for 165 billion soums. Part of this amount was exported abroad.

CONCLUSION

The thesis contains the solution of very relevant scientific and technical problems in the field of chemistry and chemical technology of mineral fertilizers, laying a theoretical and applied research, ensuring development of resource-saving technology for new types of single phosphorus, nitrogen-phosphorus and liquid nitrogen-calcium fertilizers based on complex processing of the Central Kyzylkum phosphorites.

The main scientific and practical results obtained in the performance of the thesis are as follows:

1. The study of graphoanalytical analysis of $\text{CaO-P}_2\text{O}_5\text{-SO}_3\text{-H}_2\text{O}$ and $\text{CaO-P}_2\text{O}_5\text{-N}_2\text{O}_5\text{-H}_2\text{O}$ systems has theoretically proved the process of interaction between the Central Kyzylkum phosphorites with phosphoric acid-gypsum pulp and nitric acid with reduced norm. New scientific evidence obtained allows to justify and to predict the flow conditions and processes of single nitrogen-phosphorus-calcium fertilizers during the processing of Kyzylkum phosphorites and to find optimal compositions.

2. The interaction between different types of the Central Kyzylkum phosphorites and a phosphoric acid gypsum pulp obtained by the decomposition of washed calcined concentrate with sulfuric acid, in the range of mass ratios $\text{PAGS:PR} = 100 : (25-70)$ was investigated. Ratios and concentrations limits of the reactants involved in the process were established. It is shown that the optimal ratio of PAGS:PR is $100 : (25-30)$, in which single fertilizer with a maximum content of digestible and water-soluble form of P_2O_5 and CaO can be obtained. To improve the marketable properties of the product in sulfo-calcium phosphate slurry it is recommended to add the sour runoff - absorption solution of EPA production.

3. The advanced technology of nitrogen-phosphorus-calcium containing and liquid nitrogen-calcium fertilizer production by partial release of calcium nitrate from ammoniated nitrogen-calcium phosphate slurry by various options was

developed. It is shown that in the proposed NPCa fertilizers content of P_2O_5 is 7-10% higher than in NCPF (nitrofos), which is produced at JSC «Samarkandkimyo».

The studies have been conducted on the processing of NACS, which is the liquid phase of nitrogen-calcium phosphate slurry, in various marks of LNCF. The different composition of LNCF was obtained with evaporation method of NACS and neutralization with ammonia depending on the norm of nitric acid. And by adding ammonium nitrate, urea and CAN solution to NACS a wide range of LNCF with high nitrogen content was obtained.

4. The possibility of obtaining of NPF on the basis of interaction of different types of the Central Kyzylkum phosphorites with a melt or concentrated solution of AN was studied. The kinetics of decarbonization and activation of ordinary phosphorite flour in AN melt were studied. It is shown that a high degree of decarbonization and activation of phosphate raw materials in NPF observed after 20 minutes of initial reagents' interaction. It was found out that the introduction of phosphate additives into ammonium nitrate significantly increases the hardness of granules, i.e. on average for 2.0-5.5 times. Adding phosphorite powder to an amount of 5% in terms of P_2O_5 to AN melt reduces porosity of its granules from 9.15 to 7.08%. Caking of NPF containing 3.0-5.04% P_2O_5 is 1.71-1.87 kg/cm² that 2.5-2.7 times less than the net AN caking.

5. The effect of phosphate additives on the modificational conversions of ammonium nitrate was studied. Determined that for AN transformation temperature IV→III is 44.8°C, and with the addition of phosphate raw materials in the amount of 1.05-5.04% P_2O_5 to AN the temperature of this transformation increases from 53.7 to 56.6°C. This reduces the melting temperature and crystallization of AN. Rising the transition temperature IV → III contribute to the preservation of high strength and to reduction of NPF granules caking during transport and storage in hot climates.

Thermal effects of modificational transitions of NPF were defined. It is shown that their values are much lower than the initial AN's heat of transition. Consequently, they occur with minimal thermal effects and the additive has an inhibitory effect on modificational transformation and at the transition points of transformation does not proceed until the end, and that helps to reduce the level of granules' destruction, sealing their structure and thus the preservation of increased strength.

6. It was shown that when AN is heated the phosphate additives have beneficial buffering action and stabilize its pH value. The temperatures of the beginning of their decomposition and energy of their activation process were determined. It was found out that the onset temperature of thermal decomposition of the AN as part of NPF compared to net AN depending on the amount of phosphorite additives, increased from 29 to 39°C. It is shown that the activation energy of NPF decomposition, containing from 1 to 5% P_2O_5 varies between 46.6-51.6 kcal/mol, which is 4.7-9.7 kcal/mol higher than the activation energy of pure AN decomposition. This indicates a significant increase in thermal stability of

phosphatized AN.

Conducted electron-microscopic study of micro-structures of NPF granules shows that the phosphate additive reduces the size of ammonium nitrate crystals. Phosphorite settles into the pores and microcracks, filling them, forming a more perfect surface and internal structure of the NPF granules.

By conducting of pilot tests in the workshop number 3 at JSC «Navoiazot», the losses of ammonium and nitrate nitrogen at release of developed nitrogen-phosphorus fertilizer were identified. Losses per 1 t of NPF were: in the form of NH_3 – 0.52 kg/t, and in the form of NH_4NO_3 – 0.41 kg/t, i.e. overall loss at the mixing and granulation stage of NPF in terms of nitrogen amounted to 0.572 kg/t which is the allowable value.

7. Physicochemical and rheological properties of solutions, pulps and melts which were formed at various stages of technological process of the Central Kyzylkum phosphorites processing were determined. With the use of X-ray methods and IR spectroscopic analysis the salt composition of the products was established, also the physicochemical and product properties of single, nitrogen-phosphorus and NPCa fertilizers were studied.

8. Based on the results of the laboratory experiments, data of tests carried out at the model installation and at a pilot works the technological scheme was designed and material balance of production of singles, nitrogen-phosphorus, NPCa and liquid nitrogen-calcium fertilizers was composed. The results of the physical, chemical and applied researches on the decomposition of the Central Kyzylkum phosphorites with phosphoric acid-gypsum pulp formed the basis for the development of technology for single-phosphorus fertilizer, which has been successfully tested at JSC «Ammofos-Maxam» with the release in 2009 of 60 tons, and in 2011, 100 tons of a new type of fertilizer. Production technology of NPF based on ammonium nitrate melt and the Central Kyzylkum phosphorite flour is implemented at JSC «Navoiazot». Since the beginning of 2009 to the present time more than 300 thousand tons of new type of NPF in the amount of 165 billion soums were produced.

9. Technical and economic calculations were fulfilled for the single, NPCa and liquid nitrogen-calcium fertilizers. In organizing the production of single phosphorus fertilizer the norm of sulfuric acid per 1 ton of 100% P_2O_5 compared to the production of suprefos reduced to 30-35%. Wholesale price of granular NPCa fertilizer is 565511 soums compared to NCPF on 118643 soums cheaper. Wholesale price of LNCF, which is obtained with the addition to NACS ammonium nitrate and urea is 192722 and 285548 soums respectively. With the release of 100 thousand tons of NPF per year only due to the absence of special protection and support more than 2 billion soums are saved.

10. Agrochemical tests of derived fertilizers at cotton plants' fields in the microlysimetric, pushed plot and field conditions were held. These results indicate that the efficiency of the developed agrochemical fertilizers is close to the efficiency of mixtures of traditional fertilizers with an equivalent amount of nutrients.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS
I бўлим (I часть; part I)

1. Сейтназаров А.Р., Реймов А.М., Намазов Ш.С., Беглов Б.М. Активация фосфоритов Центральных Кызылкумов водными растворами нитрата аммония и его расплавом // Химическая промышленность. – Санкт-Петербург, 2006. – т. 83. – № 7. – С. 317-321.
2. Курбаниязов Р.К., Реймов А.М., Дадаходжаев А.Т., Намазов Ш.С., Беглов Б.М. Азотнофосфорные удобрения, получаемые введением в плав аммиачной селитры фосфатного сырья Центральных Кызылкумов // Химическая промышленность. – Санкт-Петербург, 2007. – т. 84. – № 5. – С. 242-248.
3. Алимов У.К., Реймов А.М., Намазов Ш.С., Беглов Б.М. Одинарные фосфорные удобрения на основе продуктов взаимодействия сульфокальцийфосфатной пульпы с фосфатным сырьем Центральных Кызылкумов // Химия и химическая технология. – Ташкент, 2007. – № 3. – С. 6-10.
4. Намазов Ш.С., Курбаниязов Р.К., Реймов А.М., Беглов Б.М. Прочность гранул аммиачной селитры с добавками фосфоритов Центральных Кызылкумов // Химическая промышленность. – Санкт-Петербург, 2008. – т. 85. – № 2. – С. 65-70.
5. Намазов Ш.С., Курбаниязов Р.К., Реймов А.М., Беглов Б.М. Реологические свойства плава аммиачной селитры с добавками фосфоритов Центральных Кызылкумов // Химическая технология. Контроль и управление. – Ташкент, 2008. – № 2. – С. 5-8.
6. Реймов А.М. Разработка технологии производства азотно-фосфорных удобрений на основе расплава аммиачной селитры // Узбекский химический журнал. – Ташкент, 2008. – №3. – С.107-111.
7. Курбаниязов Р.К., Реймов А.М., Намазов Ш.С., Беглов Б.М. Азотнофосфорные удобрения, получаемые взаимодействием концентрированных растворов нитрата аммония с рядовой фосфоритовой мукой Центральных Кызылкумов // Химическая технология. Контроль и управление. – Ташкент, 2008. – №3. – С. 5-8.
8. Курбаниязов Р.К., Реймов А.М., Намазов Ш.С., Беглов Б.М. Кинетика декарбонизации фосфоритовой муки Центральных Кызылкумов при её взаимодействии с плавом аммиачной селитры // Химическая технология. Контроль и управление. – Ташкент, 2008. – №5. – С. 5-8.
9. Курбаниязов Р.К., Реймов А.М., Намазов Ш.С., Беглов Б.М. Кинетика активаций рядовой фосфоритовой муки Центральных Кызылкумов расплавом аммиачной селитры при 180⁰С // Химическая промышленность. – Санкт-Петербург, 2008. – т. 85. – №8. – С. 382-387.

10. Курбаниязов Р.К., Реймов А.М., Намазов Ш.С., Беглов Б.М. Азотнофосфорные удобрения, получаемые взаимодействием концентрированных растворов нитрата аммония с минерализованной массой фосфоритов Центральных Кызылкумов // Химическая промышленность. – Санкт-Петербург, 2009. – т. 86. – №2. – С. 65-70.
11. Шеркузиев Д.Ш., Реймов А.М., Раджабов Р.Р., Намазов Ш.С. Рациональная технология получения азот-фосфор-кальцийсодержащих удобрений из Кызылкумских фосфоритов // Вестник ТашГТУ. – Ташкент, 2009. – №1-2. – С. 179-182.
12. Курбаниязов Р.К., Реймов А.М., Намазов Ш.С., Беглов Б.М. Азотнофосфорные удобрения, получаемые взаимодействием концентрированных растворов нитрата аммония с пылевидной фракций фосфоритов Центральных Кызылкумов // Узбекский химический журнал. – Ташкент, 2009. – №3. – С. 57-61.
13. Алимов У.К., Реймов А.М., Намазов Ш.С., Одинарные фосфорные удобрения на основе Кызылкумских фосфоритов и фосфорнокислотно-гипсовой пульпы с добавкой кислого стока производства ЭФК // Химия и химическая технология. – Ташкент, 2009. – №4. – С.12-15.
14. Шеркузиев Д.Ш., Реймов А.М., Раджабов Р.Р., Намазов Ш.С. Физико-химические свойства жидких азотнокальциевых удобрений // Химический журнал Казахстана. – Алматы, 2009. – №4. – С. 79-87.
15. Курбаниязов Р.К., Реймов А.М., Намазов Ш.С., Беглов Б.М. Реологические свойства пульп из концентрированных растворов аммиачной селитры и минерализованной массы фосфоритов Центральных Кызылкумов // Химия и химическая технология. – Ташкент, 2009. – №3. – С. 6-9.
16. Алимов У.К., Реймов А.М., Намазов Ш.С., Беглов Б.М. Физико-химические и товарные свойства одинарных фосфорных удобрений // Химическая технология. Контроль и управление. – Ташкент, 2009. – №4. – С. 5-9.
17. Курбаниязов Р.К., Реймов А.М., Намазов Ш.С., Беглов Б.М. Реологические свойства пульп из концентрированных растворов аммиачной селитры и фосфоритовой муки Центральных Кызылкумов // Химическая промышленность. – Санкт-Петербург, 2010. – т. 87. – №1. – С. 1-5.
18. Реймов А.М., Шеркузиев Д.Ш., Намазов Ш.С., Раджабов Р.Р., Беглов Б.М. Жидкие азотнокальциевые удобрения на основе азотнокислотной вытяжки фосфатов и карбамида // Химическая промышленность. – Санкт-Петербург. – 2010. – т. 87. – №5. – С. 228-234.
19. Реймов А.М. Новые одинарные фосфорные удобрения на основе фосфорнокислотно-гипсовой пульпы и Кызылкумских фосфоритов // Узбекский химический журнал. – Ташкент, 2010. – №3. – С. 77-81.
20. Шеркузиев Д.Ш., Реймов А.М., Раджабов Р.Р., Намазов Ш.С. Жидкие комплексные удобрения и их свойства // Узбекский химический журнал. – Ташкент, 2010. – №4. – С. 66-70.

21. Алимов У.К., Реймов А.М., Саттаров Т.А., Намазов Ш.С., Беглов Б.М. Получение одинарных фосфорных удобрений из Кызылкумских фосфоритов на модельной лабораторной установке // *Узбекский химический журнал*. – Ташкент, 2011. – №1. – С. 43-50.
22. Реймов А.М., Курбаниязов Р.К., Намазов Ш.С., Беглов Б.М. Физико-химические свойства фосфатизированной аммиачной селитры // *Научно-информационный бюллетень «Мир серы, N, P и K»*. – Москва, 2011. – №4. – С. 4-8.
23. Реймов А.М. Термические исследования фосфатизированной аммиачной селитры // *Узбекский химический журнал*. (Специальный выпуск). – Ташкент, 2011. – С. 153-159.
24. Намазов Ш.С., Реймов А.М., Алимов У.К., Нурмурадов Т.И. Фосфорсодержащие удобрения на основе фосфорнокисотно-гипсовой пульпы и минерализованной массы Кызылкумских фосфоритов // *Горный вестник Узбекистана*. - Навоий, 2011. – №4 (47). – С. 35-38.
25. Реймов А.М., Алимов У.К. Рентгенографические и ИК-спектроскопические исследования односторонних фосфорных удобрений // *Узбекский химический журнал*. – Ташкент, 2011. – №5. – С. 31-34.
26. Реймов А.М. Исследование модификационных превращений азотнофосфорного удобрения, полученного на основе аммиачной селитры // *Химическая технология. Контроль и управление*. – Ташкент, 2012. – №5. – С. 19-23.
27. Namazov Sh., Reymov A., Pirmanov N., Kurbanliyazov R. Nitrogen phosphoric fertilizer production technology on the base of Central Kyzylkum phosphorites and ammonium nitrate melt // *Applied Technologies & Innovations*. – Prague, 2012. – vol. 8, N 3. – pp. 20-26.
28. Реймов А.М., Намазов Ш.С., Курбаниязов Р.К., Беглов Б.М. Электронно-микроскопические исследования азотно-фосфорных удобрений, получаемых введением фосфатного сырья в плав аммиачной селитры // *Узбекский химический журнал*. – Ташкент, 2012. – №3. – С. 19-24.
29. Намазов Ш.С., Реймов А.М., Беглов Б.М. К проблеме получения стабильной аммиачной селитры // *Узбекский химический журнал*. – Ташкент, 2013. – №3. – С. 3-13.
30. Reymov A.M., Namazov Sh. S., Beglov B. M. Effect of phosphate additives on physical-chemical properties of ammonium nitrate // *Journal of Chemical Technology and Metallurgy*. – Sofia, 2013. – vol. 48, N 4. – pp. 391-395.
31. Реймов А.М., Намазов Ш.С., Шеркузиев Д.Ш., Закиров Б.С. Технология производства жидких и твердых комплексных удобрений на основе азотнокислотной переработки Кызылкумских фосфоритов // *Узбекский химический журнал*. – Ташкент, 2013. – №6. – С. 63-72.
32. Reymov A., Namazov Sh. Nitrogen-phosphorous fertilizers on the base of concentrated ammonium nitrate solution and Central Kyzylkum phosphate raw

material // Polish Journal of Chemical Technology. – Szczecin, 2014. – vol. 16, N 3. – pp. 30-35.

Патентлар (патенты; patents)

33. Патент РУз №04527. Способ получения азотнофосфорного удобрения / Намазов Ш.С., Ботиров Б.Б., Пак В.В., Салихов Ш.С., Реймов А.М., Якубов Р., Беглов Б.М., Курбаниязов Р.К., Пирманов Н.Н., Закиров Б.С. // Расмий ахборотнома. – 2012. – № 7.

И бўлим (II часть; part II)

34. Алимов У.К., Реймов А.М., Намазов Ш.С., Беглов Б.М. Состав и реологические свойства сульфокальцийфосфатных пульп после их взаимодействия с фосфатным сырьем Центральных Кызылкумов // Актуальные проблемы создания и использования высоких технологий переработки минерально-сырьевых ресурсов Узбекистана: Сб. мат. Респ. науч.- техн. конф. 2-3 октября 2007. – Ташкент, 2007. – С. 43-46.

35. Алимов У.К., Реймов А.М., Намазов Ш.С., Беглов Б.М., Садыков Б.Б. Одинарные фосфорные удобрения на основе взаимодействия сульфокальцийфосфатной пульпы с термоконцентратом фосфоритов Центральных Кызылкумов // Актуальные проблемы создания и использования высоких технологий переработки минерально-сырьевых ресурсов Узбекистана: Сб. мат. Респ. науч.-техн. конф. 2-3 октября 2007. – Ташкент, 2007. – С. 214-217.

36. Курбаниязов Р.К., Реймов А.М., Намазов Ш.С., Беглов Б.М. Азотнофосфорные удобрения, получаемые введением в плав аммиачной селитры термоконцентрата фосфоритов Центральных Кызылкумов // Актуальные проблемы создания и использования высоких технологий переработки минерально-сырьевых ресурсов Узбекистана: Сб. мат. Респ. научн.-техн. конф. 2-3 октября 2007. – Ташкент, 2007. – С. 278-282.

37. Курбаниязов Р.К., Реймов А.М. Влияние фосфатной добавки на прочность гранул аммиачной селитры // Физиологически активные соединения на основе растительных ресурсов и технология неорганических веществ: Сб. мат. Респ. науч.-техн. конф. – Нукус, 2008. – С. 113-114.

38. Курбаниязов Р.К., Реймов А.М. Азотнофосфорные удобрения на основе аммиачной селитры и фосфоритов Центральных Кызылкумов // XIV Межд. науч. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых «Ломоносов»: Тез. докл. – Москва: МГУ, 2008. – С. 404.

39. Алимов У.К., Реймов А.М. Ресурсосберегающая технология получения концентрированного фосфорного удобрения на основе фосфоритов Центральных Кызылкумов // XV Межд. науч. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых «Ломоносов»: Тез. докл. – Москва: МГУ, 2008. – С. 370.

40. Алимов У.К., Реймов А.М. Одинарные фосфорные удобрения из фосфоритов Центральных Кызылкумов // Высокотехнологичные разработки – производству: Тез. докл. науч.-практ. конф. молодых ученых, посвященной 17-ой годовщине независимости Республики Узбекистан и Году молодёжи. 3-4 сентября 2008. – Ташкент, 2008. – С. 12-13.

41. Курбаниязов Р.К., Реймов А.М. Получение азотнофосфорных удобрений взаимодействием концентрированных растворов аммиачной селитры с рядовой фосфоритовой мукой Центральных Кызылкумов // Высокотехнологичные разработки – производству: Тез. докл. науч.-практ. конф. молодых ученых, посвященной 17-ой годовщине независимости Республики Узбекистан и Году молодёжи. 3-4 сентября 2008. – Ташкент, 2008. – С. 37-38.

42. Шеркузиев Д.Ш., Реймов А.М. Усовершенствованная технология получения азотнофосфорнокальциевых удобрений из рядовой фосмуки Центральных Кызылкумов // Высокотехнологичные разработки – производству: Тез. докл. науч.-практ. конф. молодых ученых, посвященной 17-ой годовщине независимости Республики Узбекистан и Году молодёжи. 3-4 сентября 2008. – Ташкент, 2008. – С. 64-67.

43. Алимов У.К., Реймов А.М., Намазов Ш.С., Беглов Б.М. К вопросу получения одинарных фосфорных удобрений из сульфокальцийфосфатной пульпы и мытого сушеного концентрата фосфоритов Центральных Кызылкумов // Достижения и перспективы комплексной химической переработки топливно-минерального сырья Узбекистана: Сб. мат. Респ. науч.-техн. конф. 7-8 октября 2008. – Ташкент, 2008. – С. 177-180.

44. Курбаниязов Р.К., Намазов Ш.С., Реймов А.М. Прочность гранул азотно-фосфорных удобрений, полученных на основе расплава аммиачной селитры и мытого сушеного концентрата // Достижения и перспективы комплексной химической переработки топливно-минерального сырья Узбекистана: Сб. мат. Респ. науч.-техн. конф. 7-8 октября 2008. – Ташкент, 2008. – С. 193-196.

45. Шеркузиев Д.Ш., Реймов А.М., Намазов Ш. С., Раджабов Р.Р. Жидкие комплексные удобрения на основе жидкой фазы нитрокальцийфосфатной пульпы и нитрата аммония // Актуальные проблемы химии: Материалы Респ. научн.-практ. конф. – Самарканд: СамГУ, 2009. – С. 15-16.

46. Алимов У.К., Реймов А.М., Намазов Ш.С. Изучение физико-химических свойств одинарных фосфорных удобрений // Актуальные проблемы химии: Материалы Респ. науч.-практ. конф. – Самарканд: СамГУ, 2009. – С. 28-29.

47. Шеркузиев Д.Ш., Реймов А.М., Намазов Ш.С. Рациональная технология получения азотфосфоркальцийсодержащего удобрения на основе разложения фосфоритов Центральных Кызылкумов при пониженной норме азотной кислоты // Нетрадиционные химические технологии и экологические

проблемы: Материалы V Респ. науч.-практ. конф. – Фергана: ФерПИ, 2009. – С. 97-98.

48. Курбаниязов Р.К., Реймов А.М., Намазов Ш.С. Реологические свойства аммонийнитрокальцийфосфатных пульп // Нетрадиционные химические технологии и экологические проблемы: Материалы V - Респ. науч.-практ. конф. – Фергана: ФерПИ, 2009. – С. 93-94.

49. Шеркузиев Д.Ш., Реймов А.М. Получение комплексных азот-фосфор-кальцийсодержащих удобрений на основе фосфоритов Центральных Кызылкумов // Основные проблемы естествознания: пути и перспективы их решения: Мат. межд. научн.-практ. конф. – Актюбе: АГУ, 2009. – С. 256-257.

50. Шеркузиев Д.Ш., Реймов А.М., Намазов Ш.С. Условия аммонизации кислых нитрокальцийфосфатных пульп, полученных неполным разложением азотной кислоты рядовой фосмуки Центральных Кызылкумов // Иқтидорли талабалар, магистрантлар, аспирантлар, докторантлар ва мустақил тадқиқотчиларнинг илмий-амалий конференция материаллари тўплами. – Наманган: НамИПИ, 2009. – С. 212-213.

51. Шеркузиев Д.Ш., Реймов А.М. Жидкие азотно-кальциевые удобрения на основе Кызылкумских фосфоритов // «Инновации. Интеллект. Культура»: Материалы XVII Всероссийской научн.-практ. конф. молодых ученых и студентов, посвященной 15-летию ТИИ ТюмГНГУ. 20 ноября 2009. – Тюмень, 2009. – С. 7.

52. Курбаниязов Р.К., Реймов А.М., Намазов Ш.С. Фосфорсодержащая аммиачная селитра из Кызылкумских фосфоритов // Современные техника и технологии горно-металлургической отрасли и пути их развития: Материалы межд. научн.-техн. конф. 12-14 мая 2010. – Навои. – 2010. – С. 324-325.

53. Шеркузиев Д.Ш., Реймов А.М., Намазов Ш.С. Твердые и жидкие комплексные удобрения на основе Кызылкумских фосфоритов // Современные техника и технологии горно-металлургической отрасли и пути их развития. Материалы межд. научн.-техн. конф. 12-14 мая 2010. – Навои, 2010. – С. 335-336.

54. Реймов А.М. Одинарные и азотнофосфорные удобрения из Кызылкумских фосфоритов // «Высокотехнологичные разработки – производству», посвященной Году гармонично развитого поколения: Тез. докл. научн.-практ. конф. молодых ученых. 16-17 июня 2010. – Ташкент, 2010. – С. 34-35.

55. Алимов У.К., Реймов А.М., Садыков Б.Б., Намазов Ш.С., Беглов Б.М. Опытнo-промышленные испытания технологии получения одностороннего фосфорного удобрения на ОАО «Аммофос-Максам» // Разработка эффективной технологии получения минеральных удобрений и агрохимикатов нового поколения и применение их на практике: Сб. мат. Респ. научн.-техн. конф. 25-26 ноября 2010. – Ташкент. – 2010. – С. 19-21.

56. Курбаниязов Р.К., Реймов А.М., Намазов Ш.С., Беглов Б.М. О некоторых свойствах фосфатизированной аммиачной селитры // Разработка эффективной технологии получения минеральных удобрений и

агрохимикатов нового поколения и применение их на практике: Сб. мат. Респ. научн.-техн. конф. 25-26 ноября 2010. – Ташкент. – 2010. – С.29-31.

57. Курбаниязов Р.К., Реймов А.М., Намазов Ш.С., Беглов Б.М. Влияние фосфатных добавок на модификационные превращения аммиачной селитры // Разработка эффективной технологии получения минеральных удобрений и агрохимикатов нового поколения и применение их на практике: Сб. мат. Респ. научн.-техн. конф. 25-26 ноября 2010. – Ташкент. – 2010. – С. 31-32.

58. Курбаниязов Р.К., Реймов А.М., Намазов Ш.С., Беглов Б.М. Влияние фосфатных добавок на скорость растворения гранул аммиачной селитры // Разработка эффективной технологии получения минеральных удобрений и агрохимикатов нового поколения и применение их на практике: Сб. мат. Респ. научн.-техн. конф. 25-26 ноября 2010. – Ташкент. – 2010. – С. 33-35.

59. Пак В.В., Пирманов Н.Н., Реймов А.М., Намазов Ш.С., Беглов Б.М. Опытнo-промышленные испытания технологии азотнофосфорного удобрения на основе аммиачной селитры и фосфоритов Центральнх Кызылкумов // Разработка эффективной технологии получения минеральных удобрений и агрохимикатов нового поколения и применение их на практике: Сб. мат. Респ. научн.-техн. конф. 25-26 ноября 2010. – Ташкент. – 2010. – С. 35-38.

60. Шеркузиев Д.Ш., Реймов А.М., Намазов Ш.С. Исследование фазового состава азотнофосфорнокальциевых удобрений рентгенографическим методом // Разработка эффективной технологии получения минеральных удобрений и агрохимикатов нового поколения и применение их на практике: Сб. мат. Респ. научн.-техн. конф. 25-26 ноября 2010. – Ташкент. – 2010. – С. 89-91.

61. Курбаниязов Р.К., Реймов А.М. Технологическая схема получения азотно-фосфорных удобрений на основе концентрированного раствора аммиачной селитры // Проблемы развития малого бизнеса, основанного на научных достижениях и инновационных технологиях, взглядом молодых ученых: Материалы Респ. научн.-практ. конф. 3 марта 2011. – Ташкент. – 2011. – С. 226 – 227.

62. Шеркузиев Д.Ш., Реймов А.М. Жидкие комплексные удобрения на основе раствора карбамида и аммиачной селитры // Проблемы развития малого бизнеса, основанного на научных достижениях и инновационных технологиях, взглядом молодых ученых: Материалы Респ. научн.-практ. конф. 3 марта 2011. – Ташкент. – 2011. – С. 234 – 235.

63. Курбаниязов Р.К., Реймов А.М., Намазов Ш.С. Рентгенографические исследования азотнофосфорных удобрений, получаемых введением в плав аммиачной селитры фосфатного сырья Кызылкумского месторождения // Актуальные проблемы развития химической науки, технологии и образования в Республике Каракалпакстан: Материалы Респ. научн.-практ.

конф. посвященной 20-летию независимости Республики Узбекистан. 16-17 марта 2011. – Нукус. – 2011. - С. 81-82.

64. Алимов У.К., Реймов А.М., Намазов Ш.С. Переработка фосфоритовых отходов на квалифицированные удобрения // Материалы Актуальные проблемы развития химической науки, технологии и образования в Республике Каракалпакстан: Респ. научн.-практ. конф. посвященной 20-летию независимости Республики Узбекистан. 16-17 марта 2011г. – Нукус. – 2011. - С. 82-83.

65. Шеркузиев Д.Ш., Реймов А.М., Намазов Ш.С. Рентгенографические исследования фазового состава NPCa-удобрений // Актуальные проблемы развития химической науки, технологии и образования в Республике Каракалпакстан: Материалы Респ. научн.-практ. конф. посвященной 20-летию независимости Республики Узбекистан. 16-17 марта 2011. – Нукус. – 2011. - С. 123-124.

66. Курбаниязов Р.К., Реймов А.М., Намазов Ш.С., Закиров Б.С. Влияние фосфатной добавки на термическую стабильность аммиачной селитры // Перспективы развития техники и технологии и достижения горно-металлургической отрасли за годы независимости Республики Узбекистан: Материалы Респ. научн.-техн. конф. 12-14 мая 2011. – Навои 2011. – С. 199-200.

67. Реймов А.М., Зокирова С.А., Намазов Ш.С. Разработка технологии аммиачной селитры с фосфатной добавкой // Труды XXI научн.-техн. конф. молодых ученых, магистрантов и студентов бакалавриата. 1-5 мая 2012, Ташкент, 2012. – т. 1. – С. 35-36.

68. Реймов А.М., Намазов Ш.С., Курбаниязов Р.К. Определение теплоты модификационных превращений фосфорсодержащей аммиачной селитры // Современные технологии и инновации горно-металлургической отрасли: Материалы Респ. научн.-техн. конф. 14-15 июня 2012. – Навои, 2012. – С. 317-318.

69. Шеркузиев Д.Ш., Реймов А.М., Намазов Ш.С., Рузиева Н.Б. Азотфосфоркальцийсодержащие удобрения на основе фосфатного сырья Центрального Кызылкума // Современные техника и технологии горно-металлургической отрасли и пути их развития: Материалы межд. научн.-техн. конф. 14-16 мая 2013. – Навои, 2013. – С. 153-154.

70. Тен А.В., Реймов А.М., Пирманов Н.Н., Намазов Ш.С. Определение потерь аммонийного и нитратного азота при выпуске азотнофосфорного удобрения на ОАО «Навоиазот» // Современные техника и технологии горно-металлургической отрасли и пути их развития: Материалы межд. научн.-техн. конф. 14-16 мая 2013. – Навои, 2013. – С. 401-402.

71. Reymov A.M. Development and industrialization of technology of nitrogen-phosphate fertilizer // Conference papers of 7th International Scientific Conference «European Applied Sciences: modern approaches in scientific researches». – Stuttgart (Germany), 2013 – pp. 88-91.

72. Реймов А.М. ИК-спектроскопические исследования составов азотнофосфорных удобрений // Сборник тезисов докладов Респ. научн.-практ. конф. молодых ученых посвященной 70-летию Академии наук Республики Узбекистан. 26 декабря 2013. – Ташкент, 2013. – С. 83-84.

73. Reymov A., Namazov S., Nurmurodov T. Nitrogen-phosphorous fertilizers from ammonium nitrate solution and Kyzylkum phosphorite // Chemistry Conference for Young Scientists «ChemCYS». – Blankenberge, (Belgium), 2014. – pp.195.

Автореферат «Ўзбекистон кимё журналы» тахририятида тахрирдан ўтказилди (17.11.2014 йил).