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

ФАРҒОНА ПОЛИТЕХНИКА ИНСТИТУТИ
УМУМИЙ ВА НООРГАНИК КИМЁ ИНСТИТУТИ

ХОШИМОВ АХРОРЖОН АХАДОВИЧ

ФОСФОР- ВА ОЛТИНГУГУРТЛИ ҚЎШИМЧАЛАР АСОСИДА АММИАКЛИ СЕЛИТРА СИФАТИНИ ЯХШИЛАШ ТЕХНОЛОГИЯСИ

02.00.13 – Ноорганик моддалар ва улар асосидаги материаллар технологияси

ТЕХНИКА ФАНЛАРИ БЎЙИЧА ФАЛСАФА ДОКТОРИ (PhD)
ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ

Фарғона – 2022

УЎТ 661.632:14

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

Хошимов Ахроржон Ахадович
Фосфор- ва олтингугуртли қўшимчалар асосида аммиакли селитра сифатини яхшилаш технологияси..... 3

Хошимов Ахроржон Ахадович
Технология улучшения качества аммиачной селитры на основе фосфор- и серосодержащих добавок ….....…….. 21

Hoshimov Ahrorjon Ahadovich
Technology for improving the quality of ammonium nitrate based on phosphorus- and sulfur-containing additives …… 39

Эълон қилинган ишлар рўйхати
Список опубликованных работ
List of published works……... 42

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

ФАРҒОНА ПОЛИТЕХНИКА ИНСТИТУТИ
УМУМИЙ ВА НООРГАНИК КИМЁ ИНСТИТУТИ

ХОШИМОВ АХРОРЖОН АХАДОВИЧ

ФОСФОР- ВА ОЛТИНГУГУРТЛИ ҚЎШИМЧАЛАР АСОСИДА АММИАКЛИ СЕЛИТРА СИФАТИНИ ЯХШИЛАШ ТЕХНОЛОГИЯСИ

02.00.13 – Ноорганик моддалар ва улар асосидаги материаллар технологияси

ТЕХНИКА ФАНЛАРИ БЎЙИЧА ФАЛСАФА ДОКТОРИ (PhD)
ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ

Фарғона – 2022

Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида B2021.2.PhD/T2239 рақам билан рўйхатга олинган.

Докторлик диссертацияси Фарғона политехника институти ва Умумий ва ноорганик кимё институтида бажарилган.

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

Илмий раҳбар: **Сейтназаров Атаназар Рейпназарович**
техника фанлари доктори, катта илмий ходим

Расмий опоннентлар: **Тоғашаров Аҳат Салимович**
техника фанлари доктори, катта илмий ходим

Нурмуродов Тўлқин Исомуродович
техника фанлари доктори, доцент

Етакчи ташкилот **Наманган мухадислик-технология институти**

Диссертация ҳимояси Фарғона политехника институти ҳузуридаги DSc.03/30.04.2021.T.106.04 рақамли Илмий кенгашнинг «15» апрель 2022 йил соат 15^{00} даги мажлисида бўлиб ўтади (Манзил: 150107, Фарғона шаҳри, Фарғона кўчаси, 86. Тел.: (+99873) 241-12-06; факс: (+99873) 241-12-06; e-mail: ferpi_info@edu.uz).

Диссертация билан Фарғона политехника институтининг Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (1-рақам билан рўйхатга олинган). Манзил: 150107, Фарғона шаҳри, Фарғона кўчаси, 86. Тел.: (+99873) 241-12-06; факс: (+99873) 241-12-06; e-mail: ferpi_info@edu.uz.

Диссертация автореферати 2022 йил «4» апрель куни тарқатилди.

(2022 йил «4» апрел даги 1- рақамли реестр баённомаси).

Хамдамова Ш.Ш.
Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш раиси,
техника фанлари доктори, доцент

Назирова Р.М.
Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш котиби,
техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD)

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

КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Дунё аҳолисининг фаол ўсиши озиқ-овқат таъминоти муаммосининг кескин кучайтирмоқда. Бу шуни англатадики, бу муаммони ҳал қилишнинг иложи йўқ, жаҳонда минерал ўғитларнинг бозори кенгайишни давом этади. Ҳозирги вақтда дунёда минерал ўғитларнинг 60% дан кўпроғи жуда кенг спектрга эга азотли ўғитлар ҳисобига тўғри келмоқда. Энг муҳим вазифа аммиакли селитранинг (АС) истеъмолчилик хусусиятларини яхшилаш ҳисобланади. Бу борада селитра доналар мустаҳкамлигини оширадиган, ёпишқоқликни камайтирадиган ва термик барқарорлигини яхшилайдиган юқори самарали қўшимчаларни танлаш муҳим ҳисобланади.

Жаҳон миқёсида АС сифатини яхшилаш, шу жумладан: АС ёпишқоқлигини бартараф қилиш бўйича эркин сувни боғлаш ва кристалл марказларни ҳосил қилувчи, аммоний нитратининг барқарор кристалл модификациясини сақловчи қўшимчалар билан доналар юзасини пуркаш ҳамда сирт фаол моддалар билан ишлов бериш бўйича фаол илмий тадқиқотлар олиб борилмоқда. Бу борада АС доналари сирт юзасини боғловчи эритма иштирокида фосфор- ва олтингугуртли ўғитлар кукуни билан чанглатиб пуркаш жараёни; АС суюқланмасини фосфор- ва олтингугуртли ўғитлар кукуни билан қайта ишлаш жараёни; АС доналарини кукун билан чанглатиб пуркаш ёки аммиакли селитра суюқланмасини фосфор- ва олтингугуртли қўшимчалар билан қайта ишлаш орқали таркиб ва хоссалари яхшиланган мураккаб азот-фосфор (МАФЎ) ва NPSCa-ўғитларини олиш технологиясини ишлаб чиқишга алоҳида эътибор берилмоқда.

Республикада кенг миқёсда чора-тадбир ва инновацион ишланмаларни амалга ошириш асосида фосфатлашган, бентонитли ва оҳакли АС, ундан ташқари мувозанатли мураккаб ўғитлар ишлаб чиқаришда сезиларли натижаларга эришилмоқда. Ўзбекистон Республикаси 2017-2021 йилларга мўлжалланган Ҳаракатлар стратегиясининг учинчи йўналишида «...маҳаллий хом ашёни чуқур қайта ишлаш тармоқларини, авваламбор юқори қўшимча қийматга эга тайёр маҳсулот ишлаб чиқариш учун юқори технологияли қайта ишлаш саноатини ривожлантириш... »[1] каби муҳим вазифалар белгилаб берилган. Бу борада АС асосида аммоний нитратининг физик-кимёвий хоссаларини яхшиланишини ва ўсимликларнинг вегетация даврида азот миқдори кўпайиши фонида озуқа компонентлар мувозанатини таъминловчи фосфор ва олтингугуртли қўшимчалар билан барқарорлашган мураккаб ўғитларни олиш технологиясини ишлаб чиқиш муҳим аҳамият касб этади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947 сон «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси» тўғрисидаги Фармони, 2017 йил 3 апрелдаги ПҚ-4265 сон «Кимё саноатини янада ислоҳ қилиш ва инвестицион жозибадорлигини ошириш чора-тадбирлари тўғрисида» ги, 2020 йил 11

[1] Указ Президента Республики Узбекистан «Стратегия действий по пяти приоритетным направлениям развития Республики Узбекистан в 2017-2021 годах».

декабрдаги ПҚ-4919 сон «Қишлоқ хўжалигида сувни тежайдиган технологияларни жорий этиш харажатларининг бир қисмини қоплаш чора-тадбирлари тўғрисида» ги қарорларида, 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. Дунёда ёпишқоқлиги бўлмаган ва термик барқарор АС олиш ва ишлаб чиқариш бўйича кўплаб илмий ва амалий тажрибалар тўпланган. АСнинг ёпишқоқлигини бартараф қилишда аммоний сульфати, унинг аммоний фосфати билан аралашмаси, фосфат-сульфат-боратли қўшимча, доломит, бўр, каустик магнезит, бентонит кукунлари паст меъёрлари ишлатилган (Олевский В.М., Москаленко Л.В., Иванов М.Е., Цеханская Ю.В., Vincent J.Russo, Kiiski, H., Фридман С.Д.).

АС портловчилик ҳавфини бартараф этиш мақсадида оҳакли АС суюқланмасига доломит ёки бўрни киритиш йўли билан оҳакли-аммиакли селитра ишлаб чиқариши йўлга қўйилган (Таран А.Л., Левин Б.В., Чернышов А.К., Kołaczkowski A., Biskupski A., Жмай Л.А.). Аммо, у фақатгина нордон тупроқларда самаралидир. Энг яхши натижалар фосфорли қўшимчаларда эришилган. Кемерова «Азот» ва Кирово-Чепецкий химкомбинати ОАЖда (Россия) ЭФК, шу кислота асосидаги моноаммонийфосфат эритмаси, азофоска ишлаб чиқаришидаги азотфосфорли экстрактни қўшиш орқали барқарорлашган АС ишлаб чиқаради. Бунда рўй берадиган қийинчиликлар: фосфор кислотаси фторидан коррозия ва Fe, Al, Mg, Ca тузлари билан қурилмаларнинг тиқилиб қолиши ҳисобланади.

«Navoiyazot» АЖ 2009 йилдан АС суюқланмасини сепиш усулида донадорлашдан олдин Қизилқум фосфорит унини киритиш йўли билан фосфатлаштирилган АС (АФЎ) ишлаб чиқаришини ўзлаштирди (Намазов Ш.С., Беглов Б.М., Реймов А.М.). Бунда фосфат компонентли кислотани нейтраллаш, селитра эритмасини буғлатиш ва сувни йўқотиш босқичларини четлаб ўтади, тузлар чўкиши ва иссиқлик алмаштиргич юзалари қопланиши содир бўлмайди. Концентрланган АФЎ олиш борасида қўшимчалар сифатида қишлоқ хўжалигида минерал ўғитлар сифатида кенг қўлланиладиган оддий суперфосфат ва супрефос-NS ўғитлари истиқболли ҳисобланади.

«Farg’onaazot» АЖда фосфор тутган АС - «МАФЎ» ишлаб чиқариш технологияси ишламоқда (Таджиев С.М.), унинг моҳияти АС доналари сирт юзасини аммоний сульфати тўйинган эритмаси иштирокида фосфорит уни билан чанглатиб пуркашдан иборат. Фосфорит унини қўллаш, гарчанд маҳсулотнинг физик-кимёвий хоссалари яхшиласада, аммо уни самарали деб ҳисоблаб бўлмайди. Усулнинг камчилиги – маҳсулотни сақлаш ва ташишда доналар юзасидан фосфорит уни кукунининг (эримайдиган фосфат) тўкилиши, бундан ташқари саноат биноларининг юқори чангланишидир. АС доналари мустаҳкамлигини ошириш ва ёпишқоқлигини камайтиришга имкон

берадиган оддий суперфосфат, супрефос-NS ва аммофос каби сувда эрувчан ўғитлар кукунларини қўллаш катта амалий қизиқиш уйғотади. Бунда унинг таркиби мутлоқ ўзлашувчан шаклдаги фосфор, олтингугурт ва кальций каби озуқа моддалари билан бойитилади, шу орқали минерал ўғитларнинг агрокимёвий самарадорлиги ошади.

Диссертация мавзусининг диссертация бажарилаётган илмий-тадқиқот муассасининг илмий-тадқиқот ишлари билан боғлиқлиги. Диссертация иши Умумий ва ноорганик кимё институтининг илмий-тадқиқот режасига мувофиқ «Farg'onaazot» АЖ билан 23.04.2014 йилда тузилган 36-05/1235 рақамли «Farg'onaazot» АЖ фаолият кўрсатаётган тажриба саноат ускунасида «Мураккаб ўғитларнинг янги турларини олиш жараёнини тадқиқ этиш» мавзусидаги хўжалик шартномаси доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади аммиакли селитра доналари ёки суюқланмасига фосфор ва олтингугуртли қўшимчалар билан қайта ишлаш йўли билан мураккаб ўғитлар олиш технологиясини ишлаб чиқишдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

Қизилқум фосфорит унини концентрланган пасайтирилган меъёрда сульфат кислотаси фаоллаштириш йўли билан оддий суперфосфат олиш жараёнини ўрганиш;

АС : $(NH_4)_2SO_4$ эритмаси : суперфосфат кукуни оғирлик нисбатларига боғлиқ равишда АС доналари юзасига аммоний сульфат тўйинган эритмалари иштирокида оддий суперфосфат кукунлари билан ишлов бериш жараёнини тадқиқ этиш;

АС : $(NH_4)_2SO_4$ эритмаси : ўғитлар кукуни оғирлик нисбатларига боғлиқ равишда АС доналари юзасига аммоний сульфат тўйинган эритмалари иштирокида Супрефос-NS ва аммофос кукунлари билан ишлов бериш жараёнини тадқиқ этиш;

боғловчи эритма иштирокида фосфорли ва олтингугуртфосфорли ўғит кукунлари билан ишлов берилган мураккаб ўғитлар доналарининг физик-кимёвий хоссаларини ўрганиш (мустаҳкамлик, адгезия коэффициенти, гигроскопиклик, ёпишқоқлик, ғоваклик, сингдириш қобилияти);

дастлабки компонентларнинг оғирлик нисбатларига боғлиқ равишда NH_4NO_3 суюқланмаси, оддий суперфосфат ва Супрефос-NS кукуни асосида барқарорлашган мураккаб ўғитлар олиш жараёнини тадқиқ этиш;

25-175-25^oC (қиздириш-совитиш) ҳароратнинг циклик ўзгаришида термик барқарор АС нинг полиморф ўзгаришларини ўрганиш. Мурракаб ўғитлар таркибидаги NH_4NO_3 нинг термик парчаланиш ҳароратини аниқлаш;

АС доналари ёки суюқланмасини фосфор ва олтингугурт тутувчи ўғитлар кукуни билан қайта ишлаш орқали янги турдаги мураккаб ўғитларнинг ишлаб чиқаришнинг технологик тизимини ишлаб чиқиш, моддий балансни тузиш ва техник-иқтисодий самарадорликни ҳисоблаш;

«Farg'onaazot» АЖда янги турдаги мураккаб ўғитлар технологиясини тажриба-саноат синовидан ўтказиш. Янги турдаги мураккаб ўғитларнинг пахта ва буғдой чигитлари униб чикиши ва кўкариши энергиясига агрокимёвий самарадорлигини баҳолаш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида фосфорит уни, сульфат кислотаси, оддий суперфосфат, Супрефос-NS, аммофос, аммиакли селитра доналари ёки суюқланмаси, модификацияланган мураккаб ўғитлар олинган.

Тадқиқотнинг предмети фосфорит унини тўлиқсиз меъёрдаги сульфат кислотаси билан парчалаш жараёни, АС доналар юзасини аммоний сульфати тўйинган эритмаси билан пуркаш, кейинчалик фосфор- ва олтингугуртли ўғитлар кукунлари билан чанглатиш, АС суюқланмасига оддий суперфосфат ва Супрефос-NS билан ишлов бериш, шунингдек мураккаб ўғитларнинг физик-кимёвий, товар ва термик хоссаларини ўрганиш ҳисобланади.

Тадқиқотнинг усуллари. Кимёвий (аналитик кимё), физик-механик, рентгенографик, микроскопик ва термик таҳлил усуллари, шунингдек агрокимёвий синовлардан фойдаланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

аммоний нитратининг кам ёпишқоқлиги, юқори мустаҳкамлиги ва термик барқарорлигини таъминлайдиган АС : $(NH_4)_2SO_4$ эритмаси : ўғит кукунлари = 80 : 5 : 20 мақбул нисбати аниқланган;

АС доналарига фосфор- ва олтингугуртли ўғитлар кукунларининг юқори адгезион коэффициентига эришилиб (99% гача), аксинча бу кўрсаткич фосфорит унида ишлов берилган МАФЎда атига 77% ни ташкил этиши аниқланган;

III→IV фаза ўтишини четлаган ҳолда тўғридан-тўғри II→IV полиморф фазага ўтиши эвазига доналарнинг кристалл панжараси кам деформацияси ва сферик шакл доналар турғунлиги таъминлаши исботланган;

АС суюқланмасига фосфор ва олтингугуртли тузларни қўшиш йўли орқали кам ғоваклик ва ички юзаси кичик доналар, сезиларли даражада кам детонацион қобилиятга эга концентрланган азот-фосфорли ўғитлар олиш усули ишлаб чиқилган;

АС доналари ёки суюқланмасига фосфор- ва олтингугуртли кукунларда ишлов бериш орқали мураккаб ўғитлар олиш технологияси ишлаб чиқилган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

АС доналарига аммоний сульфати тўйинган эритмаси билан ишлов бериш, сўнгра фосфор- ва олтингугуртли тузлар билан чанглатиб пуркаш орқали юқори адгезион ва физик-кимёвий хоссаларга эга барқарорлашган АС олиш технологияси ишлаб чиқилган;

доналаштиргич олдидан аралаштиргичда селитра суюқланмасини фосфатли компонентлар – оддий суперфосфат ва супрефос-NS билан аралаштириш орқали фосфатли селитра олиш технологияси ишлаб чиқилган.

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, улар NH_4NO_3 доналари ва суюқланмасига фосфор ва олтингугуртли ўғитлар қўшимчаси асосида яхшиланган таркиб ва хоссаларга эга АС яратишга асос бўлади. Муайян илмий аҳамияти шундан иборатки, АСнинг адгезион

хоссалари яхшилаш доналар мустаҳкамлигини сезиларли ошириш ва ёпишқоқлигини камайтиришни таъминлайди.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти шундан иборатки, фосфор ва олтингугуртли ўғит кукунларини АС доналарига пуркаш ёки унинг суюқланмасига киритиш орқали ишлаб чиқилган технологиялар ўғитнинг агрокимёвий самарадорлигини ошириш (АС таркибини фосфор, кальций ва олтингугурт каби озуқа компонентлари билан бойитиш) билан бир вақтнинг ўзида физик-кимёвий ва истеъмол хоссаларини яхшилашга ёрдам беради. АС таркибига нисбатан кам ҳавфга эга қўшимча ноорганик моддалар киритилиши, унинг портловчилик хоссаларини камайтириш ва шу орқали сотилиш бозорини кенгайтиришга имкон беради.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Фосфор ва олтингугуртли қўшимчалар асосида АС сифатини яхшилаш технологиясини ишлаб чиқиш бўйича олинган илмий натижалар асосида:

АС доналарига аммоний сульфат тўйинган эритмаси ва фосфорли кукунларини пуркаш, чанглатиб сепиш орқали янги мураккаб ўғитлар олиш технологияси «Farg’onaazot» АЖнинг “2026-2030 йилларда амалиётга жорий этиш бўйича истиқболли ишланмалар рўйхати”га киритилган («Ўзкимёсаноат» АЖнинг 2022 йил 28 январдаги 23-3-285-сон маълумотномаси). Натижада, импорт қилинаётган магнезитни маҳаллий хом ашёларга алмаштириш ва шу орқали вегетацион шароитларга мўлжалланган мураккаб ўғитлар ассортиментини кенгайтириш имконини беради;

аммоний нитрат суюқланмаси ва ўғитли қўшимчалар асосида янги мураккаб ўғитлар олиш технологияси «Farg’onaazot» АЖнинг “2026-2030 йилларда амалиётга жорий этиш бўйича истиқболли ишланмалар рўйхати”га киритилган («Ўзкимёсаноат» АЖнинг 2022 йил 28 январдаги 23-3-285-сон маълумотномаси). Натижада, АС таркибини фосфор, кальций ва олтингугурт каби ўзлашувчан озуқа компонентлар билан бойитиш ва бир вақтда аммоний нитратининг термик барқарорлиги таъминлаш имконияти яратилади.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Мазкур тадқиқот натижалари 4 та халқаро ва 6 та республика илмий-амалий анжуманларда муҳокамадан ўтказилган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилиниши. Диссертация мавзуси бўйича жами 15 та илмий иш чоп этилган. Жумладан, диссертациянинг (PhD) асосий илмий натижалари 5 та илмий мақола, шулардан Ўзбекистон Республикаси Олий Аттестация комиссияси томонидан чоп этиш тавсия этилган 2 таси республика ва 3 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 ишнинг 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 ва амалий натижалар баён қилинган, натижаларни амалиётга жорий этилиши қайд этилган, чоп этилган илмий ишлар ва диссертация тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

Биринчи бобда **«Аммиакли селитра ва унинг сифатини турли ноорганик қўшимчаларни қўллаш йўли билан яхшилаш»** деб номланган адабиётлар шарҳида турли хил қўшимчалар: эркин сувни боғлаш, полиморф ўзгаришлар жараёнига таъсир этувчи, кристалланиш марказларини ҳосил қилувчи қўшимчалар, доналарни пуркаш ва сирт-фаол моддаларда ишлов бериш йўли билан АС ёпишқоқлигини камайтириш усуллари кўриб чиқилган.

АС термик барқарорлигини оширувчи қўшимча сифатида ноорганик моддалар: карбонатли минераллар, калийли моддалар, катион – аммоний тутувчи: аммоний сульфати, аммоний фосфатлари ва бошқа балласт моддалар тавсия этилган. Фосфатли қўшимчалар ўзини яхши томондан намоён этади. Маълумотлар таҳлили, ҳар хил кондицион қўшимчалар афзаллик ва камчиликларини ўрганган ҳолатда АС да озуқа моддалар миқдорини ошириш ва физик-кимёвий хоссалари яхшилаш ҳисобига унинг сифатини яхшилайдиган фосфор- ва олтингугуртли қўшимчалар танланди.

Диссертациянинг **«Дастлабки материаллар таснифи, кимёвий ва физик-кимёвий тадқиқот усуллари»** иккинчи бобида тадқиқотнинг объекти ва иккита вариантда барқарорлашган АС олишнинг тадқиқот усуллари келтирилган:

1. Пуркаш - АС доналари сирт юзасини олдиндан 40°C гача қиздирилган аммоний сульфат тўйинган эритмаси билан ишлов бериш (сепиш), сўнгра нам юзага минерал ўғитлар кукунларини пуркаш.
2. Суюқлантириш – NH_4NO_3 суюқланмасини 175°C да ноорганик қўшимчалар кукунлари билан 15 минут давомида аралаштириб, сўнгра аралашмани сепиш усули билан донадорлаш, яъни минорада донадорлаш жараёнини имитация қилиш йўли билан олиб бориш.

Дастлабки компонентлар сифатида ГОСТ 2-2013 бўйича 0,28% MgO тутган АС (34,4% N), унга қўшимчалар сифатида оддий (12% P_2O_5) ва аммонийлашган суперфосфатлар (1,5% N, 11% P_2O_5), TSh 6.6-09:2008 бўйича аммофос (11% N, 46% P_2O_5), TSh 00203074:2014 бўйича супрефос-NS (11% N, 24% P_2O_5, 26% SO_3), ГОСТ 9097-82 бўйича аммоний сульфати (21% N) олинди. Дастлабки икки турдаги маҳсулот фосфорит унини (17,5% P_2O_5, 47,5% CaO, 13,5% CO_2) монокальцийфосфат ҳосил қилиш учун стехиометрик равишда 60 - % ли меъёрдаги сульфат кислотаси билан кимёвий фаоллаштириш йўли билан олинган. Боғловчи эритма сифатида аммоний сульфатнинг 30 ва 40 %-ли сувли эритмалари қўлланилди.

Оддий суперфосфат 11% кальций дигидроортофосфати ва 72% кальций сульфати дигидрати ва фаоллаштирилган фосфорит, аммофос 10% ди - ва 90% моноаммонийфосфат, супрефос-NS эса 45% преципитат, 40% аммоний

сульфати ва 15% моно - ва диаммонийфосфатдан иборат. Ишлатишдан олдин улар заррача ўлчами 0,25 мм дан кичик ўлчамгача майдаланди.

Дастлабки компонентлар ва тайёр маҳсулотлар намуналарининг турли хил компонентлар миқдори қилиш маълум усуллар бўйича таҳлил қилинди. Ўғит намуналарининг доналар мустаҳкамлиги ИПГ-1М ўлчов асбобида, гигроскопик нуқталари эксикатор усулида. ёпишқоқлиги экспресс усулида, ғоваклиги ҳажмий усулда, шимиш даражаси соляр мойи қўллаш орқали ТУ 6-03-372-74 да кўзда тутилган ПЗАН (паст зичликли аммоний нитрати) усулида, сувда эриш тезлиги ўғитларнини эриш вақти бўйича визуал усулда аниқланди. Суюқланмаларнинг зичлиги пикнометрик усулда, кинематик қовушқоқлиги эса ВПЖ-2 вискозиметрида аниқланди. Маҳсулотларнинг рентгенографик таҳлили XRD-6100 дифрактометрида (Shimadzu, Япония) ўтказилди. Минерал фазаларни таққослаш 2013 International Centre for Diffraction Data маълумотлар базаси қўллаш орқали амалга оширилди. Маҳсулотларнинг электрон-микроскопик таҳлили SEM-EVO MA 10 сканирловчи электрон микроскопда (Carl Zeiss, Германия) ўтказилди.

Диссертациянинг учинчи боби **«Аммиакли селитра сифатини унинг доналарини боғловчи эритма иштирокида фосфор- ва олтингугуртли қўшимчалар билан пуркаш йўли билан яхшилаш»** АС доналари юзасини боғловчи эритма иштирокида фосфорли ўғитлар (оддий ва аммонийлашган суперфосфат, супрефос-NS, аммофос) кукунлари билан қоплаш йўли билан мураккаб азотфосфорли ўғитлар олиш жараёнини ўрганишга бағишланган. Бунинг учун АС доналари юзаси олдиндан 40°С қиздирилган сульфат кислотанинг 40% эритмаси ёрдамида 100г тайёр маҳсулотга нисбатан 1,5 дан 9% гача бўлган миқдорда ишлов берилади (пуркалади). Доналарга сульфат аммонийнинг нам қатлами юритилгандан кейин уларнинг юзаси фосфортутувчи ўғитларнинг кукуни 100г маҳсулотга нисбатан 5 дан 30% гача миқдорда чанглатиб сепилади. АС доналарининг пуркатилиши ва чанглатилиши лаборатория тарелкали доналаштиргичида амалга оширилган. Олинган доналар 80-90°С да доимий оғирликкача қуритилди.

Таркиби (оғир. %) P_2O_5 – 17,5;8 CaO – 45,38; MgO – 1,75; CO_2 – 13,48; Fe_2O_3 – 1,24; Al_2O_3 – 1,28; SO_3 – 2,33; F – 2,03 ва эримайдиган қолдиқ – 4,54; CaO : P_2O_5 – 2,59 бўлган Қизилқум фосфорит унини 92% концентрациядаги H_2SO_4 билан қисман парчалаш йўли билан фаоллаштирилган оддий суперфосфат намуналарини олиш жараёни кўриб чиқилди. Сульфат кислота меъёрини стехиометрик равишда $Ca(H_2PO_4)_2$ қилиш учун 60, 70 ва 80% оралиқларида ўзгартирилди. Бунда кислотанинг мақбул меъёри (60%) ҳисобланиб, бунда $P_2O_{5эркин}$ - 1,37%, $P_2O_{5умум.}$ - 12,03%, $CaO_{умум.}$ - 34,57%, $SO_{3умум.}$ - 33,84%, $P_2O_{5усв.}$: $P_2O_{5умум.}$ = 82,96%; $P_2O_{5сув.}$: $P_2O_{5умум.}$ = 56,03%, $CaO_{ўзл.}$÷ $CaO_{умум.}$ = 61,13%, $SO_{3сув.}$: $SO_{3умум.}$ = 44,21%, pH = 4,72 таркибга эга маҳсулот олинади.

Кейинчалик АС доналарини аммоний сульфати эритмаси ва фосфорли ўғитлари кукунлари: оддий аммонийлашган суперфосфат (1,5%N, 11% P_2O_5) аммофос (11%N, 46% P_2O_5), супрефос-NS (11% N, 24% P_2O_5, 26% SO_3) ва

аммоний сульфати (21% N) билан пуркаш ва чанглатиш йўли билан мураккаб ўғитлар олиш жараёни тадқиқ этилди.

NH_4NO_3, $(NH_4)_2SO_4$ эритмаси ва оддий суперфосфат кукунининг ўрганилган нисбатларида мураккаб ўғитларнинг мустаҳкамлиги 2,64-4,56 МПа оралиғида бўлади (1-жадвал), ваҳоланки тоза аммоний нитратида бу кўрсаткич 1,32 МПа ни ташкил этади.

1-жадвал

Аммоний сульфати 40 %-ли эритмаси ва фосфорли ўғитларнинг кукунлари билан ишлов берилган аммоний селитраси доналари хоссаси

АС : $(NH_4)_2SO_4$ эритмаси : ўғитлар кукуни оғирлик нисбати	Доналар мустаҳкам-лиги, МПа	Доналар ёпишқоқ-лиги, кгс/см^2	Доналар ғоваклиги, %	Доналар шимиш даражаси, г.	Гигроско-пик нуқта, %
NH_4NO_3 («т» марка)	1,32	5,62	22,0	4,82	62,0
Оддий суперфосфат					
95 : 1,5 : 5	2,64	2,10	8,92	4,25	59,3
80 : 5 : 20	4,31	1,74	8,41	4,08	61,5
70 : 9:30	4,56	1,53	8,15	4,01	62,3
Аммонийлашган суперфосфат					
95 : 1,5 : 5	2,04	2,24	8,94	4,22	59,4
80 : 5 : 20	3,97	1,68	8,55	4,04	61,8
70 : 9:30	4,19	1,28	8,27	3,93	62,7
Супрефос-NS					
95 : 1,5 : 5	2,81	2,12	8,86	4,11	59,1
80 : 5 : 20	3,62	1,57	8,44	3,93	61,7
70 : 9:30	4,01	1,25	8,07	3,81	62,4
Аммофос					
95 : 1,5 : 5	2,27	2,26	8,73	4,04	57,2
80 : 5 : 20	3,12	1,74	8,23	3,82	62,3
70 : 9:30	3,62	1,50	7,84	3,76	63,0

Шунга ўхшаш ҳолат аммонийлашган суперфосфатни қўллаганда ҳам кузатилди. Маҳсулотлар гигроскопик нуқталари 60% ва ундан юқори. Доналарнинг нисбатан юқори мустаҳкамлиги (2,81-4,01 МПа) ва паст ёпишқоқлиги (1,25-2,12 кг/см^2) аммофос қўшимчали маҳсулот эга бўлиб, шу вақтнинг ўзида у тоза NH_4NO_3 да 5,62 кг/см^2 га тенгдир.

Олинган намуналарда таркиб ва нисбий шаклдаги ўзлашувчан P_2O_5 миқдори таҳлилига кўра оддий ва аммонийлашган суперфосфат ўртасида сезиларли тафовут кузатилади. Масалан, АС юзасига оддий ва аммонийлашган суперфосфатни 95 : 1,5 : 5 дан 70 : 9 : 30 гача қўшилганда тайёр маҳсулотлардаги P_2O_5 умумий шакли 0,88 дан 5,24% гача ва 1,43 дан 3,80% гача, P_2O_5 нисбий шакли 93,89 дан 95,45% гача ва 56,35 дан 60,03% гача ўзгаради. Маҳсулотларнинг pH кўрсаткичи мос равишда 2,91-3,57 ва 5,39-5,52 оралиқларида ўзгаради (2-жадвал).

Бу ерда кузатиладики, аммонийлашган суперфосфат асосида олинган азотфосфорли ўғитда нисбий ўзлашувчан ва сувда эрувчан P_2O_5 шакли бўйича озуқа компоненти – азот тутмаган оддий суперфосфатга нисбатан 1,6

2-жадвал

Аммоний сульфати 40 %-ли эритмаси ва фосфорли ўғитларнинг кукунлари билан ишлов берилган аммоний селитраси доналари таркиби

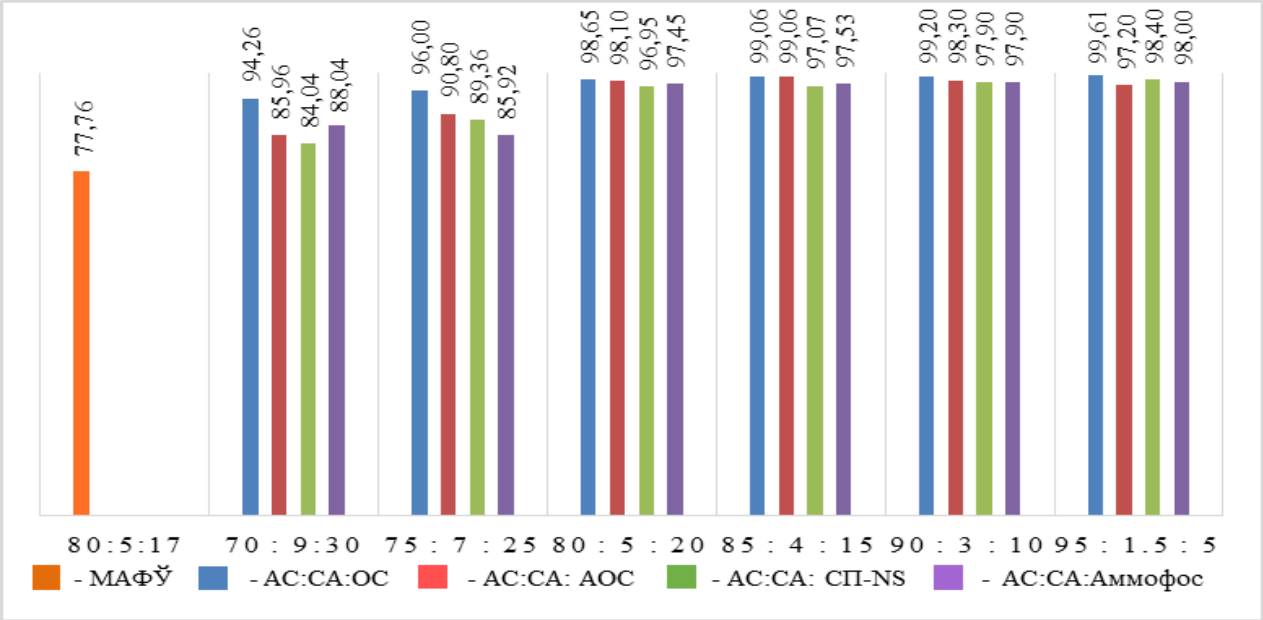
АС : $(NH_4)_2SO_4$ эритмаси : ўғитлар кукуни нисбати	Маҳ-сулот pHи	Компонентлар миқдори, вес.%			$P_2O_{5ўзл.}$ / $P_2O_{5умум.}$	$P_2O_{5сув.эрув.}$ / $P_2O_{5умум.}$	$CaO_{ўзл.}$ / $CaO_{умум.}$
		N	$P_2O_{5умум}$	$CaO_{умум}$			
Оддий суперфосфат							
95 : 1,5 : 5	3,57	33,03	0,88	1,88	95,45	82,95	95,21
80 : 5 : 20	3,17	28,11	3,49	7,52	94,27	83,38	94,15
70 : 9:30	2,91	24,91	5,24	11,28	93,89	83,21	92,11
Аммонийлашган суперфосфат							
95 : 1,5 : 5	5,39	32,95	0,63	1,43	60,03	50,55	95,80
80 : 5 : 20	5,48	28,22	2,53	5,72	57,66	48,58	95,10
70 : 9:30	5,52	25,21	3,80	8,58	56,35	47,92	95,45
Супрефос-NS							
95 : 1,5 : 5	7,07	32,95	1,19	0,94	94,88	50,96	90,21
80 : 5 : 20	6,86	28,22	4,76	3,76	89,84	36,88	87,93
70 : 9:30	6,73	25,21	7,14	5,63	86,20	27,44	85,96
Аммофос							
95 : 1,5 : 5	4,39	33,45	2,28	-	96,24	88,38	-
80 : 5 : 20	4,30	30,22	9,10	-	95,91	85,26	-
70 : 9:30	4,24	28,21	13,65	-	95,07	84,30	-

ва 1,7 баробар камдир. Ушбу ҳолат фосфорнинг суперфосфатни аммонийлашда ретроградация, яъни монокальцийфосфатнинг ди- ва трикальцийфосфатга ўтиши билан изоҳланади.

Супрефос-NS ва аммофос қўшилганда мураккаб ўғитлар таркиби қуйидаги кўринишга эга бўлади (оғир. %): N – 25,21-32,95; $P_2O_{5умум.}$ – 1,19-7,14; $P_2O_{5ўзл.}$: $P_2O_{5умум.}$ = 86,20-94,88; $P_2O_{5сув.эрув.}$: $P_2O_{5умум.}$ = 27,44-50,96; pH – 6,73-7,07 ва N – 28,21-33,45; $P_2O_{5умум.}$ – 2,28-13,65; $P_2O_{5ўзл.}$: $P_2O_{5умум.}$ = 95,07-96,24; $P_2O_{5сув.эрув.}$: $P_2O_{5умум.}$ = 84,30-88,38; pH – 4,24-4,39.

Тадқиқот натижаларини солиштириш учун олинган намуналар ва «Farg'onaazot» АЖ ишлаб чиқариши саноат МАФЎ нинг адгезион хоссалари ўрганилди. Тадқиқот натижалари 1-расмда келтирилган.

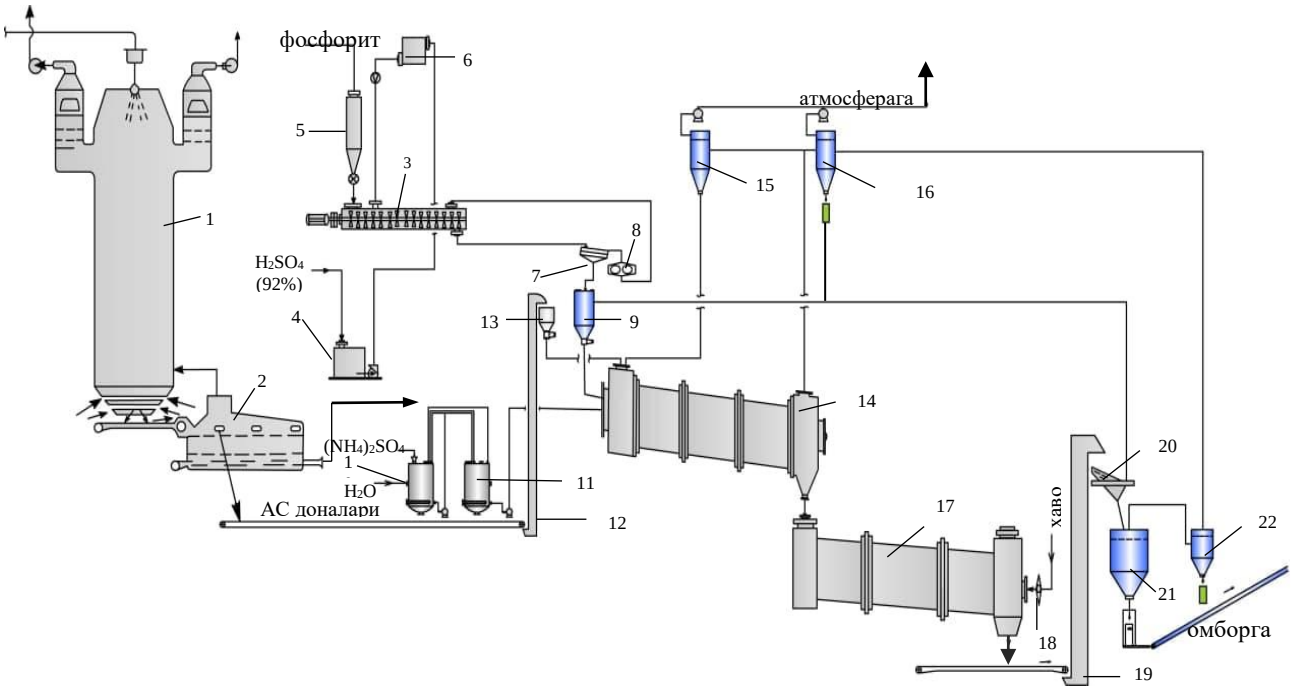
Олинган маълумотлардан кўриндики, энг кичик адгезия коэффициенти (5 дақиқали силкитишда 77,76%) «Farg'onaazot» АЖ ишлаб чиқаришидаги пурковчи қўшимча сифатида фосфорит уни қўлланилган МАФЎ эга бўлади. Фосфор ва олтингугуртли ўғитлар билан ишлов берилган АС доналари учун бошқа ҳолат кузатилади. Масалан, оддий суперфосфат мисолида NH_4NO_3 : $(NH_4)_2SO_4$ эритмаси : ўғит кукуни нисбатининг 70 : 9: 30 дан 95 : 1,5 : 5 гача оралиғида аммоний сульфатнинг 40% ли эритмасида $K_{адг}$, қиймати 94,26 дан 99,61% гача, амонийлашган суперфосфатда 85,96 дан 97,20% гача, супрефос-NS да 84,04 дан 98,40% гача ва аммофосда 88,04 до 98,0% гача ортади. Кўрсатилган компонентлар нисбати, аммо 5 дақиқа вақтда ва аммоний сульфати концентрацияси 40% да $K_{ад}$, 94,26 дан 99,61% гача ўзгаради.



1-расм. Фосфорли ўғитлар кукунларининг аммиакли селитра доналари юзасидаги адгезион хоссалари.

АС : $(NH_4)_2SO_4$ эритмаси : ўғит кукуни мақбул нисбати 80 : 5 : 20 ҳисоблаш мумкин, бунда оддий суперфосфат учун $K_{ад}$, 98,65%; аммонийлашган суперфосфат – 97,21%; супрефос-NS – 96,95% ва аммофос – 97,45% ташкил қилади. Кукун массасининг кейинги ортиши билан «АС донаси – ўғит кукуни» боғланиши йўқолади.

Ўтказилган тадқиқотлар асосида АС доналарини аммоний сульфати эритмаси иштирокида оддий суперфосфат кукунини чанглатиб пуркаш йўли билан мураккаб ўғитлар олишнинг технологик тизими ишлаб чиқилди (2-расм).



2-расм. Мураккаб азотфосфорли ўғитлар олиш жараёнининг технологик тизими.

Асосий қурилма ва жиҳозлар сифатида: донадорлаш минораси, АС ни мавҳум қайнаш қатламда (МҚ) совутиш қурилмаси, аралаштиргичли шнек, доналар учун пуркаш барабани, барабанли қуритгич (БҚ), аммоний сульфати эритмасини тайёрлаш учун сиғим ва чиқинди газларни абсорбция қилиш тизими келтирилди.

Ишлаб чиқилган технология «Farg'onaazot» АЖнинг МАФЎ технологик қурилмасида тажриба-саноат шароитида АС : $(NH_4)_2SO_4$ эритмаси : оддий суперфосфат кукуни = 80 : 5 : 20 нисбатда, яхшиланган таркиб ва хоссага эга янги турдаги МАФЎ тажриба партиясини олиш орқали синовлари ўтказилди. Ишлаб чиқаришнинг моддий баланси ҳисобланди.

Техник-иқтисодий ҳисоблар кўрсатдики, суперфосфатни қўллаш орқали олинган 1 тонна МАФЎ таннархии 1 658 244 сўм, саноатда олинган 1 тонна АС эса 1 850 000 сўмни ташкил этади. Бу шуни англатадики, МАФЎ ишлаб чиқариши саноатда ишлаб чиқарилган АС га нисбатан 191 756 сўм ёки 10% арзондир. Таъкидлаш жоизки, маҳсулот бир томонлама азотли ўғитдан фарқли ўлар, азотдан ташқари ўсимлик учун ўзлашувчан шакллардаги фосфор, олтингугурт ва кальций тутган. «Farg'onaazot» АЖ да сифати яхшиланган МАФЎ ишлаб чиқариш учун анъанавий технологияни модернизация қилиш учун амалий тавсияномалар берилди.

Тўртинчи бобда **«Аммоний нитрати суюқланмасига оддий суперфосфат ва супрефос- NS қўшимчаларини киритиш йўли билан донадор аммиакли селитра сифатини яхшилаш»** NH_4NO_3 суюқланмасига (175°С) кукунсимон фосфатли тузлар: оддий суперфосфат ва супрефос-NS кукунларини дастлабки компонентларнинг кенг оғирлик нисбатларида қўшиш, сўнгра аралашмаларни сепиш усули билан донадорлаш асосида термик барқарор АС намуналари таркиб ва хоссалари ўрганилди. Мураккаб азотфосфорли ўғит намуналарининг таркибини ўрганиш учун 0,25 мм заррача ўлчамида майдаланган таркибида (оғир.%): $P_2O_{5умум.}$ -12,03; $P_2O_{5ўзл.}$ – 9,98; $P_2O_{5сув.}$: $P_2O_{5общ.}$ = 56; $CaO_{умум.}$ – 34,57; $SO_{3умум.}$ – 33,84; $SO_{3сув.}$ –14,96; pH – 4,72 бўлган оддий суперфосфат ва таркиби (оғир.%): N - 11,0; $P_2O_{5умум.}$ - 23,82; $P_2O_{5ўзл.}$ - 20,28; $P_2O_{5сув.эрув.}$ – 4,89; $CaO_{умум.}$ - 18,78; $CaO_{ўзл.}$ – 15,13; $SO_{3умум.}$ – 26,72; $SO_{3сув.эрув.}$ – 25,33; pH – 5,3 Супрефос-NS фойдаланилди.

3-жадвалдан кўринмоқдаки, суперфосфат масса улушининг АС га нисбатан ортиши бир томондан P_2O_5 умумий шаклини 1,80 дан 3,59% гача ошириши, бошқа томондан азот миқдорини 30,01 дан 26,32% гача камайтиришига олиб келади. Энг асосийси, NH_4NO_3 суюқланмаси фосфорли қўшимчани фаоллаштиради, ундаги P_2O_5 ўзлашувчан ва сувдан эрувчан шаклини) оширади (78,97 дан 83,68% гача ва 61,24 дан 65,95% гача) ва CaO (84,72 дан 88,35% гача). Маҳсулот азот, фосфор ва кальций билан бир қаторда 76,12 дан 82,52% гача сувда эрувчан SO_3 тутган. Ўхшаш ҳолат супрефос-NS учун ҳам кузатилади, аммо нисбатан юқори кўрсаткичларга эгадир ($N_{умум.}$ 29,49 дан 31,52% гача, $P_2O_{5умум.}$ 3,11 дан 5,14% гача, $P_2O_{5ўзл.}$: $P_2O_{5умум.}$ 90,07 дан 93,24% гача, $SO_{3сув.}$: $SO_{3умум.}$ 95,71 дан 96,15% гача). Гарчанд, $P_2O_{5сув.эрув}$: $P_2O_{5умум.}$ нисбати 33,07 дан 40,51% гача ташкил қилсада,

бу супрефос-NS таркибида сезиларли миқдорда дикальцийфосфат иштирокини англатади.

3-жадвал

АС суюқланмасига ўта майдаланган оддий суперфосфат ва супрефос-NS киритиш йўли билан олинган ўғитларнинг кимёвий таркиби

АС : ўғит кукуни оғирлик нисбатлари	$N_{умум.}$	$P_2O_{5умум.}$	$CaO_{умум.}$	$SO_{3умум.}$	$P_2O_{5ўзл.}$ / $P_2O_{5умум.}$	$P_2O_{5сув..эр.}$ / $P_2O_{5умум.}$	$CaO_{ўзл.}$ / $CaO_{умум.}$	$SO_{3сув.эр.}$ / $SO_{3умум}$
Оддий суперфосфат								
100:15	30,01	1,80	5,19	5,08	83,68	65,95	88,35	82,52
100:20	28,24	2,41	6,91	6,77	82,29	64,84	87,64	81,39
100:25	27,29	3,01	8,64	8,46	81,13	62,51	85,94	78,23
100:30	26,32	3,59	10,37	10,16	78,97	61,24	84,72	76,12
Супрефос-NS								
100 : 15	31,52	3,11	2,43	3,50	93,24	40,51	88,89	95,71
100 : 20	30,48	4,12	3,27	4,66	91,74	36,16	87,76	95,92
100 : 25	30,01	4,63	3,62	5,20	91,57	34,34	87,01	96,15
100 : 30	29,49	5,14	4,04	5,77	90,07	33,07	86,88	96,01

Кейинчалик фосфатлаштирилган АС нинг баъзи физик-кимёвий хоссалари ўрганилди. 4-жадвал маълумотлардан кўринмоқдаки, ўғитлар доналаларининг мустаҳкамлиги қўшимча миқдори ортиши билан ортади. Масалан, АС суюқланмасига оддий суперфосфатни 100:15 нисбатда қўшишда маҳсулот доналари мустаҳкамлиги 6,94 МПа, 100:20 – 9,55 МПа, 100:30 эса 10,28 МПа ташкил этади.

4-жадвал

АС суюқланмасига ўта майдаланган оддий суперфосфат ва супрефос-NS киритиш йўли билан олинган ўғитларнинг физик-механик хоссалари

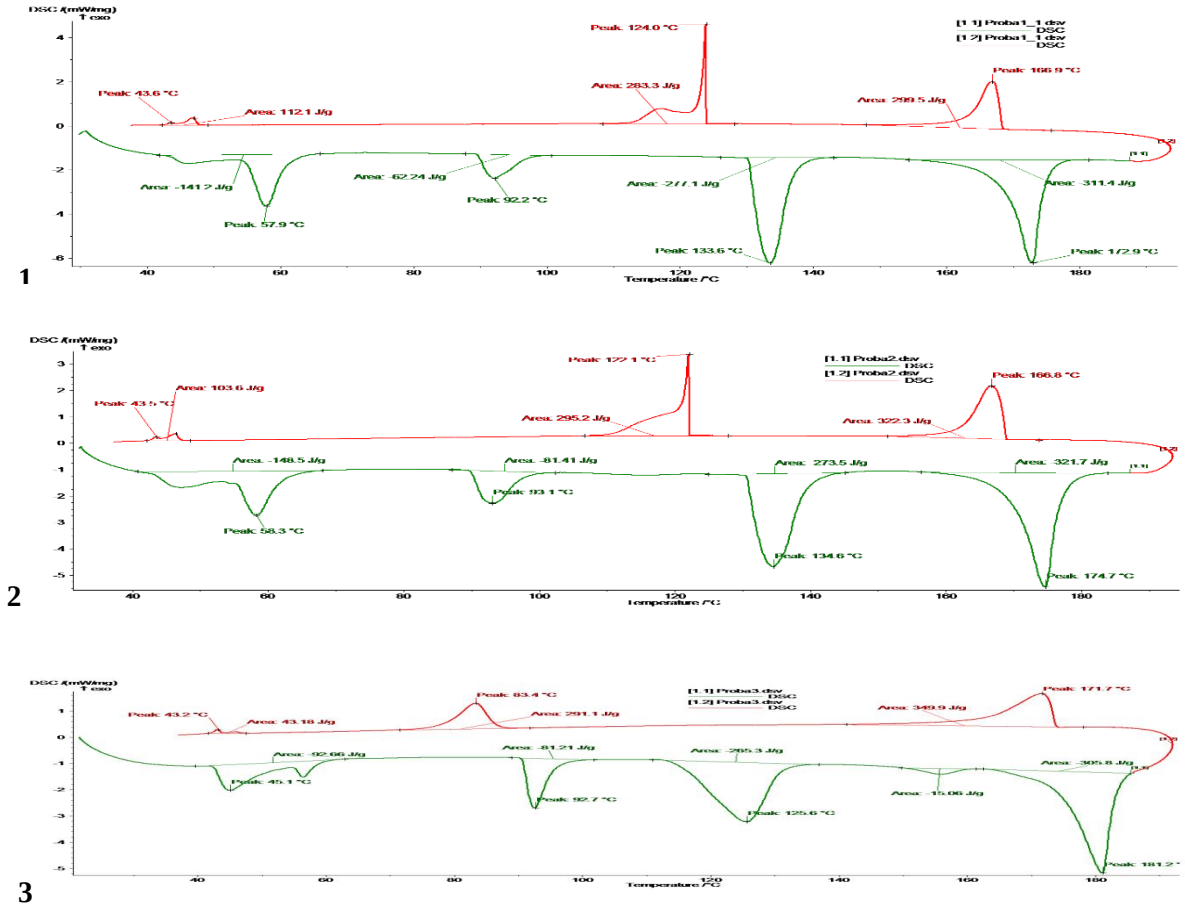
АС : ўғитлар кукуни оғирлик нисбати	Доналар мустаҳкалиги, МПа	Ёпишқоқлик, кгс/см^2	Доналар ғоваклиги, %	Шимиш даражаси, г.	Гигроскопик нуқта, %
Оддий суперфосфат					
100 : 15	6,94	3,04	8,01	3,37	53,8
100 : 20	7,61	2,88	7,78	3,09	54,3
100 : 25	9,55	2,76	7,43	2,84	55,4
100 : 30	10,28	2,64	7,30	2,57	56,2
Супрефос-NS					
100 : 15	9,34	2,78	7,40	2,74	65,7
100 : 20	10,25	2,52	6,92	2,43	66,1
100 : 25	10,79	2,43	6,77	2,35	66,3
100 : 30	11,26	2,39	6,65	2,24	66,5

АС доналари мустаҳкамлиги ва гигроскопик нуқтасини ошириш, ёпишқоқлигини, ғоваклиги ва шимиш даражасини камайтириш борасида энг самарали қўшимча сифатида супрефос-NS ҳисобланади. Масалан, АС: супрефос-NS = 100:15 нисбатида доналар мустаҳкамлиги 9,34; 100:20 – 10,25; 100:25 – 10,79 ва 100:30 – 11,26 МПа ни ташкил қилади, уларнинг гигроскопик нуқтаси эса мос равишда 65,7; 66,1; 66,3 ва 66,5% ташкил қилди.

Бунда доналар ёпишқоқлиги 2,39 дан 2,78 кг/см^2 гача, ғоваклиги 6,65 дан 7,40% гача, соляр мойини шимиш даражаси 100 г маҳсулотга нисбатан 2,24 дан 2,74г гача ташкил этади. У NH_4NO_3 да 4,82г га тенгдир.

Электрон микроскоп тасвирлар асосида шуни тасдиқлаш мумкинки, оддий суперфосфат ва супрефос-NS кукунлари NH_4NO_3 тузилишига ижобий таъсир кўрсатади, АС кристалл ўлчамлари сезиларли даражада камаяди, структураси ғоваклари сезиларли текисланади ҳам сирт юзада, ҳам кесим юзаларида тамомила тўла структурани, бу айниқса супрефос- NS ҳолатида кузатилган. Шунингдек, қўшимчалар АСнинг тиғиз кристалл тузилишини шакллантиришга таъсир қилиш орқали АС хусусиятларига ижобий таъсир кўрсатади. Кичик зарралар шаклида бир хил тақсимланадиган етарлича бир ҳил тузилиш кузатилади.

Тоза NH_4NO_3 III→II; II→I; I→суюқланма модификацион ўтишлар ҳарорати мос равишда 85; 126; 169°С ни ташкил этади. Фосфатлаштирилган АС намуналари учун ушбу ўтишлар: АС : ОС = 100: 25 учун 93,1; 134,6; 174°С да ва АС : супрефос- NS = 100 : 25 учун – 92,7; 126; 181,2^{o}С ларда содир бўлади (3-расм). Фосфат тузлари қўшимчалари иштирокида АС нинг кристалланиш ҳароратининг ошишини, тузлар кристалланиш марказлари ҳисобланган ҳолда суюқланманинг қотиш жараёнини енгиллаштиради.



3-расм. Аммиакли селитранинг АС:ОС= 100:20 (1); 100:25 (2) ва АС:Супрефос-NS = 100:20 (3) қўшимчалари ёрдамидаги қиздириш ва совутиш жараёни.

Совутиш вақтида тоза NH_4NO_3 нинг ҳар бир модификацияси: I (169-125°C), II (125-84°C), III (84-48°C), IV (48-30°C) ҳарорат соҳасида мавжуд бўлади ва битта модификациядан иккинчисига ўтиши кристалл панжара тузилиши ва унинг ҳажмининг ўзгариши билан кечади. Фосфат қўшимчали селитрада эса суюқланма→I; I→II ва II→IV ўзгаришлар боради. Агарда, тоза NH_4NO_3 учун II→III ва III→IV ўтиш ҳарорати 48 ва 30°C ни ташкил қилса, оддий суперфосфат қўшимчасидаги фосфатлашган селитрада ушбу ўтишлар йўқолади, II→IV ўтиш тўғридан тўғри ўтиш 46°C да ва супрефос-NS учун 43°C да содир бўлади. Яъни, ромбик, бипирамидал модификациянинг (IV) ромбик, моноклинни (III) четлаб ўтган ҳолда бевосита тетрагоналга (II) ўтиши орқали II→IV ўтиш туғринлиги таъминланади. Бу ўз навбатида кристал панжаранинг кам деформацияланишига, шундай қилиб маҳсулот доналарининг барқарор сферик шакли, мустаҳкамлиги ортиши ва ёпишқоқликни камайишига олиб келади.

Оддий суперфосфат ва супрефос-NS қўшилган АС суюқланмасининг 180°C даги реологик хоссалари (1,5 кг/см^3 ва 15 сПз дан юқори эмас) суюқланмани ташиш ва сепиш усулида донадорлаш учун тўла яроқли бўлиб қолади.

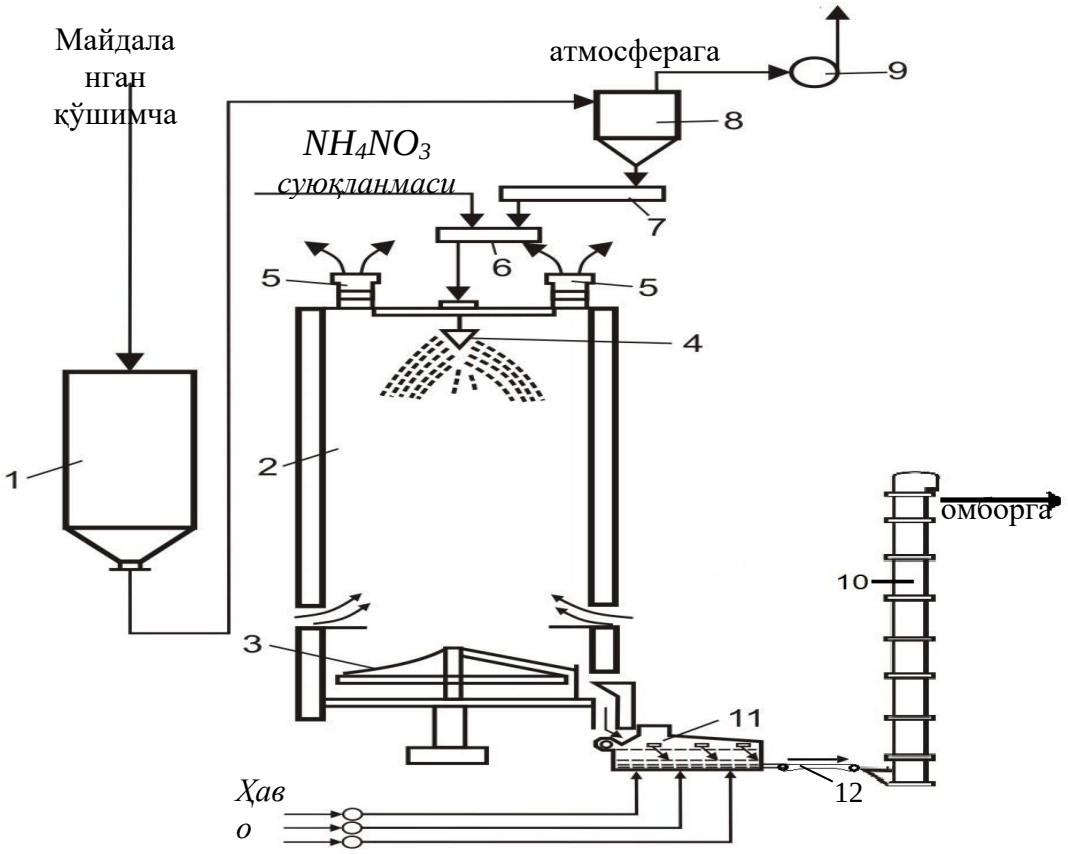
Таркибида 20 %-ли оддий суперфосфат ва супрефос-NS қўшимчали мураккаб ўғитлар намуналарининг рентгенографик тадқиқотлари ўтказилди.

Оддий суперфосфат билан ишлов берилган АС рентгенограммасида, аммоний нитратига тегишли бўлган 4,93; 3,95; 3,08; 2,72; 2,25Å дифракцион максимумлари яққол намоён бўлган. Ўз навбатида 4,93; 3,04; 2,74; 2,50Å чўққилар дикальцийфосфатга тегишлидир. Чўққилар 3,50; 2,81; 2,65; 2,44Å кальций дигидрофосфатига мос келади. Шунингдек, кальций нитрати ва сульфатига (гипс)тегишли бўлган 3,09; 2,29; 2,19; 1,89 ва 3,49; 3,06; 2,87; 2,08Å дифракцион чўққилари мавжуддир. Биринчи намунадан фарқли ўлароқ иккинчида моно-ва диаммонийфосфатларга мос келадиган 3,91; 3,12; 2,32; 5,3; 3,07; 2,00 и 5,5; 5,0; 3,20Å дифракцион максимумлари мавжуддир.

Олинган лаборатория маълумотлари асосида фосфатлашган АС олишнинг технологик тизими (4-расм) ишлаб чиқилди ва моддий баланси ҳисобланди.

Таклиф этилаётган тизимнинг асосий қурилмалари АС-72М тизимига ўхшашдир. Фарқи шундаки, тизимга қўшимча равишда фосфат материали учун бункер ва шнекли тақсимлагич, NH_4NO_3 суюқланмасини фосфатли қўшимчалар билан аралаштириш учун икки валли аралаштиргич ва аралашма бир хиллиги таъминлаш учун гомогенизатор киритилган. Ундан сўнг, жараён анъанавий тизим бўйича амалга оширилади: донадорлаш минорасида суюқланмани сепиш, тайёр маҳсулотни совутиш, синфлаш ва қадоқлаш.

Ишлаб чиқилган технология «Farg’onaazot» АЖ тажриба ускунасида синовдан ўтказилди ва фосфатлаштирилган АС тажриба партиялари ишлаб чиқарилди. Ишлаб чиқарилган маҳсулот партиялари синовнинг барча даврида ўз мустаҳкамлигини ва сочилувчанлигини сақлайди.



4-расм. АС суюқланмасига майдаланган оддий суперфосфат ва супрефос-NS киритиш йўли билан мураккаб ўғитлар олишнинг технологик тизими.

Шундай қилиб, АС асосида ишлаб чиқилган ва тавсия қилинган минерал ўғитлар рецептураси юқори истъемолчилик хоссаларига эгадир, бунга агрокимёвий самарадорлик, термик ҳавфсизлик, юқори мустаҳкамлик ва кам ёпишқоқлик тегишлидир.

ХУЛОСА

Диссертация иши бажарилишида олинган асосий илмий ва амалий натижалар қуйидагича:

1. АС сифатини яхшилаш мақсадида уни модификациялашнинг 2 та варианти кўриб чиқилди: а) пуркаш - АС доналари сирт юзасини олдиндан 40°С гача қиздирилган аммоний сульфат тўйинган эритмаси билан ишлов бериш (сепиш), сўнгра нам юзага минерал ўғитлар кукунларини пуркалади; б) суюқлантириш – NH_4NO_3 суюқланмасини 175°С да ноорганик қўшимчалар кукунлари билан 15 минут давомида аралаштириб, сўнгра аралашмани сепиш усули билан донадорлаш, яъни минорада донадорлаш жараёнини имитация қилиш йўли билан олиб борилади.

2. АС доналари юзасини пуркаш ва сепишда $(NH_4)_2SO_4$ ни 40% ли эритмаси иштирокида NH_4NO_3 : $(NH_4)_2SO_4$ эритмаси : ўғитлар кукуни = 80 : 5 : 20 г мақбул оғирлик нисбати аниқланган. Масалан, оддий суперфосфат,

супрефос-NS ва аммофос фойдаланилганда олинган маҳсулотлар 28,11 дан 30,22% гача N ва 3,49 дан 9,10% гача $P_2O_{5умум}$, фосфорнинг нисбий ўзлашувчан ва сувда эрувчан шакллари 89,84 дан 95,91% гача ва 36,88 дан 85,26% гача бўлади, доналар мустаҳкамлиги эса 3,0 МПа паст бўлмайди.

3. АС : ОС = 100:(5-40) ва АС : Супрефос-NS = 100:(5-35) оғирлик нисбатларида АС суюқланмасига оддий суперфосфат ва Супрефос-NS қўшиш йўли билан МАФЎ ва NPSCa-ўғитлари намуналари олинди. АС : ОС ва АС : Супрефос-NS = 100 : 20 мақбул нисбатларида таркибида 28,24 ва 30,01% N, 2,41 ва 4,12% $P_2O_{5умум.}$, $P_2O_{5ўзл.}$.: $P_2O_{5умум.}$ = 82,16 ва 91,57%, $P_2O_{5сув.эрув.}$: $P_2O_{5умум.}$ = 64,73 ва 34,34% ҳамда доналари мустаҳкамлиги 10 МПа дан юқори бўлган мураккаб ўғитлар олинди. Оддий суперфосфат ва Супрефос-NS қўшилган АС суюқланмасининг реологик хоссалари сепиш усулида донадорлаш учун яроқлидир.

4. Дастлабки компонентларнинг оғирлик нисбатига боғлиқ равишда, оддий суперфосфат, супрефос-NS ва аммофос қўшилган МАФЎ ва NPSCa-ўғитлар доналарининг ёпишқоқлиги 1,53 дан 2,90 гача; 1,25 дан 2,19 гача; 1,50 дан 2,35 кг /см^2 гача ташкил қилади. Мақбул бўлган 80 : 5: 20 оғирлик нисбатда $(NH_4)_2SO_4$ 40%-ли эритмаси иштирокида АСнинг ёпишқоқлиги оддий суперфосфат, супрефос ва аммофос учун 1,74, 1,65 ва 1,57 кг/см^2, яъни 0,28% MgO қўшилган АС га (4,67 кг/см^2) нисбатан мос равишда 2,7, 2,8 ва 3,0 баробар кам бўлади.

5. МАФЎ ва NPSCa-ўғитларининг адгезион хоссалари ўрганилди. Энг юқори адгезия коэффициенти $(NH_4)_2SO_4$ 40 %-ли эритмаси иштирокида 80 : 5: 20 оғирлик нисбатида ишлов берилганда АС учун кузатилади – 98,35%, «Farg'onaazot» АЖ да ишлаб чиқарилган МАФЎ да эса 77,76% бўлиши кузатилган. Аммоний сульфат эритмалари ва Супрефос-NS ва аммофос кукунлари ишлов берилган АС доналари адгезион хоссалари МАФЎнинг адгезион хосаларига солиштирилган бир қанча мустаҳкам бўлиши аниқланган.

6. Микроскопик тадқиқотларда исботландики, оддий суперфосфат ва супрефос-NS қўшимчалари NH_4NO_3 структурасининг шаклланишига таъсир этиш йўли билан АС хоссалари ижобий таъсир кўрсатади. Фосфатлаштирилган АС нинг совиш жараёнида селитра таркибидаги NH_4NO_3 суюқланма→I; I→II; II→IV полиморф ўтишларнинг механизмининг оралиқлари ва механизми изоҳланди. III модификациясини йўқлиги, маҳсулот доналарининг кристал панжарасининг кам деформацияланишини, шу билан бирга шаклларининг юқори турғунлиги, доналар мустаҳкамлиги ва ёпишқоқлигининг барқарорлигини таъминлайди.

7. Барқарорлашган АС ишлаб чиқаришнинг технологик тизими тавсия этилди. Оддий суперфосфат ва супрефос-NS ёрдамида фосфатлаштирилган АС «Farg'onaazot» АЖда тажриба-саноат синовларидан ўтказилди ва мураккаб ўғитнинг тажриба партиялари ишлаб чиқарилди. Бир тонна стандарт АС таннархи 1 850 000 сўм, оддий суперфосфат қўлланилган МАФЎ таннархи эса 1 658 244 сўм, яъни 191 756 сўм арзондир.

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

ФЕРГАНСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ И НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

ХОШИМОВ АХРОРЖОН АХАДОВИЧ

ТЕХНОЛОГИЯ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА АММИАЧНОЙ СЕЛИТРЫ НА ОСНОВЕ ФОСФОР- И СЕРОСОДЕРЖАЩИХ ДОБАВОК

02.00.13 – Технология неорганических веществ и материалов на их основе

АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ ДОКТОРА ФИЛОСОФИИ (PhD)
ПО ТЕХНИЧЕСКИМ НАУКАМ

Фергана – 2022

Тема диссертации доктора философии (PhD) зарегистрирована под номером B2021.2.PhD/T2239 Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан.

Докторская диссертация выполнена в Ферганском политехническом институте и Институте общей и неорганической химии.

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

Научный руководитель:	**Сейтназаров Атаназар Рейпназарович** доктор технических наук, старший научный сотрудник
Официальные оппоненты:	**Тоғашаров Аҳат Салимович** доктор технических наук, старший научный сотрудник
	Нурмуродов Тўлқин Исомуродович доктор технических наук, доцент
Ведущая организация:	**Наманганский инженерно-технологический институт**

Защита состоится «15» апреля 2022 года в «15^{00}» часов на заседании Научного совета DSc.03/30.04.2021.T.106.04 при Ферганском политехническом институте по адресу: 150107, г. Фергана, ул. Ферганская, 86; Тел.: (+99873) 241-12-06; факс: (+99873) 241-12-06; e-mail: ferpi_info@edu.uz

Диссертация зарегистрирована в Информационно-ресурсном центре Ферганского политехнического института за № 1, с которой можно ознакомиться в информационно-ресурсном центре (150107, г. Фергана, ул. Ферганская, 86. Тел.: (+99873) 241-12-06; факс: (+99873) 241-12-06; e-mail: ferpi_info@edu.uz)

Автореферат диссертации разослан «4» апреля 2022 года

(реестр протокола рассылки № 1 от «4» апреля 2022 года.

Хамдамова Ш.Ш.
Председатель научного совета по присуждению ученых степеней, доктор технических наук

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

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

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации (PhD) доктора философии)

Актуальность и необходимость темы диссертации. Активный прирост населения земного шара предопределяет обострение проблемы обеспечения продовольствием. А это значит, что мировой рынок минеральных удобрений, без которых невозможно решить данную проблему, будет и далее расширяться. В настоящее время более 60% минеральных удобрений в мире приходится на азотные туки, которые имеют достаточно широкий спектр. Важной задачей является улучшение потребительских характеристик аммиачной селитры (АС). В этом аспекте важным являются подбор высокоэффективных добавок, повышающих прочность, снижающих слёживаемость гранул и улучшающих термостабильность селитры.

В мировом масштабе активно ведутся научные исследования по улучшению качества АС, в том числе: с целью устранения слёживаемости АС применяют добавки, как водоотнимающие и образующие центры кристаллизации, сохраняющие стабильную кристаллическую модификацию NH_4NO_3, опудривание её гранул и обработка поверхностно-активными веществами. В этом плане, особое внимание уделяется исследованям процесса опудривания поверхности гранул АС порошками фосфор- и серосодержащих удобрений в присутствии связующего раствора; процесса обработки плава АС порошками фосфор- и серосодержащих удобрений; разработке технологии получения сложных азотнофосфорных (САФУ) и NPSCa-удобрений с улучшенным составом и свойствами путем опудривания гранул АС либо обработки плава нитрата аммония фосфор- и серосодержащими добавками.

В Республике на основе реализации широкомасштабных мероприятий и инновационных разработок достигаются существенные результаты в области производства фосфатизированной, бентонитовой и известковой АС, а также сбалансированных комплексных удобрений. В третьем направлении Стратегии действии по дальнейшему развитию Республики Узбекистан, предусмотренной в 2017-2021 гг. 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 …[2]». В этом плане разработка технологии получения на базе АС стабилизированных сложных удобрений с фосфор- и серосодержащими добавками, обеспечивающие улучшение физико-химических свойств нитрата аммония и на фоне повышенного содержания азота сбалансированное питание растений в период вегетации имеют важное значение.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных в Указе Президента Республики Узбекистан УП-4947 от 7 февраля 2017 года «Стратегия действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан», в Постановлениях

[2] Указ Президента Республики Узбекистан «Стратегия действий по пяти приоритетным направлениям развития Республики Узбекистан в 2017-2021 годах».

Президента Республики Узбекистан ПП-4265 от 3 апреля 2019 года «О мерах по дальнейшему реформированию и повышению инвестиционной привлекательности химической промышленности», ПП-4919 от 11 декабря 2020 года «О мерах по возмещению части затрат сельскохозяйственных производителей на внедрение водосберегающих технологий», 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 мире накоплен большой научный и практический опыт по получению и производству неслёживающейся и термостабильной АС. Для устранения её слёживаемости применяют при малых дозах сульфат аммония, его смесь с фосфатом аммония, фосфатно-сульфатно-боратную добавку, доломит, мел, каустический магнезит, бентонитовый порошок (Олевский В.М., Москаленко Л.В., Иванов М.Е., Цеханская Ю.В., Vincent J.Russo, Kiiski, H., Фридман С.Д.).

С целью устранения взрывоопасности АС налажено производство известково-аммиачной селитры путем введения в плав АС доломита или мела (Таран А.Л., Левин Б.В., Чернышов А.К., Kołaczkowski A., Biskupski A., Жмай Л.А.). Однако она эффективна только на кислых почвах. Наилучшие результаты достигнуты с фосфорсодержащими добавками. Кемеровский «Азот» и ОАО Кирово-Чепецкий химкомбинат (Россия) производят стабилизированную АС с добавкой ЭФК, раствора моноаммонийфосфата из этой кислоты, азотно-фосфорнокислотной вытяжки от производства азофоски. Возникшие при этом трудности: коррозия от фтора фосфорной кислоты и забивка оборудования солями Fe, Al, Mg, Ca.

АО «Navoiyazot» с 2009 года освоил производство фосфатизированной АС (АФУ) путем введения в её плав фосмуки Кызылкума перед грануляцией методом приллирования (Намазов Ш.С., Беглов Б.М., Реймов А.М.). В этом случае фосмука минует стадии нейтрализации кислоты, выпарки раствора селитры, не происходит выпадения солей и зарастания теплообменных поверхностей. Перспективным в плане получения концентрированных АФУ применение добавок простого суперфосфата и супрефоса-NS, широко используемых в сельском хозяйстве в качестве минеральных удобрений.

На АО «Farg’onaazot» действует технология производства «САФУ» - фосфорсодержащей АС (Таджиев С.М.), сущность которой заключается в опудривании поверхности гранул АС фосмукой в присутствии насыщенного раствора сульфата аммония. Применение фосмуки, хотя улучшает физико-химические свойства продукта, но её нельзя признать эффективной. Недостаток способа – уменьшение эффективности из-за осыпания порошка фосмуки (нерастворимого фосфата) с поверхности гранул, при хранении и транспортировке продукта, к тому же высокая запыленность производственных помещений. Наибольший практический интерес представляет применение порошков водорастворимых удобрений, таких как

простой суперфосфат, супрефос-NS и аммофос, позволяющий значительно повысить прочность и снизить слеживаемость гранул АС. При этом её состав обогащается такими питательными компонентами, как фосфор, сера и кальций, исключительно в усвояемых формах, тем самым повышающих агрохимическую эффективность минеральных удобрений.

Связь диссертационного исследования с тематическим планом научно-исследовательских работ. Диссертационная работа выполнена в рамках плана научно-исследовательских работ Института общей и неорганической химии по хозяйственному договору с АО “Farg’onaazot” 36-05/1235 от 23.04.2014г. по теме «Исследование процесса получения новых видов сложных удобрений на действующей ОПУ ОАО “Farg’onaazot”».

Целью исследования является разработка технологии получения сложных удобрений путем обработки гранул либо плава аммиачной селитры с фосфор- и серосодержащими добавками.

Задачи исследования:

изучение процесса получения простого суперфосфата путем активации Кызылкумской фосфоритовой муки при пониженной норме концентрированной серной кислоты;

исследование процесса обработки поверхности гранул АС порошками простого суперфосфата в присутствии насыщенных растворов сульфата аммония в зависимости от массовых соотношений АС : раствор $(NH_4)_2SO_4$: порошок суперфосфата;

исследование процесса обработки поверхности гранул АС порошками Супрефоса-NS и аммофоса в присутствии насыщенных растворов сульфата аммония в зависимости от массовых соотношений АС : раствор $(NH_4)_2SO_4$: порошок удобрений;

изучение физико-химических свойств (прочность, коэффициент адгезии, гигроскопичность, слёживаемость, пористость, впитываемость) гранул сложных удобрений, обработанных порошками фосфор- и серофосфорсодежащих удобрений в присутствии связующего раствора;

исследование процесса получения стабилизированных сложных удобрений на основе плава NH_4NO_3, порошковидных простого суперфосфата и Супрефоса-NS в зависимости от массовых соотношений компонентов;

изучение полиморфных превращений АС при интервалах колебаний температур 25-175-25°C (нагрев-охлаждение). Определение температуры термического разложения NH_4NO_3 в составе сложных удобрений;

разработка технологической схемы, составление материального баланса и расчет технико-экономической эффективности производства новых видов сложных удобрений путем обработки гранул либо АС порошками фосфор- и серосодержащих удобрений.

проведение на АО «Farg’onaazot» опытно-промышленных испытаний технологии новых видов сложных удобрений. Оценка агрохимической эффективности новых видов сложных удобрений на всхожесть и энергии прорастания семян хлопчатника и пшеницы.

Объектом исследования является фосфоритовая мука, серная кислота, простой суперфосфат, Супрефос-NS, аммофос, гранулы либо плав аммиачной селитры, модифицированные сложные удобрения.

Предметом исследования является процесс разложения фосфоритовой муки неполной нормой серной кислоты, опрыскивание поверхности гранул АС насыщенным раствором сульфата аммония с последующим опудриванием порошками фосфор- и серосодержащих удобрений, обработка плава АС простым суперфосфатом и Супрефосом-NS, а также изучение физико-химических, товарных и термических свойств сложных удобрений.

Методы исследования. Использованы химический (аналитическая химия), физико-механический, рентгенографический, микроскопический и термический методы анализа, а также агрохимические испытания.

Научная новизна диссертационного исследования заключается в следующем:

найдено оптимальное соотношение АС: раствор $(NH_4)_2SO_4$: порошок удобрений = 80: 5: 20, при котором обеспечивается низкая слеживаемость, высокая прочность и термостабильность нитрата аммония;

достигнут высокий коэффициент адгезии на гранулах АС порошков фосфор- и серосодержащих удобрений (до 99%), в то время как у САФУ с фосфоритовой мукой этот показатель составляет всего 77%;

доказано наличие прямого полиморфного фазового перехода II→IV, минуя фазовый переход III→IV, что показывает меньшую деформацию кристаллической решетки и устойчивость сферической формы гранул;

разработан способ получения концентрированных азотно-фосфорных удобрений с наименьшей пористостью и внутренней поверхностью гранул, со значительно меньшей детонационной способностью путем добавки фосфор- и серосодержащих солей в плав АС;

разработаны технологии сложных удобрений путем обработки гранул либо расплава АС с помощью фосфор- и серосодержащих порошков.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

разработана технология получения стабилизированной АС с высокой адгезионными и физико-химическими свойствами путем обработки её гранул насыщенным раствором сульфата аммония с последующим опудриванием фосфор- и серосодержащих солей;

разработана технология получения фосфатизированной селитры путем смешения её расплава фосфорсодержащими компонентами – простым суперфосфатом и супрефосом-NS в смесителе прямо перед гранулятором.

Достоверность результатов исследования. Результаты химического и физико-химического анализа подтверждены лабораторными опытами, агрохимическими и опытно-промышленными испытаниями.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость результатов исследования определяется тем, что они заложили основу для создания АС улучшенного состава и свойств на основе гранул и плава NH_4NO_3 с добавками фосфор- и серосодержащих удобрений. Определенное научное значение имеет то, что показано

улучшение адгезионных свойств АС, а это приводит к значительному повышению прочности и снижению слеживаемости гранул.

Практическая значимость результатов исследования заключается в том, что разработанные технологии путем опудривания гранул АС либо введением в её плав порошков фосфор- и серосодержащих удобрений способствует повышению агрохимической эффективности удобрения (обогащение состава АС, такими питательными компонентами как фосфор, кальций и сера) при одновременном улучшении его физико-химических и потребительских свойств. Введение в состав АС дополнительных неорганических веществ, менее опасных, чем АС, позволяет снизить её взрывоопасные свойства и расширить рынок сбыта.

Внедрение результатов исследования. На основе полученных научных результатов по разработке технологии улучшения качества АС на основе фосфор- и серосодержащих добавок:

технология получения новых видов сложных удобрений путем и распыления и опудривания гранул АС с насыщенным раствором сульфата аммония и фосфорсодержащих порошков включена в перечень перспективных разработок для реализации на АО «Farg'onaazot» на 2026-2030 годы (справка АО «Узкимёсаноат» № 23-3-285 от 28 января 2022 года). В результате создана возможность замены привозного магнезита на местные сырьевые материалы и тем самым расширить ассортимент сложных удобрений для вегетационных условий;

технология получения новых видов сложных удобрений на основе плава нитрата аммония и удобрительных добавок включена в перечень перспективных разработок для реализации на АО «Farg'onaazot» на 2026-2030 годы (справка АО «Узкимёсаноат» № 23-3-285 от 28 января 2022 года). В результате появилась возможность обогащения состава АС усвояемыми питательными компонентами, как фосфор, кальций и сера, и одновременное обеспечение термической стабильности нитрата аммония.

Апробация результатов исследования. Результаты данного исследования были доложены и обсуждены на 4 международных и 6 республиканских научно-практических конференциях.

Опубликованность результатов исследования. По теме диссертации опубликовано 15 научных работ. Из них 6 научных статей, в том числе 2 в республиканских и 3 в зарубежных журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов диссертаций (PhD).

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы, и приложений. Объем диссертации состоит из 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 **«Аммиачная селитра и улучшение её качества путем применения различных неорганических добавок»,** являющейся литературным обзором, рассмотрены способы уменьшения слёживаемости АС с применением различных добавок: связывающие свободную влагу, влияющие на процесс полиморфных превращений, образующие центры кристаллизации, опудривание гранул и обработку их поверхностно-активными веществами.

В качестве добавок, повышающих термическую стабильность АС предлагаются такие неорганические добавки, как карбонатные минералы, калийсодержащие вещества, содержащие катион – аммоний, сульфат аммония, фосфаты аммония и прочие балластные вещества. Наилучшим образом себя зарекомендовали фосфатные добавки. Анализируя литературные данные, изучив достоинства и недостатки различных кондиционирующих добавок были выбраны фосфор- и серосодержащие добавки, улучшающие качества селитры, за счет повышения содержания питательных веществ и улучшения их физико-химических свойств.

Во второй главе диссертации **«Характеристика исходных материалов, методы химического и физико-химического исследования»** приводятся объект и методика исследования по двум вариантам получения стабилизированной АС:

1. Опудривание – путем обработки поверхности (распыление) гранул АС насыщенным раствором сульфата аммония, предварительно подогретой до 40°С с последующим нанесением на влажную поверхность порошков минеральных туков.

2. Сплавление – путем смешения плава NH_4NO_3 при 175°С с порошками неорганических добавок в течение 15 минут с последующим гранулированием смеси расплава методом приллирования, то есть путем имитации процесса гранулирования в башнях.

В качестве исходных компонентов были взяты гранулированная АС с добавкой 0,28% MgO по ГОСТ 2-2013 (34,4% N), а добавки к ней простой (12% P_2O_5) и аммонизированный суперфосфаты по TSh 6-26:2008 (1,5%N, 11% P_2O_5), аммофос по TSh 6.6-09:2008 (11% N, 46% P_2O_5), супрефос-NS по TSh 00203074:2014 (11% N, 24% P_2O_5, 26% SO_3), сульфат аммония по ГОСТ 9097-82 (21% N). Первые два вида продукта получены путем химической активации фосмуки (17,5% P_2O_5, 47,5% CaO, 13,5% CO_2) 60 %-ной нормой серной кислоты от стехиометрии на образование монокальцийфосфата. В качестве связующего применяли 30 и 40 %-ные растворы сульфата аммония.

Простой суперфосфат состоит из 11% дигидроортофосфата кальция и 72% дигидрата сульфата кальция и активированного фосфорита, аммофос из 10% ди- и 90% моноаммонийфосфата, а супрефос-NS состоит из 45%

преципитата, 40% сульфата аммония и 15% моно- и диаммонийфосфата. Перед использованием их измельчали до размера частиц менее 0,25 мм.

Анализ образцов исходных компонентов и готовых продуктов на содержание различных компонентов проводили по известным методикам. Прочность гранул образцов удобрений определяли на приборе МИП-10-1, гигроскопические точки эксикаторным методом, слёживаемость по экспресс-методу, пористость объёмным методом, впитываемость с использованием солярового масла по методике, предусмотренной ТУ 6-03-372-74 на НАНП (нитрат аммония низкой плотности), а скорость растворения в воде визуальным методом согласно времени растворения удобрений. Плотность расплавов устанавливали пикнометрическим методом, а кинематическую вязкость вискозиметром ВПЖ-2. Рентгенографический анализ продуктов проводили на дифрактометре XRD-6100 (Shimadzu, Япония). Идентификация минеральных фаз производилась с использованием базы данных 2013 International Centre for Diffraction Data. Электронно-микроскопический анализ продуктов проводился с помощью сканирующего электронного микроскопа SEM-EVO MA 10 (Carl Zeiss, Германия).

Третья глава диссертации **«Улучшение качества аммиачной селитры путем опудривания её гранул с фосфор- и серосодержащими добавками в присутствии связывающего раствора»** посвящена изучению процесса получения сложных азотнофосфорных удобрений (САФУ) путем капсулирования поверхности гранул АС с порошками фосфорсодержащих удобрений (простого и аммонизированного суперфосфата, супрефоса-NS, аммофоса) в присутствии связующего раствора. Для этого обработку поверхности (распыление) гранул АС осуществляли 40 %-ным раствором сульфата аммония, предварительно подогретой до 40°С в количестве от 1,5 до 9% по отношению к 100г готового продукта. После нанесения на гранулы влажной пленки раствора сульфата аммония их поверхность обрабатывали порошками фосфорсодержащих удобрений (опудривание) в количестве от 5 до 30% по отношению 100г продукта. Процессы распыления и опудривания гранул АС осуществляли на лабораторном тарельчатом грануляторе. Полученные гранулы высушивали при 80-90°С до постоянной массы.

Сначала рассмотрен процесс получения образцов активированного простого суперфосфата путем частичного разложения фосфоритовой муки Кызылкумов состава (вес. %): (вес. %) P_2O_5 – 17,5;8 CaO – 45,38; MgO – 1,75; CO_2 – 13,48; Fe_2O_3 – 1,24; Al_2O_3 – 1,28; SO_3 – 2,33; F – 2,03 и нерастворимый остаток – 4,54; CaO : P_2O_5 – 2,59 серной кислотой с концентрацией 92 % H_2SO_4. Норму серной кислоты варьировали в пределах 60, 70 и 80% от стехиометрии на образование $Ca(H_2PO_4)_2$. При этом оптимальной нормой кислоты (60%) считается продукт с $P_2O_{5своб.}$ - 1,37%, $P_2O_{5общ.}$ - 12,03%, $CaO_{общ.}$ - 34,57%, $SO_{3общ.}$ - 33,84%, $P_2O_{5усв.}$: $P_2O_{5общ.}$ = 82,96%; $P_2O_{5водн.}$: $P_2O_{5общ.}$ = 56,03%, $CaO_{усв.} \div CaO_{общ.}$ = 61,13%, $SO_{3водн.}$: $SO_{3общ.}$ = 44,21%, pH = 4,72.

Далее изучен процесс получения сложных удобрений путем распыливания и опудривания гранул АС раствором сульфата аммония и порошками фосфорсодержащих удобрений: простой аммонизированный

суперфосфат (1,5%N, 11% P_2O_5) аммофос (11%N, 46% P_2O_5), супрефос-NS (11% N, 24% P_2O_5, 26% SO_3) и сульфат аммония (21% N).

При изучаемых соотношениях NH_4NO_3, раствора $(NH_4)_2SO_4$ и порошка простого суперфосфата прочность сложных удобрений находится в пределах 2,64-4,56 МПа (табл. 1), тогда как этот показатель у чистого нитрата аммония составляет 1,32 МПа.

Таблица 1

Свойства гранул аммиачной селитры, обработанной 40 %-ным раствором сульфата аммония и порошками фосфорных удобрений

Массовое соотношение АС : раствор $(NH_4)_2SO_4$: порошок удобрений	Прочность гранул, МПа	Слеживаемость гранул, кгс/см^2	Пористость гранул, %	Впитываемость гранул, г.	Гигроскопическая точка, %
NH_4NO_3 (марки «ч»)	1,32	5,62	22,0	4,82	62,0
Простой суперфосфат					
95 : 1,5 : 5	2,64	2,10	8,92	4,25	59,3
80 : 5 : 20	4,31	1,74	8,41	4,08	61,5
70 : 9:30	4,56	1,53	8,15	4,01	62,3
Аммонизированный простой суперфосфат					
95 : 1,5 : 5	2,04	2,24	8,94	4,22	59,4
80 : 5 : 20	3,97	1,68	8,55	4,04	61,8
70 : 9:30	4,19	1,28	8,27	3,93	62,7
Супрефос-NS					
95 : 1,5 : 5	2,81	2,12	8,86	4,11	59,1
80 : 5 : 20	3,62	1,57	8,44	3,93	61,7
70 : 9:30	4,01	1,25	8,07	3,81	62,4
Аммофос					
95 : 1,5 : 5	2,27	2,26	8,73	4,04	57,2
80 : 5 : 20	3,12	1,74	8,23	3,82	62,3
70 : 9:30	3,62	1,50	7,84	3,76	63,0

Аналогичная картина наблюдается при использовании аммонизированного суперфосфата. Продукты имеют гигроскопическую точку 60% и выше. Относительно высокой прочностью (2,81-4,01 МПа) и низкой слеживаемостью (1,25-2,12 кг/см^2) гранул обладают продукты с добавкой аммофоса, в то время как у чистого NH_4NO_3 она 5,62 кг/см^2.

Судя по составу и относительной усвояемой форме P_2O_5 в полученных образцах наблюдаются отличительные черты между простым и аммонизированным простым суперфосфатом. Так, при добавке простого и аммонизированного суперфосфата на поверхность гранул АС от 95 : 1,5 : 5 до 70 : 9 : 30 содержание общей формы P_2O_5 в готовых продуктах меняется от 0,88 до 5,24% и от 1,43 до 3,80%, относительной формы P_2O_5 от 93,89 до 95,45% и от 56,35 до 60,03%. Значение pH продуктов варьируется в пределах 2,91-3,57 и 5,39-5,52, соответственно (табл. 2).

Здесь наблюдается, что азотнофосфорное удобрение на основе аммонизированного суперфосфата по относительной и водной формам P_2O_5 в 1,6 и 1,7 раза меньше чем у простого суперфосфата, где отсутствует

Таблица 2

Состав гранул аммиачной селитры, обработанной 40 %-ной раствором сульфата аммония и порошками фосфорсодержащих удобрений

NH_4NO_3 : раствор $(NH_4)_2SO_4$: порошок удобрений	pH про-дукта	Содержание компонентов, вес.%			$P_2O_{5усв.}$ / $P_2O_{5общ.}$	$P_2O_{5вод.}$ / $P_2O_{5общ.}$	$CaO_{усв.}$ / $CaO_{общ.}$
		N	$P_2O_{5общ.}$	$CaO_{общ.}$			
Простой суперфосфат							
95 : 1,5 : 5	3,57	33,03	0,88	1,88	95,45	82,95	95,21
80 : 5 : 20	3,17	28,11	3,49	7,52	94,27	83,38	94,15
70 : 9:30	2,91	24,91	5,24	11,28	93,89	83,21	92,11
Аммонизированный простой суперфосфат							
95 : 1,5 : 5	5,39	32,95	0,63	1,43	60,03	50,55	95,80
80 : 5 : 20	5,48	28,22	2,53	5,72	57,66	48,58	95,10
70 : 9:30	5,52	25,21	3,80	8,58	56,35	47,92	95,45
Супрефос-NS							
95 : 1,5 : 5	7,07	32,95	1,19	0,94	94,88	50,96	90,21
80 : 5 : 20	6,86	28,22	4,76	3,76	89,84	36,88	87,93
70 : 9:30	6,73	25,21	7,14	5,63	86,20	27,44	85,96
Аммофос							
95 : 1,5 : 5	4,39	33,45	2,28	-	96,24	88,38	-
80 : 5 : 20	4,30	30,22	9,10	-	95,91	85,26	-
70 : 9:30	4,24	28,21	13,65	-	95,07	84,30	-

питательный компонент – азот. Данное обстоятельство обусловлено ретроградацией фосфора при аммонизации суперфосфата, где монокальцийфосфат переходит в ди- и трикальцийфосфат.

При добавке супрефоса-NS и аммофоса состав сложных удобрений выглядит следующим образом (вес. %): N – 25,21-32,95; $P_2O_{5общ.}$ – 1,19-7,14; $P_2O_{5усв.}$: $P_2O_{5общ.}$ = 86,20-94,88; $P_2O_{5водн.}$: $P_2O_{5общ.}$ = 27,44-50,96; pH – 6,73-7,07 и N – 28,21-33,45; $P_2O_{5общ.}$ – 2,28-13,65; $P_2O_{5усв.}$: $P_2O_{5общ.}$ = 95,07-96,24; $P_2O_{5водн.}$: $P_2O_{5общ.}$ = 84,30-88,38; pH – 4,24-4,39.

Для сравнения результатов исследований изучены адгезионные свойства гранул полученных образцов и промышленного САФУ производства АО «Farg'onaazot». Результаты исследований представлены на рис. 1.

Из данных видно, что самым низким коэффициентом адгезии обладают гранулы САФУ производства АО «Farg'onaazot» (77,76% при 5-ти минутном встряхивании), где в качестве опудривающей добавки применена фосмука. А для гранул АС, обработанных фосфор- и серосодержащими удобрениями наблюдается иная картина.

Например, с уменьшением соотношения NH_4NO_3 : раствор $(NH_4)_2SO_4$: порошок удобрений на примере простого суперфосфата от 70 : 9: 30 до 95 : 1,5 : 5 при 40 %-ном растворе сульфата аммония значение $K_{ад}$, увеличивается от 94,26 до 99,61%, аммонизированного суперфосфата от 85,96 до 97,20%, супрефоса-NS от 84,04 до 98,40% и аммофоса от 88,04 до 98,0%. При указанных соотношениях компонентов, но при времени 5 мин и концентрации сульфата аммония 40% $K_{ад}$, меняется от 94,26 до 99,61%.

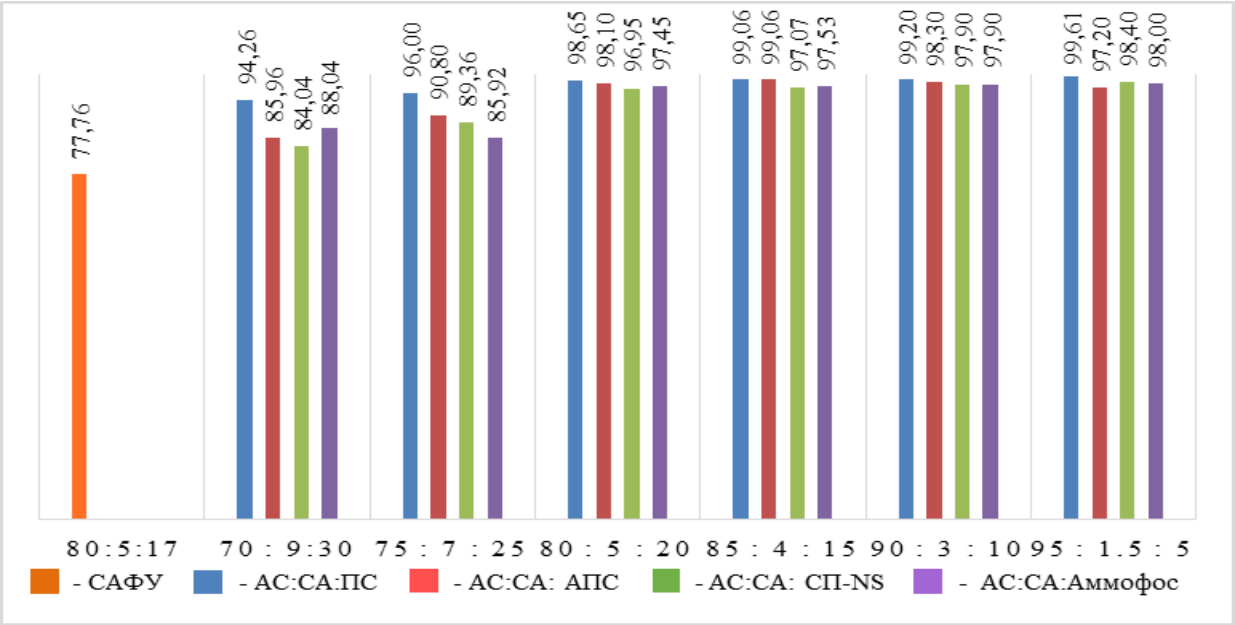


Рис. 1. Адгезионные свойства порошков фосфорных удобрений на поверхности гранул аммиачной селитры.

Оптимальным массовым соотношением АС : раствор $(NH_4)_2SO_4$: порошок удобрений можно считать 80 : 5 : 20, при котором для простого суперфосфата $K_{ад}$, составляет 98,65; аммонизированного суперфосфата – 97,21; супрефоса-NS – 96,95 и аммофоса 97,45%. С дальнейшим повышением массы порошка теряется связка «гранула АС – порошок удобрения».

На основе проведенных исследований разработана технологическая схема производства сложных удобрений путем опудривания гранул АС порошками простого суперфосфата в присутствии раствора сульфата аммония (рис. 2).

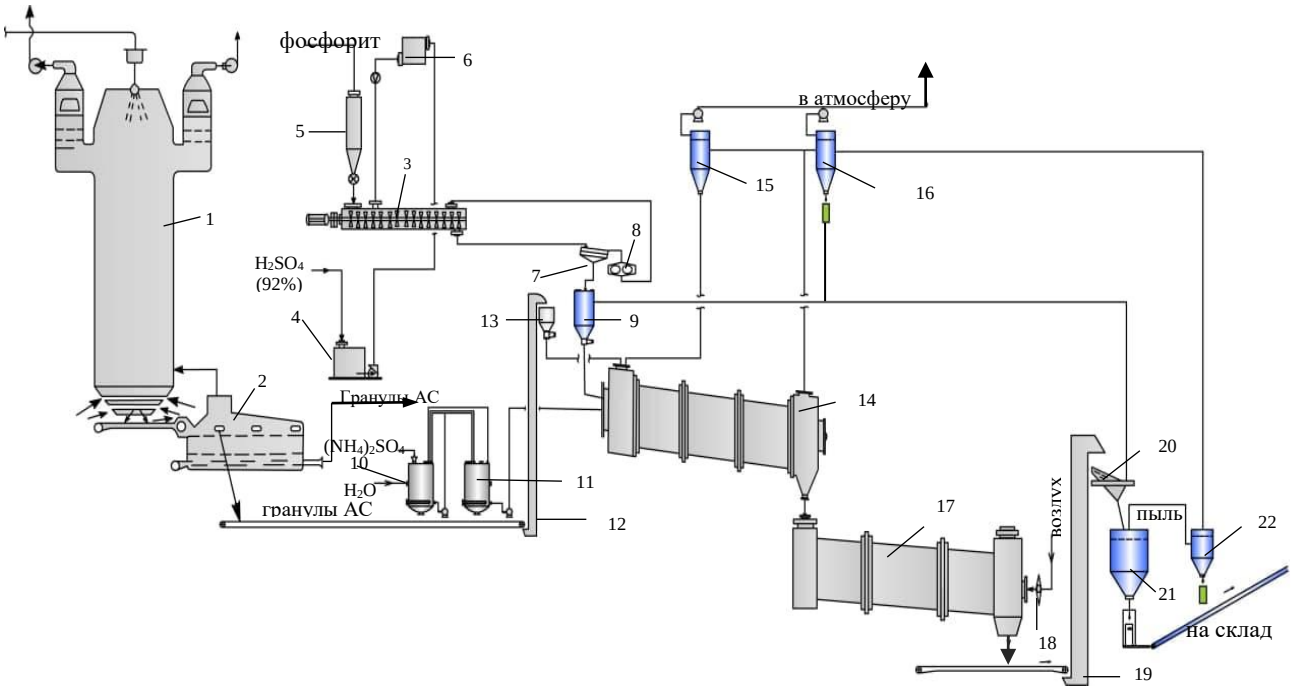


Рис. 2. Технологическая схема процесса получения сложных азотнофосфорных удобрений.

В качестве основных аппаратов и оборудований приводятся: грануляционная башня, аппарат охлаждения АС в кипящем слое (КС), смесительный шнек, барабан для опудривания гранул, барабанная сушилка (БС), ёмкость для приготовления раствора сульфата аммония и система абсорбции отходящих газов.

Разработанная технология апробирована в опытно-промышленных условиях АО «Farg'onaazot» на технологическом оборудовании САФУ с выпуском опытных партий нового вида САФУ, улучшенного состава и свойств для гранул АС : раствор $(NH_4)_2SO_4$: порошок простого суперфосфата = 80 : 5 : 20. Рассчитан материальный баланс производства.

Технико-экономические расчеты показывают, что 1 тонна разработанного САФУ с применением суперфосфата составляет 1 658 244 сум, а себестоимость промышленной АС 1 850 000 сум. Это говорит о том, что производство САФУ на 191 756 сум или 10% дешевле, чем производственная АС. Уместно отметить, что продукт в отличие от одностороннего азотного удобрения, кроме азота имеет фосфор, серу и кальций, в доступных для растений формах. Выданы практические рекомендации по модернизации традиционной технологии производства САФУ улучшенного качества на АО «Farg'onaazot».

В четвертой главе **«Улучшение качества приллированной аммиачной селитры путем введения в плав нитрата аммония добавок простого суперфосфата и супрефоса-NS»** изучены состав и свойства образцов термостабильной АС на основе добавки в плав NH_4NO_3 (175°С) порошкообразных фосфатных солей: простого суперфосфата и супрефоса-NS при широком интервале весовых соотношений исходных компонентов с последующей грануляцией смесей методом приллирования. Для изучения состава образцов сложного азотнофосфорного удобрения (САФУ) использовались измельченный до 0,25 мм частиц, порошковый простой суперфосфат (вес.%): $P_2O_{5общ.}$ – 12,03; $P_2O_{5усв.}$ – 9,98; $P_2O_{5водн.}$: $P_2O_{5общ.}$ = 56; $CaO_{общ.}$ – 34,57; $SO_{3общ.}$ – 33,84; $SO_{3водн.}$ –14,96; pH – 4,72 и Супрефос- NS: N - 11,0; $P_2O_{5общ.}$ – 23,82; $P_2O_{5усв.}$ – 20,28; $P_2O_{5водн.}$ – 4,89; $CaO_{общ.}$ – 18,78; $CaO_{усв.}$ – 15,13; $SO_{3общ.}$ – 26,72; $SO_{3водн.}$ – 25,33; pH – 5,3.

Из табл. 3 видно, что увеличение массовой доли суперфосфата по отношению АС с одной стороны приводит к повышению содержания общей формы P_2O_5 от 1,80 до 3,59%, а с другой стороны к снижению содержания азота от 30,01 до 26,32%. Но главное, расплав NH_4NO_3 значительно активизирует фосфорсодержащую добавку, повышая в ней усвояемую и водную форму P_2O_5 (от 78,97 до 83,68% и от 61,24 до 65,95%) и CaO (от 84,72 до 88,35%). Наряду с азотом, фосфором и кальцием продукт содержит водную форму SO_3 от 76,12 до 82,52%. Для супрефоса-NS наблюдается аналогичная картина, но только с относительно высокими показателями ($N_{общ.}$ от 29,49 до 31,52%, $P_2O_{5общ.}$ от 3,11 до 5,14%, $P_2O_{5усв.}$: $P_2O_{5общ.}$ от 90,07 до 93,24%, $SO_{3водн.}$: $SO_{3общ.}$ от 95,71 до 96,15%). Хотя, отношение $P_2O_{5водн.}$: $P_2O_{5общ.}$ составляет от 33,07 до 40,51%, что объясняется присутствием в составе супрефос-NS значительного количества дикальцийфосфата.

Таблица 3

Химический состав удобрений путем введения в плав АС тонкоизмельченного простого суперфосфата и супрефос-NS

Массовое соотношение АС : порошок удобрений	$N_{общ.}$	$P_2O_{5общ.}$	$CaO_{общ.}$	$SO_{3общ.}$	$P_2O_{5усв.}$ / $P_2O_{5общ.}$	$P_2O_{5вод.}$ / $P_2O_{5общ.}$	$CaO_{усв.}$ / $CaO_{общ.}$	$SO_{3вод}$ / $SO_{3общ}$
Простой суперфосфат								
100:15	30,01	1,80	5,19	5,08	83,68	65,95	88,35	82,52
100:20	28,24	2,41	6,91	6,77	82,29	64,84	87,64	81,39
100:25	27,29	3,01	8,64	8,46	81,13	62,51	85,94	78,23
100:30	26,32	3,59	10,37	10,16	78,97	61,24	84,72	76,12
Супрефос-NS								
100 : 15	31,52	3,11	2,43	3,50	93,24	40,51	88,89	95,71
100 : 20	30,48	4,12	3,27	4,66	91,74	36,16	87,76	95,92
100 : 25	30,01	4,63	3,62	5,20	91,57	34,34	87,01	96,15
100 : 30	29,49	5,14	4,04	5,77	90,07	33,07	86,88	96,01

Далее изучены некоторые физико-химические свойства образцов фосфатизированной АС. Из данных табл. 4 видно, что прочность гранул удобрений возрастает с увеличением количества добавки. Так, при добавке простого суперфосфата в плав АС = 100:15 прочность гранул продукта составляет 6,94 МПа, при 100:20 – 9,55 МПа, а при 100:30 уже 10,28 МПа.

Таблица 4

Физико-механические свойства сложных удобрений путем введения в плав АС тонкоизмельченного простого суперфосфата и супрефос-NS

Массовое соотношение АС : порошок удобрений	Прочность гранул, МПа	Слежи-ваемость, кгс/см^2	Пористость гранул, %	Впитывае-мость гранул, г.	Гигроско-пическая точка, %
Простой суперфосфат					
100 : 15	6,94	3,04	8,01	3,37	53,8
100 : 20	7,61	2,88	7,78	3,09	54,3
100 : 25	9,55	2,76	7,43	2,84	55,4
100 : 30	10,28	2,64	7,30	2,57	56,2
Супрефос-NS					
100 : 15	9,34	2,78	7,40	2,74	65,7
100 : 20	10,25	2,52	6,92	2,43	66,1
100 : 25	10,79	2,43	6,77	2,35	66,3
100 : 30	11,26	2,39	6,65	2,24	66,5

В плане повышения прочности и гигроскопической точки, снижения слеживаемости, пористости и впитываемости гранул АС наиболее эффективной добавкой можно считать супрефос-NS. Так, при соотношении АС : супрефос-NS = 100:15 прочность гранул составляет 9,34; при 100:20 – 10,25; при 100:25 – 10,79 и при 100:30 – 11,26 МПа, а их гигроскопическая точка составляет 65,7; 66,1; 66,3 и 66,5%, соответственно. При этом слёживаемость гранул составляет от 2,39 до 2,78 кг/см^2, пористость от 6,65

до 7,40%, а впытиваемость от 2,24 до 2,74г солярового масла по отношению к 100г продукта. Она у NH_4NO_3 равна 4,82г.

На основе снимков электронной микроскопии можно констатировать, что порошки простого суперфосфата и супрефоса-NS положительно влияют на структуру NH_4NO_3, заметно уменьшаются размеры кристаллов АС, структура сглаживается без заметных пор, и как на поверхности, так и на срезах образуется более устойчивая и компактная структура, особенно в случае супрефоса-NS. Добавки также оказывают положительное влияние на свойства АС путем воздействия на формирование компактной кристаллической структуры АС. Наблюдается довольно однородная структура с равномерным распределением в виде мелких частиц.

Температура модификационных переходов III→II; II→I; I→плавление в чистом NH_4NO_3 составляет 85; 126; 169°С соответственно. Для образцов фосфатизированной АС данные переходы происходят: для АС : ПС = 100 : 25 при 93,1; 134,6; 174°С и для АС : супрефос-NS = 100 : 25 – 92,7; 126; 181,2°С (рис. 3). Повышение температуры кристаллизации АС в присутствии добавки фосфатных солей можно объяснить тем, что они, являясь центрами кристаллизации, облегчают процесс затвердевания плава.

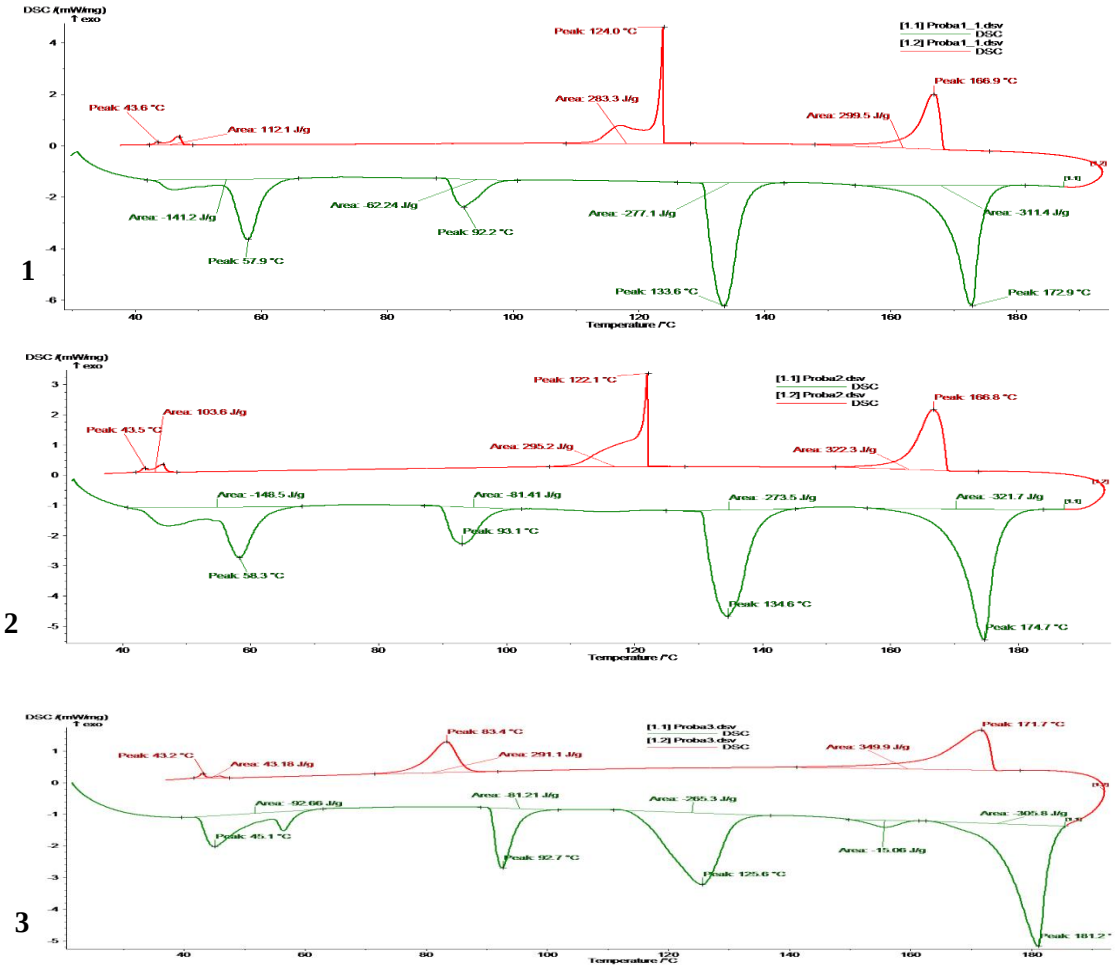


Рис. 3. Нагрев и охлаждение аммиачной селитры с помощью добавок АС:ПС= 100:20 (1); 100:25 (2) и АС:Супрефос-NS = 100:20 (3)

При охлаждении каждая модификация чистого NH_4NO_3 существует в области температур: I (169-125°C), II (125-84°C), III (84-48°C), IV (48-30°C), и переход из одной модификации в другую сопровождается изменением кристаллической структуры и объема её решетки. А в селитре с фосфатными добавками протекают превращения плав→I; I→II и II→IV. Так, если температура перехода II→III и III→IV для чистого NH_4NO_3 составляет 48 и 30°C, то в образцах фосфатизированной селитры с добавкой простого суперфосфата отсутствуют эти переходы, а имеется прямой переход II→IV при 46°C и для супрефоса-NS 43°C. То есть обеспечивается стабилизация перехода II→IV, непосредственным переходом ромбической, бипирамидальной модификации (IV) в тетрагональную (II), минуя ромбическую, моноклинную (III). Это в свою очередь приводит к меньшей деформации кристаллической решетки, следовательно, к устойчивости сферической формы, к увеличению прочности и уменьшению слёживаемости гранул продукта.

При температуре 180°C реологические свойства плава АС с добавкой простого суперфосфата и супрефоса-NS (не более 1,5 кг/см^3 и 15 сПз) остаются вполне приемлемыми для перекачки плава и его гранулирования методом приллирования.

Рентгенографические исследования проведены над образцами сложных удобрений с 25 %-ной добавкой простого суперфосфата и супрефоса-NS.

На рентгенограмме АС, обработанная простым суперфосфатом, четко проявлены дифракционные максимумы 4,93; 3,95; 3,08; 2,72; 2,25Å, относящимся к нитрату аммонию. В свою очередь полосы 4,93; 3,04; 2,74; 2,50Å принадлежат дикальцийфосфату. Пики 3,50; 2,81; 2,65; 2,44Å соответствуют дигидрату фосфата кальция. Также имеются дифракционные пики 3,09; 2,29; 2,19; 1,89 и 3,49; 3,06; 2,87; 2,08Å, принадлежащие нитрату и сульфату кальция (гипс). В отличие от первого образца во втором имеются дифракционные максимумы 3,91; 3,12; 2,32; 5,3; 3,07; 2,00 и 5,5; 5,0; 3,20Å, соответствующие моно- и диаммонийфосфатам.

На основе полученных лабораторных данных разработана технологическая схема (рис. 4) и рассчитан материальный баланс производства фосфатизированной АС.

Основное оборудование предложенной схемы аналогично схеме АС-72М. Отличие заключается в том, что в схему дополнительно входит бункер и шнековый дозатор фосфатного материала, двухвальный смеситель для перемешивания плава NH_4NO_3 с фосфатными добавками и гомогенизатор для придания однородности смеси. После чего процесс осуществляется по традиционной схеме: приллирование расплава на гранбашне, охлаждение, классификация и упаковка готового продукта.

Разработанная технология апробирована на опытной установке АО «Farg’onaazot» с выпуском партии фосфатизированной АС. Наработанные партии продукта сохраняют свою прочность и рассыпчатость в течение всего периода испытаний.

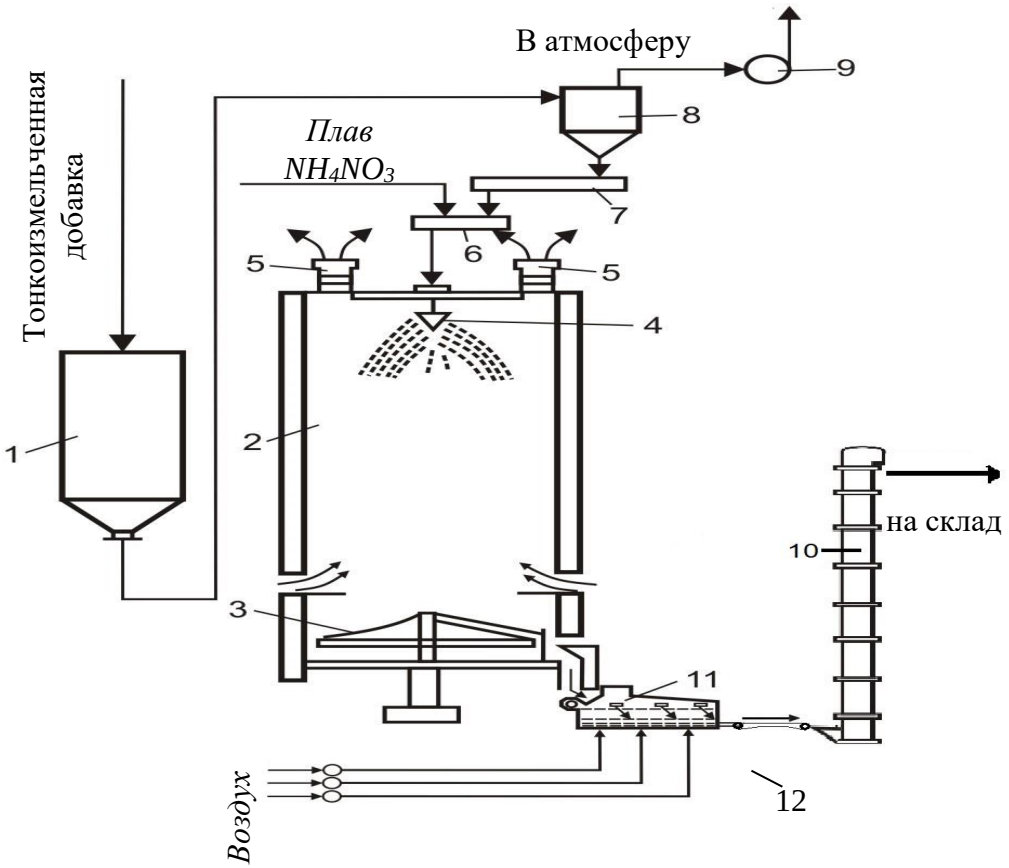


Рис. 4. Технологическая схема получения сложных удобрений путем введения в плав АС тонкоизмельченного простого суперфосфата и супрефоса-NS.

Таким образом, разработанная и предложенная рецептура минерального удобрения на базе АС обладает высокими потребительскими свойствами, к которым, относятся агрохимическая эффективность, термическая безопасность, повышенная прочность и пониженная слеживаемость.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

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

1. С целью улучшения качества АС рассмотрены 2 варианта её модификации: а) опудривание – путем обработки поверхности (распыление) гранул АС насыщенным раствором сульфата аммония, предварительно подогретой до 40°С с последующим нанесением на влажную поверхность порошков фосфорсодержащих туков; б) сплавление – путем смешения плава NH_4NO_3 при 175°С с порошками фосфорсодержащих туков в течение 15 минут с последующим гранулированием смеси расплава методом приллирования, то есть путем имитации процесса гранулирования в башнях.

2. Найдено оптимальное массовое соотношение NH_4NO_3 : раствор $(NH_4)_2SO_4$: порошок удобрений = 80 : 5 : 20 в присутствии 40 %-ного раствора $(NH_4)_2SO_4$ при распылении и опудривании поверхности гранул АС.

Так, при применении простого суперфосфата, супрефоса-NS и аммофоса получаемые продукты имеют от 28,11 до 30,22% N и от 3,49 до 9,10% $P_2O_{5общ.}$ с относительными содержаниями усвояемой и водной форм фосфора от 89,84 до 95,91% и от 36,88 до 85,26% с прочностью гранул не менее 3,0 МПа.

3. Получены образцы САФУ и NPSCa-удобрения путем добавления в плав АС простого суперфосфата и супрефоса-NS при массовых соотношениях АС : ПС = 100:(5-40) и АС : Супрефос-NS 100:(5-35). При оптимальных соотношениях АС : ПС и АС : Супрефос-NS = 100 : 20 получены сложные удобрения с составом 28,24 и 30,01% N, 2,41 и 4,12% $P_2O_{5общ.}$, $P_2O_{5усв.}$: $P_2O_{5общ.}$ = 82,16 и 91,57 %, $P_2O_{5водн.}$: $P_2O_{5общ.}$ = 64,73 и 34,34% с прочностью гранул более 10 МПа. Реологические свойства плава АС с добавкой простого суперфосфата и супрефоса-NS вполне пригодны для гранулирования методом приллирования.

4. В зависимости от массового соотношения исходных компонентов слёживаемость гранул САФУ и NPSCa-удобрений при добавке простого суперфосфата, супрефоса-NS и аммофоса составляет с 1,53 до 2,90; с 1,25 до 2,19; с 1,50 до 2,35 кг/см^2. При оптимальном соотношении 80 : 5 : 20 в присутствии 40 %-ного раствора $(NH_4)_2SO_4$ слёживаемость АС составляет 1,74, 1,65 и 1,57 кг/см^2 для простого суперфосфата, супрефоса-NS и аммофоса, то есть по сравнению со слёживаемостью АС с добавкой 0,28% MgO (4,67 кг/см^2) ниже в 2,7; 2,8 и 3,0 раза, соответственно.

5. Изучено адгезионное свойство САФУ и NPSCa-удобрений. Наиболее высокий коэффициент адгезии наблюдается для АС, обработанной при массовом соотношении 80 : 5 : 20 в присутствии 40 %-ного раствора $(NH_4)_2SO_4$ – 98,35% против 77,76% в САФУ, производимого на АО «Farg'onaazot». Показатели адгезионных свойств гранул АС, обработанных растворами сульфата аммония и порошками Супрефос-NS и аммофоса, оказались намного прочнее по сравнениюс с адгезионными свойствами САФУ.

6. Микроскопическими исследованиями доказано, что простой суперфосфат и супрефос-NS оказывают положительное влияние на свойства АС путем воздействия на формирование структур NH_4NO_3. Для модифицированных образцов установлены интервалы и интерпретированы механизм полиморфных переходов NH_4NO_3 в составе фосфатизированной селитры плав→I; I→II; II→IV в процессе охлаждения. Выявленное отсутствие модификации III обеспечивает меньшую деформацию кристаллической решетки, тем самым обеспечивая высокую устойчивость формы, прочность и слёживаемость гранул продукта.

7. Предложена технологическая схема производства стабилизированной АС. Проведены опытно-промышленные испытания фосфатизированной АС с помощью простого суперфосфата и супрефоса-NS на АО «Farg'onaazot» и выпущены опытные партии сложных удобрений. Себестоимость одной тонны стандартной АС составляет 1 850 000 сум, а САФУ с применением простого суперфосфата 1 658 244 сум, что дешевле на 191 756 сум.

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

FERGANA POLYTECHNICAL INSTITUTE

INSTITUTE OF GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY

HOSHIMOV AHRORJON AHADOVICH

TECHNOLOGY FOR IMPROVING THE QUALITY OF AMMONIUM NITRATE BASWED ON PHOSPHORUS- AND SULFUR-CONTAINING ADDITIVES

02.00.13 – Technology of inorganic substances and materials on their basis

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

Fergana – 2022

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 B2021.2.PhD/T2239.

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

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

Research supervisors:	**Seytnazarov Atanazar Reypnazarovich** doctor of technical sciences, senior fellow
Official opponents:	**Togasharov Ahat Salimovich** doctor of technical sciences, senior fellow
	Nurmurodov Tulqin Isomurodovich doctor of technical sciences, docent
Leading organization:	**Namangan engineering – technological institute**

The defense will take place on "15" april 2022 at 15^{00} hours at a meeting of the Scientific Council DSc.03/30.04.2021.T.106.04 at the Fergana polytechnic institute at the address: 150107, Fergana, st. Fergana, 86; Tel .: (+99873) 241-12-06; fax: (+99873) 241-12-06; e-mail: ferpi_info@edu.uz

The thesis is registered in the Information-Resource Center of the Fergana polytechnic institute under No. 1, which can be found in the Information-Resource Center (150107, Fergana, Fergana St., 86. Tel .: (+99873) 241-12-06; fax : (+99873) 241-12-06; e-mail: ferpi_info@edu.uz)

Abstract of dissertation sent out on "4" april 2022 year.

(mailing report №1 from "4" april 2022 year).

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

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

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

INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

The aim of the research work is to develop a technology for the production of complex fertilizers by processing granules or ammonium nitrate melt with phosphorus- and sulfur-containing additives.

The object of the research are phosphorite powder, sulfuric acid, simple superphosphate, Suprefos-NS, ammophos, ammonium nitrate granules or melts, modified complex fertilizers.

The scientific novelty of dissertational research consists in the following:

the optimal ratio of AN : $(NH_4)_2SO_4$ solution : fertilizer powder = 80 : 5 : 20 was found, which ensures low caking, high strength and low thermal stability of ammonium nitrate;

a high coefficient of adhesion on the granules of AN powders of phosphorus- and sulfur-containing fertilizers was achieved (up to 99%), while for CNPF with phosphorite powder this indicator is only 77%;

the presence of a direct polymorphic phase transition II→IV, bypassing the phase transition III→IV, was proved, which shows a smaller deformation of the crystal lattice and the stability of the spherical shape of the granules;

a method has been developed for obtaining concentrated nitrogen-phosphorus fertilizers with the lowest porosity and the inner surface of the granules, with a significantly lower detonation ability by adding phosphorus- and sulfur-containing salts to the AN melt;

technologies have been developed for obtaining complex fertilizers by processing granules or AN melt with the help of phosphorus- and sulfur-containing powders.

Implementation of the research results: On the basis of the obtained scientific results on the development of technology for improving the quality of nuclear power plants based on phosphorus- and sulfur-containing additives:

the technology for obtaining new types of complex fertilizers by spraying and dusting AN granules with a saturated solution of ammonium sulfate and phosphorus-containing powders is included in the list of promising developments for implementation at “Farg'onaazot” JSC for 2026-2030 (certificate of Uzkimyosanoat JSC No. 23-3-285 dated January 28, 2022). As a result, it was possible to replace imported magnesite with local raw materials and thereby expand the range of complex fertilizers for vegetation conditions;

the technology for obtaining types of complex fertilizers based on ammonium nitrate melt and fertilizer additives is included in the list of promising developments for implementation at “Farg'onaazot” JSC for 2026-2030 (certificate of Uzkimyosanoat JSC No. 23-3-285 dated January 28, 2022) . As a result, it became possible to enrich the composition of the AN with digestible nutrients such as phosphorus, calcium and sulfur and at the same time ensure the thermal stability of ammonium nitrate.

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. Назирова Р.М., Таджиев С.М., Хошимов А.А., Мирсалимова С.Р. Изучение физико-химических свойств добавок при производстве новых видов сложных стабилизированных удобрений. // Научный журнал Universum: Технические науки. - Москва, 2020.– № 5(74). – С. 69-74. (02.00.00, №1)
2. Назирова Р.М., Хошимов А.А., Таджиев С.М. Изучение свойств новых видов сложных удобрений на основе аммиачной селитры и стабилизирующих добавок.// Научно-технический журнал ФерПИ. - Фергана, 2020. - том 24, спец. вып. №1., Часть 2. – С. 179-183. (05.00.00, №20)
3. Хошимов А.А., Сейтназаров А.Р., Тожиев Р.Р., Турдиалиев У.М., Номозов Ш.Ю. Активация Кызылкумской фосфоритной муки в присутствии азот-фосфор-серосодержащего удобрения – Супрефоса-NS. // Научный журнал Universum: Технические науки. - Москва, 2021.– № 5(86). – С. 35-39. (02.00.00, №1)
4. Хошимов А.А., Сейтназаров А.Р., Таджиев С.М., Тожиев Р.Р., Реймов А.М., Мирсалимова С.Р. Улучшение состава и свойств гранул аммиачной селитры путем обработки порошками серосодержащих удобрений в присутствии связующего раствора // «Химическая промышленность». - Санкт Петербург, 2021. – т. 98. - № 1. – С. 1-11. (02.00.00 № 21)
5. Хошимов А.А., Сейтназаров А.Р., Алимов У.К., Тожиев Р.Р. Улучшение состава и свойств аммиачной селитры путем применения порошков Супрефоса-NS .// Научно-технический журнал ФерПИ. - Фергана, 2021. - том 25, №5. – С. 242-246. (05.00.00, №20)

II бўлим (II часть; part II)

6. Hoshimov A.A., Seytnazarov A.R., Tadjiev S.M., Alimov U.K., Tojiev R.R. and Madenov B.D. NPSCA-containing fertilizers based on ammonium nitrate melt and powder Suprefos-NS. // Tashkent, 2021. - IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. - 939012034 doi: 10.1088/1755-1315/939/1/012034 Scopus (Scopus - IF, 0.203).
7. Nazirova R.M., Khoshimov A.A., Tadjiev S.M., Mirsalimova S.R. Investigation of solubility kinetics and interaction of stabilizing additives in production of complex fertilizers based on granular nitrate and stabilizing additives. // ACADEMICIA: An International Multidisciplinary Research Journal, ISSN(online): 2249-7137. - Vol. 10, Issue 5, May 2020. – pp. 657-664.
8. Хошимов А.А., Таджиев С.М., Закиров Б.С., Хайруллаев Ч.К. Стабилизированная фосфоритной мукой аммиачная селитра. // Сборник материалов Межд. науч.-техн. конф. «Современное состояние и перспективы развития производства фосфорсодержащих удобрений на основе фосфоритов

Центральных Кызылкумов и Каратау». - 25-26 октябрь 2018 года, Ташкент. 133 с.

9. Хошимов А.А., Мирсалимова С.Р., Таджиев С.М., Хайруллаев Ч.К. Получение азотно-фосфорного удобрения. // Сборник материалов. I Межд. науч.-практ. конф. “Актуальные проблемы внедрения инновационной техники и технологий на предприятиях по производству строительных материалов, химической промышленности и в смежных отраслях”. – 24-25 мая 2019 года, Фергана. – 2–том. - С. 316-318.

10. Таджиев С.М., Назирова Р.М., Хошимов А.А. Технология получение стабилизированной аммиачной селитры. // Сборник материалов. I Межд. науч.-практ. конф. “Актуальные проблемы внедрения инновационной техники и технологий на предприятиях по производству строительных материалов, химической промышленности и в смежных отраслях”. – 24-25 мая 2019 года, Фергана. – 2–том. - С. 319-321.

11. Хошимов А.А., Таджиев С.М., Йулбарсова М.В. Стабилизация аммиачной селитры путем введения различных добавок. // Матер. науч.-практ. конф. профессорско-проподавательского состава и молодых ученых «Современное состояние и перспективы науки о функциональных полимерах». - 19-20 марта 2020 года, Ташкент – С. 260-261.

12. Хошимов А.А., Сейтназаров А.Р., Таджиев С.М., Тожиев Р.Р., Маденов Б.Д. NPSCA-удобрения на основе плава нитрата аммония и измельченного супрефоса-NS. // Қорақалпоғистон Республикасида хизмат кўрсатган фан арбоби, кимё фанлари доктори, профессор Қуанишбай Ўтениязовнинг 80 йиллик юбилейига бағишланган “Қорақалпоғистон Республикасида кимё ва кимёвий технология соҳалари ривожининг долзарб муаммолари” мавзусидаги Республика илм.-амал. конф. – 24 марта 2021 года, Нукус. – С. 376-377.

13. Хошимов А.А., Сейтназаров А.Р., Тожиев Р.Р. Фосфор- и серосодержащие добавки – удобрительные композиции для улучшения качества гранул аммиачной селитры. // XXIV International Scientific and Practical Conference «ABOUT THE PROBLEMS OF PRACTICE, SCIENCE AND WAYS TO SOLVE THEM». – May 04-07, 2021 (Milan). - pp. 369-371.

14. Khoshimov A.A., Setnazarov A.R., Nomozov Sh.Yu. Improving the composition and properties of ammonium nitrate granules using simple superphosphate powders in the presence of an ammonium sulfate solution. // XXIV International correspondence scientific specialized conference «INTERNATIONAL SCIENTIFIC REVIEW OF THE TECHNICAL SCIENCES, MATHEMATICS AND COMPUTER SCIENCE». – October 29-30, 2021 (Boston). – pp. 4-11.

15. Хошимов А.А., Сейтназаров А.Р., Номозов Ш.Ю. Получения новых видов сложных удобрений на основе аммиачной селитры и простого суперфосфата // «Kimyo va kimyoviy texnologiya yo’nalishidagi dolzarb muammolar» мавзусидаги республика миқёсидаги ёш олимлар учун ташкил этилган онлайн илмий ва илмий-амалий анжумани. - 20-21 декабрь 2021 йил, Тошкент. – С. 317-318.

Автореферат “Ўзбекистон кимё журнали” таҳririятида таҳрирдан ўтказилиб, ўзбек, рус ва инглиз тилларидаги матнлар ўзаро мувофиқлаштирилди.