

**ҚОРАҚАЛПОҚ ДАВЛАТ УНИВЕРСИТЕТИ  
ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖА БЕРУВЧИ  
PhD.03/30.12.2019.Т.20.03 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

---

**УМУМИЙ ВА НООРГАНИК КИМЁ ИНСТИТУТИ**

**НОМОЗОВ ШУХРАТЖОН ЮЛДАШАЛИ ЎҒЛИ**

**ҚИЗИЛҚУМ ЭКСТРАКЦИОН ФОСФОР КИСЛОТАСИ БАЗАСИДА  
СУЮҚ СУСПЕНДИРЛАНГАН КОМПЛЕКС ЎҒИТЛАР ОЛИШ  
ТЕХНОЛОГИЯСИ**

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

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

**Нукус – 2020**

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

**Номозов Шухратжон Юлдашали ўғли**

Қизилкум экстракцион фосфор кислотаси базасида суюқ  
суспендирланган комплекс ўғитлар олиш технологияси..... 3

**Номозов Шухратжон Юлдашали угли**

Технология получения жидких суспендированных комплексных  
удобрений на базе Кызылкумской экстракционной фосфорной  
кислоты..... 21

**Nomozov Shuhratjon Yuldashali o'g'li**

Technology of liquid suspended complex fertilizers based on  
Kuzylkum wet-process phosphoric acid ..... 39

**Эълон қилинган ишлар рўйхати**

Список опубликованных работ  
List of published works..... 42

**ҚОРАҚАЛПОҚ ДАВЛАТ УНИВЕРСИТЕТИ  
ХУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ  
PhD.03/30.12.2019.Т.20.03 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

---

**УМУМИЙ ВА НООРГАНИК КИМЁ ИНСТИТУТИ**

**НОМОЗОВ ШУХРАТЖОН ЮЛДАШАЛИ ЎҒЛИ**

**ҚИЗИЛҚУМ ЭКСТРАКЦИОН ФОСФОР КИСЛОТАСИ БАЗАСИДА  
СУЮҚ СУСПЕНДИРЛАНГАН КОМПЛЕКС ЎҒИТЛАР ОЛИШ  
ТЕХНОЛОГИЯСИ**

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

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

Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси **Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси** ҳузуридаги **Олий аттестация комиссиясида В2020.2.PhD/Г1758** рақам билан рўйхатга олинган.

Докторлик диссертацияси Умумий ва ноорганик кимё институтида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (Ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий кенгаш веб-саҳифасида ([www.karsu.uz](http://www.karsu.uz)) ва «ZiyoNet» ахборот-таълим порталида ([www.ziynet.uz](http://www.ziynet.uz)) жойлаштирилган.

**Илмий раҳбар:**

**Сейтиязаров Атаназар Рейишазарович**  
техника фанлари доктори

**Расмий оппонентлар:**

**Шамшидинов Исроилжон Тургунович**  
техника фанлари доктори, профессор

**Алланиязов Давран Оразымбетович**  
техника фанлари бўйича фалсафа доктори

**Етакчи ташкилот**

**Навоий Давлат қончилик институти**

Диссертация химояси Қорақалпоқ давлат университети ҳузуридаги PhD.03/30.30.12.2019.T.20.03 рақамли Илмий кенгашнинг « 15 » декабрь 2020 йил соат 13<sup>00</sup> даги мажлисида бўлиб ўтади (Манзил: 230112, Нукус шаҳри, Ч.Абдиров кўчаси, 1. Тел.: (99861) 223-60-47; факс: (99861) 223-60-78; e-mail: [karsuinfo@edu.uz](mailto:karsuinfo@edu.uz)).

Диссертация билан Қорақалпоқ давлат университетининг Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (№ 19-рақами билан рўйхатга олинган). Манзил: 230112, Нукус шаҳри, Ч.Абдиров кўчаси, 1. Тел.: (99861) 223-60-47. факс: (99861) 223-60-78.

Диссертация автореферати 2020 йил « 03 » декабрь куни тарқатилди.  
(2020 йил « 03 » декабрдаги 2 - рақамли реестр баённомаси).



**А.М. Реџмов**

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

**Р.К. Курбаниязов**

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

**Ш.Н. Туремуратов**

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

## **КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)**

**Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати.** Жаҳон тажрибасидан маълумки, ҳар қандай мамлакатнинг озиқ-овқат ҳавфсизлиги муаммосини ечишда минерал ўғитлар муҳим ўрин эгаллайди. Самарали ағохимикатлар, жумладан функционал таъсирга эга комплекс ўғитлар ишлаб чиқариши нафақат қишлоқ хўжалигида таянч, балки кимё саноати ривожланишининг мезони ҳисобланади. Интенсив боғдорчилик ва сабзавотчиликда томчилаб суғориш шароитида янги турдаги суюқ комплекс ўғитлар (СКЎ) ишлаб чиқариш масаласи кундаланг қўйилмоқда. Шу нуқтаи назардан, экинлар тез ўсиши ва ривожланишига ёрдам берадиган маълум таркиб ва хоссаларга эга бўлган суспендирланган ва суюқ NP- ва NPK-ўғитлар технологиясини жорий қилиш катта аҳамиятга эга бўлади.

Бутун дунёда СКЎ ишлаб чиқариши термик, концентрланган фосфорли ва полифосфорли кислоталар ишлатиш билан чамбарчас боғлиқ бўлиб, уни амалга оширишда сифатли фосфат хомашёси, кўп иссиқлик энергияси сарфи, ундан ташқари иссиқ ва совуқ режимдаги икки босқичли аммонийлаштириш жараёнини талаб қилинади. Шу сабабли паст концентрацияли экстракцион фосфор кислотани (ЭФК) қайта ишлашни таъминлаш ҳамда хомашё ва энергетик сарфларни камайтириш имконини берувчи рационал ечимларни ишлаб чиқиш ва амалга ошириш долзарб вазифа ҳисобланади. Ушбу мақсад учун қуйидаги йўналишларда тегишли илмий-техник ечимларни асослаш ЭФКни аммонийлаштириш асосида базис эритма олишнинг мақбул шароитларини топиш; гилли суспензия қушимчали суспендирланган суюқ комплекс ўғитлар (ССКЎ) олиш; аммофос бўтқасини суюқ ва қаттиқ фазаларга ажратиш йўли билан тиниқ СКЎ олиш; карбамид, селитра, КАС (карбамидли-аммиакли селитра) эритмаси ва калий хлоридини қўшиш йўли билан маълум нисбатлардаги озуқа элементларга эга суспендирланган ва тиниқ СКЎ олиш технологиясини ишлаб чиқиш зарур.

Республикамизда кенг миқёсда амалга оширилаётган чора-тадбирлар натижасида суюқ ва донадор шакллардаги азотли, фосфорли, калийли ва комплекс ўғитлар ишлаб чиқариши соҳасида муайян натижаларга эришилмоқда. Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича 2017-2021 йилларга мўлжалланган Ҳаракатлар стратегиясининг учинчи йўналишида «...саноатни юқори технологияли қайта ишлаш тармоқларини, энг аввало, маҳаллий хом ашё ресурсларини чуқур қайта ишлаш асосида юқори қўшимча қийматли тайёр маҳсулот ишлаб чиқариш...»<sup>1</sup> каби муҳим вазифалар белгилаб берилган. Бу борада, жумладан томчилаб суғоришда талаб этиладиган суспендирланган СКЎ олишнинг рационал технологиясини ишлаб чиқиш муҳим аҳамият касб этади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947 сон «2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича бешта йўналишдаги Ҳаракатлар стратегияси»

---

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

тўғрисидаги Фармони ҳамда ва 2018 йил 25 октябрдаги ПҚ-3983 сон «Ўзбекистон Республикаси кимё саноатини кескин ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида» ва 2019 йил 3 апрелдаги ПҚ-4265-сон «Кимё саноатини янада ислоҳ қилиш ва унинг инвестициявий жозибадорлигини ошириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги Қарорлари, шунингдек мазкур фаолиятга тегишли меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни бажаришга ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

**Тадқиқотнинг республика фан ва технологияларини ривожлантиришнинг устувор йўналишларига мослиги.** Мазкур тадқиқот республика фан ва технологиялар ривожланишининг VII «Кимёвий технологиялар ва нанотехнологиялар» устувор йўналишига мувофиқ бажарилган.

**Муаммонинг ўрганилганлик даражаси.** Илмий-техник адабиётларда суспендирланган ва суюқ комплекс ўғитлар олиш бўйича кенг ҳажмдаги илмий маълумотлар мавжуд. Кочетков В.Н., Рило И.П., Завалин А.А., Колесникова В.А., Эрайзер Л.Н., Янциева С.Х., Кочетков С.П., Позин М.Е., Дормешкин О.Б., McBeath Т.М., Hettiarachchi G.M., Hodge С.А., Motes Т.В., Набиев М.Н., Беглов Б.М., Намазов Ш.С., Бахриддинов Н.С., Таджиев С.М., Раджабов Р., Собиров М.М. каби олимлар томонидан полифосфор ва буғлатилган фосфор кислотаси, азот ва калий компонентлари, ундан ташқари микроэлемент тутган ССКЎ ва СКЎ ишлаб чиқаришнинг физик-кимёвий ва технологик асослари бўйича қатор илмий-тадқиқот ишлари ўтказилган. Орто- ва полифосфор кислоталари асосида СКЎ озуқа компонентлари мос равишда 27 ва 33% кам бўлмаслиги қабул қилинган. СКЎ турғунлаштириш учун эса аттапульгит ва бентонитли гиллари қўлланилади, ундан ташқари уларга фунгицид ва стимулятор фаолликка эга моддалар қўшилади. Хорижий давлатларда  $N:P_2O_5:K_2O = 10:34:0, 11:37:0$  ва  $8:24:0$  маркалардаги азотфосфорли эритмалар кенг тарқалган (Кочетков С.П., Позин М.Е., Hettiarachchi G.M., Hodge С.А.).  $10:34:0$  ёки  $11:37:0$  маркалардаги СКЎ эритмаси полифосфор кислотасини,  $8:24:0$  маркадаги СКЎ 54%  $P_2O_5$  тутган ортофосфор кислотасини аммонийлаш йўли билан олинади. Бу СКЎ таннархини юқори бўлишидан далолат беради. Ундан ташқари Ўзбекистонда концентранган фосфор кислотаси ишлаб чиқариши ташкил этилмаган.

Ҳозирги вақтда «Samarkandkimyo» АЖда суюқ суспендирланган фосфорли селитранинг А маркаси (7-9% N, 7-9%  $P_2O_5$ , 7-9% CaO) ва Б маркасини (13-16% N, 4-6%  $P_2O_5$ , 11-14% CaO) олиш бўйича тажриба-саноат қурилмаси ишламоқда. Аммо суспензия концентрацияси паст, ундан ташқари маҳсулотдаги асосий фосфор сувда эрувчан эмас, балки цитрат эрувчан шаклда бўлади (Таджиев С.М., Раджабов Р., Собиров М.М.).

Шу сабабли, назаримизда «Аммофос-Махам» АЖ ишлаб чиқаришидаги паст концентрацияли ЭФКни ҳар хил нисбатда озуқа компонентларга эга СКЎга қайта ишлаш вақти етиб келди. СКЎ ишлаб чиқаришини қаттиқ ўғитлар ишлаб чиқариши комплексида ташкил қилиш мақсадга мувофиқдир. Ушбу ишлаб чиқаришларни ягона циклга мужассамлаштириш сарфларни сезиларли камайтиради. Яъни, СКЎ ишлаб чиқаришини ташкил қилиш катта қийинчилик тўғдирмайди.

**Диссертация мавзусининг диссертация бажарилаётган илмий-тадқиқот муассасининг илмий-тадқиқот ишлари билан боғлиқлиги.** Диссертация иши Умумий ва ноорганик кимё институтининг илмий-тадқиқот ишлари режасининг ПЗ-20170928461-сон «Тозаланган экстракцион фосфор кислотаси ва у асосида юқори маркадаги аммоний фосфатини олишнинг самарали технологиясини ишлаб чиқиш» мавзусидаги амалий лойиҳа (2018-2020 йй.) ва «Аmmofos-Махам» №17-03-сон «Суспендирланган мураккаб ўғитлар олиш технологиясини ишлаб чиқиш» мавзусидаги хўжалик шартномаси доирасида бажарилган.

**Тадқиқотнинг мақсади** Қизилқум экстракцион фосфор кислотаси, карбамид, аммиакли селитра, КАС эритмаси ва калий хлориди базасида суспендирланган суюқ комплекс ўғитлар олиш технологиясини ишлаб чиқишдан иборат.

**Тадқиқотнинг вазифалари:**

Қизилқум ЭФКсининг физик-кимёвий хоссаларини тадқиқ қилиш. Ҳар хил қийматлардаги рНда Қизилқум ЭФКсини аммонийлаштириш йўли билан базис эритма тайёрлаш;

Ўзбекистон конлари бентонитларидан олинган 26%-ли гилли суспензиянинг реологик таснифларини аниқлаш;

гилли суспензия кўшилган аммофос бўтқасининг физик-кимёвий хоссаларини ўрганиш (зичлик, қовушқоқлик, кристалланиш ҳарорати, электр ўтказувчанлик, буғ босими, тиниш даражаси);

гилли суспензия кўшилган аммофос бўтқаси, аммиакли селитра, КАС эритмаси, карбамид ва калий хлориди базасида озуқа компонентлари бўйича меъёрлаштирилган NP- ва NPK-ўғитларнинг таркиб ва хоссаларини ўрганиш;

тозаланган аммофос суспензияси, аммиакли селитра, КАС эритмаси, карбамид ва калий хлориди асосидаги тиниқ NP- ва NPK-ўғитларнинг таркиб ва хоссаларини ўрганиш;

BGMN/Profex Rietveld дастурий таъминотни жалб қилган ҳолда рентгенография ёрдамида аммофос бўтқаси каттик чўкмасининг тузли таркибини миқдорий таҳлил қилиш;

аммофос бўтқаси ва унинг тозаланган суспензияси, КАС эритмаси ва калий хлориди асосидаги ССКЎ ва СКЎларни агрокимёвий баҳолаш;

тавсия қилинган маркалардаги ССКЎ ва СКЎ олиш жараёнларининг технологик тизимини ишлаб чиқиш, моддий баланси ва техник-иқтисодий кўрсаткичларини ҳисоблаш;

«Аmmofos-Махам» АЖда янги турдаги ССКЎ ва СКЎ олиш жараёнининг параметрларини синовдан ўтказиб, маҳсулотнинг тажриба партиясини ишлаб чиқариш.

**Тадқиқотнинг объекти** экстракцион фосфор кислотаси, аммиак, аммиакли селитра, КАС эритмаси, карбамид, калий хлориди, бентонит, чўкма, суспендирланган ва суюқ NP- ва NPK-ўғитларидан фойдаланилган.

**Тадқиқотнинг предмети** ЭФКни ҳар хил қийматларгача аммонийлаштириш, азотли ва калийли компонентлар кўшиш йўли билан аммофос бўтқаси (гилли суспензия кўшилган) таркибини меъёрлаштириш,

ундан ташқари аммофос бўтқаси таркибини қаттиқ зарралардан тозалаш, кейинчалик суюқ фазага азотли ва калийли компонентларни қўшиш йўли билан СКЎ сифатини яхшилаш жараёнларидан иборат.

**Тадқиқотнинг усуллари.** Диссертацияда кимёвий ва физик-кимёвий таҳлил усуллари, ундан ташқари тажриба-саноат, вегетацион ва лизиметрик шароитлардаги агрокимёвий синовлардан фойдаланилган.

**Тадқиқотнинг илмий янгилиги** қуйидагилардан иборат:

суспендирланган суюқ комплекс ўғитлар олишда паст концентрацияли фосфор кислотасини аммонийлаштириш йўли билан базис эритмаси тайёрлашнинг мақбул режими аниқланган;

барча ҳажм бўйича гомогенлик ва қатламга ажралишга тўрғунликни сақлаган, унинг кристаллари муаллақ ҳолатда турувчи СКЎ олишда 26%-ли гилли суспензиянинг мақбул меъёри (Аммофос бўтқаси : Гилли суспензия = 100 : 3) аниқланган;

илк бор магний комплекс тузлари асосида аммофос бўтқасидаги қаттиқ чўкманинг миқдорий таркиби ВGMN/Profex Rietveld дастурий таъминоти комплекти асосида аниқланган;

томчилаб қўллашга яроқли бўлган суюқ комплекс ўғит сифатини сезиларли яхшилаш ва узоқ таъсир муддатига эга NPMg-ўғит олиш имконини берувчи аммофос бўтқасини қаттиқ ва суюқ фазаларга ажратиш шароитлари асосланган;

аммофос бўтқаси ва унинг тозаланган суспензияси, карбамид, КАС эритмаси, аммиакли селитра ва калий хлориди асосида янги турдаги меъёрлаштирилган суспендирланган ва суюқ NP- ва NPK-ўғитлар олинган;

бирлашган технологик тизимда суспендирланган ва тиниқ NP- ва NPK-ўғитлар олиш технологияси ишлаб чиқилган.

**Тадқиқотнинг амалий натижалари** қуйидагилардан иборат:

3% гилли суспензия қўшилган тўрғун аммофос бўтқаси, аммиакли селитра, КАС, карбамид ва калий хлориди асосида суспендирланган NP- ва NPK-ўғитлар олиш технологияси ишлаб чиқилган;

томчилаб суғоришга яроқли бўлган суюқ эрувчан СКЎ олишга базис эритма ва узоқ таъсир муддатига эга қаттиқ NPMg-ўғит олишга тўлиқ мос келадиган тиниқ аммофос суспензияси ва чўкманинг мақбул таркиблари ишлаб чиқилган;

ягона технологик циклда турғун базис аммофос бўтқаси ёки суспензияси, аммиакли селитра, КАС эритмаси, карбамид, калий хлориди базасида суспендирланган ва тиниқ NP- ва NPK-ўғитлар олишнинг мослашувчан технологик тизими яратилган.

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

**Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.** Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти шу билан белгиланадики, 3% гилли суспензия қўшилган аммофос бўтқаси ёки аммоний фосфатининг тозаланган эритмаси, аммиакли селитра, КАС эритмаси, карбамид ва калий хлориди



асосида янги турдаги меъёрлаштирилган суспендирланган ва тиниқ СКЎ таркиб ва хоссалари ўртасида ўзаро қонуниятни аниқлашга асос бўлади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти шундан иборатки, ишлаб чиқилган технология қишлоқ хўжалигини яхши техник-иқтисодий кўрсаткичларга эга суспендирланган ва суюқ тиниқ NP- ва NPK-ўғитлар билан таъминлайди ва томчилаб суғориш шароитидаги иссиқхона хўжаликларида илдиз ташқарисидан озиклантиришда (шу қаторда, боғдорчилик, мевазорлик, узумчилик ва бошқалар) қўллашга хизмат қилади.

**Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши.** Маҳаллий хомашёлар асосида суюқ ва суспендирланган комплекс ўғитлар олиш технологиясини ишлаб чиқиш бўйича олинган илмий натижалар асосида:

3% гилли суспензия қўшилган аммофос бўтқа, КАС-32 эритмаси ва калий хлориди асосида ССКЎ олиш технологияси «Аmmofos-Махам» АЖнинг «амалиётга жорий этиш бўйича истиқболли ишланмалар рўйхати»га киритилган («Аmmofos-Махам» АЖнинг 2020 йил 16 сентябрдаги 1520/С-сон маълумотномаси). Натижада, кам иссиқлик энергияси ва эксплуатацион сарф харажатларга эга турли хил нисбатларда озуқа элементларга эга бўлган турғун СКЎ олиш имкониятини берган;

тозаланган аммофос суспензияси, КАС-32 эритмаси ва калий хлориди асосида тиниқ СКЎ олиш технологияси «Аmmofos-Махам» АЖнинг «амалиётга жорий этиш бўйича истиқболли ишланмалар рўйхати»га киритилган («Аmmofos-Махам» АЖнинг 2020 йил 16 сентябрдаги 1520/С-сон маълумотномаси). Натижада, СКЎ ассортиментини кенгайтириш ва қишлоқ хўжалигини томчилаб суғориш шароитида экинларни илдиз ташқарисидан озиклантириш учун суюқ препаратлар билан таъминлаш имконини берган;

суспендирланган мураккаб ўғитлар олиш технологиясини ишлаб чиқиш бўйича Х-Республика инновацион ғоялар, технологиялар ва лойиҳалар ярмаркасида «Аmmofos-Махам» АЖ билан 17-03-сонли хўжалик шартномаси тузилган (2017 йил 24 мартда № 17-03/646 юр рақам билан рўйхатга олинган). Натижада кам сарф-харажатли суспендирланган суюқ комплекс ўғитларнинг тажриба-саноат ишлаб чиқаришини ташкил қилиш имконини берган.

**Тадқиқот натижаларининг апробацияси.** Мазкур тадқиқот натижалари 3 та халқаро ва 6 та республика илмий-амалий анжуманларда муҳокамадан ўтказилган.

**Тадқиқот натижаларининг эълон қилиниши.** Диссертация мавзуси бўйича жами 16 та илмий иш чоп этилган. Жумладан, диссертациянинг (PhD) асосий илмий натижалари 7 та илмий мақола, шулардан Ўзбекистон Республикаси Олий Аттестация комиссияси томонидан чоп этиш тавсия этилган журналларда 3 таси республика ва 4 таси хорижий журналларда нашр этилган.

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

## ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

**Кириш** қисмида ишнинг долзарблиги ва зарурати асосланган, тадқиқотнинг мақсад ва вазифалари шакллантирилган, тадқиқотнинг объект ва предметлари тавсифланган, тадқиқотнинг республика фан ва технологиялар тараққиёти устувор йўналишларига мослиги кўрсатилган, тадқиқотнинг илмий янгилиги баён қилинган ва натижаларнинг амалиётга жорий этилиши берилган, чоп этилган илмий ишлар ва диссертация тузилиши буйича маълумотлар келтирилган.

Биринчи бобда **«Суюқ комплекс ва суспендирланган минерал ўғитлар, уларнинг олиниш усуллари»** адабиётлар шарҳи келтирилган бўлиб, унда суюқ ўғитлар ишлаб чиқаришининг ҳолати кўриб чиқилган. Термик ва полифосфор кислотаси, стандарт ЭФК ёки унинг аммонийлашдаги қаттиқ маҳсулотлар, фосфорит рудасини нитраткислотали қайта ишлашдаги суюқ суспензияси, ундан ташқари ўсимликлар ўсишини тезлаштирувчи ва инсектицид фаолликка эга ўғитларни ўз ичига олган СКЎ ва ССКЎ олишнинг турли усуллари таҳлил қилинган. Олдинги бажарилган ишлар таҳлили ишнинг мақсад ва вазифаларини шакллантиришга имкон берган.

Диссертациянинг **«Суюқ комплекс ўғитлар олиш учун хомашё материаллари тавсифи ва тадқиқотнинг физик-кимёвий усуллари»** иккинчи бобида Қизилқум ЭФК эритмаларининг зичлиги, қовушқоқлиги ва қайнаш ҳароратлари келтирилган.

Базис аммофос бўтқасини ( $pH=3,54-6,56$ ) тайёрлаш учун дастлабки материаллар сифатида таркибида 17,17%  $P_2O_5$ , 2,2%  $SO_3$ , 0,16%  $CaO$ , 0,22%  $MgO$ , 0,39%  $Fe_2O_3$ , 0,53%  $Al_2O_3$ ,  $\rho = 1,2 \text{ г/см}^3$  бўлган ЭФК ва 99,5 %-ли  $NH_3$  олинган. Меъёрлашган суюқ NP- ва NPK-ўғитлар олиш учун азотли компонентлар сифатида  $NH_4NO_3$  (34,4% N),  $(NH_2)_2CO$  (46% N) ва КАС-32 эритмаси (32% N), калий сифатида эса –  $KCl$  (60%  $K_2O$ ) ишлатилди. СКЎга стабилловчи кўшимча сифатида таркибида (оғир.%) 46,06  $SiO_2$ ; 6,78  $Al_2O_3$ ; 3,0  $Fe_2O_3$  4,33  $MgO$ ; 12,2  $CaO$ ; 0,77  $P_2O_5$ ; 9,35  $CO_2$ ; 1,02  $K_2O$ ; 0,75  $Na_2O$ ; 6,0  $H_2O$ ; қиздиришда йўқотиш 20,9%, зарралар ўлчами 40 мк бўлган бентонит гили хизмат қилди. Ҳозирги кунда у саноат миқёсида қазиб олинмоқда (ГОСТ 25795-83). Бентонитнинг гилли минераллари монтмориллонит, каолинит, палыгорскит, гидрослюда ва хлорит ҳисобланади. Ундан ташқари кальцит, кварц, дала шпати, барит ва бошқ. мавжуд.

ЭФК, аммофос бўтқаси ва суспензияси, гил, азотли ва калийли компонентлар, СКЎ ва ССКЎ кимёвий таҳлили маълум усулларда ўтказилди. Ўғитларнинг 10%-ли суспензияси рН қийматини ўлчаш 0,05 рН бирлик аниқликдаги И-130М иономериди амалга оширилди. ССКЎ ва СКЎларнинг зичлиги пикнометрик, қовушқоқлиги эса кинематик усулларда аниқланди. ССКЎ ва СКЎ устидаги бўғ босимини аниқлаш динамик усулда амалга оширилди. ССКЎ ва СКЎларнинг солиштирма электр ўтказувчанлиги Mettler Toledo (Германияда ишлаб чиқарилган) ускунасида ўлчанди. ССКЎ намуналарининг тиниш даражаси сақлаш давомийлигига боғлиқ равишда

аниқланди:  $\omega, \% = \frac{h_1 - h_2}{h_1} \cdot 100$ , где,  $h_1$  – суюқликнинг умумий баландлиги, мм;  $h_2$  – тинмаган қисм баландлигининг сатҳи, мм.

Бентонит ва аммофос бўтқа чўкмасининг рентгенографик таҳлили XRD-6100 (Shimadzu, Японияда ишлаб чиқарилган) дифрактометрида ўтказилди. Минерал фазаларни таққослаш 2013 International Centre for Diffraction Data базасини қўллаш орқали амалга оширилди.

Диссертациянинг учинчи боби «Қизилқум экстракцион фосфор кислотаси, азотли ва калийли тузлар базасида суспендирланган NP- ва NPK-ўғитлар» ЭФКни аммонийлаштириш (рН = 3,54; 4,51; 5,53; 6,07 ва 6,56 гача) йўли билан базис аммофос бўтқаси ва унинг базасида суспендирланган СКЎ олиш жараёнларига бағишланган. Кўрсатдики, бўтқа рН кўрсаткичи 3,54 дан 6,56 гача ошиши билан N миқдори 3,32 дан 6,29% гача ортади,  $P_2O_{5\text{умум}}$  миқдори эса 16,22 дан 16,06% гача камаяди. Унда  $P_2O_{5\text{сув.эрув.}}$  :  $P_2O_{5\text{умум}}$  ва  $P_2O_{5\text{ўзл.}}$  :  $P_2O_{5\text{умум}}$  91,31-97,10 ва 98,43-99,44% оралиғида бўлади.

Аниқландики, аммофос бўтқасини сақлашда қаттиқ чўкмаларнинг жадал чўкиши кузатилади. Қаттиқ фаза чўкишидан сақловчи асосий усуллардан бири – эритмага коллоид гилини киритишдир, бу ўз навбатида СКЎда озуқа моддалар миқдори йиғиндисини ошириш имконини беради. Бунинг учун гилли суспензия бентонит кукунини (40 мк) иссиқ сув (80°C) билан 5 соат давомида жадал аралаштириш йўли билан тайёрланди. 26 %-ли гилли суспензия (ГС) тайёрланди ва у аммофос бўтқасига (АБ) 100:1 дан 100:3 гача бўлган АБ:ГС оғирлик нисбатларда қўшилди. Кўрсатдики, бунда суспендирланган аммофос бўтқасининг тиниш даражаси 72 соатдан кейин гил қўшилмаган бўтқага (37-52%) нисбатан 1,48-2,19 баробар кам бўлади. рН қанча юқори бўлса, тиниш даражаси шунча пастдир. Гилли суспензиянинг мақбул миқдори 3% ҳисобланади, бу ҳолатда СКЎ тиниш даражаси 20-25% дан ошмайди. 30-60°C ҳароратларда суспендирланган бўтқалар яхши реологик хоссаларга эгадир ( $>1,3 \text{ г/см}^3$  ва  $>10 \text{ сПз}$ ).

N: $P_2O_5$  = 1:0,5, 1:0,7 ва 1:1 маркалардаги меъёрлашган суспендир NP-ўғитлар олиш мақсадида 3% гилли суспензия тутган аммофос бўтқасига (рН = 4,51; 5,53; 6,07; 6,56) майдаланган аммиакли селитра, карбамид ва КАС-32 эритмаси киритилди. 1-жадвалда рН=6,56 қийматдаги аммофос бўтқаси асосидаги маҳсулотлар таркиби келтирилган.

Кўрсатдики, рН ва N :  $P_2O_5$  оғирлик нисбатига боғлиқ равишда аммофос бўтқаси ва аммиакли селитра асосидаги NP-ўғитларда N ва  $P_2O_{5\text{умум}}$  миқдорлари мос равишда 12,62 дан 18,56% гача ва 9,28 дан 12,62% гача оралиқларда ўзгаради. Уларда  $P_2O_{5\text{сув.эрув.}}$  :  $P_2O_{5\text{умум}}$  = 92,27-92,39% ва  $P_2O_{5\text{ўзл.}}$  :  $P_2O_{5\text{умум}}$  = 99,20-99,34% мавжуддир.

Шунга ўхшаш таркиблар, ҳам карбамид, ҳам КАС-32 эритмаси қўллаганилганда олинади. Энг юқори озуқа компонентларга (13,51-21,01% N ва 10,51-13,51%  $P_2O_5$ ) карбамиддан олинган суюқ маҳсулотлар, энг кам озуқа компонентларга КАС-32 эритмасидан олинган маҳсулотлар (12,56-18,18% N ва 9,09-12,56%  $P_2O_5$ ) эга бўлади. N: $P_2O_5$  нисбатига боғлиқ равишда суспендирланган NP-ўғитларнинг кристалланиш ҳарорати: селитра қўлланилганда  $-3 \div -16^\circ\text{C}$ , карбамид қўлланилганда  $-13 \div +15^\circ\text{C}$  ва КАС-32

эритмасини қўлланилганда  $-17 \div -23^{\circ}\text{C}$  ташкил этади. Ўзбекистон шароитида барча маркадаги СКЎ баҳор-куз даврида қўлланилиши мумкин, қачонки ҳавонинг ўртача ҳарорати  $-23^{\circ}\text{C} - +15^{\circ}\text{C}$  оралиғида ўзгаради.

### 1-жадвал

#### Аммофос бўтқаси (рН=6,56) ва азотли компонентлар асосидаги суспендирланган NP-ўғитлар таркиби

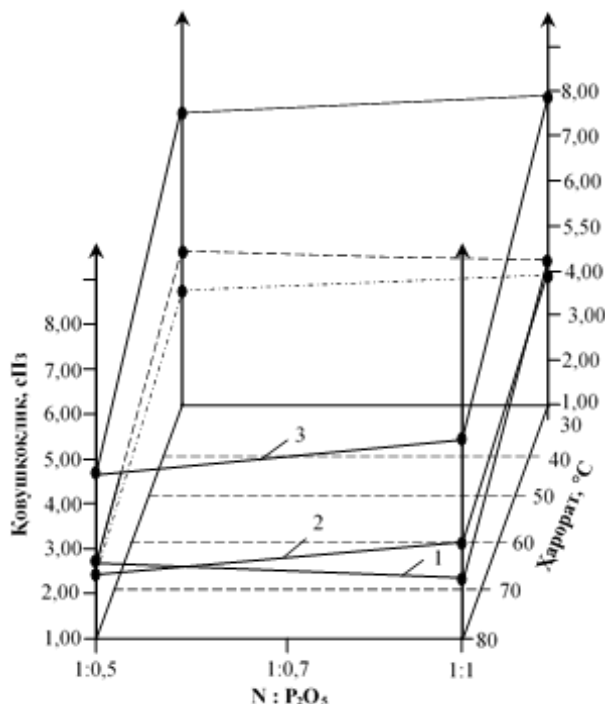
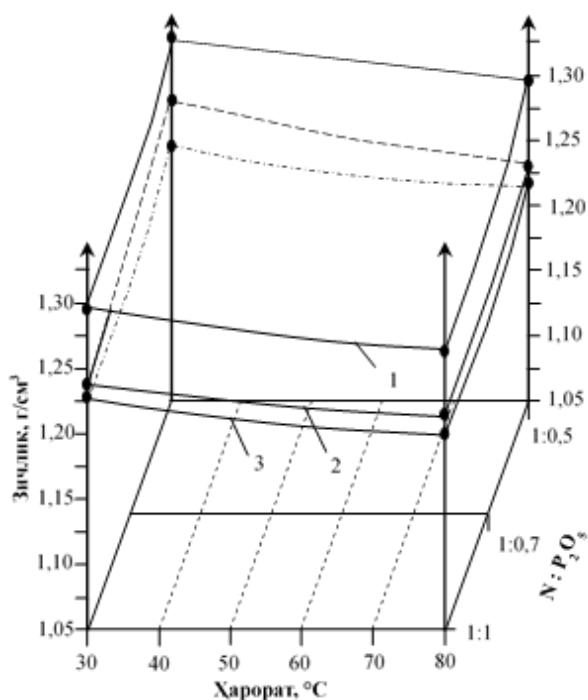
N : P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> оғирлик нисбати	Бўтқадаги сув миқдори, %	Компонентлар миқдори, оғир.%		$\frac{P_2O_5^{\text{ўзл.}}}{P_2O_5^{\text{умум.}}}$ %	$\frac{P_2O_5^{\text{сув.эр.}}}{P_2O_5^{\text{умум.}}}$ %	T <sub>крист.</sub> °C
		N <sub>умум.</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> умум.			
<b>Аммиакли селитра қўшимчаси билан</b>						
1 : 0.5	32,26	18,56	9,28	99,20	92,27	-3
1 : 0.7	36,94	15,62	10,93	99,28	92,34	-16
1 : 1	42,81	12,62	12,62	99,34	92,39	-16
<b>Карбамид қўшимчаси билан</b>						
1 : 0.5	35,88	21,01	10,51	99,26	92,29	+15
1 : 0.7	40,03	17,19	12,03	99,31	92,34	+3
1 : 1	45,19	13,51	13,51	99,37	92,43	-13
<b>КАС-32 эритмаси қўшимчаси билан</b>						
1 : 0.5	39,67	18,18	9,09	99,36	92,43	-23
1 : 0.7	42,37	15,42	10,79	99,58	92,52	-20
1 : 1	46,47	12,56	12,56	99,77	92,63	-17

Номограммадан (1-расм) яхши кўриш мумкинки, аммофос бўтқаси ва селитра асосидаги суспендирланган NP-ўғитларнинг зичлик ва қовушқоқлиги N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> нисбатининг ошиши томонига камайд, бу ЭФК миқдори ортиши билан боғлиқ, демак ССКЎ таркибига у билан кирган сув миқдори билан изоҳланади. Карбамид ва КАС эритмаси учун, ушбу қонуният кузатилсада, аммо бўтқа қовушқоқлиги ортади, бу эса ушбу компонентларнинг кучсиз ёки электролит бўлмаган эритмаларга яқинлиги билан изоҳланади. Ҳар қандай ҳолатда ҳам барча маркадаги суспендирланган NP-бўтқалар суяқ оқувчан ҳолатни сақлайди ва насосларда ҳеч қандай қийинчиликсиз ҳайдалади. Барча ҳолатларда бўтқалар зичлиги 1,35 г/см<sup>3</sup>, қовушқоқлиги 10 сПз дан ортмайди.

Суспендирланган NP-ўғитларнинг бошқа физик-кимёвий хоссалари (буғ босими, электр ўтказувчанлик ва тиниш даражаси) ўрганилди.

СКЎ солиштирма электр ўтказувчанлик кўрсаткичларига ( $\chi$ ) ҳарорат омили сезиларли таъсир кўрсатади. Масалан, 30 ва 50°C да N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> нисбатининг 1:0,5 дан 1:1 гача ошиши билан селитра ва КАС-32 эримаси асосидаги ССКЎ учун солиштирма электр ўтказувчанлик мос равишда 37,15 дан 33,15 гача ва 76,58 дан 72,52 гача; 27,38 дан 26,68 гача ва 56,95 дан 50,12 mS/sm гача ўзгаради. Аммо карбамид учун  $\chi$  қиймати сезиларсиз, 8,49 дан 15,33 гача ва 20,43 дан 33,25 mS/sm гача ўзгаради. Бу сувли системаларда электролит сифатида мочевианинг кам электр ўтказиш қобилиятига боғлиқдир.

Шундай қилиб, кучсиз ЭФК базасидаги СКЎ электр ўтказувчанлиги маълум бўлган суяқ ўғитларга яқиндир, чунки уларда қўшимчалар концентрацияси унча юқори эмас.



**1-расм. N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> нисбати ва ҳароратга боғлиқ равишда аммофос бўтқаси (рН=6,56), селитра (1), КАС-32 эритмаси (2) ва карбамид (3) асосидаги суспендирланган NP-ўғитларнинг зичлик ва қовушқоқлик ўзгаришлари.**

N га нисбатан P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> концентрациясининг оширилиши ССКЎда эркин сув масса улушининг кўпайиши натижасида буғ босимининг сезиларли ошишига олиб келади. ССКЎ устидаги буғ босимининг энг кескин ошиши ҳароратнинг 50°С ва ундан юқорисида кузатилади. Аммофос бўтқаси (рН=6,56), селитра, карбамид ва КАС-32 эритмаси асосида ўрганилган суюқ NP-ўғитларнинг туйинган буғ босими 293-343К оралиғида 1,91-19,99; 0,85-19,71 ва 0,77-20,41 кПа ни ташкил этади, бу эса уларнинг иссиқ иқлим шароитларда кам учувчанлигидан далолат беради.

Бунинг барчаси шундай хулоса қилишга имкон берадики, 40°С гача бўлган ҳароратда сақлаганда, суспендирланган NP-ўғитлар кам учувчанликка эга ва гилли суспензия кўшилган шароитдагина ўзининг физик-кимёвий хоссаларини ўзгартирмасдан узоқ вақт давомида сақлаш мумкин.

Кейинчалик суспендирланган NP-бўтқаларга N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O = 1:0,5:0,3; 1:0,7:0,5 ва 1:1:1 нисбатларда кристалл калий хлоридини кўшиш йўли билан меъёрлашган NPK-ўғитлар намуналари олинди.

2-жадвалдан кўринмоқдаки, селитрани қўллаш орқали олинган маҳсулотларда маркага боғлиқ равишда озуқа компонентлари йиғиндиси (N+P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>+K<sub>2</sub>O) 30,66-31,35%, улардан 10,45-17,03% N, 5,11-10,45% K<sub>2</sub>O ва 8,52-10,45% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>умум., P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>ўзл. : P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>умум. – 99,27-99,43 ва P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>сув.эрув. : P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>умум. = 92,30-92,42% ни ташкил этади.

Энг юқори зичликка (1,463 г/см<sup>3</sup>) 1:0,5:0,3 нисбатда селитра асосидаги NPK-бўтқаси, энг юқори қовушқоқликка (21,25 сПз) 1:1:1 нисбатда карбамид асосида NPK-бўтқаси эга бўлади. Бунда бўтқа ҳарорати – 30°С.

**Аммофос бўтқаси (рН=6,56), азотли компонентлар ва калий хлориди асосида суспендирланган NPK-ўғитлар таркиби**

N:P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> :K <sub>2</sub> O оғирлик нисбати	Бўтқадаги сув микдори, %	Компонентлар микдори, оғир. %			P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> <sub>ўзд.</sub> P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> <sub>умум.</sub> %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> <sub>сув.эр.</sub> P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> <sub>умум.</sub> %	T <sub>крист.</sub> °C
		N <sub>умум.</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> <sub>умум.</sub>	K <sub>умум.</sub>			
Аммофос бўтқаси, аммиакли селитра ва калий хлориди асосида							
1 : 0.5 : 0.3	29,93	17,03	8,52	5,11	99,27	92,30	+12
1 : 0.7 : 0.5	32,94	13,85	9,69	6,92	99,33	92,36	+21
1 : 1 : 1	36,64	10,45	10,45	10,45	99,43	92,42	+22
Аммофос бўтқаси, КАС-32 эритмаси ва калий хлориди асосида							
1 : 0.5 : 0.3	36,76	16,72	8,36	5,02	99,45	92,49	+9
1 : 0.7 : 0.5	37,69	13,70	9,59	6,85	99,70	92,64	+11
1 : 1 : 1	39,83	10,42	10,42	10,42	99,88	92,71	+12
Аммофос бўтқаси, карбамид ва калий хлориди асосида							
1 : 0.5 : 0.3	32,86	19,09	9,54	5,73	99,29	92,34	-2
1 : 0.7 : 0.5	35,19	15,09	10,56	7,54	99,34	92,42	-18
1 : 1 : 1	38,27	11,07	11,07	11,07	99,49	92,52	+12

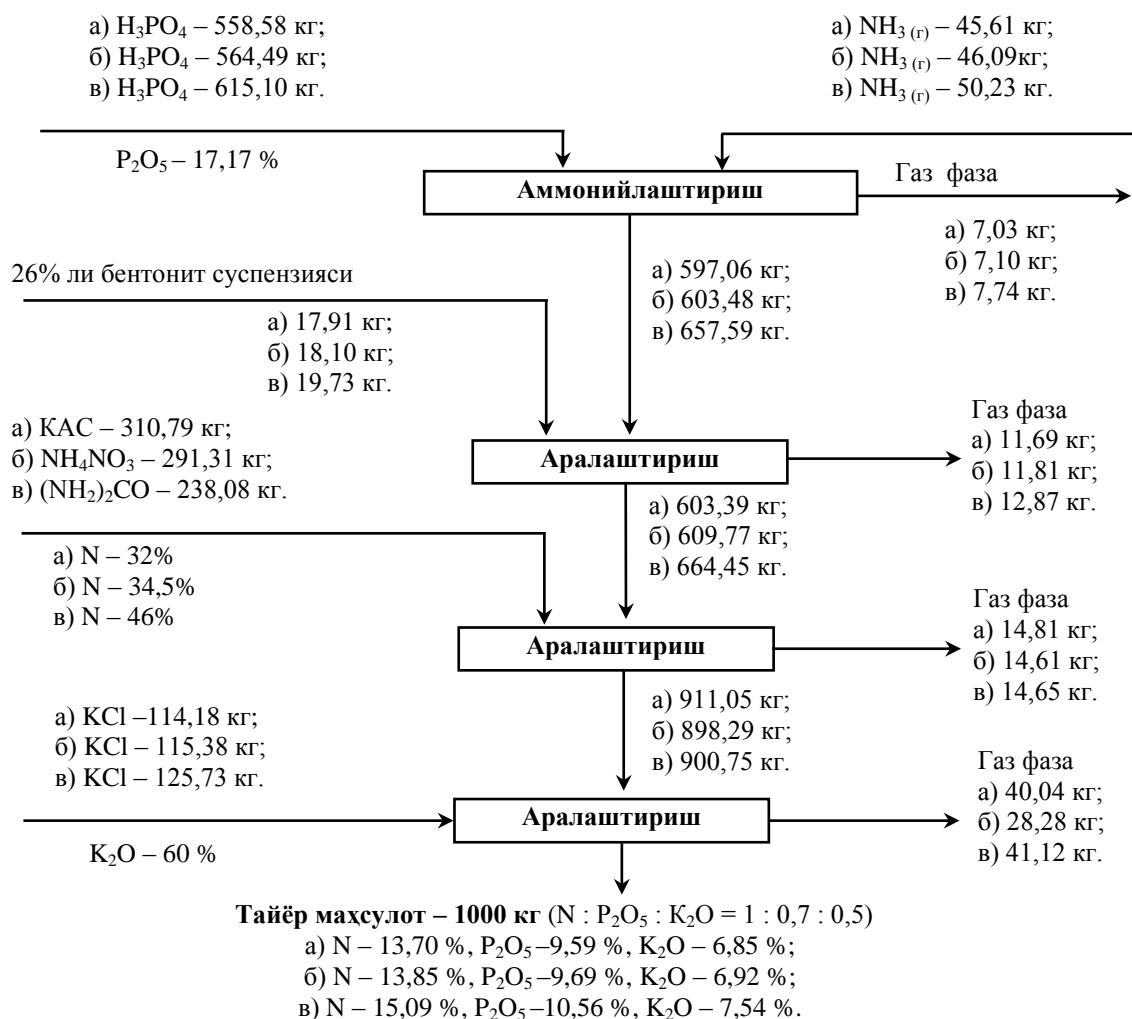
Шундай қилиб, уларнинг реологик хоссалари ташиш, сақлаш ва қўллаш учун тўла яроқлидир.

Агарда 72 сутка давомида стабилизатор қўшилмаган 1:0,5:0,3; 1:0,7:0,5 ва 1:1:1 таркиблардаги суспензияларнинг тинган қатлам улуши 43,14; 40,49 ва 34,95% (карбамид асосида); 45,93; 43,52 ва 37,68% (КАС-32 эритмаси асосида) ташкил этса, унда 3% гил қўшилганда у мос равишда 23,03; 21,61 ва 18,66% гача; 24,53; 23,23 ва 20,13% гача камаяди. Шунга ўхшаш ҳолат селитра асосида ҳам кузатилади.

Ўрганилган ҳароратлар (20-50°C) ва N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O (1:0,5:0,3-1:1:1) нисбатларда аммиакли селитра, КАС-32 эритмаси ва карбамид қўлланилиш билан NPK-бўтқаларнинг солиштирама электр ўтказувчанлиги мос равишда 39,18-83,81; 31,81-72,41 ва 21,42-50,86 mS/cm оралиғида бўлади. Яъни, ушбу кўрсаткичлар бўйича улар маълум бўлган суяқ ўғитларга яқиндир. Суспендирланган NPK-ўғитларнинг буғ босими эса ССКЎ учун қуйилган меъёрларга мос келади.

Гилли суспензия қўшилган аммофос бўтқаси (рН=6,56), азотли компонентлар ва калий хлориди асосида N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O = 1:0,7:0,5 маркадаги 1 тонна суспендирланган NPK-ўғит ишлаб чиқариши учун моддий баланс ҳисобланди (2-расм). Расмдан кўринмоқдаки, КАС эритмаси ва селитра асосида карбамидга қараганда озуқа моддалари бўйича камроқ концентрланган NPK-ўғитлар олинади.

Таъкидлаш лозимки, ҳар хил қўшимчаларнинг: Са, Mg, Fe, Al, F ва бошқалар мавжудлиги туфайли дастлабки аммофос бўтқаси томчилаб беришга жавоб берадиган сувда эрувчан NP- ва NPK-ўғитлар олиш учун тўғридан-тўғри яроқсиздир. СКЎ маркасини яхшилаш, яъни тиник суспензияни олиш ва улардаги сувда эрувчан фосфор микдорини ошириш учун аммофос бўтқасини қаттиқ чўкмалардан тозалаш лозимдир.



## 2-расм. Суспендирланган NPK-ўғитлар ишлаб чиқаришнинг моддий баланси.

Диссертациянинг тўртинчи боби ушбу муаммо ечимига бағишланган «Тозаланган аммофос суспензияси, азотли ва калийли тузлар асосида суюқ комплекс NP- ва NPK-ўғитлар» бўлиб, бу ерда аммоний фосфати тозаланган суспензияси базасида тиниқ NP- ва NPK-ўғитлар олиш технологиясининг техник-иқтисодий ҳисоблари, агрокимёвий ва тажриба-саноат синовлари натижалари келтирилган.

Тозаланган суспензия тайёрлаш аммофос бўтқасини (pH=4,5-6,5) 4000 айл./дақ. тезликда ишлайдиган ОПН-8 лаборатория центрифугасида (Россияда ишлаб чиқарилган) 40°C да 15 дақиқа давомида қаттиқ ва суюқ фазаларга ажратиш йўли билан олинди. Аниқландики, ҳосил бўлган чўкмаларнинг намлиги 60%  $\text{H}_2\text{O}$  ни ташкил этади.

Кейинчалик филтрат ва қуритилган чўкмаларда компонентлар миқдори таҳлил қилинди. Уларнинг таркиби 3-жадвалда келтирилган.

Ундан кўринмоқдаки, қуритилган чўкмаларда 7,68-14,28% N, 46,05-47,20%  $\text{P}_2\text{O}_5$ , 6,35-7,90% MgO мавжуд. Уларда 89,57-92,40 ва 72,82-79,21%

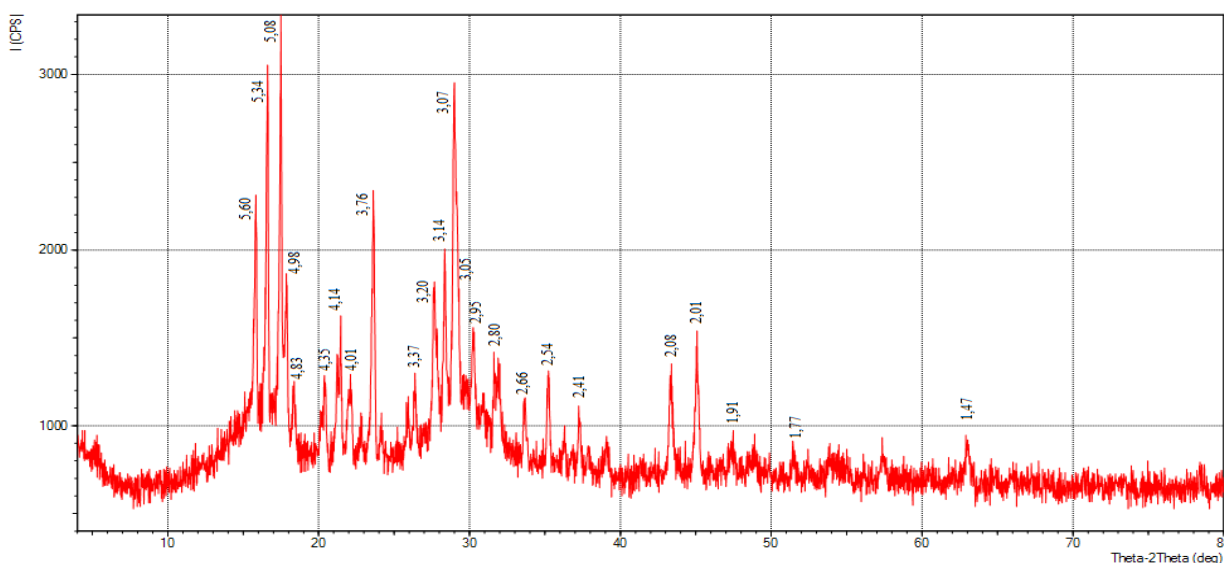
фосфор ўзлашувчан ва сувда эрувчан шаклда бўлади. Чўкмалар NPMg-ўғит сифатида тавсия этилади ёки аммофос ишлаб чиқаришига қайтарилади.

### 3-жадвал

#### Аммофос бўтқасидан олинган чўкмалар ва филтратларнинг таркиби

Бўтқа рН	Компонентлар миқдори, мас. %								$\frac{P_2O_5}{P_2O_5\text{умум.}}$ %	$\frac{P_2O_5\text{суб.эр.}}{P_2O_5\text{умум.}}$ %
	N	$P_2O_5\text{умум.}$	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	F		
Филтрат										
4,5	4,77	14,66	йўқ	0,17	3,64	0,051	0,097	0,55	99,42	95,30
5,5	5,12	14,50	йўқ	0,17	4,07	0,035	0,091	0,42	99,67	96,93
6,5	6,18	14,05	йўқ	0,18	3,72	0,034	0,064	0,37	99,85	97,51
Қуритилган каттик чўкма										
4,5	7,68	46,75	1,30	7,90	2,76	1,91	2,76	4,73	92,20	79,21
5,5	11,76	47,20	1,29	7,17	2,32	1,82	2,68	5,01	89,57	73,58
6,5	14,28	46,05	1,29	6,35	3,36	1,55	2,24	4,78	92,40	72,82

Қуритилган, ундан ташқари ювилмаган чўкма фаза таркибини идентификация қилиш мақсадида унинг рентгенографик таҳлили ўтказилди. 3-расмдан кўринмоқдаки, чўкмада мос равишда  $NH_4H_2PO_4$  ва  $(NH_4)_2HPO_4$  - 5,34; 3,76; 3,07; 2,66 ва 5,60; 5,07; 4,98; 4,01Å дифракцион максимумлари аниқ намоён бўлган. 4,35; 3,14; 3,05 ва 3,37; 2,95Å чўққилари  $(NH_4)_2SO_4$  ва  $CaHPO_4$  иштирокидан далолат беради. BGMN/Profex Rietveld дастурий таъминотини қўллаган ҳолда чўкманинг тузли таркиби ҳисобланди.



3-расм. рН=6,5 даги аммофос бўтқаси чўкмасининг рентгенограммаси.

Ҳисобларга кўра, чўкмада кўп қисми ташкил қиладиган бирикмалар  $NH_4H_2PO_4$  (41,74%),  $(NH_4)_2HPO_4$  (18,33%),  $CaHPO_4$  (7,4%),  $(NH_4)_2SO_4$  (4,12%),  $MgFe_4(PO_4)_3(OH)_5 \cdot 2H_2O$  (6,89%),  $NH_4MgPO_4 \cdot 6H_2O$  (5,85%),  $FePO_4 \cdot 2H_2O$  (3,94%),  $AlPO_4 \cdot 2H_2O$  (2,80%) ва бошқалар ҳисобланади.

Эримаган компонентларнинг чўқиш даражаси ҳисобланди. Аниқландики, ўрганилган рН қийматларда (рН=4,5-6,5) аммофос бўтқасида максимал тозаланиш даражасига эришилади (MgO – 88-89%, 86-88% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 83-89% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 59-75% F).



pH=6,5 да тозаланган аммофос суспензияси таркибида 6,18% N, 14,05% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 0,18% MgO, 3,72% SO<sub>3</sub>, 0,034% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 0,064% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 0,37% F бўлади. Унда сульфат иони (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> кўринишида бўлиб, у маҳсулотга янги сифат беради. Олтингургурт N, P ва K қаторида 4-чи озуқа элементи ҳисобланиб, ҳосил шаклланишида белок ва аминокислоталар таркибига киради. Ушбу суспензия тиниқ NP- ва NPK-ўғитлар учун базис эритма бўлиб хизмат қилди.

Тиниқ NP- ва NPK-ўғитлар олиш учун азот манбаи сифатида селитра ва карбамид куқунлари, КАС-32 эритмаси, калий манбаи сифатида эса – калий хлориди олинди. Маҳсулотлар таркиби 4-жадвалда келтирилган.

#### 4-жадвал

#### Аммоний фосфати суспензияси (pH=6,56), азотли компонентлар ва калий хлориди асосидаги тиниқ NPK-ўғитлар таркиби

N:P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> :K <sub>2</sub> O оғирлик нисбати	Бўтқадаги сув миқдори, %	Компонентлар миқдори, %			P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> <sup>ўзл.</sup> P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> <sup>умум.</sup> %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> <sup>сув.эр.</sup> P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> <sup>умум.</sup> %
		N <sub>умум.</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> <sup>умум.</sup>	K <sub>умум.</sub>		
Аммоний фосфати суспензияси, аммиакли селитра ва калий хлориди асосида						
1 : 0.5 : 0.3	37,72	16,05	8,14	4,98	99,90	97,52
1 : 0.7 : 0.5	42,67	13,02	9,18	6,62	99,92	97,58
1 : 1 : 1	45,39	9,84	9,84	9,84	99,94	97,67
Аммоний фосфати суспензияси, карбамид ва калий хлориди асосида						
1 : 0.5 : 0.3	41,43	17,60	8,91	5,43	99,94	97,58
1 : 0.7 : 0.5	45,60	13,88	9,78	7,05	99,97	97,66
1 : 1 : 1	47,67	10,22	10,22	10,22	99,99	97,79
Аммоний фосфати суспензияси, КАС-32 эритмаси ва калий хлориди асосида						
1 : 0.5 : 0.3	43,27	15,60	7,91	4,83	99,92	97,54
1 : 0.7 : 0.5	47,20	12,74	8,98	6,48	99,95	97,60
1 : 1 : 1	48,08	9,70	9,70	9,70	99,98	97,72

Масалан, селитра қўллаш билан N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O = 1:0,5:0,3 даги NPK-композиция таркиби қўйидаги кўринишга эга бўлади: 16,05% N, 4,98% K<sub>2</sub>O, 8,14% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, ундан 97,52% сувда эрувчан шаклда бўлади, N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O = 1:0,7:0,5 учун эса мос равишда 13,02%, 6,62%, 9,18%, 97,58%. 1:1:1 маркаси учун маҳсулот 9,84% дан, яъни йиғиндисидан 29,52% озуқа моддасини тутган. Карбамид қўлланилганда эса бундай марка 10,22% дан, йиғиндисидан 30,66 озуқа моддасини ва P<sub>2</sub>O<sub>5</sub><sup>сув.эрув.</sup> : P<sub>2</sub>O<sub>5</sub><sup>умум.</sup> = 97,79% тутган бўлади. КАС-32 эритмасидан анча паст концентрацияли СКЎ олинади (29% N+P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>+K<sub>2</sub>O, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub><sup>сув.эрув.</sup> : P<sub>2</sub>O<sub>5</sub><sup>умум.</sup> = 97,72%).

Кўрсатдики, 30-80°C ҳароратларда N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O нисбатига боғлиқ равишда СКЎ зичлик ва қовушқоқлиги аммиакли селитра, карбамид, КАС-32 эритмаси қўлланилганда мос равишда 1,299-1,338; 1,253-1,322; 1,251-1,319 г/см<sup>3</sup> ва 2,25-4,41; 3,26-6,32; 3,39-6,91 сПз ташкил этади. Демак, улар битта қурилмадан иккинчисига энгил ҳайдалади.

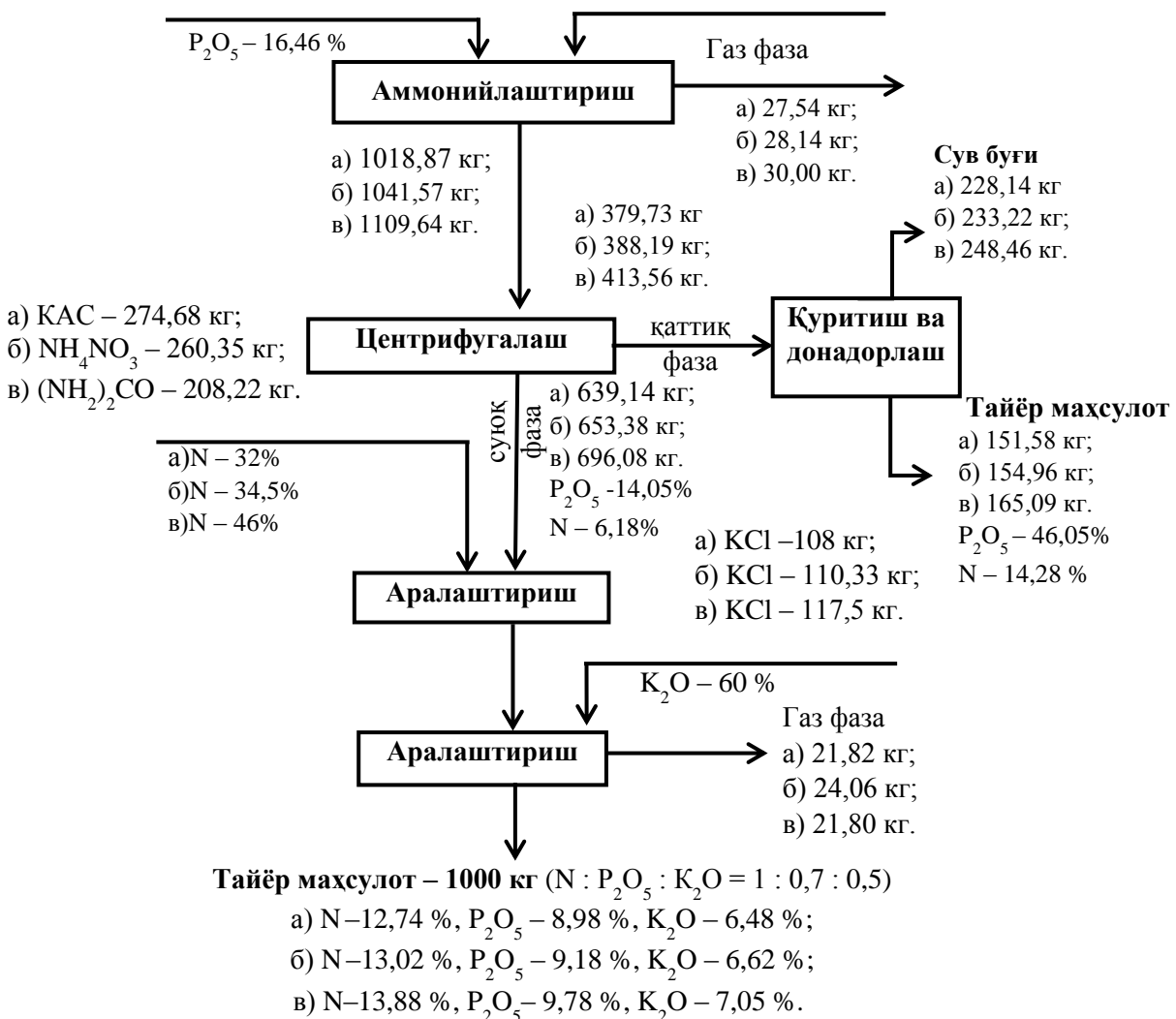
20-50°C оралиғида ўрганилаётган СКЎ солиштирма электр ўтказувчанлиги (χ) селитра, карбамид ва КАС-32 учун мос равишда 48,37 дан 87,53 гача; 17,20 дан 48,82 гача ва 36,91 дан 71,39 mS/cm гача ўзгаради. Ҳарорат ва N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O қанча кўп бўлса, электр ўтказувчанлик шунча юқоридир. Таъкидлаш лозимки, тозаланган аммофос суспензия асосидаги

СКЎнинг  $\chi$  қиймати, аммофос бўтқаси асосида ССКЎнинг  $\chi$  қийматидан юқори бўлади. Бу ССКЎнинг қўшимчалар билан ифлосланлиги ҳисобланади.

293-343К ҳарорат оралиғида селитра, КАС-32 эритмаси ва карбамид қўлланилганда СКЎ устидаги сув буғи босими мос равишда 1,00-17,93; 0,51-15,44 ва 0,45-45,37 кПа оралиғида бўлади. Улар Марказий Осиё иссиқ иқлим шароитларида қўллаш учун яроқлидир.

4-расмда тозаланган аммофос суспензияси, КАС-32 эритмаси ва қуруқ аммиакли селитра, карбамид ва калий хлориди асосида 1 тонна СКЎ олишнинг ҳисобланган баланси келтирилган.

- |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|
| а) $H_3PO_4$ – 971,88 кг;  | а) $NH_{3(r)}$ – 74,53 кг; |
| б) $H_3PO_4$ – 991,64 кг;  | б) $NH_{3(r)}$ – 78,07 кг; |
| в) $H_3PO_4$ – 1056,45 кг. | в) $NH_{3(r)}$ – 83,19 кг. |



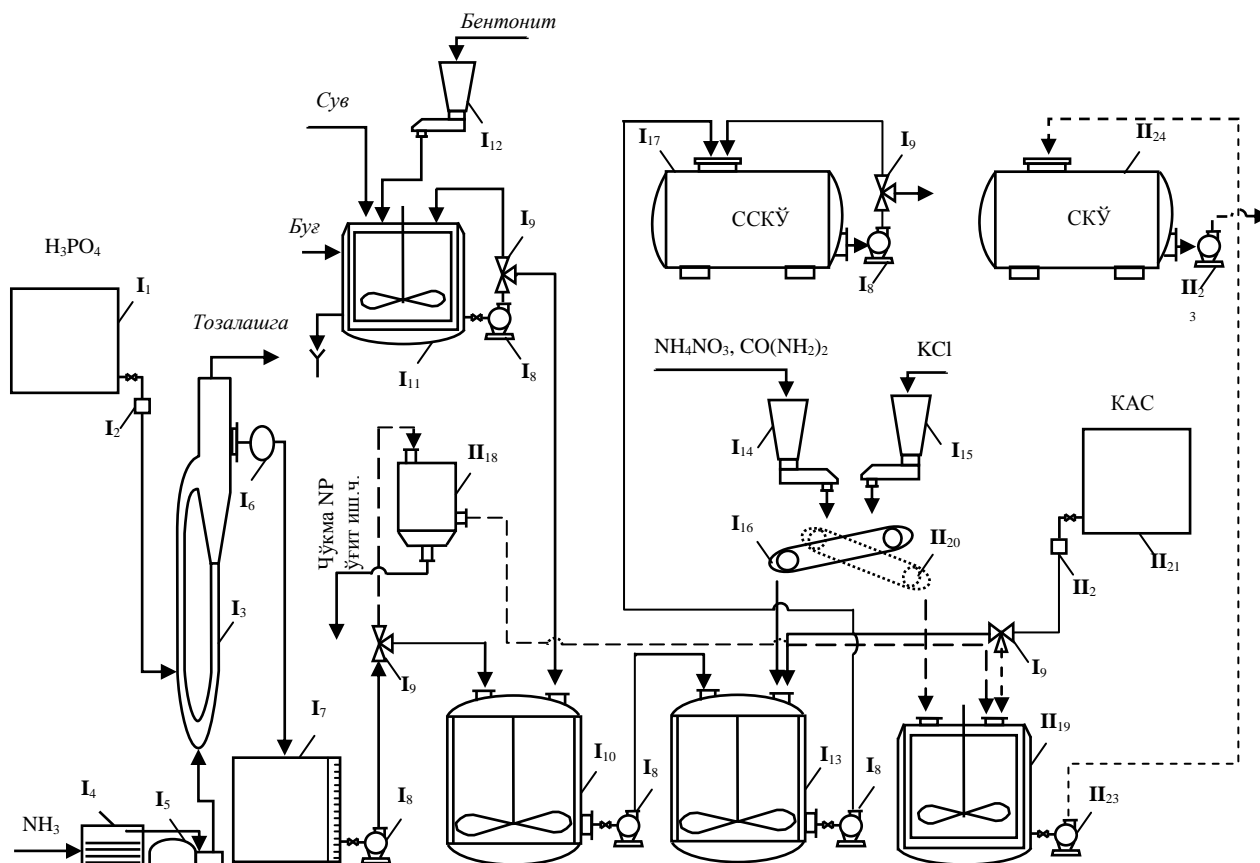
4-расм. Тиниқ NPK-ўғитлар ишлаб чиқаришнинг моддий баланси.

Олинган натижалар асосида ягона технологик циклда Қизилқум ЭФК базасида икки турдаги суюқ ўғитлар – ССКЎ (I) ва СКЎ (II) ишлаб чиқаришнинг принципиал тизими тавсия этилди (5-расм).

ССКЎ (I) тизимидан фарқли уларок, СКЎ (II) олиш жараёнида аралаштиргичда гилли суспензия тайёрлаш босқичи истисно қилинган,

гарчанд унинг ўрнига каттик NPMg-ўғити ва тозаланган аммофос суспензияни олишга қаратилган аммофос бўтқасини центрифуга ёрдамида каттик ва суюқ фазаларга ажратиш босқичи қўшилган.

ССКЎ ва СКЎ технологияси синовлари «Аммофос-Махам» АЖ тажриба қурилмасида ўтказилиб, жараённинг асосий технологик параметрлари ўрнатилди. Бунда маҳсулотнинг тажриба партияси ишлаб чиқарилди.



**5-расм. Паст концентрацияли экстракцион фосфор кислота базасида ССКЎ ва СКЎ ишлаб чиқаришнинг тизими:**

I<sub>1</sub> - ЭФК сақлагичи; I<sub>2</sub> - сарфлагич; I<sub>3</sub> - ТАБ аппарати; I<sub>4</sub> - конденсатор; I<sub>5</sub> - компрессор; I<sub>6</sub> - потенциометр; I<sub>7</sub> - аммофос бўтқаси учун тўплагич; I<sub>8</sub> - насос; I<sub>9</sub> - улагич; I<sub>10</sub> - гилли суспензия билан аммофос бўтқасини аралаштиргичи; I<sub>11</sub> - гилли суспензия аралаштиргичи; I<sub>12</sub> - бентонит гили учун бункер; I<sub>13</sub> - ССКЎ олишга тузлар эритиш аралаштиргичи; I<sub>14</sub> - азотли компонентлар учун бункер; I<sub>15</sub> - KCl учун бункер; I<sub>16</sub> - транспортер; I<sub>17</sub> - ССКЎ сақлаш учун цистерна; II<sub>18</sub> - центрифуга; II<sub>19</sub> - СКЎ олишга тузлар эритиш аралаштиргичи; II<sub>20</sub> - транспортер; II<sub>21</sub> - KAC эритмаси учун босим остидаги бак; II<sub>22</sub> - сарфлагич; II<sub>23</sub> - насос; II<sub>24</sub> - СКЎ сақлаш учун цистерна.

Техник-иктисодий ҳисоблар кўрсатдики, 1:0,7 ва 1:0,7:0,5 маркалардаги 1 тонна ССКЎ ва СКЎ таннархи мос равишда 729 266; 752 961 ва 884 628; 967 477 сўмни ташкил этади. Уларда 1 тонна озуқа моддалар (N+P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>+K<sub>2</sub>O) таннархи донадор комплекс ўғитлар таннархига нисбатан 1,7 ва 1,3 баробар арзон бўлади.

## ХУЛОСА

Диссертация иши бажарилишида олинган асосий илмий ва амалий натижалар қуйидагича:

1. Таркибида (оғир.%): 17,17%  $P_2O_5$ , 2,2%  $SO_3$ , 0,16%  $CaO$ , 0,22%  $MgO$ , 0,39%  $Fe_2O_3$ , 0,53%  $Al_2O_3$  бўлган ЭФКни газсимон аммиак  $pH = 3,54-6,56$  гача нейтраллаш жараёни ўрганилди. ЭФКни аммонийлаштиришда ҳосил бўладиган кимёвий бирикмалар рўйхати келтирилди. Аммофос бўтқасининг тиниш даражаси аниқланди. Кўрсатдики, 3% гилли суспензия қўшимчаси бўтқага барча ҳажм бўйича гомогенлик ва қатламга ажралишга тўрғунликни таъминлайди, натижада барқарорлиги 1,5-2 баробар ортади. Аммонийлашган ЭФК NP- ва NPK-ўғитлар олиш учун базис эритма бўлиб хизмат қилади.

2. Гилли суспензия қўшимчали аммофос бўтқаси, аммиакли селитра, карбамид ёки КАС-32 эритмаси асосида  $N:P_2O_5 = 1:0,5, 1:0,7$  ва  $1:1$  оғирлик нисбатларда олинган суспендирланган NP- ўғитларнинг таркиби ўрганилди. Карбамид қўшиш орқали олинган суюқ маҳсулот таркиби энг кўп озучавий (13,51-21,01% N ва 10,51-13,51%  $P_2O_5$ ), КАС-32 эритмаси қўшилганда эса энг кам озучавий (12,56-18,18% N ва 9,09-12,56%  $P_2O_5$ ) элементлар ташкил этади.

3. Суспендирланган NP-ўғитларнинг хоссалари (зичлик, ковушқоқлик, кристалланиш ҳарорати, электр ўтказувчанлик, тўйинган буғ босими ва тиниш даражаси) ўрганилди. Барча ҳолатларда бўтқалар суюқ оқувчан, уларнинг зичлиги  $1,35 \text{ г/см}^3$ , ковушқоқлиги -10 сПз дан ошмайди. Барча маркадаги суюқ NP- ва NPK- ўғитларнинг электр ўтказувчанлиги маълум суюқ ўғитларга яқин, улар оддий ҳароратда кристалланмайди, бундан ташқари иссиқ иқлим шароитларда кам учувчанликка эга ва узоқ вақт ўзининг физик-кимёвий хоссаларини ўзгартирмасдан сақлайди.

4. Суспендирланган NP-бўтқага калий хлоридини қўшиш йўли билан  $N:P_2O_5:K_2O = 1:0,5:0,3; 1:0,7:0,5$  ва  $1:1:1$  нисбатларда суспендирланган NPK-ўғитлар олиш жараёни ўрганилди. Аммофос бўтқаси  $pH$  кўрсаткичи 4,5-6,5 да селитрани қўллаб олинган маҳсулотларда маркага боғлиқ равишда озуча компонентлари йиғиндиси ( $N+P_2O_5+K_2O$ ) 30,66-31,35%, улардан 10,45-17,03% N, 5,11-10,45%  $K_2O$  ва 8,52-10,45%  $P_2O_{5\text{умум.}}$ ,  $P_2O_{5\text{ўзл.}}$  :  $P_2O_{5\text{умум.}}$  – 99,27-99,43 ва  $P_2O_{5\text{сув.эрув.}}$  :  $P_2O_{5\text{умум.}}$  = 92,30-92,42% ни ташкил этади. Улар суюқ оқувчан ва уларни марказдан қочма насослар орқали узатишда қийинчилик туғдирмайди. Карбамид ва КАС-32 эритмаси учун ҳам шунга ўхшаш ҳолат кузатилади.

5. Суспендирланган ЖКУ маркасини яхшилаш, яъни тиниқ суспензия олиш ва ундаги сувда эрувчан фосфор миқдорини ошириш учун аммофос бўтқаси ( $pH=6,5$ ) таркибидан қаттиқ чўкмаларни йўқотиш тавсия этилади. Бунда бўтқа максимал тозаланишга эришилади ( $MgO - 89\%, 88\% Fe_2O_3, 89\% Al_2O_3, 75\% F$ ). Чўкма қаттиқ NPMg-ўғит сифатида тавсия этилади. Таркибида 6,18% N, 14,05%  $P_2O_5$ , 0,17%  $MgO$ , 4,07%  $SO_3$ , 0,034%  $Fe_2O_3$ , 0,064%  $Al_2O_3$ , 0,37% F тутган тозаланган суспензия томчилаб суғориш учун мўлжалланган эрувчан NP- ва NPK-ўғитлар олиш учун базис эритма бўлиб хизмат қилади.

6. Аммофос бўтқаси ёки суспензияси, азотли ва калийли компонентлар асосида ягона технологик циклда ССКЎ ва СКЎ олишнинг технологик тизими ишлаб чиқилди, унинг моддий баланси ҳисобланди. "Аммофос-Максам" АЖ тажриба қурилмасида ССКЎ ва СКЎ технологияси синовдан ўтказилди ва маҳсулотлар партиялари ишлаб чиқарилди.

7. Техник-иқтисодий ҳисоблар, 1:0,7 ва 1:0,7:0,5 маркалардаги 1 тонна ССКЎ ва СКЎ таннархи мос равишда 729 266; 752 961 ва 884 628; 967 477 сўмни ташкил этишини кўрсатди. СКЎ нисбатан юқори таннархи аммофос бўтқасини суюқ ва қаттиқ фазаларга ажратиш каби қўшимча босқичга боғлиқдир. ССКЎ ва СКЎлардаги 1 тонна озуқа моддалар таннархи донатор комплекс ўғитлар солиштирганда 1,7 ва 1,3 баробар арзон бўлади.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ PhD.03/30.12.2019.Т.20.03 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ  
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ПРИ КАРАКАЛПАКСКОМ  
ГОСУДАРСТВЕННОМ УНИВЕРСИТЕТЕ**

---

**ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ И НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ**

**НОМОЗОВ ШУХРАТЖОН ЮЛДАШАЛИ УГЛИ**

**ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЖИДКИХ СУСПЕНДИРОВАННЫХ  
КОМПЛЕКСНЫХ УДОБРЕНИЙ НА БАЗЕ КЫЗЫЛКУМСКОЙ  
ЭКСТРАКЦИОННОЙ ФОСФОРНОЙ КИСЛОТЫ**

**02.00.13 – Технология неорганических веществ и материалов на их основе**

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

**Нукус – 2020**

Тема диссертации доктора философии (PhD) зарегистрирована под номером В2020.2.PhD/Г1758 Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан.

Докторская диссертация выполнена в Институте общей и неорганической химии.  
Автореферат диссертации на трёх языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице по адресу [www.karsu.uz](http://www.karsu.uz) и Информационно-образовательном портале «Ziyounet» по адресу [www.ziyounet.uz](http://www.ziyounet.uz)

<b>Научный руководитель:</b>	<b>Сейтнизаров Атаназар Рейпназарович</b> доктор технических наук
<b>Официальные оппоненты:</b>	<b>Шамшидинов Исраилжон Тургунович</b> доктор технических наук, профессор <b>Алланиязов Давран Оразымбетович</b> доктор философии технических наук
<b>Ведущая организация:</b>	<b>Навоийский государственный горный институт</b>

Защита диссертации состоится «15» декабря 2020 году в «13<sup>00</sup>» часов на заседании Научного совета PhD.03/30.12.2019.T.20.03 при Каракалпакском государственном университете по адресу: 230112, г. Нукус, ул. Ч.Абдирова, 1. Тел.: (99861) 223-60-47; факс: (99861) 223-60-78; e-mail: [karsu\\_info@edu.uz](mailto:karsu_info@edu.uz)

С диссертации можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Каракалпакского государственного университета (зарегистрировано за №19). Адрес: 230112, г. Нукус, ул. Ч.Абдирова, дом 1). Тел.: (99861) 223-60-78.

Автореферат диссертации разослан «03» декабря 2020 года (протокол рассылки № 2 от «03» декабря 2020 года.



**Реймов А.М.**  
Председатель научного совета по  
присуждению ученой степени,  
д.т.н., профессор

**Курбаниязов Р.К.**  
Ученый секретарь научного совета  
по присуждению ученой степени,  
к.т.н., доцент

**Туремуратов Ш.Н.**  
Председатель Научного семинара  
при научном совете по  
присуждению ученой степени,  
д.х.н.

## **ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации (PhD) доктора философии)**

**Актуальность и востребованность темы диссертации.** Мировой опыт показывает, что минеральные удобрения играют ключевую роль при решении проблемы продовольственной безопасности любой страны. Производство эффективных агрохимикатов, в частности комплексных удобрений функционального действия является не только опорой сельского хозяйства, но и критерием развития химической промышленности. В условиях капельного орошения интенсивного садоводства и овощеводства остро стоит вопрос о создании новых видов жидких комплексных удобрений (ЖКУ). В этом аспекте большое значение имеет внедрение технологии суспендированных и жидких NP- и NPK-удобрений с заданным составом и свойствами, способствующие быстрому росту и развития культур.

Во всем мире производство ЖКУ неразрывно связано с применением термической, концентрированной фосфорной и полифосфорной кислот, требующие для своего осуществления качественное фосфатное сырье, большие теплоэнергетические затраты, к тому же двухступенчатый процесс аммонизации в горячем и холодном режимах. Исходя из этого, разработка и реализация рационального решения, обеспечивающего переработку низкоконцентрированной экстракционной фосфорной кислоты (ЭФК) и позволяющего снизить сырьевых и энергетических расходов является актуальной задачей. Для этой цели необходимо обосновать соответствующие научно-технические решения по следующим направлениям: нахождение оптимальных условий получения базисного раствора на основе аммонизации ЭФК; получение суспендированных жидких комплексных удобрений (СЖКУ) с добавкой глиняной суспензии; получение прозрачных ЖКУ путем разделения аммофосной пульпы на жидкую и твердую фазы; разработка технологий получения суспендированных и прозрачных ЖКУ с заданными соотношениями питательных элементов путем добавки карбамида, селитры, раствора КАС (карбамидо-аммиачная селитра) и хлорида калия.

В республике на основе реализации широкомасштабных мероприятий достигнуты существенные результаты в области производства азотных, фосфорных, калийных и комплексных удобрений в жидких и гранулированных формах. В третьем направлении Стратегии действия по дальнейшему развитию Республики Узбекистан, предусмотренной в 2017-2021гг. отмечены важные задачи, направленные на «...развитие высокотехнологичных перерабатывающих отраслей, прежде всего по производству готовой продукции с высокой добавленной стоимостью на базе глубокой переработки местных сырьевых ресурсов...»<sup>1</sup>. В этом плане приобретает разработка рациональной технологии получения суспендированных ЖКУ, необходимых для капельного орошения.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных в постановлениях Президента

---

<sup>1</sup> Указ Президента Республики Узбекистан «Стратегия действий по пяти приоритетным направлениям развития Республики Узбекистан в 2017-2021 годах».



Республики Узбекистан ПП-3983 от 25 октября 2018 года «О мерах по ускорению развития химической промышленности Республики Узбекистан» и ПП-4265 от 3 апреля 2019 года «О мерах по дальнейшему реформированию химической промышленности и повышению ее инвестиционной привлекательности», а также в других нормативно-правовых документах, принятых в данной сфере.

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

**Степень изученности проблемы.** В научно-технической литературе имеется обширный объем научных материалов по получению и применению суспендированных и жидких комплексных удобрений. Такими учеными как Кочетков В.Н, Рило И.П., Завалин А.А., Колесникова В.А., Эрайзер Л.Н., Янциева С.Х., Кочетков С.П., Позин М.Е., Дормешкин О.Б., McBeath Т.М., Nettiarachchi G.M., Hodge С.А., Motes Т. W., Набиев М.Н., Беглов Б.М., Намазов Ш.С., Бахриддинов Н.С., Таджиев С.М., Раджабов Р., Собиров М.М. проведены ряд научно-исследовательских работ по физико-химическим и технологическим основам производства СЖКУ и ЖКУ на основе полифосфорной и упаренной фосфорной кислот, азотных и калийных компонентов, а также микроэлементов. Принято, что в ЖКУ сумма питательных компонентов должна быть не менее 27 и 33%, соответственно на основе орто- и полифосфорных кислот. А для стабилизации ЖКУ используют аттапульгитовую либо бентонитовую глины, к ним также добавляют вещества, фунгицидной и стимулирующей активностью. В зарубежных странах широко распространены азотнофосфорные растворы марок N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O = 10:34:0, 11:37:0 и 8:24:0 (Кочетков С.П., Позин М.Е., Nettiarachchi G.M., Hodge С.А.). Раствор ЖКУ марок 10:34:0 или 11:37:0 получают путем аммонизации полифосфорной кислоты, а марки 8:24:0 ортофосфорной кислоты с содержанием 54% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Этим определяется высокая себестоимость ЖКУ. К тому же производство концентрированной фосфорной кислоты в Узбекистане отсутствует.

В настоящее время на АО «Samarkandkimyo» функционирует опытно-промышленная установка по получению жидкой суспендированной фосфорсодержащей селитры марки А (7-9% N, 7-9% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 7-9% CaO) и Б (13-16% N, 4-6% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 11-14% CaO). Однако концентрация суспензии низкая, к тому же в продукте основной фосфор находится не в водорастворимой, а в цитратнорастворимой форме (Таджиев С.М., Раджабов Р., Собиров М.М.).

Поэтому на наш взгляд, наступило время разработки технологии переработки низкоконцентрированной ЭФК производства АО «Amtofos-Maxam» в ЖКУ с различными соотношениями питательных компонентов. Производство ЖКУ целесообразно организовать в комплексе с производством твердых удобрений. При сочетании этих производств в одном цикле значительно сокращаются затраты. То есть организация производства ЖКУ не вызывает больших трудностей.

**Связь диссертационного исследования с тематическим планом научно-исследовательских работ.** Диссертационное исследование выполнено в рамках плана научно-исследовательских работ прикладного проекта Института общей и неорганической химии №ПЗ-20170928461 «Разработка эффективной технологии получения очищенной экстракционной фосфорной кислоты и высокомарочного фосфата аммония на её основе» (2018-2020 гг.) и хозяйственного договора с АО «Аmmofos-Махат» №17-03 «Разработка технологии получения суспендированных сложных удобрений».

**Целью исследования** является разработка технологии получения суспендированных жидких комплексных удобрений на базе Кызылкумской экстракционной фосфорной кислоты, карбамида, аммиачной селитры, раствора КАС и хлорида калия.

**Задачи исследования:**

исследования физико-химических свойств Кызылкумской ЭФК. Получение базисного раствора путем аммонизации Кызылкумской ЭФК при различных значениях рН;

определение реологических характеристик 26%-ной глиняной суспензии из бентонитов месторождений Узбекистана;

изучение физико-химических свойств аммофосной пульпы с добавкой глиняной суспензии (плотность, вязкость, температура кристаллизации, электропроводность, упругость паров, степень осветления);

изучение состава и свойств уравновешенных по питательным компонентам суспендированных NP- и NPK-удобрений на базе аммофосной пульпы с добавкой глиняной суспензии, аммиачной селитры, раствора КАС, карбамида и хлорида калия;

изучение состава и свойств прозрачных NP- и NPK-удобрений на основе очищенной аммофосной суспензии, аммиачной селитры, раствора КАС, карбамида и хлорида калия;

количественный анализ солевого состава твердого осадка из аммофосной пульпы с помощью рентгенографии привлечением программного обеспечения BGMN/Profex Rietveld;

агрохимическая оценка СЖКУ и ЖКУ на основе аммофосной пульпы и её очищенной суспензии, раствора КАС и хлорида калия;

разработка технологической схемы, расчет материального баланса и технико-экономических показателей процессов получения предлагаемых марок СЖКУ и ЖКУ;

отработка параметров процесса получения новых видов СЖКУ и ЖКУ на АО «Аmmofos-Махат» с выпуском опытных партий продуктов.

**Объектом исследования** является экстракционная фосфорная кислота, аммиак, аммиачная селитра, раствор КАС, карбамид, хлорид калия, бентонит, осадок, суспендированные и жидкие NP- и NPK- удобрения.

**Предметом исследования** является процессы аммонизации ЭФК до различных значений рН, уравнивание состава аммофосной пульпы (с добавкой глиняной суспензии) путем введения азотных и калийных компонентов, а также улучшение качества ЖКУ путем очищения состава

аммофосной пульпы от твердых взвесей с последующим добавлением в жидкую фазу азотных и калийных компонентов.

**Методы исследования.** В диссертации использованы химический и физико-химический методы анализа, а также опытно-промышленные, агрохимические испытания в вегетационных и лизиметрических условиях.

**Научная новизна диссертационного исследования** заключается в следующем:

выявлен оптимальный режим приготовления базисного раствора путем аммонизации низкоконцентрированной фосфорной кислоты для получения суспендированных жидких комплексных удобрений;

установлена оптимальная норма 26%-ной глиняной суспензии (Аммофосная пульпа : Глиняная суспензия = 100 : 3), при которой ЖКУ сохраняет гомогенность по всему объему и устойчивость к расслаиванию, а его кристаллы находятся только во взвешенном состоянии;

впервые применен комплект программного обеспечения BGMN/Profex Rietveld для количественного анализа твердого осадка аммофосной пульпы, состоящей из комплексных солей магния;

обоснованы условия разделения аммофосной пульпы на твердую и жидкую фазы, позволяющие улучшить качество жидкого комплексного удобрения для капельного внесения и получить NPMg-удобрения пролонгированного действия;

получены новые формы уравновешенных суспендированных и жидких NP- и NPK-удобрений на основе аммофосной пульпы и её очищенной суспензии, карбамида, раствора КАС, аммиачной селитры и хлорида калия;

разработана технология получения суспендированных и прозрачных NP- и NPK-удобрений в едином технологическом цикле.

**Практические результаты исследования** заключаются в следующем:

разработана технология получения суспендированных NP- и NPK-удобрений на основе стабильной аммофосной пульпы с добавкой 3% глиняной суспензии, аммиачной селитры, КАС, карбамида и хлорида калия;

разработан оптимальный состав прозрачной аммофосной суспензии и осадка, вполне соответствующие в качестве базисного раствора для жидких растворимых ЖКУ при капельном орошении и твердого NPMg-удобрения пролонгированного действия;

создана гибкая технологическая схема получения суспендированных и прозрачных NP- и NPK-удобрений на базе стабильной базисной аммофосной пульпы либо суспензии, аммиачной селитры, раствора КАС, карбамида, хлорида калия в едином технологическом цикле;

**Достоверность результатов исследования.** Результаты химических и физико-химических анализов подтверждены лабораторными опытами, опытно-промышленными и агрохимическими испытаниями.

**Научная и практическая значимость результатов исследования.**

Научная значимость результатов исследования определяется тем, что они заложили основу для установления закономерностей между составом и свойствами новых видов уравновешенных суспендированных и прозрачных

ЖКУ на основе аммофосной пульпы с добавкой 3% глиняной суспензии или очищенного раствора фосфата аммония, аммиачной селитры, раствора КАС, карбамида и хлорида калия.

Практическая значимость результатов исследования заключается в том, что технология служит для сельского хозяйства суспендированными и жидкими прозрачными NP- и NPK-удобрениями с хорошими технико-экономическими показателями и могут применяться в тепличном хозяйстве при внекорневом подкормке (в том числе садах, ягодниках, виноградниках и другие) в условиях капельного орошения.

**Внедрение результатов исследования.** На основе полученных научных результатов по разработке технологии получения жидких ва суспендированных комплексных удобрений на основе местного сырья:

технология получения СЖКУ на основе аммофосной пульпы с добавкой 3% глиняной суспензии, раствора КАС-32 и хлорида калия включена в «перечень перспективных разработок по внедрению на практику» АО «Аmmofos-Махам» (справка АО «Аmmofos-Махам» от 16 сентября 2020 года №1520/С). В результате появилась возможность получения устойчивой СЖКУ с различным соотношением питательных элементов с меньшими теплоэнергетическими и эксплуатационными затратами;

технология получения прозрачных ЖКУ на основе очищенной аммофосной суспензии, раствора КАС-32 и хлорида калия включена в «перечень перспективных разработок по внедрению на практику» АО «Аmmofos-Махам» (справка АО «Аmmofos-Махам» от 16 сентября 2020 года №1520/С). В результате появилась возможность расширения ассортимента ЖКУ и обеспечения сельского хозяйства жидкими препаратами для внекорневой подкормок растений в условиях капельного орошения;

по разработке технологии получения суспендированных сложных удобрений заключен хозяйственный договор с АО «Аmmofos-Махам» №17-03 от 24.03.2017г на X-республиканской ярмарке инновационных идей, технологий и проектов (зарегистрировано 24 марта 2017 года под №17-03/646 юр.). В результате дано возможность организации опытно-промышленного производства суспендированных жидких комплексных удобрений с наименьшими капитальными затратами.

**Апробация результатов исследования.** Результаты данного исследования были доложены и обсуждены на 3 международных и 6 республиканских научно-практических конференциях.

**Опубликованность результатов исследования.** По теме диссертации опубликовано 16 научных работ. Из них 7 научных статей, в том числе 3 в республиканских и 4 в зарубежных журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов диссертаций (PhD).

**Структура и объем диссертации.** Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации составляет 120 страниц.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

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

В первой главе «**Жидкие комплексные и суспендированные минеральные удобрения, способы их получения**» приводится литературный обзор, где рассмотрено состояние производства жидких удобрений. Проанализированы различные способы получения ЖКУ и СЖКУ, включающие термическую и полифосфорную кислоты, стандартную ЭФК или твердые продукты их аммонизации, жидкие суспензии азотнокислотной переработки фосфоритовых руд, а также удобрения, обладающие со стимулирующей и инсектицидной активностью растений. Анализ ранее выполненных работ позволил сформулировать цель и задачи настоящей работы.

Во второй главе «**Характеристика сырьевых материалов для получения жидких комплексных удобрений и физико-химические методы исследования**» приведены плотность, вязкость, электропроводность и температура кипения растворов Кызылкумской ЭФК.

Для приготовления базисной аммофосной пульпы (рН=3,54-6,56) в качестве исходных материалов были взяты ЭФК состава 17,17%  $P_2O_5$ , 2,2%  $SO_3$ , 0,16%  $CaO$ , 0,22%  $MgO$ , 0,39%  $Fe_2O_3$ , 0,53%  $Al_2O_3$ ,  $\rho = 1,2 \text{ г/см}^3$  и 99,5 %-ный  $NH_3$ . Для получения уравновешенных жидких NP- и NPK-удобрений в качестве азотного компонента использовали  $NH_4NO_3$  (34,4% N),  $(NH_2)_2CO$  (46% N) и раствор КАС-32 (32% N), а калийного –  $KCl$  (60%  $K_2O$ ). Стабилизирующей добавкой к ЖКУ служила бентонитовая глина состава (вес. %): 46,06  $SiO_2$ ; 6,78  $Al_2O_3$ ; 3,0  $Fe_2O_3$  4,33  $MgO$ ; 12,2  $CaO$ ; 0,77  $P_2O_5$ ; 9,35  $CO_2$ ; 1,02  $K_2O$ ; 0,75  $Na_2O$ ; 6,0  $H_2O$ ; потеря при прокалке 20,9% и имеющая размер частиц 40 мк. В настоящее время она в промышленном масштабе разрабатывается (ГОСТ 25795-83). Глинистыми минералами бентонита являются монтмориллонит, каолинит, палыгорскит, гидрослюда и хлорит. Кроме них присутствуют кальцит, кварц, полевой шпат, барит и др.

Химический анализ ЭФК, аммофосной пульпы и суспензий, глины, азотных и калийных компонентов, ЖКУ и СЖКУ проводили по известным методикам. Измерение величины рН 10%-ных водных суспензий удобрений осуществляли на иономере И-130М с точностью 0,05 единиц рН. Плотность СЖКУ и ЖКУ устанавливали пикнометрическим, а вязкость кинематическим методами. Определение упругости паров над СЖКУ и ЖКУ осуществляли динамическим методом. Удельную электропроводность ЖКУ и СЖКУ измеряли кондуктометрическим методом на приборе Mettler Toledo (пр-во Германия). Степень осветления образцов СЖКУ определяли в зависимости

от продолжительности хранения:  $\omega, \% = \frac{h_1 - h_2}{h_1} \cdot 100$ , где,  $h_1$  – общая высота жидкости, мм;  $h_2$  – уровень высоты неосветлённой части, мм.

Рентгенографический анализ бентонита и осадка аммофосной пульпы проводили на дифрактометре XRD-6100 (Shimadzu, пр-во Япония). Идентификация минеральных фаз производилась с использованием базы данных 2013 International Centre for Diffraction Data.

Третья глава «Суспендированные NP- и NPK-удобрения на базе Кызылкумской экстракционной фосфорной кислоты, азотных и калийных солей» посвящена изучению процессов получения базисной аммофосной пульпы путем аммонизации ЭФК (до pH = 3,54; 4,51; 5,53; 6,07 и 6,56) и на её базе суспендированных ЖКУ. Показано, что с повышением pH пульпы с 3,54 до 6,56 содержание N увеличивается с 3,32 до 6,29%, а содержание  $P_2O_{5\text{общ}}$  снижается с 16,22 до 16,06%. В ней  $P_2O_{5\text{водн.}} : P_2O_{5\text{общ.}}$  и  $P_2O_{5\text{св.}} : P_2O_{5\text{общ.}}$  находятся в пределах 91,31-97,10 и 98,43-99,44%.

Установлено, что при хранении аммофосной пульпы наблюдается интенсивное выпадение твердых осадков. Одним из кардинальных способов, предохраняющих от осаждения твердой фазы – введение в раствор коллоидной глины, что в свою очередь позволяет повысить сумму питательных веществ в ЖКУ. Для этого глиняную суспензию готовили путем смешения бентонитового порошка (40 мк) с горячей водой (80°C) при интенсивном перемешивании в течение 5 часов. Приготовлена 26 %-ная глиняная суспензия (ГС) и она добавлена в аммофосную пульпу (АП) при массовых соотношениях АП:ГС от 100:1 до 100:3. Показано, что при этом степень осветления суспендированной аммофосной пульпы через 72 ч меньше в 1,48-2,19 раза, чем пульпы без добавки глины (37-52%). Чем выше pH, тем меньше степень осветления. Оптимальное количество глиняной суспензии оказалось 3 масс.%, в этом случае степень осветления ЖКУ не превышает 20-25%. При температурах 30-60°C суспендированные пульпы обладают хорошими реологическими свойствами ( $>1,3 \text{ г/см}^3$  и  $>10 \text{ сПз}$ ).

С целью получения уравновешенных суспендированных NP-удобрений марок N: $P_2O_5$  = 1:0,5, 1:0,7 и 1:1 в аммофосную пульпу с 3% глиняной суспензией (pH = 4,51; 5,53; 6,07; 6,56) вводили измельченную аммиачную селитру, карбамид и раствор КАС-32. В табл. 1 приведен состав продуктов на основе аммофосной пульпы со значением pH=6,56.

Показано, что в зависимости от pH и массового соотношения N :  $P_2O_5$  в жидких NP-удобрениях на основе аммофосной пульпы и аммиачной селитры содержания N и  $P_2O_{5\text{общ}}$  колеблются в пределах от 12,62 до 18,56% и от 9,28 до 12,62%, соответственно. В них имеются  $P_2O_{5\text{водн.}} : P_2O_{5\text{общ.}} = 92,27-92,39\%$  и  $P_2O_{5\text{св.}} : P_2O_{5\text{общ.}} = 99,20-99,34\%$ .

Аналогичные составы имеются с применением, как карбамида, так и раствора КАС-32. Наиболее высокими питательными компонентами (13,51-21,01% N и 10,51-13,51%  $P_2O_5$ ) обладают жидкие продукты из карбамида, а наименьшими продукты из раствора КАС-32 (12,56-18,18% N и 9,09-12,56%  $P_2O_5$ ). В зависимости от соотношения N: $P_2O_5$  температура кристаллизации суспендированных NP-удобрений составляет с применением: селитры -3 ÷ -

16°C, карбамида -13 ÷ +15°C и раствора КАС-32 -17 ÷ -23°C. В условиях Узбекистана все марки ЖКУ могут применяться в весенне-осенний период, когда средняя температура воздуха колеблется в пределах -23°C - +15°C.

**Таблица 1**

**Состав суспендированных NP-удобрений на основе аммофосной пульпы (рН=6,56) и азотных компонентов**

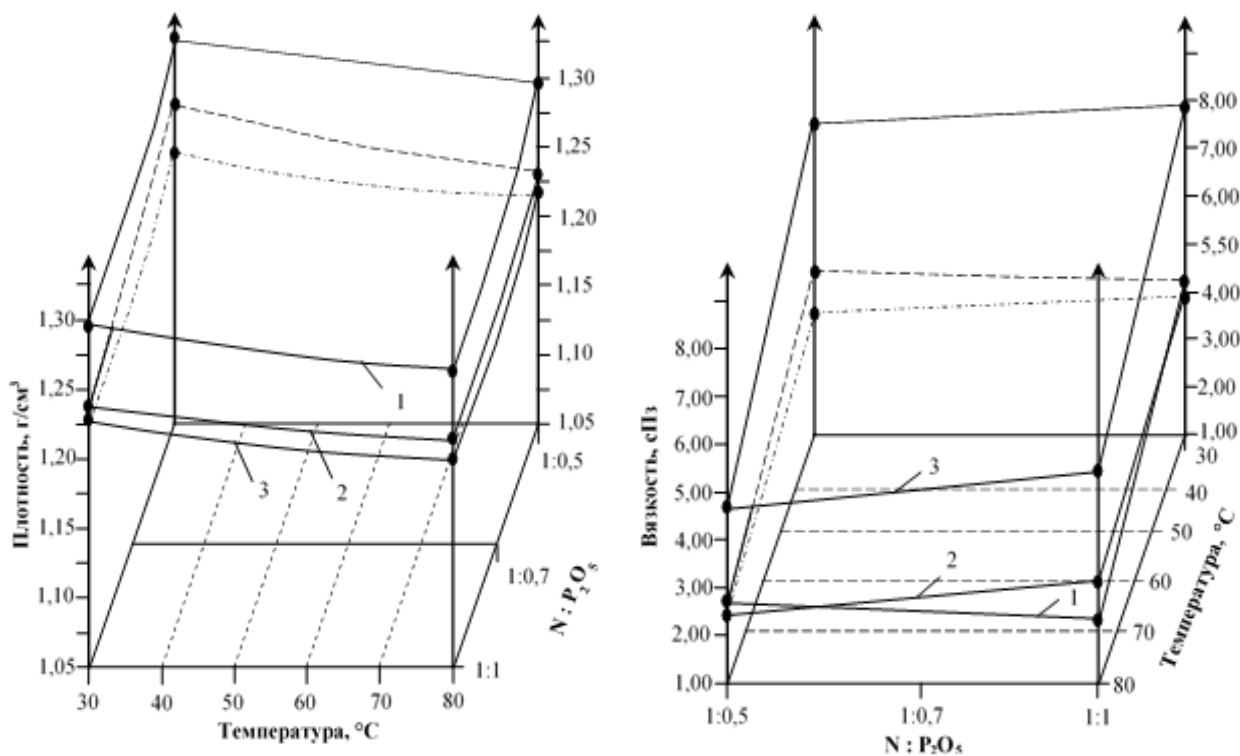
Массовое соотношение N : P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Содержание воды в пульпе, %	Содержание компонентов, вес.%		$\frac{P_2O_{5\text{ув.}}}{P_2O_{5\text{общ.}}}$ %	$\frac{P_2O_{5\text{водн.}}}{P_2O_{5\text{общ.}}}$ %	$T_{\text{крис.}}$ °C
		N <sub>общ.</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> <sub>общ.</sub>			
<b>С добавкой аммиачной селитры</b>						
1 : 0.5	32,26	18,56	9,28	99,20	92,27	-3
1 : 0.7	36,94	15,62	10,93	99,28	92,34	-16
1 : 1	42,81	12,62	12,62	99,34	92,39	-16
<b>С добавкой карбамида</b>						
1 : 0.5	35,88	21,01	10,51	99,26	92,29	+15
1 : 0.7	40,03	17,19	12,03	99,31	92,34	+3
1 : 1	45,19	13,51	13,51	99,37	92,43	-13
<b>С добавкой раствора КАС-32</b>						
1 : 0.5	39,67	18,18	9,09	99,36	92,43	-23
1 : 0.7	42,37	15,42	10,79	99,58	92,52	-20
1 : 1	46,47	12,56	12,56	99,77	92,63	-17

Из номограммы (рис. 1) хорошо просматриваются, что плотность и вязкость суспендированных NP-удобрений на основе аммофосной пульпы и селитры снижаются в сторону увеличения соотношения N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, что связано с увеличением количества ЭФК и, следовательно, воды вводимой с ней в состав СЖКУ. Для карбамида и раствора КАС, хотя наблюдается такая закономерность, но вязкость пульп увеличиваются, что объясняется близостью этих компонентов к слабым либо неэлектролитным растворам. В любом случае все марки суспендированных NP-пульп полностью сохраняют жидкотекучие состояния и перекачиваются насосами без всяких затруднений. Во всех случаях плотность пульп не превышает 1,35 г/см<sup>3</sup>, а вязкость пульп – 10 сПз.

Изучены другие физико-химические свойства (упругость паров, электропроводность и степень осветления) суспендированных NP-удобрений.

На показатели удельной электропроводности ( $\chi$ ) ЖКУ значительно влияет температурный фактор. Так, при 30 и 50°C с увеличением соотношения N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> от 1:0,5 до 1:1, удельная электропроводность варьируется от 37,15 до 33,15 и от 76,58 до 72,52; от 27,38 до 26,68 и от 56,95 до 50,12 mS/sm соответственно для СЖКУ на основе селитры и раствора КАС-32. Однако для карбамида величина  $\chi$  меняется незначительно, от 8,49 до 15,33 и от 20,43 до 33,25 mS/sm. Это связано меньшей электропроводной способностью мочевины в качестве электролита в водных системах.

Таким образом, ЖКУ на базе слабой ЭФК по электропроводности близки к известным жидким удобрениям, так как в них концентрация примесей невелика.



**Рис. 1. Изменение плотности и вязкости суспендированных NP-удобрений на основе аммофосной пульпы (рН=6,56), селитры (1), раствора КАС-32 (2) и карбамида (3) в зависимости от соотношения N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и температуры.**

Увеличение концентрации P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> по отношению к N приводит к заметному повышению упругости паров, вследствие возрастания массовой доли свободной воды в СЖКУ. Наиболее резкое возрастание давления пара над СЖКУ наблюдается при повышении температуры с 50°C и выше. Давление насыщенных паров изучаемых жидких NP-удобрений на основе аммофосной пульпы (рН=6,56), селитры, карбамида и раствора КАС-32 в интервале 293-343К составляет 1,91-19,99; 0,85-19,71 и 0,77-20,41 кПа, свидетельствующие о малой их летучести в условиях жаркого климата.

Всё это позволяет сделать вывод о том, что при температуре хранения до 40°C, суспендированные NP-удобрения обладают малой летучестью и могут храниться в течение длительного времени без изменения своих физико-химических свойств только при условиях добавки глиняной суспензии.

Далее получены образцы уравновешенных NPK-удобрений путем добавки в суспендированные NP-пульпы кристаллического хлорида калия при соотношениях N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O = 1:0,5:0,3; 1:0,7:0,5 и 1:1:1.

Из табл. 2 видно, что в продуктах с использованием селитры сумма питательных компонентов (N+P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>+K<sub>2</sub>O) в зависимости от марки составляет 30,66-31,35%, из них 10,45-17,03% N, 5,11-10,45% K<sub>2</sub>O и 8,52-10,45% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>общ., P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>усв. : P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>общ. = 99,27-99,43 и P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>водн. : P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>общ. = 92,30-92,42%.

Самую высокую плотность (1,463 г/см<sup>3</sup>) приобретает NPK-пульпа на основе селитры с соотношением 1:0,5:0,3, а вязкость (21,25 сПз) на основе карбамида с соотношением 1:1:1. При этом температура пульпы – 30°C.



Таблица 2

**Состав суспендированных NPK-удобрений на основе аммофосной пульпы (рН=6,56), азотных компонентов и хлорида калия**

Массовое соотношение N:P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> :K <sub>2</sub> O	Содержание воды в пульпе, %	Содержание компонентов, вес. %			P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> <sub>усв.</sub> P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> <sub>общ.</sub> %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> <sub>водн.</sub> P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> <sub>общ.</sub> %	T <sub>крист.</sub> °C
		N <sub>общ.</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> <sub>общ.</sub>	K <sub>общ.</sub>			
На основе аммофосной пульпы, аммиачной селитры и хлорида калия							
1 : 0.5 : 0.3	29,93	17,03	8,52	5,11	99,27	92,30	+12
1 : 0.7 : 0.5	32,94	13,85	9,69	6,92	99,33	92,36	+21
1 : 1 : 1	36,64	10,45	10,45	10,45	99,43	92,42	+22
На основе аммофосной пульпы, раствора КАС-32 и хлорида калия							
1 : 0.5 : 0.3	36,76	16,72	8,36	5,02	99,45	92,49	+9
1 : 0.7 : 0.5	37,69	13,70	9,59	6,85	99,70	92,64	+11
1 : 1 : 1	39,83	10,42	10,42	10,42	99,88	92,71	+12
На основе аммофосной пульпы, карбамида и хлорида калия							
1 : 0.5 : 0.3	32,86	19,09	9,54	5,73	99,29	92,34	-2
1 : 0.7 : 0.5	35,19	15,09	10,56	7,54	99,34	92,42	-18
1 : 1 : 1	38,27	11,07	11,07	11,07	99,49	92,52	+12

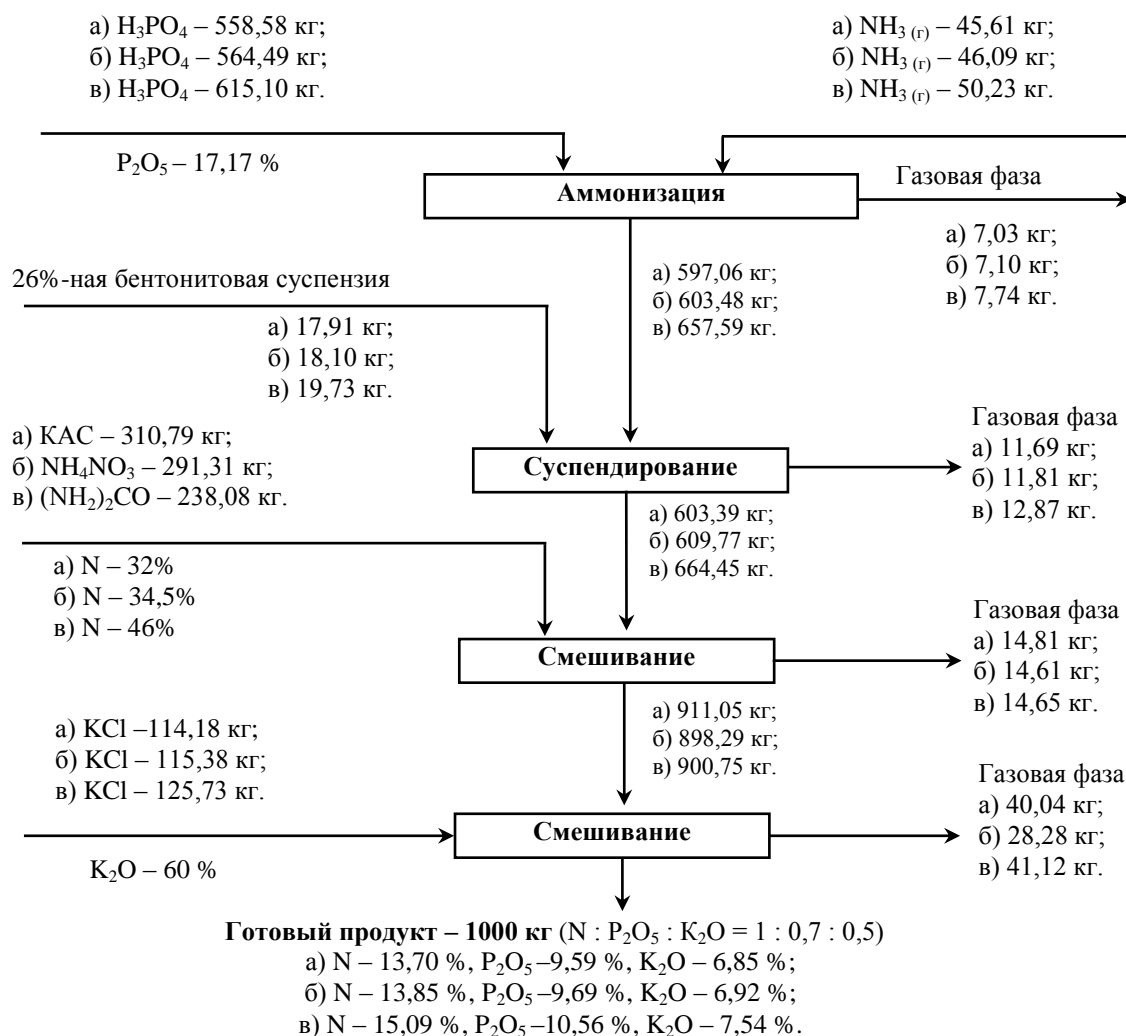
Таким образом, реологические их свойства вполне приемлемы для транспортировки, хранения и применения.

Если в течение 72 суток выдержки доля осветленного слоя суспензий, составов 1:0,5:0,3; 1:0,7:0,5 и 1:1:1 без добавки стабилизатора составляет 43,14; 40,49 и 34,95% (на основе карбамида); 45,93; 43,52 и 37,68% (на основе раствора КАС-32), то при добавке 3% глины она снижается до 23,03; 21,61 и 18,66%; до 24,53; 23,23 и 20,13%, соответственно. Аналогичная картина наблюдается и на основе селитры.

При изучаемых температурах (20-50°C) и соотношениях N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O (1:0,5:0,3-1:1:1) удельная электропроводность NPK-пульп находится в пределах 39,18-83,81; 31,81-72,41 и 21,42-50,86 мС/см с применением аммиачной селитры, раствора КАС-32 и карбамида, соответственно. То есть, по этим показателям они близки к известным жидким удобрениям. А упругость паров суспендированных NPK-удобрений соответствуют нормам, предъявляемым для СЖКУ.

Рассчитан материальный баланс для производства 1 тонны суспендированных NPK-удобрений марки N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O = 1:0,7:0,5 на основе аммофосной пульпы с глиняной суспензией (рН=6,56), азотных компонентов и хлорида калия (рис. 2). Из рисунка видно, что с раствором КАС и селитрой получается менее концентрированное по питательным веществам NPK-удобрений, чем с карбамидом.

Следует отметить, что из-за наличия различных примесей: Са, Mg, Fe, Al, F и др. исходная аммофосная пульпа не пригодна напрямую для получения водорастворимых NP- и NPK-удобрений, отвечающих для капельного внесения. Чтобы улучшить марочность ЖКУ, то есть получить прозрачные суспензий и повысить в них содержание воднорастворимого фосфора, необходимо очистить аммофосную пульпу от твердых взвесей.



**Рис. 2. Материальный баланс производства суспендированных NPK-удобрений.**

К решению данной проблемы посвящена четвертая глава диссертации «Жидкие комплексные NP- и NPK-удобрения на основе очищенной аммофосной суспензии, азотных и калийных солей», где также приведены результаты технико-экономических расчетов, агрохимических и опытно-промышленных испытаний технологии получения прозрачных NP- и NPK-удобрений на базе очищенной суспензии фосфата аммония.

Очищенная суспензия получена путем разделения аммофосной пульпы (pH=4,5-6,5) на твердую и жидкую фазы на лабораторной центрифуге ОПН-8 (пр-во Россия) со скоростью 4000 об/мин. при 40°C в течение 15 мин. Установлено, что влажность образующихся осадков составляет 60%  $H_2O$ .

Далее фильтрат и высушенные осадки анализировали на содержание компонентов. Их состав приведен в табл. 3.

Из неё видно, что в высушенных осадках содержатся 7,68-14,28% N, 46,05-47,20%  $P_2O_5$ , 6,35-7,90% MgO. В них 89,57-92,40 и 72,82-79,21% фосфора находится в усвояемой и водорастворимой формах. Осадки

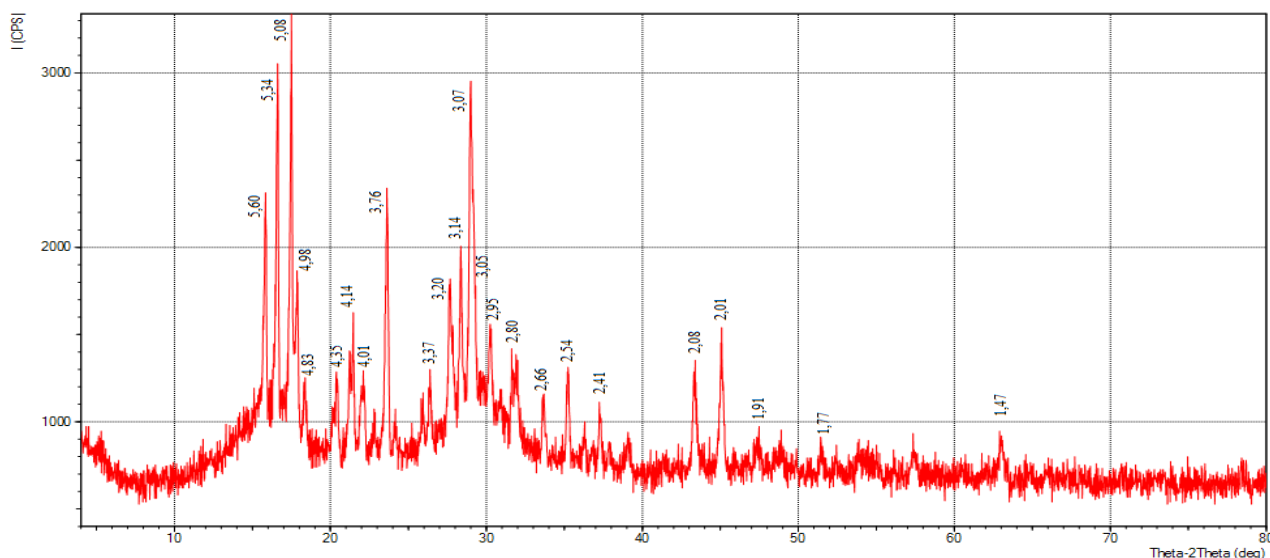
рекомендуются в качестве NPMg-удобрений либо возвращается в аммофосное производство.

**Таблица 3**

**Состав осадков и фильтратов, полученных из аммофосной пульпы**

рН пуль- пы	Содержание компонентов, вес. %								$\frac{P_2O_{5\text{усв.}}}{P_2O_{5\text{общ.}}}$ %	$\frac{P_2O_{5\text{водн.}}}{P_2O_{5\text{общ.}}}$ %
	N	$P_2O_{5\text{общ}}$	CaO	MgO	$SO_3$	$Fe_2O_3$	$Al_2O_3$	F		
Фильтрат										
4,5	4,77	14,66	отс.	0,17	3,64	0,051	0,097	0,55	99,42	95,30
5,5	5,12	14,50	отс.	0,17	4,07	0,035	0,091	0,42	99,67	96,93
6,5	6,18	14,05	отс.	0,18	3,72	0,034	0,064	0,37	99,85	97,51
Высушенный твердый осадок										
4,5	7,68	46,75	1,30	7,90	2,76	1,91	2,76	4,73	92,20	79,21
5,5	11,76	47,20	1,29	7,17	2,32	1,82	2,68	5,01	89,57	73,58
6,5	14,28	46,05	1,29	6,35	3,36	1,55	2,24	4,78	92,40	72,82

С целью идентификации фазового состава высушенного, к тому же не промытого осадка проведен рентгенофазовый его анализ. Из рис. 3 можно просматривать, что в осадке четко проявляются дифракционные максимумы  $NH_4H_2PO_4$  и  $(NH_4)_2HPO_4$  - 5,34; 3,76; 3,07; 2,66 и 5,60; 5,07; 4,98; 4,01Å, соответственно. Полосы 4,35; 3,14; 3,05 и 3,37; 2,95Å свидетельствуют о присутствии  $(NH_4)_2SO_4$  и  $CaHPO_4$ . С применением программного обеспечения BGMN/Profex Rietveld рассчитан солевой состав осадка.



**Рис. 3. Рентгенограмма осадка из аммофосной пульпы при рН=6,5.**

Согласно расчётам, в осадке преобладающими соединениями являются  $NH_4H_2PO_4$  (41,74%),  $(NH_4)_2HPO_4$  (18,33%),  $CaHPO_4$  (7,4%),  $(NH_4)_2SO_4$  (4,12%),  $MgFe_4(PO_4)_3(OH)_5 \cdot 2H_2O$  (6,89%),  $NH_4MgPO_4 \cdot 6H_2O$  (5,85%),  $FePO_4 \cdot 2H_2O$  (3,94%),  $AlPO_4 \cdot 2H_2O$  (2,80%) и прочие.

Расчитана степень осаждения нерастворимых компонентов. Установлено, что при изучаемых значениях рН (рН=4,5-6,5) достигнута максимальная степень очистки аммофосной пульпы (MgO – 88-89%, 86-88%  $Fe_2O_3$ , 83-89%  $Al_2O_3$ , 59-75% F).

Очищенная при pH=6,5 аммофосная суспензия содержит 6,18% N, 14,05% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 0,18% MgO, 3,72% SO<sub>3</sub>, 0,034% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 0,064% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 0,37% F. В ней сульфат ион находится в виде (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, что придает продукту новое качество. Сера наряду с N, P и K является 4-м обязательным питательным элементом, входящий в состав белков и аминокислот при формировании урожая. Эта суспензия послужила базисным раствором для прозрачных NP- и NPK-удобрений.

Для получения прозрачных NP- и NPK-удобрений в качестве источника азота взяты порошки селитры и карбамида, раствор КАС-32, а калия – хлористый калий. Состав продуктов приведен в табл. 4.

**Таблица 4**

**Состав прозрачных NPK-удобрений на основе суспензии фосфата аммония (pH=6,56), азотных компонентов и хлорида калия**

Массовое соотношение N:P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> :K <sub>2</sub> O	Содержание воды в пульпе, %	Содержание компонентов, %			P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> <sub>усв.</sub> P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> <sub>общ.</sub> %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> <sub>водн.</sub> P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> <sub>общ.</sub> %
		N <sub>общ.</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> <sub>общ.</sub>	K <sub>общ.</sub>		
На основе суспензии фосфата аммония, аммиачной селитры и хлорида калия						
1 : 0.5 : 0.3	37,72	16,05	8,14	4,98	99,90	97,52
1 : 0.7 : 0.5	42,67	13,02	9,18	6,62	99,92	97,58
1 : 1 : 1	45,39	9,84	9,84	9,84	99,94	97,67
На основе суспензии фосфата аммония, карбамида и хлорида калия						
1 : 0.5 : 0.3	41,43	17,60	8,91	5,43	99,94	97,58
1 : 0.7 : 0.5	45,60	13,88	9,78	7,05	99,97	97,66
1 : 1 : 1	47,67	10,22	10,22	10,22	99,99	97,79
На основе суспензии фосфата аммония, раствора КАС-32 и хлорида калия						
1 : 0.5 : 0.3	43,27	15,60	7,91	4,83	99,92	97,54
1 : 0.7 : 0.5	47,20	12,74	8,98	6,48	99,95	97,60
1 : 1 : 1	48,08	9,70	9,70	9,70	99,98	97,72

Так, с использованием селитры состав NPK-композиции при N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O = 1:0,5:0,3 выглядит следующим образом: 16,05% N, 4,98% K<sub>2</sub>O, 8,14% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, из которого 97,52% находится в водорастворимой форме, а для N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O = 1:0,7:0,5 – 13,02%, 6,62%, 9,18%, 97,58% соответственно. Для марки 1:1:1 продукт содержит по 9,84% питательного вещества, то есть в сумме 29,52%. В нём P<sub>2</sub>O<sub>5</sub><sub>водн.</sub> : P<sub>2</sub>O<sub>5</sub><sub>общ.</sub> = 97,67%. С использованием карбамида такая марка содержит по 10,22% питательного вещества, в сумме 30,66% и P<sub>2</sub>O<sub>5</sub><sub>водн.</sub> : P<sub>2</sub>O<sub>5</sub><sub>общ.</sub> = 97,79%. При растворе КАС-32 получается менее концентрированное ЖКУ (29% N+P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>+K<sub>2</sub>O, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub><sub>водн.</sub> : P<sub>2</sub>O<sub>5</sub><sub>общ.</sub> = 97,72%).

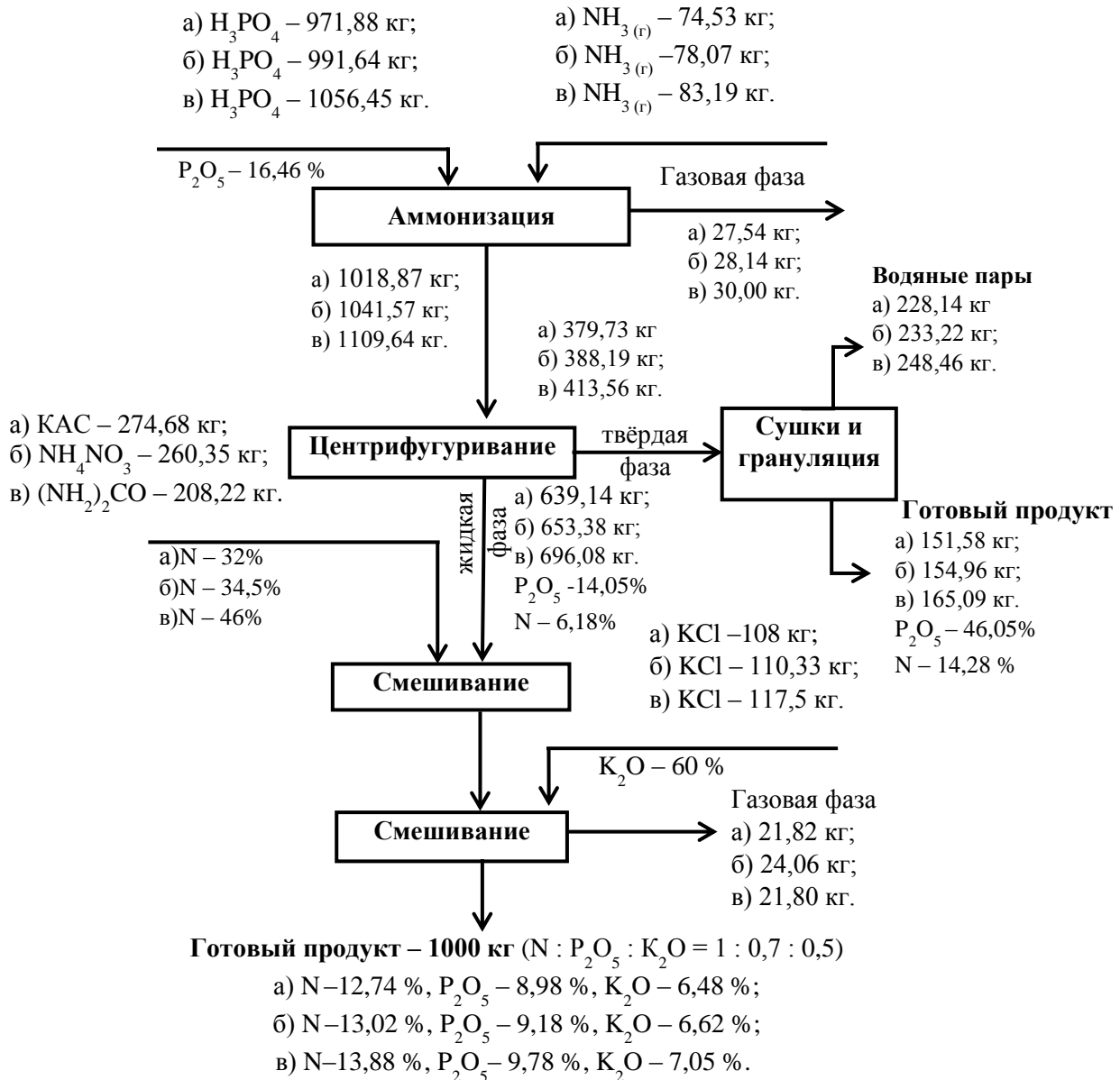
Показано, что при температурах 30-80°C в зависимости соотношения N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O плотность и вязкость ЖКУ составляют 1,299-1,338; 1,253-1,322; 1,251-1,319 г/см<sup>3</sup> и 2,25-4,41; 3,26-6,32; 3,39-6,91 сПз с добавкой аммиачной селитры, карбамида, раствора КАС-32, соответственно. Значит, они легко перекачиваться с одного аппарата к другому.

В интервале 20-50°C удельная электропроводность (χ) исследуемых ЖКУ варьируется от 48,37 до 87,53; от 17,20 до 48,82 и от 36,91 до 71,39 mS/cm, соответственно для селитры, карбамида и КАС-32. Чем больше температура и N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O, тем выше электропроводность. Следует отметить,

что значение  $\chi$  в ЖКУ на основе очищенной аммофосной суспензии выше, чем значение  $\chi$  в СЖКУ на основе аммофосной пульпы. Это связано с загрязнением состава последнего примесями.

В интервале температуры 293-343К упругость паров воды над ЖКУ находится в пределах 1,00-17,93; 0,51-15,44 и 0,45-45,37 кПа с применением селитры, раствора КАС-32 и карбамида, соответственно. Они приемлемы для применения в условиях жаркого климата Центральной Азии.

На рис. 4 приведен рассчитанный баланс получения 1 тонны ЖКУ на основе очищенной аммофосной суспензии, раствора КАС-32 и сухой аммиачной селитры, карбамида и хлорида калия.

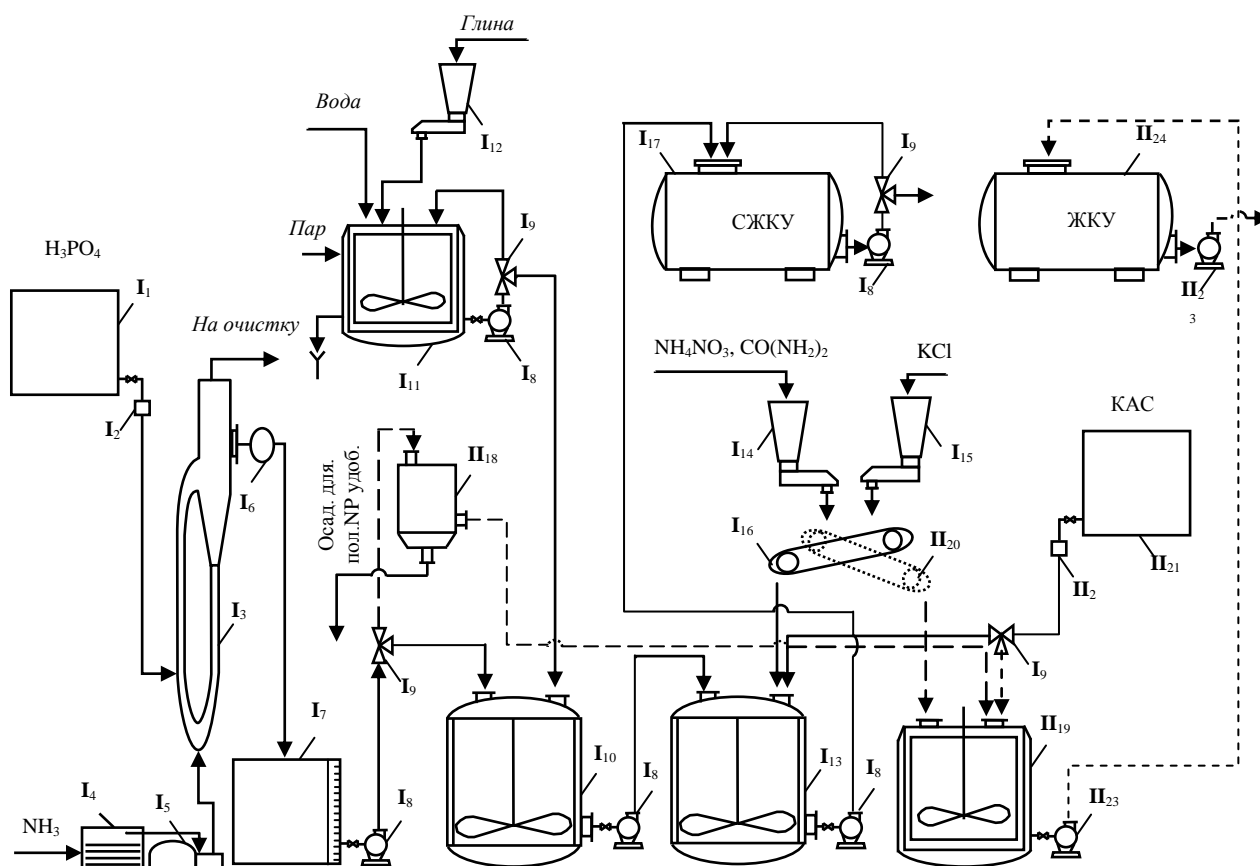


**Рис. 4. Материальный баланс производства прозрачных NPK-удобрений.**

На основе полученных результатов предложена принципиальная схема производства двух видов жидких удобрений – СЖКУ (I) и ЖКУ (II) на базе Кызылкумской ЭФК в единой технологической нитке (рис. 5).

В отличие от схемы СЖКУ (I), в процессе получения ЖКУ (II) исключается стадия приготовления глиняной суспензии в смесителе, хотя вместо неё включена стадия разделения аммофосной пульпы на твердую и жидкую фазы с помощью центрифуги с получением твердого NPMg-удобрения и очищенной аммофосной суспензии.

Испытания технологии СЖКУ и ЖКУ проводили на опытной установке АО «Аммофос-Махат» с установлением основных технологических параметров процесса. При этом выпущена опытная партия продукции.



**Рис. 5. Схема производства СЖКУ и ЖКУ на базе слабой экстракционной фосфорной кислоты:**

I<sub>1</sub> - хранилище для ЭФК; I<sub>2</sub> - расходомер; I<sub>3</sub> – аппарат САИ; I<sub>4</sub> - конденсатор; I<sub>5</sub> - компрессор; I<sub>6</sub> - потенциометр; I<sub>7</sub> - сборник для аммофосной пульпы; I<sub>8</sub> - насос; I<sub>9</sub> - перемычка; I<sub>10</sub> - смеситель для аммофосной пульпы с глиняной суспензией; I<sub>11</sub>-смеситель глиняной суспензии; I<sub>12</sub> – бункер для бентонитовой глины; I<sub>13</sub> - смеситель для растворения солей для СЖКУ; I<sub>14</sub> – бункер для азотных компонентов; I<sub>15</sub> - бункер для КС1; I<sub>16</sub> - транспортер; I<sub>17</sub> - цистерна для хранения СЖКУ; II<sub>18</sub> - центрифуга; II<sub>19</sub> - смеситель для растворения солей для ЖКУ; II<sub>20</sub>-транспортер; II<sub>21</sub> - напорный бак для раствора КАС; II<sub>22</sub> - расходомер; II<sub>23</sub> - насос; II<sub>24</sub> - цистерна для хранения ЖКУ.

Технико-экономические расчёты показывают, что себестоимость 1 тонны СЖКУ и ЖКУ марок 1:0,7 и 1:0,7:0,5 составляет 729 266; 752 961 и 884 628; 967 477 сум, соответственно. В них себестоимость 1 тонны питательных веществ (N+P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>+K<sub>2</sub>O) обходиться дешевле в 1,7 и 1,3 раза, чем себестоимость гранулированных комплексных удобрений.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

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

1. Изучен процесс нейтрализации ЭФК состава (вес.%): 17,17%  $P_2O_5$ , 2,2%  $SO_3$ , 0,16% Ca, 0,22% Mg, 0,39%  $Fe_2O_3$  и 0,53%  $Al_2O_3$  газообразным аммиаком до pH = 3,54-6,56. Приведен перечень химических соединений, образующихся при аммонизации ЭФК. Определена степень осветления аммофосной пульпы. Показано, что добавка 3% глиняной суспензии придает к пульпе гомогенность по всему объему и устойчивость к расслаиванию, в результате её стабильность повышается в 1,5-2 раза. Аммонизированная ЭФК служит базисным раствором для получения NP- и NPK-удобрений.

2. Изучен состав суспендированных NP-удобрений, полученных на основе аммофосной пульпы с добавкой глиняной суспензии, аммиачной селитры, карбамида либо раствора КАС-32 при массовых соотношениях N: $P_2O_5$  = 1:0,5, 1:0,7 и 1:1. Относительно высокими питательными компонентами обладают жидкие продукты на основе карбамида (13,46-21,45% N и 10,51-13,82%  $P_2O_5$ ), а наименьшими на основе раствора КАС-32 (12,36-18,54% N и 9,02-12,83%  $P_2O_5$ ).

3. Изучены свойства (плотность, вязкость, температура кристаллизации, электропроводность, упругость паров и степень осветления) суспендированных NP-удобрений. Показано, что во всех случаях пульпы жидкотекучие, их плотность не превышает 1,35 г/см<sup>3</sup>, а вязкость – 10 сПз. Электропроводность всех марок жидких NP- и NPK-удобрений близка к известным жидким удобрениям, они при обычной температуре не кристаллизуются, к тому же обладают малой летучестью в условиях жаркого климата и могут храниться длительное время без изменения своих физико-химических свойств.

4. Изучен процесс получения суспендированных NPK-удобрений при соотношениях N: $P_2O_5$ : $K_2O$  = 1:0,5:0,3; 1:0,7:0,5 и 1:1:1 путем добавления в суспендированную NP-пульпу хлористого калия. Показано, что при pH аммофосной пульпы 4,5-6,5 с использованием селитры в продуктах сумма питательных компонентов в зависимости от марки составляет 30,66-31,35%, из них 10,45-17,03% N, 5,11-10,45%  $K_2O$  и 8,52-10,45%  $P_2O_{5\text{общ.}}$ ,  $P_2O_{5\text{усв.}}$  :  $P_2O_{5\text{общ.}}$  – 99,27-99,43 и  $P_2O_{5\text{водн.}}$  :  $P_2O_{5\text{общ.}}$  = 92,30-92,42%. Они жидкотекучи и их перекачка центробежными насосами не вызывает затруднений. Аналогичная картина наблюдается для карбамида и раствора КАС-32.

5. Для улучшения марочности суспендированных ЖКУ, то есть для получения прозрачных суспензий и увеличения в них водорастворимого фосфора предложено удаление твердых взвесей из состава аммофосной пульпы (pH=6,5). При этом достигнута максимальная степень очистки пульпы (MgO – 89%, 88%  $Fe_2O_3$ , 89%  $Al_2O_3$ , 75% F). Осадок рекомендуется в качестве твердого NPMg-удобрения. Очищенная суспензия состава 6,18% N, 14,05%  $P_2O_5$ , 0,17% MgO, 4,07%  $SO_3$ , 0,034%  $Fe_2O_3$ , 0,064%  $Al_2O_3$ , 0,37% F

служить базисным раствором для получения растворимых NP- и NPK-удобрений для капельного орошения.

6. Разработана технологическая схема получения СЖКУ и ЖКУ на основе как аммофосной пульпы, так и её очищенной суспензии, азотных и калийных компонентов, рассчитаны материальные балансы их производства в едином технологическом цикле. Технологии СЖКУ и ЖКУ апробированы на опытной установке АО «Аммофос-Махат» с выпуском партий продукции.

7. Техничко-экономические расчёты показывают, что себестоимость СЖКУ и ЖКУ марок  $N:P_2O_5$  и  $N:P_2O_5:K_2O = 1:0,7$  и  $1:0,7:0,5$  составляет 729 266; 752 961 и 884 628; 967 477 сум, соответственно. Относительно высокая стоимость ЖКУ связано с дополнительной стадией разделения аммофосной пульпы на жидкую и твердую фазы. В СЖКУ и ЖКУ себестоимость 1 тонны питательных веществ обходиться дешевле в 1,7 и 1,3 раза по сравнению гранулированными комплексными удобрениями.



**SCIENTIFIC COUNCIL AWARDING SCIENTIFIC DEGREES  
PhD.03/30.12.2019.T.20.03 AT KARAKALPAK STATE UNIVERSITS**  

---

**INSTITUTE OF GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY**

**NOMOZOV SHUHRATJON YULDASHALI O'G'LI**

**TECHNOLOGY OF LIQUID SUSPENDED COMPLEX FERTILIZERS  
BASED ON KYZYLKUM WET-PROCESS PHOSPHORIC ACID**

**02.00.13 – Technology of inorganic substances and materials on their basis**

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

**Nukus – 2020**

The theme of dissertation doctor of philosophy (PhD) was registered at the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under number B2020.2.PhD/F1758.

Dissertation was carried out at institute of General and inorganic chemistry.

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

<b>Research supervisors:</b>	<b>Seytnazarov Atanazar Reypnazarovich</b> doctor of technical science
<b>Official opponents:</b>	<b>Shamshidinov Israiljon Turgunovich</b> doctor of technical sciences, professor <b>Allaniyazov Davran Orazimbetovich</b> doctor of philosophy in technical sciences
<b>Leading organization:</b>	<b>Navoiy State Mining Institute</b>

The defense will take place "15" December 2020 at 13<sup>00</sup> o'clock at the meeting of scientific council No. PhD.03/30.12.2019.T.20.03 at the State university of Karakalpak (Address: 230112, Nukus city, Ch.Abdirov street, 1. Tel.: (+99 861) 223-60-47, fax: (+99 861) 223-60-78, e-mail: [info@karsu.uz](mailto:info@karsu.uz)

The dissertation can be looked through in the Information Resource Centre of the Karakalpak State university, (registered with №19). Address: 230112, Nukus, Ch.Abdirov street, 1. Tel.: (+99 861) 223-60-78.

The abstract of the dissertation has been distributed on "03" December 2020 y. Protokol at the register № 2 dated "03" December 2020 y.



**A.M. Reymov**  
Chairman of the Scientific Council for  
awarding the scientific degrees,  
Doctor of Technical Sciences, Professor

**R.K. Karbaniyazov**  
Secretary of the Scientific Council for  
awarding the scientific degrees, Candidate  
of Technical Sciences, docent

**Sh.N. Turemuratov**  
Chairman of Scientific Seminar under  
Scientific Council for  
awarding of scientific degrees,  
Doctor of Chemical sciences

## INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

**The aim of the research work** is to develop a technology for obtaining suspended liquid complex fertilizers based on the Kyzylkum wet-process phosphoric acid, carbamide, ammonium nitrate, UAN solution and potassium chloride.

**The object of the research** are wet-process phosphoric acid, ammonia, ammonium nitrate, UAN solution, carbamide, potassium chloride, bentonite, sediment, suspended and liquid NP- and NPK-fertilizers.

**The scientific novelty of dissertational research** consists in the following:

the optimal mode of preparation of the base solution by ammonization of low-concentrated phosphoric acid to obtain suspended liquid complex fertilizers was revealed;

the optimal rate of 26% clay suspension (Ammophos slurry: Clay suspension = 100: 3) has been established, at which the LCF maintains homogeneity throughout the volume and resistance to delamination, and its crystals are only in a suspended state;

for the first time the BGMN / Profex Rietveld software package was used for the quantitative analysis of solid sediment of ammophos pulp, consisting of complex magnesium salts;

the conditions for the separation of ammophos slurry into solid and liquid phases have been justified, which make it possible to improve the quality of liquid complex fertilizer for drip application and to obtain NPMg fertilizers of prolonged action;

new forms of balanced suspended and liquid NP- and NPK-fertilizers based on ammophos pulp and its purified suspension, carbamide, UAN solution, ammonium nitrate and potassium chloride were obtained.

### **Implementation of the research results.**

On the basis of the obtained scientific results on the development of a technology for obtaining liquid and suspended complex fertilizers based on local raw materials:

The technology for producing SLCF based on ammophos slurry with the addition of 3% clay suspension, UAN-32 solution and potassium chloride was included in the list of promising developments of JSC Ammofos-Maxam. As a result, it became possible to obtain stable SLCF with different ratios of nutrients with lower heat and power and operating costs;

The technology of obtaining transparent liquid-liquid fertilizers based on purified ammophos suspension, UAN-32 solution and potassium chloride is included in the list of promising developments of JSC Ammofos-Maxam. As a result, it became possible to expand the range of LCF and provide agriculture with liquid preparations for foliar feeding of plants under conditions of drip irrigation.

**The structure and volume of the thesis.** The structure of the dissertation consists of an introduction, four chapters, conclusion, the list of references, applications. The volume of the dissertation is 120 pages.

**ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ**  
**СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ**  
**LIST OF PUBLISHED WORKS**

**I бўлим (I часть; part I)**

1. Номозов Ш.Ю., Алимов У.К., Жуманова М.О., Намазов Ш.С. Получение жидких азотнофосфорных удобрений на основе экстракционной фосфорной кислоты из фосфоритов Центральных Кызылкумов. // Вестник НУУз. - Ташкент, 2017. – №3/2. – С. 438-440. (02.00.00, №12)

2. Nomozov Sh.Yu., Jumanova M.O., Namazov Sh.S. Suspended liquid complex fertilizers from unevaporated wet-process phosphoric acid. // European science review. – Vienna, 2018. - № 7-8. pp. 227-230. Global Impact Factor (1,14).

3. Номозов Ш.Ю., Алимов У.К., Намазов Ш.С., Сейтназаров А.Р. Жидкие суспендированные удобрения на основе Кызылкумской экстракционной фосфорной кислоты. // Химическая технология. Контроль и управление. – Ташкент, 2018. – №6. – С. 5-16. (02.00.00, №10)

4. Номозов Ш.Ю., Алимов У.К., Намазов Ш.С., Сейтназаров А.Р., Беглов Б.М. Состав и свойства жидких комплексных NP-удобрений из Кызылкумской экстракционной фосфорной кислоты. // Узбекский химический журнал. - Ташкент, 2019. – №2. – С.14-22. (02.00.00, №6)

5. Номозов Ш.Ю., Намазов Ш.С., Сейтназаров А.Р., Реймов А.М., Беглов Б.М. Технология получения суспендированных NPK-удобрений на базе низкоконцентрированной экстракционной фосфорной кислоты. // Химическая промышленность. – Санкт-Петербург, 2019. – №.2 – С.55-66. (02.00.00, №21)

6. Nomozov Sh.Yu., Namazov Sh.S., Seytnazarov A.R., Beglov B.M., Alimov U.K. Balanced NP- and NPK-fertilizers based on purified ammophos suspension, nitrogen fertilizers and potassium chloride. // International Journal of Scientific and Technology. – India, 2020. - Volume 9. - Issue 1. - pp.1572-1578. Scopus (SJR-0,12).

7. Номозов Ш.Ю., Намазов Ш.С., Сейтназаров А.Р., Беглов Б.М., Алимов У.К. Получение жидких сложных NP- и NPK-удобрений путем смешения очищенной аммофосной суспензии, азотных удобрений и хлорида калия // Химическая промышленность. – Санкт-Петербург, 2020. – №.1 – С.17-27. (02.00.00, №21).

**II бўлим (II часть; part II)**

8. Nomozov Sh.Yu., Seitnazarov A.R., Alimov U.K., Jumanov M.O., Namazov Sh.S. Liquid complex fertilizers from unevaporated wet-processing phosphoric acid. // XLIII-International scientific and practical conference «International scientific review of the problems and prospects of modern science and education». – Boston, March 25-26, 2018. - № 8 (39) – pp.9-10.

9. Номозов Ш.Ю., Намазов Ш.С., Сейтназаров А.Р., Мирсалимова С.Р. Жидкие удобрения на основе Кызылкумской экстракционной фосфорной кислоты. // Сбор. матер. Межд. науч.-техн. конф. «Современное состояние и перспективы развития производства фосфорсодержащих удобрений на основе фосфоритов Центральных Кызылкумов и Каратау». - Ташкент, 25-26 октября 2018 года. - С.47.

10. Номозов Ш.Ю., Жуманова М.О., Намазов Ш.С. Суспендированные жидкие комплексные удобрения на основе экстракционной фосфорной кислоты. // Матер. Межд. науч.-техн. конф. «Перспективы инновационного развития горно-металлургического комплекса». – Навои, 22-23 ноября 2018 г.- С. 233.

11. Номозов Ш.Ю., Намазов Ш.С. Сейтназаров А.Р., Беглов Б.М. Суспендированные сложные NPK-удобрения на основе аммофосной пульпы, аммиачной селитры и хлорида калия. // “Қорақалпоғистон Республикасида кимё, кимёвий технология, нефт-газ ва енгил саноат соҳалари ривожининг долзарб муаммолари” мавзусидаги Респ. илм.-амал. конф. матер. тўплами. – Нукус, 24 май 2019 йил. - С.273-275.

12. Номозов Ш.Ю., Сейтназаров А.Р., Намазов Ш.С., Беглов Б.М. Характеристика суспендированных NP-удобрений на основе Кызылкумской аммофосной пульпы и аммиачной селитры. // Матер. I-Межд. науч.-практ. конф. “Актуальные проблемы внедрения инновационной техники и технологий на предприятиях по производству строительных материалов, химической промышленности и в смежных отраслях”. – Фергана, 24-25 мая 2019 года. – 2-том. - С. 173-177.

13. Nomozov Sh.Yu., Namazov Sh.S., Seytnazarov A.R., Beglov B.M., Alimov U.K. NP- and NPK- fertilizers based on ammophos slury, nitrogen fertilizers and potassium chloride. // “International conference on integrated innovative development of Zarafshan region: achievements, challenges and prospects”. – Navoiy, November 27-28, 2019. - pp.314-319.

14. Номозов Ш.Ю., Намазов Ш.С., Сейтназаров А.Р., Беглов Б.М., Алимов У.К. Жидкие уравновешенные NP-удобрения на основе очищенной фосфатной пульпы и азотных удобрений. // LVIII-International correspondence scientific and practical conference “European research: Innovation in science, education and technology”. – London, December 8-9, 2019. - pp.7-10.

15. Nomozov Sh.Yu., Seytnazarov A.R., Namazov Sh.S., Beglov B.M., Alimov U.K. Balanced Liquid Np-Fertilizers Based On Purified Ammophos Suspension And Nitrogen Fertilizer. // XIV-International correspondence scientific specialized conference «International scientific review of the technical sciences, mathematics and computer science». – Boston, March 11-12, 2020. – pp.18-22.

16. Ганиева Н.М., Номозов Ш.Ю., Намазов Ш.С., Сейтназаров А.Р. Суспендированные сложные удобрения на базе низкоконцентрированной фосфорной кислоты. // Матер. Респ. науч.-практ. конф. «Наука и инновации в современных условиях Узбекистана». - Нукус, 20 мая 2020 года. - Часть I. – С.67.

Автореферат “Ўзбекистон кимё журналі” таҳририятида таҳрирдан  
ўтказилди.

Бичими 60x84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Рақамли босма усули. Times гарнитураси.  
Шартли босма табоғи: 2,5. Адади 100 нусха. Буюртма № 235.

Гувоҳнома № 10-3719

“Тошкент кимё технология институти” босмахонасида чоп этилган.  
Босмахона манзили: 100011, Тошкент ш., Навоий кўчаси, 32-уй.