

**УМУМИЙ ВА НООРГАНИК КИМЁ ИНСТИТУТИ ВА  
ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ ҲУЗУРИДАГИ  
ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ  
DSc 27.06.2017.К/Т.35.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

---

**УМУМИЙ ВА НООРГАНИК КИМЁ ИНСТИТУТИ**

**НАБИЕВ АБДУРАХИМ АБДУХАМИДОВИЧ**

**ДОЛОМИТ ҚЎШИМЧАЛИ ТЕРМИК БАРҚАРОР АММИАКЛИ  
СЕЛИТРА ОЛИШ ТЕХНОЛОГИЯСИ**

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

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

**Тошкент – 2019**

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

**Набиев Абдурахим Абдухамидович**

Доломит қўшимчали термик барқарор аммиакли селитра олиш  
технологияси..... 5

**Набиев Абдурахим Абдухамидович**

Технология получения термостабильной аммиачной селитры с  
добавкой доломита..... 23

**Nabiev Abdurakhim Abdukhamidovich**

Technology of obtaining thermostable ammonim nitrate with addition of  
dolomite 43

**Эълон қилинган ишлар рўйхати**

Список опубликованных работ  
List of published works..... 47

**УМУМИЙ ВА НООРГАНИК КИМЁ ИНСТИТУТИ ВА  
ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ ҲУЗУРИДАГИ  
ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ  
DSc 27.06.2017.К/Т.35.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

---

**УМУМИЙ ВА НООРГАНИК КИМЁ ИНСТИТУТИ**

**НАБИЕВ АБДУРАХИМ АБДУХАМИДОВИЧ**

**ДОЛОМИТ ҚЎШИМЧАЛИ ТЕРМИК БАРҚАРОР АММИАКЛИ  
СЕЛИТРА ОЛИШ ТЕХНОЛОГИЯСИ**

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

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

**Тошкент – 2019**

**Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2017.3.PhD/Т428 рақам билан рўйхатга олинган.**

Диссертация Умумий ва ноорганик кимё институтида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий кенгаш веб-саҳифаси ахборот-таълим порталида жойлаштирилган.

**Илмий раҳбар:**

**Реймов Аҳмед Мамбеткаримович**  
техника фанлари доктори, катта илмий ходим

**Расмий оппонентлар:**

**Мирзакулов Холтура Чориевич**  
техника фанлари доктори, профессор

**Султонов Боходир Элбекович**  
техника фанлари доктори, катта илмий ходим

**Етакчи ташкилот**

**Фарғона политехника институти**

Диссертация ҳимояси Умумий ва ноорганик кимё институти ва Тошкент кимё-технология институти ҳузуридаги DSc 27.06.2017.К/Т.35.01 рақамли Илмий кенгашнинг «25» июнь 2019 йил соат 10<sup>00</sup> даги мажлисида бўлиб ўтади (Манзил: 100170, Тошкент шаҳри, Мирзо Улуғбек кўчаси, 77-а. Тел.: (99871) 262-56-60; факс: (99871) 262-79-90 ).

Диссертация билан Умумий ва ноорганик кимё институтининг Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (4 - рақам билан рўйхатга олинган). (Манзил: 100170, Тошкент шаҳри, Мирзо-Улуғбек кўчаси, 77-а. Тел.: (99871) 262-56-60.

Диссертация автореферати 2019 йил «11» июнь куни тарқатилди.  
(2019 йил «11» июндаги 4 - рақамли реестр баённомаси).



**Б. С. Закиров**  
Илмий даражалар берувчи  
илмий кенгаш раиси, к.ф.д., профессор

**Д.С.Салиханова**  
Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш  
коғиби, т.ф.д.

**Абдурахимов С.А.**  
Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш  
қошидаги Илмий семинар раиси,  
т.ф.д., профессор

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

**Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати.** Дунё аҳолисининг ўсиши ва экинга яроқли ер майдонларининг қисқариши жаҳон миқёсида озиқ-овқат муаммосини янада кучайтирмоқда. Шунинг учун қишлоқ хўжалигининг муҳим вазифаларидан бири аҳолини сифатли маҳсулотларга бўлган талабини тўлароқ қондиришдан иборат. Шу сабабли, барча қишлоқ хўжалиги экинларига қўлланиладиган минерал ўғитлар ишлаб чиқариш катта аҳамиятга эга.

Бугунги кунда жаҳоннинг аммиакли селитра (АС) ишлаб чиқарувчи давлатларида олиб борилаётган илмий изланишларда АСнинг истеъмолга доир хоссаларини яхшилайдиган юқори самарали қўшимчалар танлаш ва улар асосида ёпишқоқлиги бўлмаган, термик барқарорлашган АСни ишлаб чиқариш бўйича қуйидаги қатор илмий-техник таклифларни асослаш, жумладан: селитрага танланган қўшимчаларни мақбул оғирлик нисбатларда қўшиш орқали АС доналарининг ғоваклари ҳамда микроёриқларини тўлдириш, натижада селитра доналарининг анча такомиллашган ички юзаси ва тузилишини ҳосил қилишга асосланган кўпгина кристалланиш марказларини яратиш; қўшимчаларнинг АС доналари мустаҳкамлигини ошириши билан бир вақтда тайёр маҳсулотнинг ёпишқоқлигини ҳамда портловчанлик хоссасини камайтиришга таъсирини аниқлаш; яхши физик-кимёвий ва агрокимёвий хусусиятларга эга бўлган термик барқарорлашган АС олиш технологиясини ишлаб чиқиш зарур.

Республикамизда амалга оширилаётган кенг чоралар натижасида АС суюқланмасини маҳаллий оҳак тош билан қайта ишлаш асосида «Navoiyazot» АЖда оҳакли-аммиакли селитра (ОАС) ишлаб чиқариш бўйича муайян натижаларга эришилмоқда. Ўзбекистон Республикасининг 2017-2021 йилларга мўлжалланган Ҳаракатлар стратегиясининг учинчи йўналишида «...саноатни юқори технологияли қайта ишлаш тармоқларини, энг аввало маҳаллий хом ашё ресурсларини чуқур қайта ишлаш асосида юқори қўшимча қийматли тайёр маҳсулот ишлаб чиқариш...»<sup>1</sup> каби муҳим вазифалар белгилаб берилган. Бу борада АСнинг товар сифатини яхшилаш, экспортга мўлжалланган рақобатбардош маҳсулотлар ҳажми ва ассортиментини кенгайтириш, уларнинг таннархини камайтириш каби муаммоларни ечишда маҳаллий доломит қўшимчаларидан фойдаланиб модификацияланган АС олиш технологиясини ишлаб чиқиш муҳим аҳамият касб этади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947 сон «2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини ривожлантиришнинг бешта тамойили бўйича Ҳаракатлар стратегияси» тўғрисидаги Фармони ва 2018 йил 25 октябрдаги ПҚ 3983-сон «Ўзбекистон Республикаси кимё саноатини тезкор ривожлантириш бўйича чоралари тўғрисида» ги, 2019 йил 3 апрелдаги ПҚ-4265 сон «Кимё саноатини янада ислоҳ қилиш ва унинг инвестициявий жозибадорлигини ошириш чора-

---

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

тадбирлари тўғрисида» ги қарорлари шунингдек, мазкур соҳада қабул қилинган меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни бажаришга ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

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

**Муаммонинг ўрганилганлик даражаси.** Илмий-техник адабиётларда ноорганик моддалар қўшиш орқали ҳам ёпишқоқлиги бўлмаган, ҳам термик барқарорлашган АС олиш технологияси бўйича ишлар кенг ёритилган. Жаҳонда АСнинг ёпишқоқлигини бартараф этиш муаммоси ҳар хил қўшимчалар – оҳак, бўр, бентонит, каустик магнезит, ортобор кислотаси, диаммонийфосфат, аммоний сульфати ва аммоний сульфати аралашмасидан иборат фосфат-сульфат-боратларни фойдаланиш орқали ечилган (Vincent J.Russo, Фридман С.Д., Гельперин Н.И., Абросимова А.М., Скум А.С., Кириндасова Р.Я., Клевке В.А., Миниович М.А., Олевский В.М., Стрижевский И.И., Brown Marion L). Селитрага энг яхши қўшимча магнезит ҳисобланади. Кўп тоннажли АС таннархини камайтиришда магнезитни маҳаллий хом ашё – доломитга алмаштириш мумкин.

АСнинг портловчилик ҳавфлилиги муаммоси унинг ёпишқоқлик муаммосидан жиддийдир. Европа ва Россияда АС суюқланмасига доломит ёки оҳакни киритиш йўли билан ОАСни ишлаб чиқариш йўлга қўйилган (Kolaczowski A., Biskupski A., Kaljuvee T., Edro E., Цеханская Ю.В., Долгов В.В., Таран А.Л., Жмай Л.А.). Россиянинг «Череповецкий азот» ОАЖда АС суюқланмасига суперфосфор кислотасидан олинган 11% N ва 37% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> тутган суюқ комплекс ўғитни қўшиб 32% N ва 5% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> таркибга эга барқарор АС ишлаб чиқариши мисол бўлади (Чернышев А.К., Левин Б.В., Туголуков А.В., Глаголев О.Л., Ильин В.А.). Бунда рўй берадиган қийинчиликлар: фосфор кислотаси фторидан коррозия ва Fe, Al, Mg, Ca тузлари билан қурилмаларнинг тикилиб қолиши ҳисобланади. Шунингдек, суперфосфор кислотаси Ўзбекистонда ишлаб чиқарилмайди.

Шунинг учун «Navoiyazot» АЖда АС суюқланмасига Марказий Қизилқум фосфорит унини киритиш йўли билан портловчилик ҳавфи бўлмаган азотфосфорли ўғит (АФЎ) олиш усули жорий этилган (Намазов Ш.С., Беглов Б.М., Реймов А.М., Курбаниязов Р.К.).

Маҳаллий хом ашёлар базасини кенгайтириш мақсадида карбонатли бирикмаларни ҳам жалб қилиш мумкин. ОАС олишда кенг қўлланиладиган доломит ҳам истиқболли қўшимча саналади. Шу сабабли термик барқарор ва юқори агрокимёвий самарадорликга эга доломит қўшимчали АСнинг илмий асосларини ва технологиясини ишлаб чиқиш долзарб вазифа ҳисобланади.

**Диссертация мавзусининг диссертация бажарилаётган илмий-тадқиқот муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари билан боғлиқлиги.** Диссертация тадқиқоти Умумий ва ноорганик кимё институти илмий-тадқиқот ишлари режасининг ИЗ-20170925259 рақамли «Маҳаллий оҳактош ва доломит қўшимчали экспортга мўлжалланган модификацияланган

аммиакли селитра технологиясини ишлаб чиқиш ва амалиётга жорий қилиш» мавзусидаги инновацион лойиҳаси доирасида бажарилди.

**Тадқиқотнинг мақсади** аммоний нитрати суюқланмасига маҳаллий доломит минералларини қўшиш асосида термик барқарор аммиакли селитра (АС) олиш технологиясини ишлаб чиқишдан иборат.

**Тадқиқотнинг вазифалари:**

ҳар хил кон (Навбахор, Шурсу, Қарноб, Кетмончи ва Дехқонобод) доломит унининг (ДУ) кимёвий таркиби ва физик-механик хоссаларини аниқлаш;

аммоний нитрати ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ) суюқланмасига ҳар хил масса нисбатларда ДУни қўшиш йўли билан ёпишқоқлиги бўлмаган ва термик барқарор доломит қўшимчали АС олиш жараёнини ўрганиш;

доломит қўшимчали ёпишқоқлиги бўлмаган ва термик барқарор АСнинг кимёвий таркиби ва физик-кимёвий хоссаларини аниқлаш;

дастлабки компонентлар оғирлик нисбати ва ҳароратга боғлиқ равишда доломит-нитратли суюқланмаларнинг реологик хоссаларини тадқиқ этиш;

лаборатория модел қурилмасида доломит қўшилган АС олишнинг режимларини синовдан ўтказиб маҳсулотнинг тажриба намуналарини олиш;

ёпишқоқлиги бўлмаган ва термик барқарор доломит қўшимчали АСнинг ишлаб чиқилган технологиясини «Navoiyazot» АЖда тажриба-саноат синовидан ўтказиш.

**Тадқиқотнинг объекти**  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  суюқланмаси, доломит минераллари, доломит уни, доломит-нитратли суюқланма, доломит қўшимчали ёпишқоқлиги бўлмаган ва термик барқарор АС ҳисобланади.

**Тадқиқотнинг предмети**  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  суюқланмасига ДУни киритиш, доломит-нитратли суюқланмаларни сепиш усулида донадорлаш орқали ёпишқоқлиги бўлмаган ва термик барқарор доломит қўшимчали АС олиш, шунингдек тайёр ўғитларнинг физик-кимёвий ва товар хоссаларини ўрганиш жараёнлари ҳисобланади.

**Тадқиқотнинг усуллари.** Кимёвий, физик-механик, рентгенографик, электрон-микроскопик ва термик таҳлил усуллари қўлланилган.

**Тадқиқотнинг илмий янгилиги** қуйидагилардан иборат:

доломит минералларининг физик-механик хоссаларини аниқлаш натижалари асосида уларни АСга модификатор сифатида қўллаш мумкинлиги исботланган;

$\text{NH}_4\text{NO}_3$  суюқланмасига доломит қўшимчаларини 100 : 3 дан 100 : 45 гача оғирлик нисбатда қўллаш асосида АС доналари мустаҳкамлигини 2-6 баробар ошириши ва ёпишқоқлигини 2-3 баробар камайтириши аниқланган;

$\text{NH}_4\text{NO}_3$  суюқланмасида  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$  минералининг парчаланиши натижасида доломитнинг карбонатсизланиши исботланган;

доломит қўшилган селитра суюқланмасини совитишда тоза  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  нинг тўғридан-тўғри II→IV га полиморф ўтиши натижасида маҳсулотни сақлаш ва ташиш пайтидаги ҳарорат ўзгаришларида (25-45°C) АС доналари бузилмасдан барқарор қолиши аниқланган;

доломит уни иштирокида  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  парчаланишининг бошланғич ҳарорати 211 дан 259°C гача ошганлиги аниқланган;

доломит кўшимчали ёпишқоқлиги бўлмаган ва термик барқарор АС олиш технологияси ишлаб чиқилган.

**Тадқиқотнинг амалий натижалари** куйидагилардан иборат:

доломит минералларини қўллаш йўли билан яхши физик-кимёвий ва товар хоссаларга эга бўлган таркибида 34% дан кам бўлмаган ва 28% дан кўп бўлмаган N тутган ёпишқоқлиги бўлмаган ва термик барқарор АС олиш технологияси ишлаб чиқилган;

ёпишқоқлиги бўлмаган АС ишлаб чиқаришида четдан келтирилаётган магnezит ва брусит кўшимчаларини маҳаллий хом ашё – доломитга алмаштириш имконияти яратилган;

$\text{NH}_4\text{NO}_3$  таркибига маҳаллий доломит минералини киритиш орқали экспортга мўлжалланган янги турдаги маҳсулот – магнийли оҳакли-аммиакли селитра олиш технологияси ишлаб чиқилган.

«Navoiyazot» АЖ да доломит кўшимчали АСнинг тажриба-саноат синовлари ўтказилиб, жараённинг асосий технологик параметрлари аниқланган.

**Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги.** Кимёвий ва физик-кимёвий (рентгенографик, электрон-микроскопик, термик) таҳлил натижалари лаборатория тажрибалари ва тажриба-саноат синовлари билан тасдиқланган.

**Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.**

Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти шундан иборатки, доломит кўшилган ёпишқоқлиги бўлмаган ва термик барқарор АС олиш технологиясини яратишга асос солди. Катта илмий аҳамияти шундан иборатки,  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  суюқланмасининг ДУ билан ўзаро таъсирлашув механизми очиб берилиши натижасида АС доналарининг ёпишқоқлиги камайиши, мустаҳкамлиги ва парчаланиш ҳароратларининг ошиши ҳамда II→IV полиморф ўтиши барқарорлашиш сабабларини изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  суюқланмасига ДУ киритиш, сўнгра доломит-нитратли суюқланмаларни донаторлаш минорасида донаторлаб доломит кўшимчали АС олиш технологияси ишлаб чиқилган. Маҳаллий доломитларни қайта ишлашнинг инновацион технологияларини жорий қилиш орқали селитра сифатини ошириш, экспортга мўлжалланган рақобатбардош маҳсулотлар ҳажмини ва ассортиментини кенгайтириш, таннархини камайитиришга хизмат қилади.

**Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши.**  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  суюқланмаси ва доломит асосида ёпишқоқлиги бўлмаган ва термик барқарор селитра олиш технологиясини ишлаб чиқиш бўйича олинган илмий натижалар асосида:

доломитли селитрага техник шарт Навоий стандартлаштириш ва метрология бошқармаси томонидан тасдиқланган (TSh 00203849-139-2017). Мазкур техник шарт кальций ва магний кўшимчали маҳсулотнинг сифатини ва технологик жараённи назорат қилишга имкон беради;

$\text{NH}_4\text{NO}_3$  суюқланмаси ва доломит уни асосида ёпишқоқлиги бўлмаган АС (таркибида 34% дан кам бўлмаган N) ва термик барқарор АС (таркибида

28% дан кўп бўлмаган N) олиш технологиялари «Navoiyazot» АЖнинг «2020-2021 йилларда амалиётга жорий этиш бўйича истиқболли ишланмалар рўйхати» га киритилган («Navoiyazot» АЖнинг 2019 йил 24 май 5309-сон маълумотномаси). Натижада четдан келтирилаётган магnezитни маҳаллий хом ашёга алмаштириш ҳамда детонацион хоссаси пасайтирилган термик барқарор АС олиш имконини берган;

магний тутган аммиакли селитра олиш технологиясини ишлаб чиқиш бўйича VIII-Республика инновацион ғоялар, технологиялар ва лойиҳалар ярмаркасида «Navoiyazot» АЖ билан 15-20 сонли хўжалик шартномаси тузилган (2015 йил 19 май санасида №352 рақам билан рўйхатга олинган). Натижада экспортга мўлжалланган оҳакли-аммиакли селитра ишлаб чиқаришини ташкил этиш имконияти яратилган.

**Тадқиқот натижаларининг апробацияси.** Мазкур тадқиқот натижалари 2 та халқаро ва 7 та республика илмий-амалий анжуманларда муҳокамадан ўтказилган.

**Тадқиқот натижаларининг эълон қилиниши.** Диссертация мавзуси бўйича жами 18 та илмий иш чоп этилган, шулардан, Ўзбекистон Республикаси Олий Аттестация комиссияси томонидан чоп этиш тавсия этилган журналларда 7 та мақола, жумладан 5 таси республика ва 2 таси хорижий журналларда нашр этилган.

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

## ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

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

Диссертациянинг **«Оҳакли-аммиакли селитра: олиниши, хоссаси ва унинг қишлоқ хўжалигида қўлланилиши»** Биринчи бобдаги адабиётлар шарҳида АС таркибига турли хил: эркин сувни боғлаш, полиморф ўзгаришлар жараёнига таъсир этувчи, кристалланиш марказларини ҳосил қилувчи қўшимчаларни (карбонатли ва калийли бирикмалар, бир хил катион тутувчи моддалар ҳамда балласт моддалар) киритиш асосида ёпишқоқликни ва портловчанлик ҳавфини бартараф қилишнинг бир қатор усуллари кўриб чиқилган. АСнинг термик барқарорлигини оширувчи қўшимча сифатида ноорганик моддалар: оҳак, бўр, калий хлориди, аммоний сульфати, фосфорит уни, бентонит, гипс, фосфогипс ва бошқа моддалар тавсия этилган. Маълумотлар таҳлили, ҳар хил кондицион қўшимчалар афзаллик ва

камчиликларини ўрганган ҳолда тадқиқотлар учун карбонатли бирикмалар ичидан оҳакдан самаралироқ бўлган минерал – доломит танланди.

Диссертациянинг «Ўзбекистон айрим доломитларининг тавсифи ва тадқиқотнинг физик-кимёвий усуллари» иккинчи бобида Навбахор, Шурсу, Қарноб, Кетмончи ва Дехқонобод конлари ДУнинг дисперс ва кимёвий таркиби ҳамда физик-механик хоссалари келтирилган (1-3 жадваллар). 2-жадвал маълумотларига кўра, Навбахор доломитида 28% СаО ва 25% MgO мавжуд. Шурсу, Қарноб, Кетмончи ва Дехқонобод доломитларида бу кўрсаткичлар мос равишда 31,48 ва 19,17%; 30,02 ва 19,36%; 30,32 ва 19,56%; 30,56 ва 20,41%. ДУ таркибида СаО ва MgO дан ташқари макро- ва микроэлементлар учрайди. Демак,  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  суюқланмасига ДУ қўлланилганда АС таркиби ўсимликлар учун зарур бўлган озуқа элементлар билан бойитилади.

### 1-жадвал

#### Ҳар хил конлар доломит унининг дисперс таркиби

Йириклик синфи, мм	Фракциялар чиқими, оғир. %				
	Навбахор	Шурсу	Қарноб	Кетмончи	Дехқонобод
0,5	13,67	9,70	18,68	18,75	27,84
- 0,5 + 0,315	10,98	11,03	24,57	23,64	13,62
- 0,315 + 0,25	5,60	4,48	5,08	6,20	4,01
- 0,25 + 0,16	3,12	8,62	16,50	15,87	16,78
- 0,16 + 0,063	11,73	17,31	11,13	11,32	11,43
- 0,063 + 0,05	54,90	48,86	24,04	24,22	26,32
Дастлабки оғирлик	100	100	100	100	100

### 2-жадвал

#### Ҳар хил конлар доломит унининг кимёвий таркиби

Конлар	Компонентлар миқдори, оғир. %									
	СаО	MgO	SiO <sub>2</sub>	MnO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>3</sub>	CO <sub>2</sub>
Навбахор	28,0	24,60	2,14	0,03	0,38	0,17	0,12	0,02	0,20	44,24
Шурсу	31,48	19,17	2,87	0,01	0,32	0,05	0,15	0,03	0,30	45,0
Қарноб	30,02	19,63	2,74	0,01	0,39	0,27	0,10	0,15	0,39	45,40
Кетмончи	30,35	19,56	2,12	0,03	0,36	0,06	0,11	0,16	0,42	45,20
Дехқонобод	30,46	20,41	2,30	0,01	0,31	0,055	0,07	0,08	1,12	45,16

### 3-жадвал

#### Ҳар хил конлар доломит унининг физик-механик тавсифи

Хосса	Кўрсаткичлар				
	Навбахор	Шурсу	Қарноб	Кетмончи	Дехқонобод
Намлик, %	1,0	1,5	1,23	1,38	1,12
Эркин уйма зичлик, г/см <sup>3</sup>	1,26	1,23	1,27	1,25	1,24
Зичлашган зичлик, г/см <sup>3</sup>	2,82	2,80	2,788	2,81	2,79
Қиялик бурчаги, град.	40°02′	41°10′	38°06′	42°14′	39°56′
Сочилувчанлик, сония	18,0	17,76	18,40	19,0	17,92
Гигроскопик нуқта, %	42,10	41,65	39,43	42,0	42,89
Намлик сиғими, %	9,22	8,04	7,50	9,06	8,53
10 %-ли суспензия рН	9,07	8,79	8,67	8,83	8,78

3-жадвал маълумотлари кўрсатади, 1-1,5% намликда ДУ уйма оғирлиги Навбахор доломити учун – 1,26 г/см<sup>3</sup>; Шурсу доломити учун 1,23 г/см<sup>3</sup>; Қарноб доломити учун 1,27 г/см<sup>3</sup>; Кемончи доломити учун 1,25 г/см<sup>3</sup> ва Дехқонобод доломити учун 1,24 г/см<sup>3</sup> га тенг. ДУ намуналарининг табиий қиялик бурчаги қиймати 38-42 градусларни ташкил этади. Уларнинг сочилувчанлиги текис, ҳеч қийинчиликсиз тарқалади. Намлик сифими чегараси – 7,5-9,22%, ундан юқори намликда ушбу хом ашё ўзининг сочилувчанлигини йўқотади. Шуни ҳам таъкидлаш лозимки, 8,67 дан 9,07 гача рН га эга бўлган ДУ NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> нинг нордонлигини самарали нейтраллайди. Модификациялаштирилган АС намуналарини олиш учун асосий компонент сифатида «тоза» марказдаги NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> ишлатилди. Солиштириш намуналари сифатида эса доналаштирилган NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> ва саноат маҳсулоти - 34,6% N ва 0,28% MgO тутган магнетитли АС танланди.

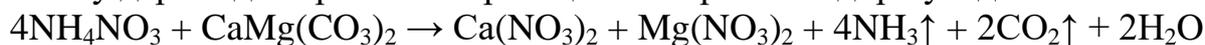
Танланган қўшимчанинг таъсир механизмини ўрганиш мақсадида NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> суюқланмасини ДУ билан аралаштириш, сўнгра доломит-нитратли суюқланмани доналаштириш минорасидаги жараёнга ўхшаш ҳолатда сепиш йўли билан модификациялашган АС намуналари олинди.

Диссертациянинг «Ўзбекистон доломитлари қўшимчаси билан донадор магнийли оҳакли-аммиакли селитра олиш» учинчи бобида NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> суюқланмасига АС : ДУ = 100 : 0,5 дан 100 : 45 гача оғирлик нисбатларда доломит қўшиш асосида олинган ёпишқоқлиги бўлмаган ва термик барқарорлашган АСларнинг таркиб ва хоссалари ўрганилган. Доломитни NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> суюқланмасига қўшишдан олдин 0,25 мм ўлчамгача майдаланди. Экспериментал намуналарни тайёрлаш учун белгиланган миқдордаги тоза NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> 170-175°Сда суюқлантирилди, ундан кейин суюқланмага ўлчанган ДУ қўшилди. Ҳосил бўлган доломит-нитратли суюқланма 3-10 дақиқа давомида ушлаб турилди, кейин донадорлаш минораси жараёнига ўхшаш ҳолатда сочиш йўли билан донадорланди. Аниқландики, ДУ миқдори ортиши билан доломит-нитратли суюқланманинг кристалланиш ҳарорати пасаяди. Масалан, АС : ДУ = 100 : 0,5 дан 100 : 45 гача нисбатларида (34,78 дан 24,10%-гача N; 0,15 дан 9,32%-гача СаО; 0,12 дан 6,05%-гача MgO) NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> нинг кристалланиш ҳарорати (t<sub>кристалл.</sub>) дастлабки 165°С дан маҳсулотда 152,1°С гача пасаяди. Яъни, ДУ қўшимчаси NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> нинг суюқланиш ва кристалланиш ҳароратини кескин пасайтиради, бу ҳолат доломит таркибида эримайдиган компонентлар АС ғоваклари ва микроёриқларида марказий кристаллар ҳосил қилиб суюқланмани қотишини тезлаштириши билан тушунтирилади.

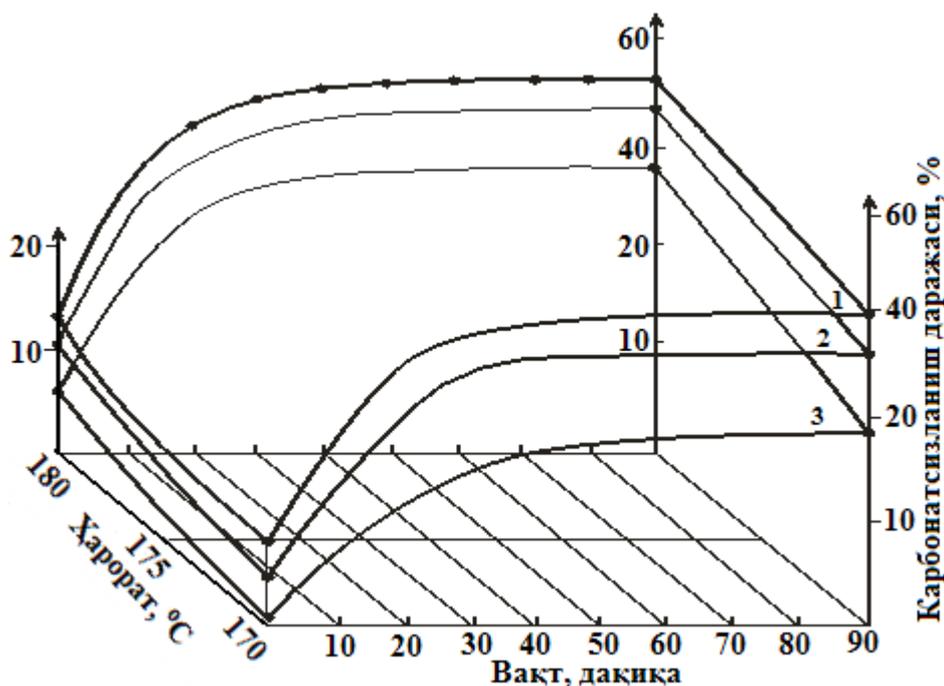
ДУ қўшиб модификацияланган АСнинг асосий хоссалари (доналар ёпишқоқлиги, мустаҳкамлиги, 20↔60°С қиздириш-совитишда кўп қайтарилувчи цикларга термик бардошлилиги, ғоваклиги ва суюқ ёқилгини адсорбцион шимиши) ўрганилди. Аниқландики, ДУ ҳар қандай миқдори селитра доналари ёпишқоқлигини камайтиради, мустаҳкамлиги ва термик бардошлилигини кескин оширади. Ўғит доналари мустаҳкамлиги етарлича юқори (1,88-13,02 МПа) ва қиздириш-совитишда 50 ва ундан кўп цикларга бардош беради. Ёпишқоқлиги бўлмаган АС (таркибида 34% дан кам

бўлмаган N тутган, доналар мустаҳкамлиги ва ёпишқоқлиги эса мос равишда 1,88-2,61 МПа ва 4,17-3,38 кг/см<sup>2</sup> га тенг) олиш учун 100г NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> га нисбатан ДУнинг миқдори 2г гача бўлиши лозим. Солиштириш учун – ҳеч қандай қўшимчасиз тоза NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> доналари мустаҳкамлиги 1,32 МПа, магнетит қўшимчали селитранинг мустаҳкамлиги эса 1,58 МПа ни ташкил этади.

Таъкидлаш лозимки, NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> суюқланмасини ДУ билан аралаштиришда у ёки бу даражада парчаланиш реакцияси жараёни содир бўлади:



Доломит-нитратли суюқланма таркибидаги ДУнинг карбонатсизланиш даражаси текширилди. Натижалар 1-расмда кўрсатилган.



**1-расм. Доломит уни карбонатсизланиш даражаси ўзгаришининг ҳарорат ва таъсирлашув вақтига боғлиқлиги. Оғирлик нисбатлари АС : ДУ: 1=100 : 5; 2=100:15; 3=100:25.**

Эгри чизиқлардан яхши кўринмоқдаки, барча АС : ДМ нисбатларда ва ҳароратларда АС суюқланмасининг карбонатли ДУ билан ўзаро таъсирлашув жараёни дастлабки 30 дақиқада етарлича жадал кетади. Аралашмада ДУ миқдори қанча кўп ёки NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> масса улуши қанча кам бўлса, ДУ нинг карбонатсизланиш даражаси шунча паст бўлади. Масалан, агарда АС : ДУ = 100 : 5 нисбатда ва ҳарорат 170 дан 180°C гача кўтарилишида 15 дақиқали таъсирлашувдан сўнг ДУнинг карбонатсизланиш даражаси 41,52 дан 44,85 % гача ортса, АС : ДУ = 100 : 25 нисбатда бу кўрсаткич 28,68 дан 33,30% гача ортади, яъни ўртача 1,5 баробарга пасаяди. Ўғит доналари юқори мустаҳкамликка эришиш учун дастлабки моддаларнинг таъсирлашув вақти 10 ва ундан кўп дақиқа етарли эканлиги аниқланди.

4 ва 5-жадвалларда Навбахор ДУ қўшилган термик барқарорлашган АС намуналарининг таркиби ва хоссалари келтирилган.

## 4-жадвал

## Магнийли оҳакли-аммиакли селитра намуналар таркиби

АС : ДУ оғирлик нисбати	Компонентлар миқдори, оғир. %						
	N	CaO	MgO	CaO <sub>ўзл.</sub> : CaO <sub>ўмум.</sub>	MgO <sub>ўзл.</sub> : MgO <sub>ўмум.</sub>	CaO <sub>сув.эр.</sub> : CaO <sub>ўмум.</sub>	MgO <sub>сув.эр.</sub> : MgO <sub>ўмум.</sub>
NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> “тоза”	35,0	-	-	-	-	-	-
0,28% MgO қўшимчали АС	34,5	-	0,28	-	-	-	-
100 : 3,0	32,52	0,82	0,60	44,28	37,51	14,09	11,20
100 : 5,0	32,84	1,35	0,97	41,07	33,79	12,57	10,45
100 : 10	31,33	2,58	1,83	37,12	30,65	11,65	9,04
100 : 15	29,95	3,66	2,64	32,65	28,48	10,40	8,38
100 : 20	28,72	4,70	3,35	29,74	24,37	9,28	7,13
100 : 25	28,0	5,61	3,89	24,89	20,92	8,34	6,21
100 : 30	26,48	6,47	4,62	21,41	18,16	6,81	5,0
100 : 35	25,54	7,29	5,16	17,83	15,04	5,70	4,18
100 : 45	24,10	9,32	6,05	16,53	13,66	4,45	3,06

## 5-жадвал

## Магнийли оҳакли-аммиакли селитра намуналари хоссалари

АС : ДУ оғирлик нисбати	Доналар мустах- камлиги, МПа	Доналар ёпишқок- лиги, кг/см <sup>2</sup>	Доналар ғовак- лиги, %	Доналар дизель мойини шимиши, гр.	Доналар сувда эриш вакти, сония
NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> “тоза”	1,32	5,62	22,0	4,82	44,60
0,28% MgO қўшилган АС	1,58	4,67	9,10	4,33	46,80
100 : 3	3,44	3,29	8,43	3,17	57,71
100 : 5	4,13	3,10	8,09	2,96	59,56
100 : 10	4,86	2,93	7,78	2,81	60,83
100 : 15	5,28	2,75	7,50	2,60	61,16
100 : 20	6,60	2,58	7,16	2,44	63,17
100 : 25	7,98	2,37	6,87	2,25	65,38
100 : 30	8,89	2,16	6,61	2,08	66,56
100 : 35	10,44	2,0	6,25	1,89	67,85
100 : 45	13,02	1,81	5,90	1,67	71,08

Ундан кўринмоқдаки, NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> суюқланмасида ДУ қўшимчаси миқдорининг ортиши бир томондан маҳсулотларда N миқдорини камайтирса, бошқа томондан CaO ва MgO миқдорини оширади. Масалан, АС : ДУ = 100 : 3 оғирлик нисбатида маҳсулотда N миқдори 32,52% дан АС : ДУ = 100 : 25 да 28% гача, АС : ДУ = 100 : 45 да эса 24,1% гача камаяди. Бунда CaO ва MgO миқдорлари 0,82 ва 0,60% дан мос равишда 5,61 ва 3,89%, 9,32 ва 6,05% гача ортади.

Энг асосийси, 170-175°С да селитра суюқланмаси ДУни фаоллаштиради, яъни ундаги CaO ва MgO нинг ўзлашмайдиган шаклини ўзлашадиган шаклга ўтказди. Фаоллаштиришнинг моҳияти шундан иборатки, NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>

суюқланмаси доломит минерали –  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$  билан реакцияга киришиб унинг сувда эрувчан  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  ва  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$  тузларини ҳосил қилади, натижада  $\text{CaO}$  ва  $\text{MgO}$  нинг ўзлашувчан шакли микдорлари ошади. Масалан, киритилаётган кўшимчанинг микдорига боғлиқ равишда (АС : ДУ = 100 : 3-45) маҳсулотларда  $\text{CaO}$  ва  $\text{MgO}$  нинг 2 %-ли лимон кислотаси бўйича ўзлашувчан шакллари нисбий микдори 44,28-16,53% ва 37,51-13,66% оралиғида ўзгаради.  $\text{CaO}$  ва  $\text{MgO}$  нинг ўзлашувчан шакли қийматлари АС таркибидаги доломитли таркибий қисмни самарали кальций-магнийли ўғит деб ҳисоблашга имкон беради.

ДУ улушининг ошиши маҳсулот доналари мустаҳкамлигига ижобий таъсир кўрсатган ҳолда 3,44 дан 13,02 МПа гача оширади (5-жадвал ). ДУ кўшимчали АС доналарининг ёпишқоқлиги 3,29-1,81 кг/см<sup>2</sup> ташкил этади, бу кўшимчасиз селитрага қараганда (5,62 кг/см<sup>2</sup>) деярли мос равишда 2-3 баробар пастдир.

АСнинг портловчилик хоссасини тавсифловчи кўрсаткичлардан бири доналарнинг ғоваклиги ва суяқ ёқилғини адсорбция қилиш қобилияти ҳисобланади. Тоза  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  ва магнезит кўшилган АС доналарининг ғоваклиги мос равишда 22,0 ва 9,10 %-ни ташкил этади. 100г  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  га нисбатан 3,0 дан 45г гача ДУ кўшиш доналар ғоваклигини мос равишда 8,43 дан 5,90% гача камайтиришга ёрдам беради.

Доналар ғоваклиги кам бўлса, уларнинг ёқилғини шимиш даражаси шунча паст бўлиши лозим. Ушбу вазият ҳақиқатдан ҳам ўзаро боғланган. ДУ кўшимчаси микдорига боғлиқ равишда (АС : ДУ = 100 : 3-45) магнийли оҳакли-аммиакли селитра доналарининг ёқилғини шимиши 100г маҳсулотга нисбатан 3,17 дан 1,67г гача ораликда ўзгаради. У кўшимчасиз  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  ва магнезит кўшилган АСда мос равишда 4,82 ва 4,33г тенгдир (5-жадвал).

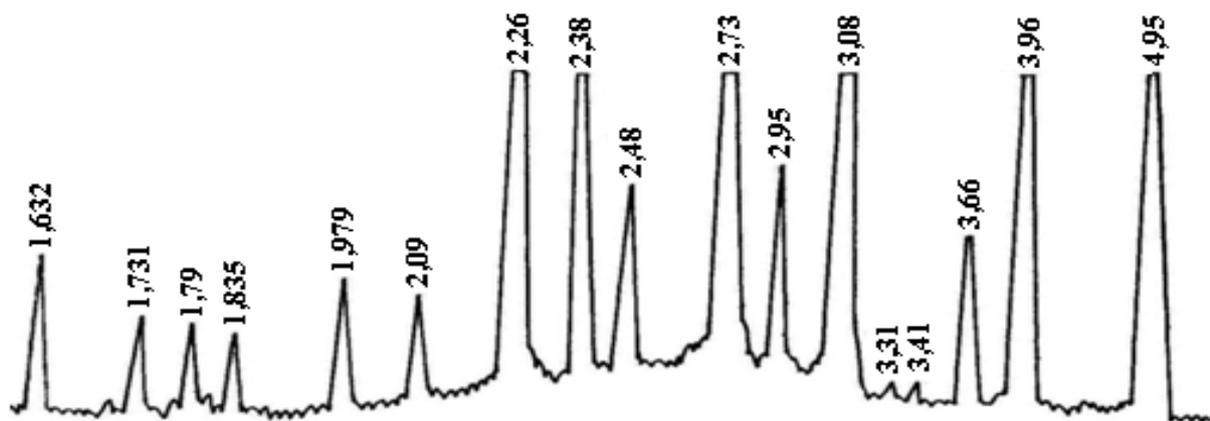
Шундай қилиб, доналар мустаҳкамлиги қанча юқори бўлса, уларнинг ғоваклиги ва ички солиштира юзаси шунча кам, доналар ичига дизель ёқилғиси шунча кам тушади, ва бунинг натижасида селитранинг детонацияланиш қобилияти шунчалик даражада кам бўлади.

Яна аниқландики, ўрганилаётган магнийли оҳакли-аммиакли селитра доналари магнезит кўшилган АСга қараганда сувда анча секин эрийди (1,5 баробар кам). Демак, селитрада ДУ иштироки доналардан азотнинг аста-секин ажралиб чиқишини таъминлайди.

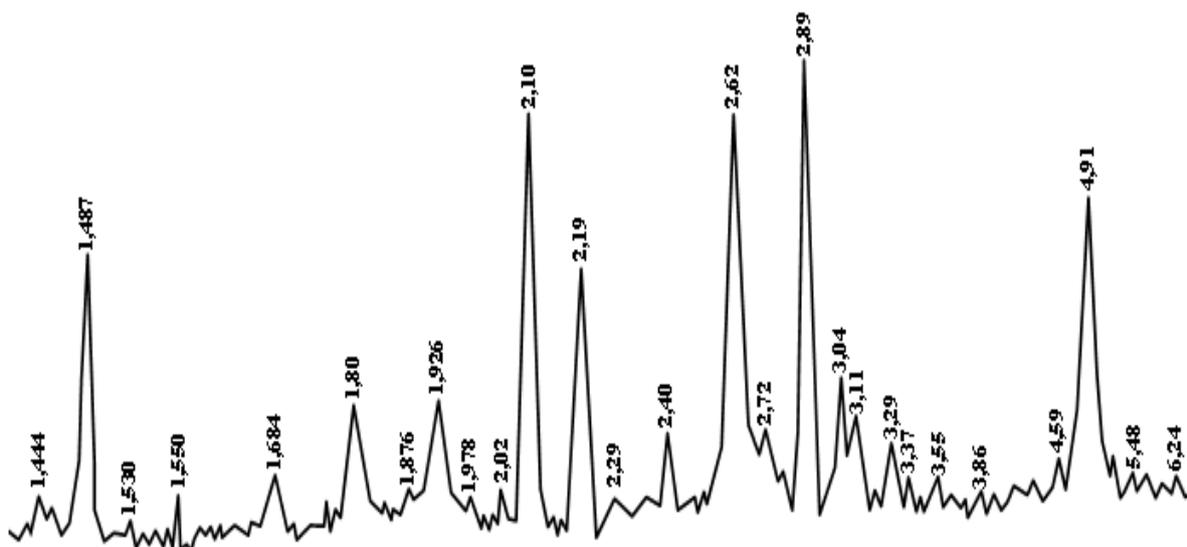
Магнийли оҳакли-аммиакли селитра намуналарининг рентгенографик, электрон-микроскопик ва термик тадқиқотлари ўтказилди.

2-4 расмларда дастлабки хом ашёлар ва тайёр маҳсулотларнинг рентгенограммалари келтирилган.  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  га тегишли 2,26; 2,73; 3,08; 3,96; 4,95 Å интенсив чўққилар (2-расм) ва уларга мос келувчи қийматлар 100; 76; 67; 45 ва 44%, Навбахор ДУ даги  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$  га тегишли интенсив чўққилар эса 2,89; 2,19; 1,80; 2,02; 2,40; 1,55 Å (3-расм) ва уларга мос келувчи қийматлар 100; 40; 20; 13; 10% га тенг эканликлари аниқланди.

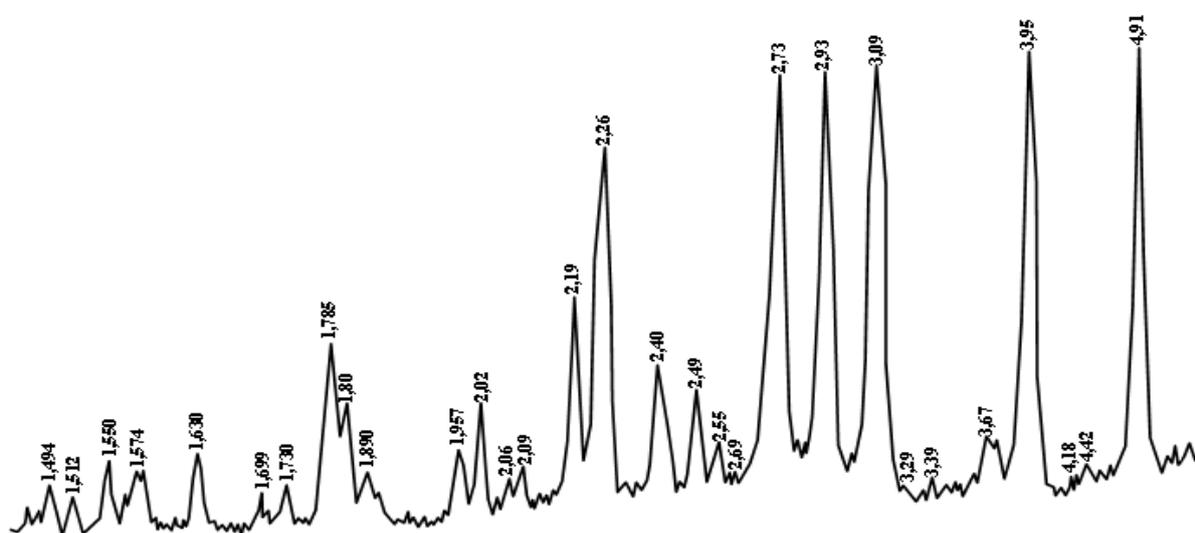
4-расмда эса тоза  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  (2,26; 2,73; 3,08; 3,96; 4,95 Å) ва Навбахор ДУ даги  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$  интенсив чўққилари (2,89; 2,19; 1,80; 2,02; 2,40; 1,55 Å) билан биргаликда  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  суяқланмаси ва ДУ ўзаро таъсирлашув жараёнида



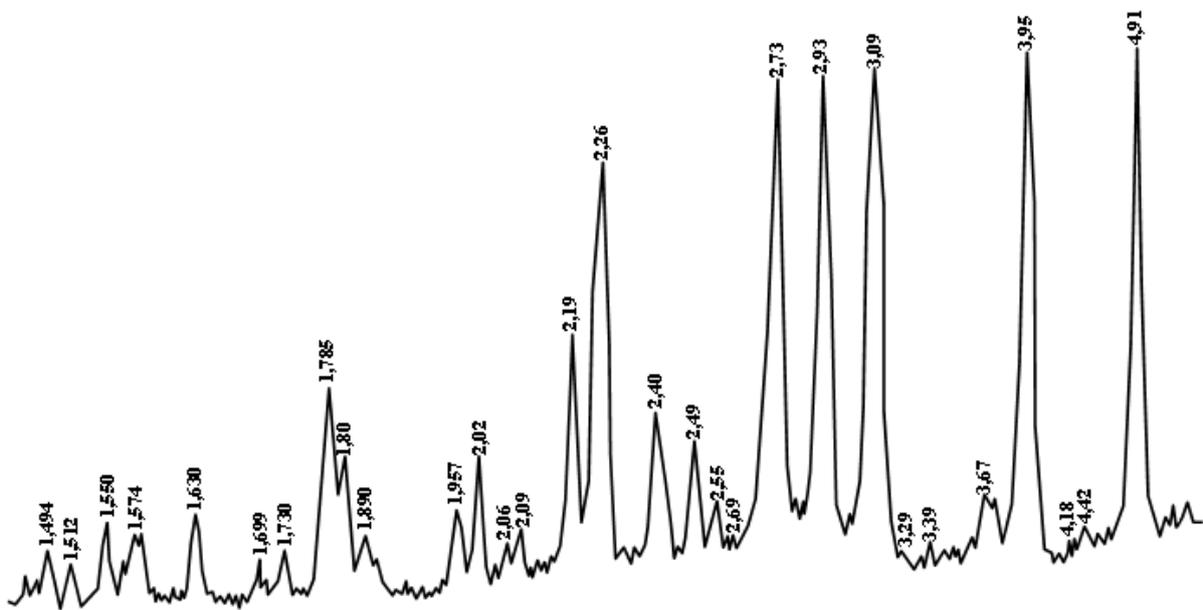
2-расм. Тоза маркали  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  нинг рентгенограммаси.



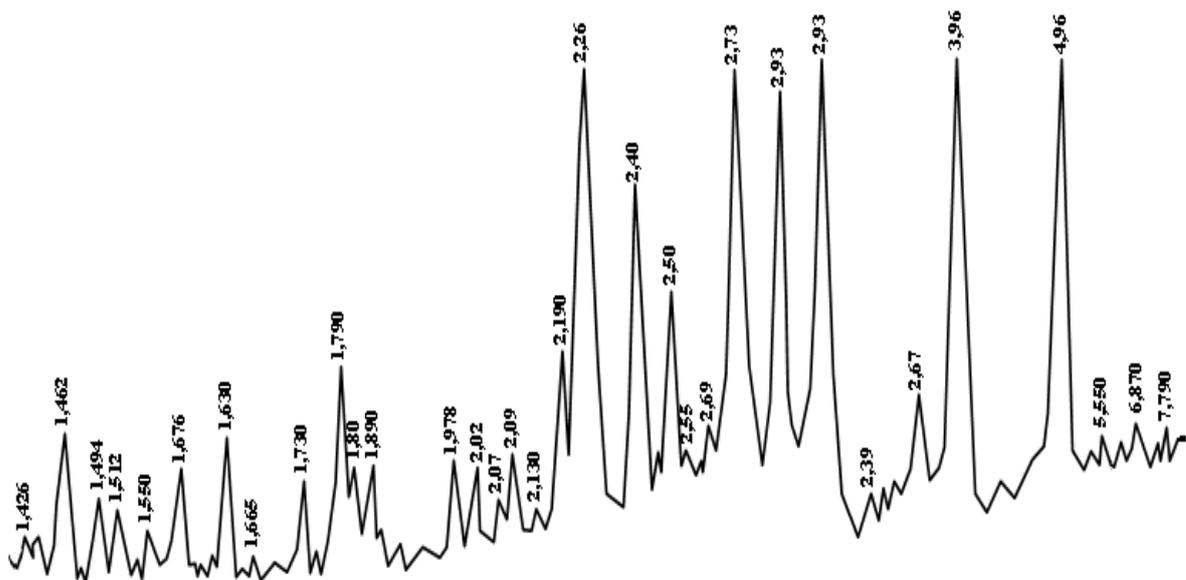
3-расм. Навбахор кони доломитининг рентгенограммаси.



Оғирлик нисбати АС : ДУ = 100 : 10



Оғирлик нисбати АС : ДУ = 100 : 25



Оғирлик нисбати АС : ДУ = 100 : 45

**4-расм.  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  суюқланмаси ва Навбахор кони доломити асосидаги магнийли оҳакли-аммиакли селитра намуналари рентгенограммалари.**

ҳосил бўлган кальций ва магний нитратлари тузларининг мавжудлигини тасдиқловчи мос равишдаги 1,73 1,89; 2,29; 3,09; 3,39 Å ва 2,69; 2,93; 3,29; 4,18; 4,42 Å дифракцион чўққилари кузатилади. Магнийли оҳакли-аммиакли селитра таркибида СаО ва MgO ўзлашувчан шаклларининг ошганлиги, айнан  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  ва  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$  тузлари ҳосил бўлганлигини тасдиқлайди.

Электрон-микроскопик тадқиқот натижаларини шундан шундай изоҳлаш мумкин, ДУ кўшимчалари кристалланиш марказларини ҳосил қилган ҳолда  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  нинг кристаллари ўлчамларини кичрайтиради. ДУ ғовакчалар ва микроёриқларни тўлдирган ҳолда, АС доналарининг анча

такомиллашган ички тузилиш ва юзасини ҳосил қилади. Ушбу фактлар АС доналар мустаҳкамлиги ошишини, уларнинг ёпишқоқлиги ва ғоваклиги камайишини ва дизель ёқилғисини кам шимиши сабабларини тушунтиради.

Термик усулда АСнинг полиморф ўзгаришларга ДУнинг таъсири ўрганилди. NETSCH STA 409 PC/PG (Германияда ишлаб чиқарилган) ускунасида 25 дан 175°C гача – 175 дан 25°C гача ҳарорат оралиғида қиздириш-совитишда намуналарнинг термик таҳлили ўтказилди. Кўрсатдики, тоза NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> суюқланиши одатда IV→III; III→II; II→I ва I→суюқланма ўзгаришлари орқали кетади. Бунда IV→III полиморф ўтишлар 46°C, III→II – 85°C, II→I – 126°C, I→суюқланма 169°C ни ташкил этади. Магнийли оҳакли-аммиакли селитра намуналари учун ҳам NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> га хос бўлган, аммо ўтиш ҳароратлари бўйича фарқ қилувчи кетма-кетликдаги 4 модификацион ўзгаришлар кузатилди. NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> суюқланмасини совитишда суюқланма→I; I→II; II→III ва III→IV ўзгаришлари мос равишда 169; 125; 48 ва 30°C орқали кетади. Магнийли оҳакли-аммиакли селитрани совитишда модификацион ўзгаришлар суюқланма→I; I→II; II→IV орқали кетади. Бунда III фаза ҳосил бўлмайди, II→IV ўтиш III фазани четлайди, бу эса намуналар кристалл панжарасининг кам деформацияси ва уларнинг доналар етарли мустаҳкамлигини таъминлайди (6-жадвал).

#### 6-жадвал

#### Магнийли оҳакли-аммиакли селитранинг модификацион ўтиш ҳароратлари

АС : ДУ оғирлик нисбати	Эгри чизикдаги чўққининг қиймати								
	IV→III	III→II	II→I	I→суюқ	суюқ→	I→II	II→III	III→IV	II→IV
	25 дан 175°C гача қиздириш				175 дан 25°C гача совитиш				
NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	46	85	126	169	169	125	48	30	-
100 : 5	54,6	88,3	130,	169,5	159,2	121,1	-	-	45,2
100 : 15	54,9	89,2	130,	169,8	161,6	119,1	-	-	45,1
100 : 25	44,7	90,2	130,	171,4	162,0	118,7	-	-	45,4
100 : 45	54,0	89,9	130,	171,8	162,6	118,2	-	-	45,3

NETSCH STA 409 PC/PG ускунасида магнийли оҳакли-аммиакли селитра намуналарининг дастлабки парчаланиш ҳарорати ва фаолланиш энергияси 25 дан 300°C гача ҳарорат оралиғида аниқланди.

7-жадвалдан кўринмоқдаки, тоза NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> нинг (қўшимчасиз) дастлабки парчаланиш ҳарорати ва фаолланиш энергияси 211°C ва -915 Дж/г ташкил этади, магнийли оҳакли-аммиакли селитраси намуналарида эса бу кўрсаткичлар мос равишда 247,3-259°C ва -840 ÷ -906,6 Дж/г оралиғида ётади. Шундан маълум бўладики, магнийли оҳакли-аммиакли селитрасини термик парчалаш учун тоза NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> га нисбатан юқори ҳарорат ва кўп энергия талаб этилади. Бунинг барчаси, доломит унининг АС детонацияланиш қобилятини камайтиришидан далолат беради.

## 7-жадвал

**Магнийли оҳакли-аммиакли селитраси термик парчаланишининг  
дастлабки ҳарорати ва фаолланиш энергияси қиймати**

АС : ДУ оғирлик нисбати	Ўрганилган харорат оралиқлари	Дастлабки парчаланиш харорати, °С	Фаолланиш энергияси, Дж/гр.
«тоза» NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	200–300	211,0	-915,1
100 : 5		247,3	-840,6
100 : 15		251,9	-856,4
100 : 25		258,6	-889,5
100 : 45		259,0	-906,6

Тоза NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> доналари 10 термоциклдан кейин 5% га бузилади, 80 термоциклдан кейин эса тўлиқ бузилади. Таркибида 5% ДУ тутган магнийли оҳакли-аммиакли селитраси доналари эса 30 термоциклдан кейин 5% га бузилади. АС : ДУ = 100 : 25 мақбул нисбатдаги магнийли оҳакли-аммиакли селитра доналар бутунлигини 25 термоциклгача тўлиқ, 100 термоциклдан сўнг эса бузилган 29% га нисбатан бутунлигини 71% гача сақлаб қолади. NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> суюқланмасида ДУ қанча кўп бўлса, доналар термик бардошлиги шунча юқори бўлади (8-жадвал).

## 8-жадвал

**Магнийли оҳакли-аммиакли селитраси доналарининг 20↔60°С  
қиздириш-совитиш циклларга термик турғунлиги**

Оғирлик нисбати АС : ДУ	Термик барқарорлашган АС доналарининг IV → III- шаклига ўтишида уларнинг синиш миқдори, %				
	10 цикл	25 цикл	50 цикл	90 цикл	100 цикл
«тоза» маркали NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	5	21	36	100	–
0,28% MgO қўшилган АС	–	13	27	82	100
100 : 3,0	-	9	21	59	72
100 : 5,0	-	7	18	47	65
100 : 10	-	-	12	30	44
100 : 15	-	-	10	25	38
100 : 20	-	-	9	23	35
100 : 25	-	-	7	20	29
100 : 30	-	-	-	13	25
100 : 35	-	-	-	9	21

9-жадвалда 180°С ҳароратдаги NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> суюқланмаси рН муҳитига ДУнинг буферли таъсири натижалари келтирилган. Термик парчаланишда қуйидаги исботланган ҳолат инобатга олинадики, NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> парчаланишини келтириб чиқарувчи сабаблардан бири унинг суюқланмаси кислоталиги ортиши ҳисобланади. ДУ эса NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> суюқланмаси кислоталилига буферли таъсир кўрсатади. Масалан, 180°С ва 120 дақиқада ушлаб туришда NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>

суюқланмасининг рН и дастлабки 5,17 дан 2,12 гача пасаяди. Шу вақтда АС : ДУ = 100 : 25 да у 7,21 дан 6,03 гача пасайгани аниқланди. Яъни суюқланмада кучли нордонлашиш жараёни содир бўлмайди, чунки суюқланмада ҳосил бўлган эркин  $\text{HNO}_3$  доломитнинг  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$  минерали билан нейтралланиб турилади.

### 9-жадвал

#### Доломит унининг $\text{NH}_4\text{NO}_3$ суюқланмаси рН муҳитига буферли таъсири

АС : ДУ оғирлик нисбати	10 %-ли ўғит эритмаларининг вақтга боғлиқ равишда рН муҳитига таъсири, дақ.								
	0	5	10	20	40	60	80	100	120
«тоза» $\text{NH}_4\text{NO}_3$	5,17	2,70	2,61	2,54	2,43	2,34	2,25	2,19	2,12
100 : 3	6,83	6,36	5,92	5,60	5,41	5,30	5,24	5,18	5,07
100: 5	6,86	6,61	6,43	6,27	6,15	6,0	5,89	5,72	5,56
100: 15	7,05	6,87	6,72	6,58	6,40	6,28	6,16	6,07	5,90
100: 25	7,21	7,12	7,01	6,87	6,69	6,45	6,31	6,19	6,03
100 : 35	7,34	7,20	7,11	7,0	6,88	6,72	6,54	6,36	6,12
100 : 45	7,42	7,28	7,17	7,06	6,90	6,83	6,67	6,48	6,31

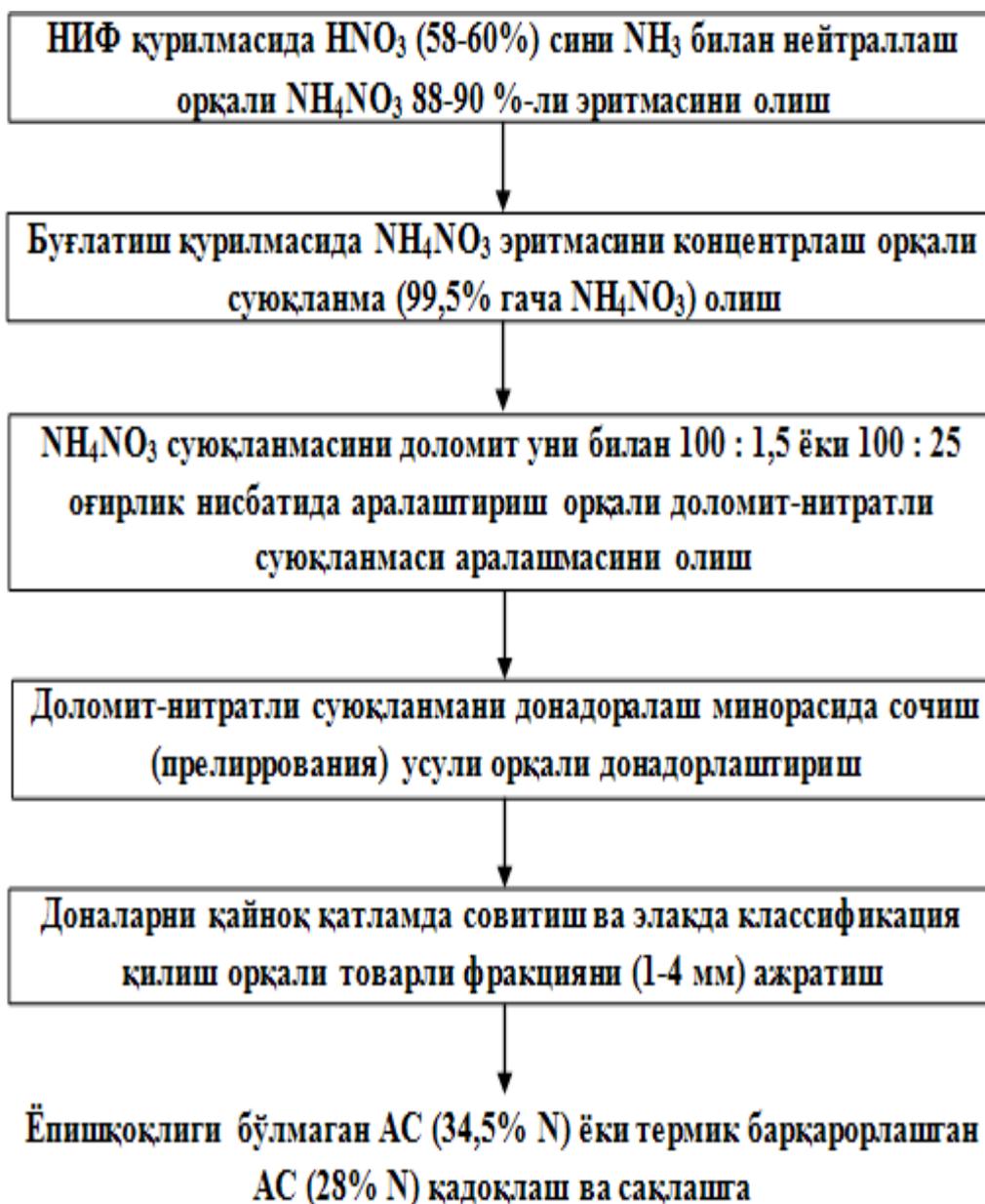
ДУ миқдорига боғлиқ бўлмаган равишда ҳароратнинг кўтарилиши АС суюқланмасининг зичлик ва қовушқоқлигини бир хил меъёрда камайтиради. АС : ДУ = 100 : (0,5-35) оғирлик нисбатларида ва ҳароратларда (165-180°C) доломит-нитратли суюқланмасининг зичлик ва қовушқоқлик мос равишда 1,591-1,768 кг/см<sup>3</sup> ва 6,12-10,43 сПз ни ташкил этади ва сочиш усулида донадорлашга яроқлидир.

Олинган натижалар асосида хулоса қилиш мумкинки, ДУ АСнинг физик-кимёвий ва истеъмолчилик хусусиятларини яхшилаш бўйича брусит, магнетит, аммоний сульфати, оҳак, бўр, фосфорит уни, бентонит ва бошқа ноорганик қўшимчалар сингари яхши модификатор саналади. ДУ арзон ва қулай хом ашё материал бўлиб, унинг АС ишлаб чиқаришида иқтисодий жиҳатдан мувофиқлигини белгилайди.

Диссертациянинг «Ўзбекистон доломитлари қўшимчали магнийли оҳакли-аммиакли селитрасининг технологик ишланмалари» тўртинчи бобида ёпишқоқлиги бўлмаган ва термик барқарорлашган АС технологияларининг лаборатория модел қурилмасидаги тажрибалари ва тажриба-саноат синовлар натижалари келтирилган. Бунда олинган ўғитлар таркиб ва хоссалари бўйича лаборатория шароитида олинган маҳсулотларга жуда яқин эканлиги кўрсатилди. Лаборатория тадқиқотлари ва модел қурилмадаги тажрибалар асосида ёпишқоқлиги бўлмаган ва термик барқарорлашган АС олиш жараёнлари технологик режимининг асосий кўрсаткичлари ишлаб чиқилди. Бунда иккита турдаги маҳсулот: ёпишқоқлиги бўлмаган АС учун АС : ДУ нисбати 100 : 1,5 ва термик барқарорлашган АС учун эса 100 : 25 мақбул оғирлик нисбатлари танланди.

«Navoiyazot» АЖда ёпишқоқлиги бўлмаган ва термик барқарорлашган АС олиш технологияларининг тажриба-саноат синовларини ўтказиш учун Навбахор кони доломити (Навоий вил.) ишлатилди. АС суюқланмасини

олиш жараёнининг барча босқичлари мавжуд технологияда амалга оширилди. Фақатгина қўшимча равишда ДУ ни узатиш ва уни АС суюқланмаси билан аралаштириш узели қурилди. ДУ микродозатор орқали шнекли аралаштиргичга берилди, бу ерда АС суюқланмаси билан аралаштирилди. Аралаштириш вақти 3 дақиқани ташкил этди. Сўнгра, доломитли-нитратли суюқланма бир хилдаги оқувчан масса ҳосил қилиш учун гомогенизаторга, ундан кейин дондорлаштиргичга келиб тушди ва дондорлаш минорасида сочилди. Синовлар давомида АС : ДУ = 100 : 1,5 оғирлик нисбатдаги ёпишқоқлиги бўлмаган АСнинг 2,0 тонна ҳамда АС : ДУ = 100 : 25 оғирлик нисбатдаги термик барқарорлашган АСнинг 10 тонна тажриба партиялари ишлаб чиқарилди (5-расм).



**5-расм. Доломит уни қўшилган модификацияланган аммиакли селитра ишлаб чиқаришнинг блок-тизими**

Уларнинг сочилувчанлигини аниқлаш учун 6 ой мобайнида сақлашга кўйилди, натижалар эса маҳсулотлар ўзининг сочилувчанлигини синовнинг барча вақтида тўлиқ сақлаб қолишини кўрсатди.

2017 йилда «Navoiyazot» АЖ магнийли оҳакли-аммиакли селитрасига техник шарт (TSh 00203849-139-2017) ишлаб чиқилди ва Навоий стандартлаштириш ва метрология бошқармаси томонидан тасдиқланди.

Шундай қилиб, АС асосида ишлаб чиқилган ва тавсия этилган минерал ўғит рецептураси юқори истеъмолчилик хоссаларга эга бўлиб, авваломбор, озуқа компонентлари мувозанатлаштирилган, шу орқали юқори агрокимёвий самарадорлик, технологик ва термик ҳавфсиз, юқори мустаҳкамликга эга ҳамда сақлашда ёпишқоқлиги бўлмайди.

## ХУЛОСА

Диссертацияда ёпишқоқлиги бўлмаган ва термик барқарорлашган АСга – ДУни қўллаш орқали модификацияланган АС олиш технологияларини яратиш бўйича долзарб илмий-техник вазифалар ечилган.

Диссертация ишини бажаришда олинган асосий илмий ва амалий натижалар қуйидагилар ҳисобланади:

1. Ёпишқоқлиги бўлмаган АС олиш жараёни  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  суюқланмасига уни донадорлашдан олдин ДУ қўшиш орқали амалга оширилади. Қўшимча миқдори 100г  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  га нисбатан 0,5 дан 2,0г гача ўзгартирилди. Кўрсатдики, ДУ қўшимчали АСнинг ёпишқоқлиги мос равишда  $4,06 \text{ кг/см}^2$  ва  $3,59 \text{ кг/см}^2$  ташкил этади, бу қўшимчасиз селитрадан ( $5,62 \text{ кг/см}^2$ ) 1,5 баробар камдир. 34% дан кам бўлмаган N тутган, доналар мустаҳкамлиги 2,03-2,45 МПа ва ёпишқоқлиги бўлмаган АС олиш учун 100г  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  га нисбатан ДУ миқдори 2г гача бўлиши лозим.

2. 100г  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  суюқланмасига нисбатан 3 дан 45г гача ДУ қўшганимизда ўғит доналари мустаҳкамлигини мос равишда 3,44 дан 13,02 МПа гача оширади. Доналар ёпишқоқлиги, ғоваклиги ва дизель мойини шимиши эса мос равишда 3,29 дан 1,81  $\text{кг/см}^2$  гача, 8,43 дан 5,90% гача ва 3,17 дан 1,67г гача камаяди. Бу кўрсаткичлар солиштириш учун олинган тоза  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  ва магнетит қўшилган АСда мос равишда 5,62 ва 4,67  $\text{кг/см}^2$ ; 22,0 ва 9,10%; 4,82 ва 4,33г тенг бўлади.

3. Қиздириш-совитиш циклида ( $25-175^\circ\text{C}$  –  $175-25^\circ\text{C}$ ) полиморф ўзгаришларни ўрганиш кўрсатдики, ДУ қўшимчали термик барқарорлашган АСни совитишда модификацион ўзгаришлар суюқланма→I; I→II; II→IV орқали кетади. III фаза ҳосил бўлмайди. 20% ДУ қўшимчали селитра доналар бутунлигини 47 термоциклгача тўлиқ, 100 термоциклдан сўнг эса бузилган 29% га нисбатан бутунлигини 71% гача сақлаб қолишга имкон беради. Шу вақтда тоза  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  доналари 10 термоциклдан кейин 5% га бузилади, 80 термоциклдан кейин эса тўлиқ бузилади.

4. Тоза  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  нинг (қўшимчасиз) бошланғич парчаланиш ҳарорати ва фаолланиш энергияси  $211^\circ\text{C}$  ва  $-915$  Дж/г ташкил этади, ДУ қўшилган магнийли оҳакли-аммиакли селитра намуналарида эса бу кўрсаткичлар мос равишда  $247,3-259,0^\circ\text{C}$  ва  $-840,6 \div -906,6$  Дж/г оралиғида ётади. Бу шундан далолат берадики, доломит уни АСнинг детонацияланиш қобилятини камайтиради.

5. АС : ДУ мақбул оғирлик нисбатда магнийли оҳакли-аммиакли селитра суюқланмаларининг реологик хоссалари етарлича оқувчанликга эга ва қувурлар орқали ўтказиш, кейинчалик минорада донадорлаш учун имконият яратилади.

6. Модел қурилмада ДУ қўшимчали ёпишқоқлиги бўлмаган ва термик барқарорлашган АС олишнинг мақбул режимлари синовдан ўтказилди. Ўғитларнинг таркиб ва хоссалари лаборатория шароитида олинган маҳсулотларга яқиндир. Ёпишқоқлиги бўлмаган ва термик барқарорлашган АС олиш технологиялари «Navoiyazot» АЖда тажриба-саноат шароитида синовдан ўтказилиб, маҳсулотларнинг жами 12 тонна тажриба партиялари ишлаб чиқарилди. Лаборатория модел қурилмасидаги тажриба ишлари ва «Navoiyazot» АЖдаги тажриба-саноат синовлари натижалари асосида янги турдаги маҳсулотларни ишлаб чиқаришлари технологик тизимларининг босқичлари тавсия этилди.

7. Магнийли оҳакли-аммиакли селитрага техник шарт ишлаб чиқилди ва тасдиқланди (TSh 00203849-139-2017). Дастлабки техник-иқтисодий ҳисоблар кўрсатдики, доломитни четдан келтириляётган магнезитга алмаштирилганда қўшимча таннарни 93% га арзонлашади. Магнийли оҳакли-аммиакли селитра ишлаб чиқаришни ташкил этиш билан эса экспортга мўлжалланган қўшимча қийматли янги турдаги маҳсулот ишлаб чиқариш имкониятини беради.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc 27.06.2017.К/Т35.01 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ  
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ПРИ ИНСТИТУТЕ ОБЩЕЙ И  
НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ И ТАШКЕНТСКОМ ХИМИКО-  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ИНСТИТУТЕ**

---

**ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ И НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ**

**НАБИЕВ АБДУРАХИМ АБДУХАМИДОВИЧ**

**ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ТЕРМОСТАБИЛЬНОЙ АММИАЧНОЙ  
СЕЛИТРЫ С ДОБАВКОЙ ДОЛОМИТА**

02.00.13 – Технология неорганических веществ и материалов на их основе

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

**Ташкент – 2019**

Тема диссертации доктора философии (PhD) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за номером В2017.3.PhD/Т428

Диссертация выполнена в Институте общей и неорганической химии.

Автореферат диссертации на трёх языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице по адресу [www.ziyouet.com](#) и Информационно-образовательном портале «Ziyouet» по адресу [www.ziyouet.com](#)

**Научный руководитель:**

**Реймов Ахмед Мамбеткаримович**  
доктор технических наук, старший научный сотрудник

**Официальные оппоненты:**

**Мирзакулов Холтура Чориевич**  
доктор технических наук, профессор

**Султонов Боходир Элбекович**  
доктор технических наук, старший научный сотрудник

**Ведущая организация:**

**Ферганский политехнический институт**

Защита состоится «25» июня 2019 г. в «10<sup>00</sup>» часов на заседании Научного совета DSc 27.06.2017.К/Т.35.01 при Институте общей и неорганической химии и Ташкентском химико-технологическом институте по адресу: 100170, г.Ташкент, ул. Мирзо Улугбека, 77-а. Тел.: (+99871) 262-56-60; факс: (+99871) 262-79-90; e-mail: [info@icnc.uz](#)

Диссертация зарегистрирована в Информационно-ресурсном центре Института общей и неорганической химии за №4 с которой можно ознакомиться в информационно-ресурсном центре (100170, г.Ташкент, ул. Мирзо Улугбека, 77-а). Тел.: (+99871) 262-56-60; факс: (+99871) 262-79-90.

Автореферат диссертации разослан «11» июня 2019 года (реестр протокола рассылки №4 от «11» июня 2019 года.



**Закиров Б.С.**  
Председатель научного совета по присуждению  
ученой степени, д.х.н., профессор

**Салиханова Д.С.**  
Ученый секретарь научного совета по присуждению  
ученой степени, д.т.н.

  
**Абдурахимов С.А.**  
Председатель Научного семинара при научном совете  
по присуждению ученой степени, д.т.н., профессор

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

**Актуальность и востребованность темы диссертации.** Рост населения и сокращение пахотно-пригодных земель в мировом масштабе ещё более обостряют проблему продовольственного питания. Одним из приоритетных задач сельского хозяйства является полноценное обеспечение населения качественными продуктами питания. В этой связи особое значение имеет производство минеральных удобрений, широко применяемые для всех сельскохозяйственных культур.

На сегодняшний день во многих странах мира, производящие аммиачную селитру (АС) ведутся научные исследования по подбору высокоэффективных добавок, улучшающих её потребительские характеристики. В этом аспекте важной задачей является производство неслёживающейся и термостабильной АС, что связано необходимостью обоснования ряд научно-технических решений, в том числе: заполнение пор и микротрещин гранул АС путем введения выбранных добавок при оптимальных соотношениях, в результате которого создается множество центров кристаллизации, основанное на образовании совершенной поверхности и внутренней структуры гранул селитры; установление влияния добавок на повышение прочности гранул АС с одновременным уменьшением их слёживаемости и взрывопасности готового продукта; разработка технологии получения термостабильной АС, обладающей хорошими физико-химическими и агрохимическими свойствами.

В Республике в результате осуществления широких мер сделаны определенные шаги по производству известково-аммиачной селитры (ИАС) на АО «Navoiyazot» на основе переработки плава АС с местным известняком. В третьем направлении Стратегий действия развития Республики Узбекистан на 2017-2021 годы отмечены важные задачи, направленные на «...развитие высокотехнологичных перерабатывающих отраслей, прежде всего по производству готовой продукции с высокой добавленной стоимостью на базе глубокой переработки местных сырьевых ресурсов...»<sup>1</sup>. В этом плане весьма актуальным является разработка технологии получения модифицированной АС с применением добавок из местных доломитных минералов, тем самым улучшение товарного качества АС, расширение объема и ассортимента экспортоориентированных конкурентоспособных продукций, а также снижения их себестоимости.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных в Указе Президента Республики Узбекистан УП-4947 от 7 февраля 2017 «Стратегия действий по пяти приоритетным направлениям развития Республики Узбекистан в 2017-2021 годах» и Постановлениях Президента Республики Узбекистан ПП-3983 от 25 октября 2018 года «О мерах по ускоренному развитию химической промышленности Республики Узбекистан» и ПП-4265 от 3 апреля 2019 года

---

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

«О мерах по дальнейшему реформированию и повышению инвестиционной привлекательности химической промышленности», а также в других нормативно-правовых документах, принятых в данной сфере.

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

**Степень изученности проблемы.** В научно-технической литературе широко освещены работы по получению как неслёживающейся, так и термостабильной АС путем добавки неорганических материалов. В мире проблема устранения слёживаемости АС решается путём применения различных добавок – известняка, мела, бентонита, каустического магнезита, фосфатно-сульфатно-боратной добавки, представляющую собой смесь ортоборной кислоты, диаммонийфосфата и сульфата аммония (Vincent J. Russo, Фридман С.Д., Гельперин Н.И., Абросимова А.М., Скум А.С., Кириндасова Р.Я. Клевке В.А., Миниович М.А., Олевский В.М., Стрижевский И.И., Brown Marion L). Магнезит считается лучшей добавкой. Для снижения себестоимости крупнотоннажного АС привозной магнезит можно заменить на местное сырьё – доломит.

Проблема взрывоопасности АС более серьезная, чем её слёживаемость. В Европе и России наибольшее распространение получило производство известково-аммиачной селитры путем введения в плав АС доломита или известняка (Kończkowski A., Biskupski A., Kaljuvee T., Edro E., Цеханская Ю.В., Долгов В.В., Таран А.Л., Жмай Л.А.). В качестве взрывобезопасного удобрения стал пример производства стабилизированной АС состава 32% N и 5% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> на ОАО «Череповецкий азот» (Россия) путём введения в расплав селитры жидкого комплексного удобрения (11% N и 37% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), получаемого из суперфосфорной кислоты (Чернышев А.К., Левин Б.В., Туголуков А.В., Глаголев О.Л., Ильин В.А.). Возникшие при этом трудности: коррозия от содержащегося в кислоте фтора и забивка оборудования солями Fe, Al, Mg, Ca. К тому же суперфосфорная кислота в Узбекистане не производится.

На АО «Navoiyazot» внедрён способ получения азотнофосфорного удобрения путём введения фосмуки Центральных Кызылкумов в плав АС (Намазов Ш.С., Беглов Б.М., Реймов А.М., Курбаниязов Р.К.).

С целью расширения базы местного сырья можно вовлечь ещё карбонатные соединения. В плане получения ИАС перспективным считается доломит. В связи с этим разработка научных основ и технологии получения доломитсодержащей АС с термической стабильностью и высокой агрохимической эффективностью является актуальной задачей.

**Связь диссертационного исследования с тематическим планом научно-исследовательских работ.** Диссертационное исследование выполнено в рамках плана научно-исследовательских работ инновационного проекта Института общей и неорганической химии ИЗ-20170925259 по теме: «Разработка и внедрение технологии экспортоориентированной

модифицированной аммиачной селитры с добавкой местного известняка и доломита» .

**Целью исследования** является разработка технологии получения термостабильной аммиачной селитры (АС) на основе добавки в плав нитрата аммония местных доломитных минералов.

**Задачи исследования:**

определение состава и физико-механических свойств доломитной муки (ДМ) различных месторождений (Навбахор, Шурсу, Карнаб, Кетменчи и Дехканабад);

изучение процесса получения неслёживающейся и термостабильной АС на основе добавки ДМ в плав нитрата аммония ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ) при различных массовых соотношениях;

определение химического состава и физико-химических свойств неслёживающейся и термостабильной АС с добавкой доломита;

исследование реологических свойств доломитно-нитратных расплавов в зависимости от массовых соотношений компонентов и температуры;

отработка режимов получения АС с доломитом на модельной лабораторной установке с получением опытных образцов продукта;

проведение опытно-промышленных испытаний на АО «Navoiyazot» разработанных технологий получения неслёживающейся и термостабильной АС с добавкой доломита.

**Объектом исследования** является плав  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ , доломитные минералы, доломитная мука, доломитно-нитратный расплав, неслёживающаяся и термостабильная АС с добавкой доломита.

**Предметом исследования** являются процессы введения ДМ в плав  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ , получение неслёживающейся и термостабильной АС методом прилирования доломитно-нитратных расплавов, а также изучение физико-химических и товарных свойств готовых удобрений.

**Методы исследования.** Химический, физико-механический, рентгенографический, электроно-микроскопический и термический методы анализа.

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

доказана возможность применения доломитных минералов в качестве модификатора к АС на основе результатов определения их физико-механических свойств;

установлено, что применение доломитных добавок в плав  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  при весовых соотношениях от 100 : 3 до 100 : 45 снижают слёживаемость её гранул в 2-3 раза и повышают прочность гранул в 2-6 раза;

доказана декарбонизация доломита в результате разложения минерала  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$  в расплаве  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ;

выявлен прямой полиморфный переход чистого  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  при охлаждении плава селитры с добавкой доломита, что приводит к устойчивому поведению АС при колебаниях температур (25-45°C) без

разрушения гранул и обеспечивает стабильность продукта при хранении и транспортировке;

определено, что в присутствии доломитной муки температура начала разложения  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  повышается с 211 до 259°C;

разработана технология получения неслёживающейся и термостабильной АС с добавкой доломита.

**Практические результаты исследования** заключаются в следующем:

разработана технология получения неслёживающейся и термостабильной АС с хорошими физико-химическими и товарными свойствами, содержащих не менее 34% и не более 28% N путем применения доломитных минералов;

появляется возможность замены привозных магнезитных и бруситных добавок на местное сырьё – доломит для производства неслёживающейся АС;

путем введения доломитного минерала в состав  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  разработано технология получения экспортоориентированного нового продукта – магнийсодержащей известково-аммиачной селитры;

на АО «Navoiyazot» проведены опытно-промышленные испытания АС с добавкой доломита и установлены основные технологические параметры процесса;

**Достоверность результатов исследования.** Результаты химического и физико-химического (рентгенографический, электронно-микроскопический, термический) анализов подтверждены лабораторными опытами и опытно-промышленными испытаниями.

**Научная и практическая значимость результатов исследования.** Научная значимость результатов исследования заключается в том, что она заложила основы для создания технологии получения неслёживающейся и термостабильной АС с добавкой доломита. Большое научное значение имеет также то, что на основе расшифровки механизма взаимодействия плава  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  с ДМ объяснены причины снижения слёживаемости, повышения прочности гранул и температуры разложения, а также стабилизации их полиморфного перехода II→IV.

Практическая значимость результатов исследования заключается в разработке технологии получения АС с добавкой доломита на основе введения ДМ в плава  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  с последующим приллированием доломитно-нитратных расплавов. Это позволяет улучшить качество селитры, расширить объем и ассортимент экспортоориентированных конкурентоспособных продуктов при одновременном снижении их себестоимости на основе внедрения инновационных технологий переработки отечественного сырья.

**Внедрение результатов исследования.** На основе полученных научных результатов по разработке технологии получения неслёживающейся и термостабильной АС на основе плава  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  и доломита:

Навоийским управлением стандартизации и метрологии на доломитовую селитру утверждены технические условия (TSh 00203849-139:2017). Данное условие позволяет контролировать технологический процесс и качество продукта с кальциевыми и магниевыми добавками;

технологии получения неслёживающейся АС (с содержанием не менее 34% N) и термостабильной АС (с содержанием не более 28% N) на основе плава  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  и доломитной муки включены в «перечень перспективных разработок АО «Navoiyazot» по внедрению в практику в 2020-2021 годах» (справка АО «Navoiyazot» №5309 от 24 мая 2019 года). В результате появилась возможность как замены привозного магнезита на местное сырьё, так и получения термостабильной АС с пониженными детонационными свойствами;

на VIII-Республиканской ярмарке инновационных идей, технологий и проектов заключен хозяйственный договор №15-20 с АО «Navoiyazot» по разработке технологии получения магнийсодержащей аммиачной селитры (зарегистрирован по номером №352 от 19 мая 2015 года). В результате создана возможность организации производства экспортоориентированной известково-аммиачной селитры.

**Апробация результатов исследования.** Результаты данного исследования были доложены и обсуждены на 2 международных и 5 республиканских научно-практических конференциях.

**Опубликованность результатов исследования.** По теме диссертации опубликованы всего 18 научных работ, из них 7 научных статей, в том числе 5 в республиканских и 2 в зарубежных журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов диссертаций.

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

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

**Во введении** обоснована актуальность и востребованность работы, сформулированы цель и задачи исследования, характеризуются объект и предметы исследования, рассмотрено соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики, излагаются научная новизна и практическая значимость исследований, внедрение их в практику, приведены сведения по опубликованным работам и структуре диссертации.

В первой главе **«Известково-аммиачная селитра: получение, свойства и применение в сельском хозяйстве»**, литературным обзором рассмотрен ряд способов устранения слёживаемости и взрывоопасности путем введения в состав АС различных добавок (карбонатные и калийные минералы, вещества, содержащие одноименный катион и балластные вещества): связывающие свободную влагу, влияющие на процесс полиморфных превращений, образующие центры кристаллизации, опудривание гранул и обработка их поверхностно-активными веществами. В качестве веществ добавок, повышающих термическую стабильность АС предлагаются такие неорганические добавки: как известняк, мел, хлорид

калия, сульфат аммония, фосфоритная мука, бентонит, гипс, фосфогипс и прочие. Анализируя литературные данные, изучив достоинства и недостатки различных кондиционирующих добавок для исследований из карбонатных соединений был выбран минерал – доломит наиболее эффективный, чем известняк.

Во второй главе диссертации «Характеристика некоторых доломитов Узбекистана и методы физико-химического анализа» приведены дисперсный и химический составы, а также физико-механические свойства доломитов месторождений Навбахор, Шурсу, Карнаб, Кетменчи и Дехканабад (табл. 1-3). Из табл. 2 видно, что что Навбахорский доломит содержит 28% СаО и 25% MgO. В доломитах Шурсу, Карнаб, Кетменчи и Дехканабад эти показатели составляют 31,48 и 19,17%; 30,02 и 19,36%; 30,32 и 19,56%; 30,56 и 20,41% соответственно. В составе ДМ кроме СаО и MgO встречаются макро- и микроэлементы. Значит, при применении ДМ в плаве  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  состав АС обогащается важными питательными для растений элементами.

Таблица 1

Дисперсный состав доломитовой муки различных месторождений

Класс крупности, мм	Выход фракции, вес. %				
	Навбахор	Шурсу	Карнаб	Кетменчи	Дехканабад
0,5	13,67	9,70	18,68	18,75	27,84
- 0,5 + 0,315	10,98	11,03	24,57	23,64	13,62
- 0,315 + 0,25	5,60	4,48	5,08	6,20	4,01
- 0,25 + 0,16	3,12	8,62	16,50	15,87	16,78
- 0,16 + 0,063	11,73	17,31	11,13	11,32	11,43
- 0,063 + 0,05	54,90	48,86	24,04	24,22	26,32
Исходная масса	100	100	100	100	100

Таблица 2

Химический состав доломитовой муки различных месторождений

Место- рождения	Содержание компонентов, вес. %									
	СаО	MgO	SiO <sub>2</sub>	MnO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>3</sub>	CO <sub>2</sub>
Навбахор	28,0	24,60	2,14	0,03	0,38	0,17	0,12	0,02	0,20	44,24
Шурсу	31,48	19,17	2,87	0,01	0,32	0,05	0,15	0,03	0,30	45,0
Карнаб	30,02	19,63	2,74	0,01	0,39	0,27	0,10	0,15	0,39	45,40
Кетменчи	30,35	19,56	2,12	0,03	0,36	0,06	0,11	0,16	0,42	45,20
Дехканабад	30,46	20,41	2,30	0,01	0,31	0,055	0,07	0,08	1,12	45,16

Таблица 3

Физико-механическая характеристика доломитовой муки различных месторождений

Свойства	Показатели				
	Навбахор	Шурсу	Карнаб	Кетменчи	Дехканабад
Влажность, %	1,0	1,5	1,23	1,38	1,12
Свободная плотность, г/см <sup>3</sup>	1,26	1,23	1,27	1,25	1,24
Плотность с уплотнением, г/см <sup>3</sup>	2,82	2,80	2,788	2,81	2,79
Угол откоса, град.	40°02'	41°10'	38°06'	42°14'	39°56'
Сыпучесть, сек.	18,0	17,76	18,40	19,0	17,92
Гигроскопическая точка, %	42,10	41,65	39,43	42,0	42,89
Влагоёмкость, %	9,22	8,04	7,50	9,06	8,53
pH 10 %-ной суспензии	9,07	8,79	8,67	8,83	8,78

Результаты табл. 3 показывают, что при влажности 1-1,5% свободная насыпная плотность для Навбахорского доломита – 1,26 г/см<sup>3</sup>; для Шурсуйского – 1,23 г/см<sup>3</sup>; для Карнабского – 1,27 г/см<sup>3</sup>; для Кетменчинского – 1,25 г/см<sup>3</sup> и для Дехканабадского – 1,24 г/см<sup>3</sup>. Величина угла откоса образцов ДМ составляет 38-42 градусов. Их сыпучесть равномерна, без всяких затруднений рассеивается. Предельная их влагоемкость – 7,50-9,22%, а при более высокой влажности сырьё теряет свою рассыпчатость. Следует ещё отметить, что ДМ, имеющая рН от 8,67 до 9,07 эффективно нейтрализует кислотность NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>. Для получения образцов модифицированной АС в качестве основного компонента был использован NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> марки «ч». А в качестве образцов для сравнения выбраны гранулированные NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> и промышленный продукт – магнезитсодержащая АС с содержанием 34,6% N и 0,28% MgO.

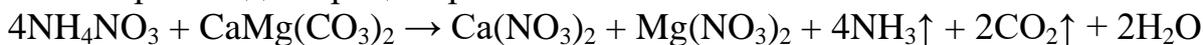
С целью изучения механизма действия выбранной добавки были получены образцы модифицированной АС путем смешения плава NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> с ДМ с последующим приллированием доломитно-нитратного расплава, то есть путем имитации процесса гранулирования в башнях.

В третьей главе **«Получение гранулированной магнийсодержащей известково-аммиачной селитры с добавкой доломитов Узбекистана»** диссертации изучен состав и свойства несслеживающейся и термостабильной АС, полученных на основе добавки доломитной муки (ДМ) в плавы NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> при массовых соотношениях АС : ДМ от 100 : 0,5 до 100 : 45. Прежде чем ввести доломит в плавы NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> он размалывался до размера частиц 0,25 мм. Для приготовления экспериментальных образцов заведомое количество чистого NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> расплавляли при 170-175°С, затем в плавы вводили навеску ДМ. Полученный доломитно-нитратный расплав выдерживали в течение 3-10 минут, после чего его гранулировали методом приллирования. Выявлено, что с увеличением количества снижается температура кристаллизации доломитно-нитратного расплава. Так, при соотношениях АС : ДМ от 100 : 0,5 до 100 : 45 (от 34,78 до 24,10% N; от 0,15 до 9,32% CaO; от 0,12 до 6,05% MgO) температура кристаллизации (t<sub>кристалл.</sub>) NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> снижается с исходного 165°С до 152°С в продукте. То есть, добавка ДМ резко снижает температуры плавления и кристаллизации NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>, это положение объясняется тем, что нерастворимые компоненты добавки, являясь центрами кристаллизации, облегчают процесс затвердевания плава.

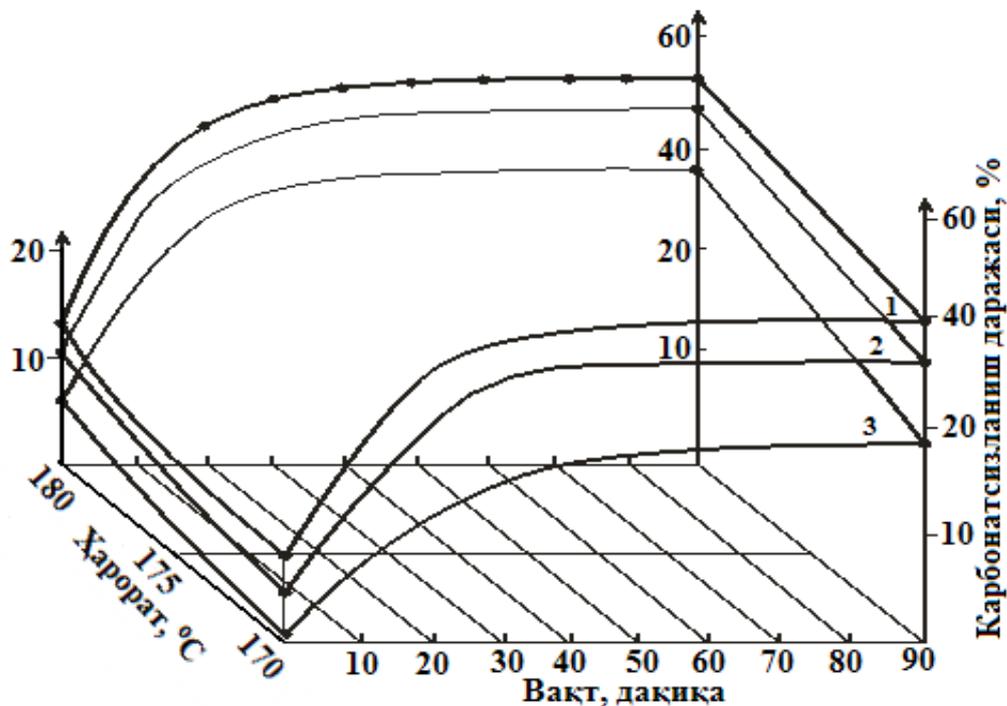
Изучены основные свойства (слеживаемость, прочность, термическая устойчивость при многократно повторяющихся циклах нагрев-охлаждение 20⇌60°С, пористость и адсорбционная впитываемость гранул жидкого топлива) модифицированной АС с добавкой ДМ. Установлено, что добавка любого количества ДМ резко снижает слеживаемость, повышает прочность и термоустойчивость гранул селитры. Прочность гранул удобрений достаточно высока (1,88-13,02 МПа) и выдерживают 50 и более циклов при нагрев-охлаждении. Для получения гранул несслеживающейся АС (с содержанием не менее 34% N, прочность и слеживаемость гранул, которого равны 1,88-2,61 МПа и 4,17-3,38 кг/см<sup>2</sup> соответственно) количество ДМ должно быть до 2г по

отношению 100г  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ . Для сравнения – прочность гранул чистого  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  без всяких добавок составляет 1,32 МПа, а селитры с магниевой добавкой – 1,58 МПа.

Следует отметить, что при смешении плава  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  с ДМ той или иной степени происходит процесс разложения:



Проверено степень декарбонизации ДМ в составе доломитно-нитратного расплава. Результаты представлены на рис. 1.



**Рис. 1. Зависимость изменения степени декарбонизации доломитовой муки от температуры и продолжительности взаимодействия. Соотношение АС:ДМ: 1=100:5; 2=100:15; 3=100:25.**

Из кривых хорошо просматривается, что процесс взаимодействия плава АС с карбонатной ДМ протекает довольно интенсивно в первые 30 мин при всех соотношениях АС : ДМ и температурах. Чем больше количества ДМ или чем меньше массовой доли  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  в смеси, тем ниже степень декарбонизации ДМ. Например, если при соотношении АС : ДМ = 100 : 5 и повышении температуры от 170 до 180°С после 15 минутного взаимодействия степень декарбонизации ДМ увеличивается от 41,52 до 44,85%, то при АС : ДМ = 100 : 25 этот показатель увеличивается от 28,68 до 33,30%, то есть понижается в среднем в 1,5 раза. Установлено, что для достижения высокой прочности гранул удобрений время взаимодействия исходных компонентов достаточно 10 и более минут.

В таблицах 4 и 5 приведены состав и свойства образцов термостабильной АС с добавкой Навбахорской ДМ.

Из них видно, что увеличение количества ДМ в плаве  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  с одной стороны снижает в продуктах содержание N, с другой повышает содержание CaO и MgO. Так, при массовом соотношении АС : ДМ = 100 : 3 содержание

Таблица 4

## Состав образцов магнийсодержащей известково-аммиачной селитры

Массовое соотношение АС : ДМ	Содержание компонентов, вес. %						
	N	CaO	MgO	CaO <sub>усв.</sub> : CaO <sub>общ.</sub>	MgO <sub>усв.</sub> : MgO <sub>общ.</sub>	CaO <sub>вод.</sub> : CaO <sub>общ.</sub>	MgO <sub>вод.</sub> : MgO <sub>общ.</sub>
NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> “ч”	35,0	-	-	-	-	-	-
АС с добавкой 0,28% MgO	34,5	-	0,28	-	-	-	-
100 : 3,0	32,52	0,82	0,60	44,28	37,51	14,09	11,20
100 : 5,0	32,84	1,35	0,97	41,07	33,79	12,57	10,45
100 : 10	31,33	2,58	1,83	37,12	30,65	11,65	9,04
100 : 15	29,95	3,66	2,64	32,65	28,48	10,40	8,38
100 : 20	28,72	4,70	3,35	29,74	24,37	9,28	7,13
100 : 25	28,0	5,61	3,89	24,89	20,92	8,34	6,21
100 : 30	26,48	6,47	4,62	21,41	18,16	6,81	5,0
100 : 35	25,54	7,29	5,16	17,83	15,04	5,70	4,18
100 : 45	24,10	9,32	6,05	16,53	13,66	4,45	3,06

Таблица 5

## Свойства образцов магнийсодержащей известково-аммиачной селитры

Массовое соотношение АС : ДМ	Прочность гранул, МПа	Слѣживаемость гранул, кг/см <sup>2</sup>	Пористость гранул, %	Впитываемость гранул, гр.	Время растворения гранул в воде, сек.
NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> “ч”	1,32	5,62	22,0	4,82	44,60
АС с 0,28% MgO	1,58	4,67	9,10	4,33	46,80
100 : 3	3,44	3,29	8,43	3,17	57,71
100 : 5	4,13	3,10	8,09	2,96	59,56
100 : 10	4,86	2,93	7,78	2,81	60,83
100 : 15	5,28	2,75	7,50	2,60	61,16
100 : 20	6,60	2,58	7,16	2,44	63,17
100 : 25	7,98	2,37	6,87	2,25	65,38
100 : 30	8,89	2,16	6,61	2,08	66,56
100 : 35	10,44	2,0	6,25	1,89	67,85
100 : 45	13,02	1,81	5,90	1,67	71,08

N в продукте снижается с 32,52% до 28%, при АС : ДМ = 100 : 25, а при АС : ДМ = 100 : 45 до 24,1%. При этом содержание CaO и MgO увеличиваются от 0,82 и 0,60% до 9,32 и 6,05% соответственно.

Самое главное, расплав селитры при 170-180°C активизирует ДМ, то есть переводит в нем неусвояемые формы CaO и MgO в усвояемые для растений форму. Сущность активации заключается в том, что расплав NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> вступая в реакцию с доломитным минералом – CaMg(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> образует его водорастворимые соли Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> и Mg(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, в результате которых увеличивается количество усвояемых форм CaO и MgO. Так, в зависимости от количества вводимой добавки (АС : ДМ = 100 : (3-45)) в продуктах относительные содержания усвояемых по 2 %-ной лимонной кислоте форм

CaO и MgO изменяются в пределах 44,28-16,53% и 37,51-13,66%. Величины усвояемых форм CaO и MgO позволяют считать фосфатную составляющую в АС эффективным кальциево-магниевым удобрением.

Увеличение доли ДМ положительно влияет на прочность гранул продукта, повышая от 3,44 до 13,02 МПа (табл. 5). Слеживаемость гранул АС с добавкой ДМ составляет 3,29-1,81 кг/см<sup>2</sup>, что соответственно ниже в 2-3 раза по сравнению с селитрой без добавки (5,62 кг/см<sup>2</sup>).

Одним из показателей, характеризующим взрывчатое свойство АС является пористость и адсорбционная способность гранул жидкого топлива. Пористость гранул чистого NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> и АС с магниальной добавкой составляет 22,0 и 9,10% соответственно. Добавление от 3 до 45г ДМ по отношению к 100г NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> способствует снижению пористости гранул от 8,43 до 5,90%.

Чем меньше пористость гранул, тем ниже должна быть их впитываемость топлива. Это положение действительно увязывается между собой. В зависимости от количества добавки ДМ (АС : ДМ = 100 : (3-45)) впитываемость топлива гранулами магнийсодержащей известково-аммиачной селитры меняется в пределах от 3,17 до 1,67г. Чистый NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> и АС с магниальной добавкой равны 4,82 и 4,33г соответственно (табл. 5).

Таким образом, чем выше прочность гранул, тем меньше их пористость и внутренняя удельная поверхность её гранул, тем меньше дизтоплива попадает внутрь гранул, и как следствие, тем в меньшей степени детонационная способность селитры.

Также выявлено, гранулы изучаемой магнийсодержащей известково-аммиачной селитры растворяются в воде значительно медленнее (в 1,5 раза меньше), чем АС с добавкой магнезита. Следовательно, присутствие ДМ в селитре способствует постепенному высвобождению азота из гранул.

Проведены рентгенографические, электронно-микроскопические и термические исследования образцов магнийсодержащей известково-аммиачной селитры.

На рис. 2-4 приведены рентгенограммы исходных сырьевых материалов и готовых продуктов. Установлено, что интенсивные полосы 2,26; 2,73; 3,08; 3,96; 4,95Å, относящиеся к NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> соответствуют отражениям 100; 76; 67; 45 и 44% (рис. 2), а в Навбахорском ДМ интенсивные полосы 2,89, 2,19, 1,80, 2,02, 2,40, 1,55 Å, относящиеся к CaMg(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> соответствуют отражениям 100; 40; 20; 13; 10% (рис. 3).

На рис. 4 с наряду интенсивными полосами чистого NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> (2,26; 2,73; 3,08; 3,96; 4,95 Å) и CaMg(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> (2,89; 2,19; 1,80; 2,02; 2,40; 1,55 Å) в Навбахорской ДМ наблюдаются дифракционные полосы 1,73 1,89; 2,29; 3,09; 3,39 Å и 2,69; 2,93; 3,29; 4,18; 4,42 Å подтверждающие наличие соответственно нитратов кальция и магния, образующихся в процессе взаимодействия между плавом NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> и ДМ. Увеличение усвояемых форм CaO и MgO в составе магнийсодержащей известково-аммиачной селитры действительно подтверждают образование солей Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> и Mg(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>.

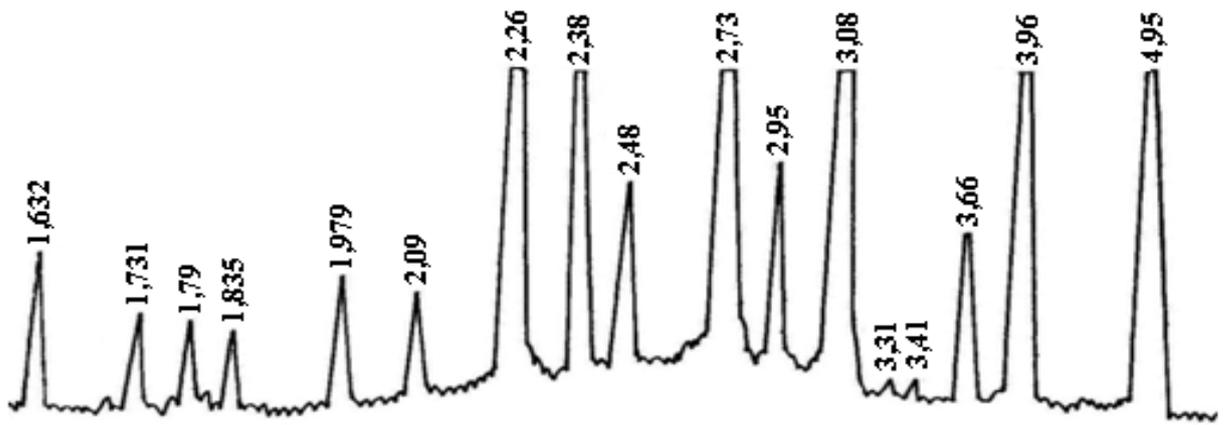


Рис. 2. Рентгенограмма  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  марки чистый.

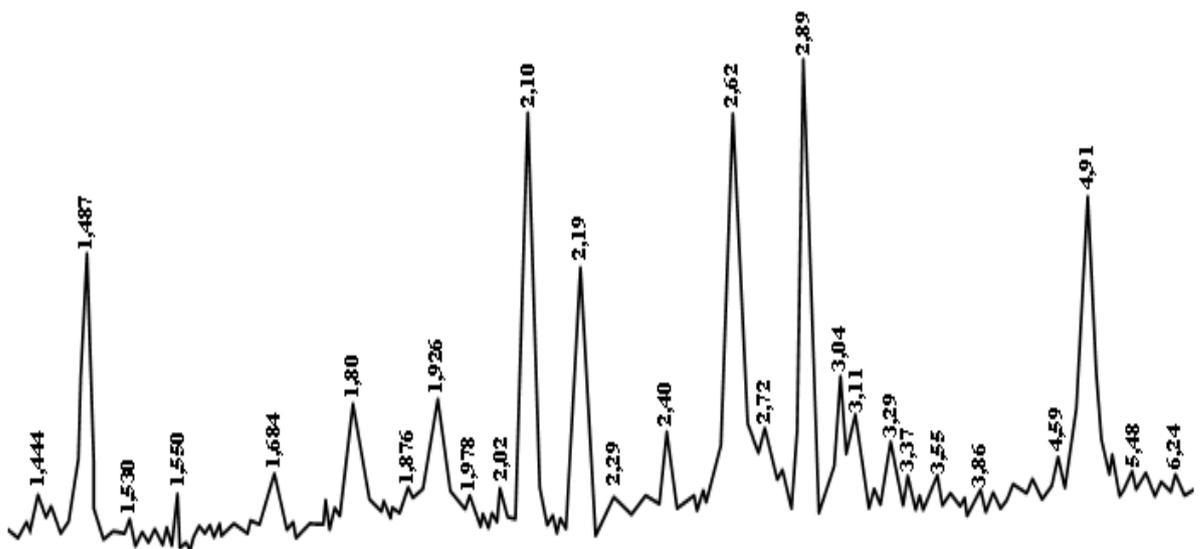
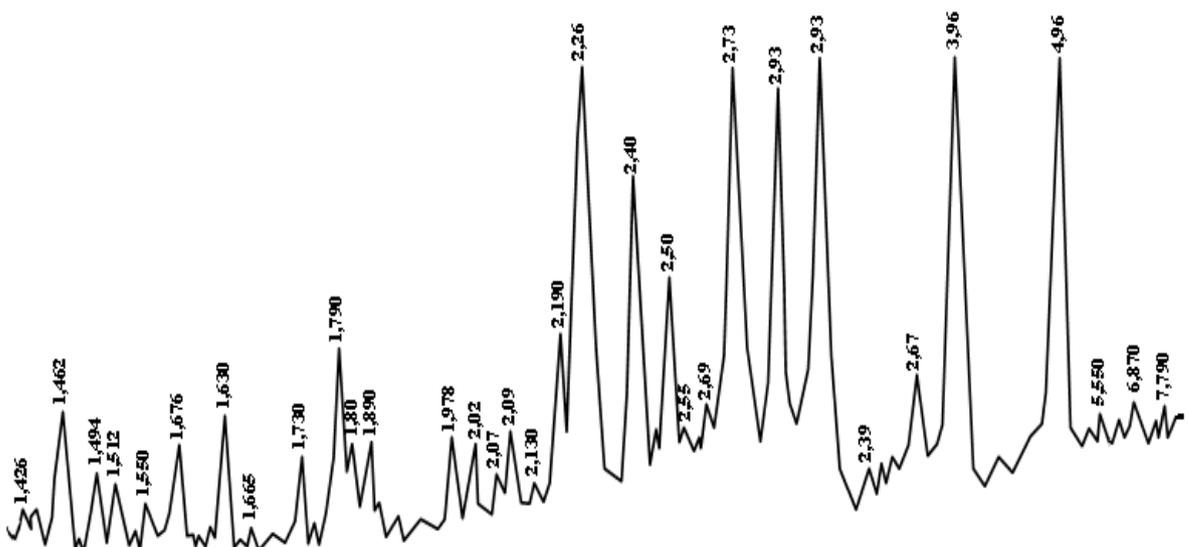
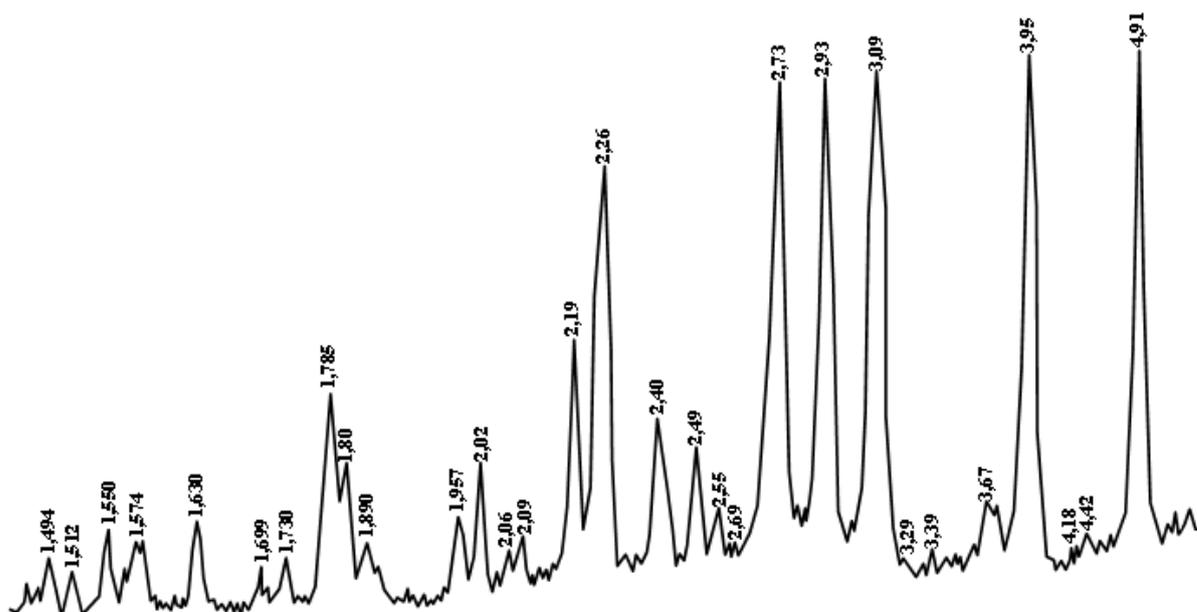


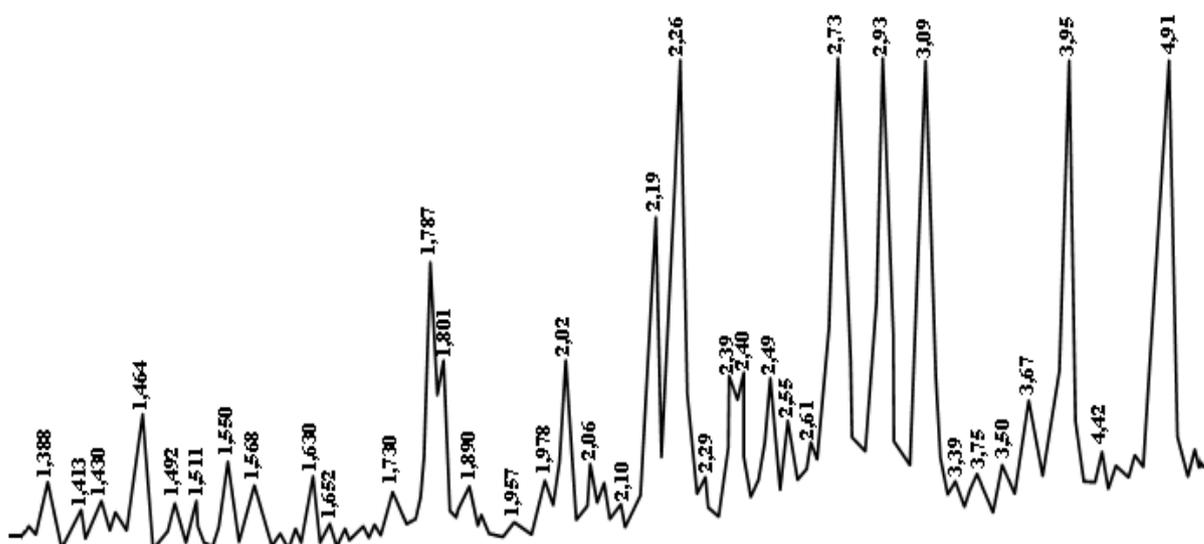
Рис. 3. Рентгенограмма доломита Навбахорского месторождения.



Массовое соотношение АС : ДМ = 100 : 10



Массовое соотношение АС : ДМ = 100 : 25



Массовое соотношение АС : ДМ = 100 : 25

**Рис. 4. Рентгенограммы образцов магнийсодержащей известково-аммиачной селитры на основе плава  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  и доломита Навбахорского месторождения.**

На основе результатов электронно-микроскопических исследований можно констатировать, что добавки ДМ уменьшают размеры кристаллов  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ , являясь центрами кристаллизации. К тому же, ДМ заполняя поры и микротрещины, образует более совершенную поверхность и внутреннюю структуру гранул АС. Данные факты объясняют причины увеличения прочности гранул, уменьшения слеживаемости и их пористости, а также впитываемости дизельного топлива гранулами АС.

Термическим методом изучено влияние ДМ на полиморфные превращения АС. Термические анализы проведены в интервале температур нагрев-охлаждение от 25 до 175°C – от 175 до 25°C на приборе NETSCH STA 409 PC/PG (производство Германия). Показано, что плавление чистого

$\text{NH}_4\text{NO}_3$  протекает как обычно через IV→III; III→II; II→I и I→плав. Температура для переходов IV→III составляет 46°C, III→II – 85°C, II→I – 126°C, а I→плав – 169°C. Для образцов магнийсодержащей известково-аммиачной селитры также наблюдаются 4 последовательных превращений, характерных для  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ , но отличающихся по температурному переходу. При охлаждении плава чистого  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  протекают превращения плав→I; I→II; II→III и III→IV через температуры 169; 125; 48 и 30°C соответственно. А при охлаждении магнийсодержащей известково-аммиачной селитры модификационные переходы протекают через плав→I; I→II; II→IV. При этом фаза III не образуется, переход II→IV минует фазу III, а это обеспечивает меньшую деформацию кристаллической решетки образцов и достаточную прочность гранул (табл. 6).

**Таблица 6**

**Температура модификационных переходов магнийсодержащей известково-аммиачной селитры**

Массовое соотношение АС : ДМ	Значение пика на кривой								
	IV→III	III→II	II→I	I→плав	плав→I	I→II	II→III	III→IV	II→IV
	нагрев от 25 до 175°C				охлаждение от 175 до 25°C				
$\text{NH}_4\text{NO}_3$	46	85	126	169	169	125	48	30	-
100 : 5	54,6	88,3	130,	169,5	159,2	121,1	-	-	45,2
100 : 15	54,9	89,2	130,	169,8	161,6	119,1	-	-	45,1
100 : 25	44,7	90,2	130,	171,4	162,0	118,7	-	-	45,4
100 : 45	54,0	89,9	130,	171,8	162,6	118,2	-	-	45,3

Определена температура начала разложения и энергии активации образцов магнийсодержащей известково-аммиачной селитры в интервале температур от 25 до 300°C на приборе NETSCH STA 409 PC/PG.

Из табл. 7 видно, что температура начала разложения и энергия активации чистого  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  (без добавок) составляет 211°C и -915 Дж/г, а в образцах магнийсодержащей известково-аммиачной селитры эти показатели находятся в пределах 247,3-259°C и -840 ÷ -906,6 Дж/г. Отсюда следует, что для термического разложения магнийсодержащей известково-аммиачной селитры потребуются более высокая температура и значительно больше энергии, чем для разложения чистого  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ . Все это свидетельствует о том, что доломитовая мука снижает детонационные способности АС.

Гранулы образца чистого  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  после 10 циклов разрушаются на 5%, а после 80 циклов разрушаются полностью. А гранулы магнийсодержащей известково-аммиачной селитры с содержанием 5% ДМ после 30 циклов разрушаются на 5%. При оптимальном соотношении АС : ДМ = 100 : 25 магнийсодержащая известково-аммиачная селитра сохраняет целостность гранул до 25 термоциклов, после 100 термоциклов на 71% против 29 разрушенных. Чем больше количества ДМ в плаве  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ , тем выше термоустойчивость гранул (табл. 8).

Таблица 7

**Начало температуры и значения энергии активации  
терморазложения сульфат-нитрата аммония**

Соотношение исходных компонентов	Содержание в смеси ФГ, %	Температура начала разложения, °С	Энергия активации, Дж/гр.
NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> марки «ч»	200–300	211,0	-915,1
100 : 5		247,3	-840,6
100 : 15		251,9	-856,4
100 : 25		258,6	-889,5
100 : 45		259,0	-906,6

Таблица 8

**Термоустойчивость гранул магнийсодержащей известково-аммиачной селитры на термоциклы 20↔60°С нагревание-охлаждение**

Массовое соотношение АС : ДМ	Количество разрушенных гранул по циклам переходов форм IV ↔ III, %				
	10 цикл	25 цикл	50 цикл	90 цикл	100 цикл
Гранулированный NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> марки «ч»	5	21	36	100	–
АС с магниезальной добавкой (0,28% MgO)	–	13	27	82	100
100 : 3,0	-	9	21	59	72
100 : 5,0	-	7	18	47	65
100 : 10	-	-	12	30	44
100 : 15	-	-	10	25	38
100 : 20	-	-	9	23	35
100 : 25	-	-	7	20	29
100 : 30	-	-	-	13	25
100 : 35	-	-	-	9	21

В табл. 9 приведены результаты буферного действия ДМ на рН среду плава NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> при 180°С. При термическом распаде учитывается доказанное положение о том, что одной из причин, обуславливающих разложение NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>, является увеличение кислотности её плава. А ДМ оказывает буферное воздействие на кислотность плава NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>. Например, при 180°С и 120-ти минутной выдержке рН плава NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> снижается с исходного 5,17 до 2,12 (на 3,05). Тогда как установлено, что при АС : ДМ = 100 : 25 оно снижается с 7,21 до 6,03. То есть процесс сильного закисления расплава не происходит, так как образующийся в расплаве свободный HNO<sub>3</sub> постепенно нейтрализуется минералом CaMg(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> доломита.

Независимо от количества добавляемой ДМ повышение температуры монотонно снижает как плотность, так и вязкость расплава АС. При массовых соотношениях АС : ДМ = 100 : (0,5-35) и температурах (165-180°С) плотность и вязкость доломитно-нитратных расплавов составляют 1,591-

Таблица 9

Буферное действие оломитовой муки на рН плава  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ 

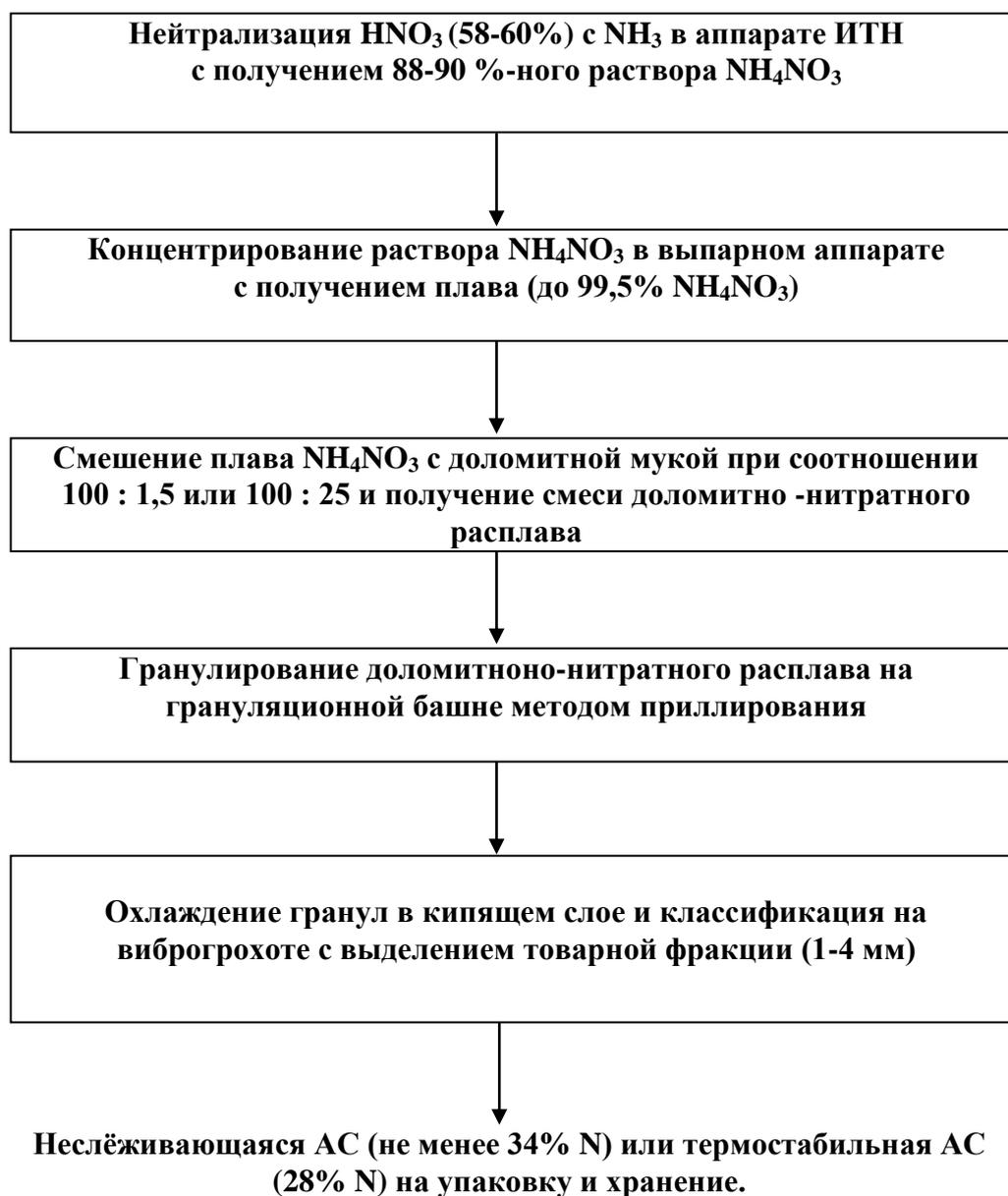
Массовое соотношение АС : ДМ	рН 10%-ного раствора плава удобрения в зависимости от времени выдержки, мин								
	0	5	10	20	40	60	80	100	120
$\text{NH}_4\text{NO}_3$ «ч»	5,17	2,70	2,61	2,54	2,43	2,34	2,25	2,19	2,12
100 : 3	6,83	6,36	5,92	5,60	5,41	5,30	5,24	5,18	5,07
100: 5	6,86	6,61	6,43	6,27	6,15	6,0	5,89	5,72	5,56
100: 15	7,05	6,87	6,72	6,58	6,40	6,28	6,16	6,07	5,90
100: 25	7,21	7,12	7,01	6,87	6,69	6,45	6,31	6,19	6,03
100 : 35	7,34	7,20	7,11	7,0	6,88	6,72	6,54	6,36	6,12
100 : 45	7,42	7,28	7,17	7,06	6,90	6,83	6,67	6,48	6,31

1,768 кг/см<sup>3</sup> и 6,12-10,43 сПз и которые вполне пригодны для гранулирования методом приллирования.

На основе полученных результатов можно заключить, что по улучшению физико-химических и потребительских свойств ДМ считается хорошим модификатором как брусит, магнезит, сульфат аммония, известняк, мел, фосфоритная мука, бентонит и другие неорганические добавки. ДМ является доступным и дешевым сырьевым материалом, что определяет экономическую целесообразность её применения в производстве АС.

В четвертой главе диссертации «Технологические проработки магниесодержащей известково-аммиачной селитры с добавкой доломитов Узбекистана» приведены результаты опытов на лабораторной модельной установке и опытно-промышленных испытаний технологии неслёживающейся и термостабильной АС. При этом показано, что состав и свойства образцов готовых удобрений очень близки к составам продуктов, полученных в лабораторных условиях. На основе проведенных лабораторных исследований и серии опытов на модельной установке разработаны основные показатели технологического режима процесса. При этом для двух видов продукции: для неслёживающейся АС оптимальным соотношением АС : ДМ выбрано 100 : 1,5 и для термостабильной АС : ДМ = 100 : 25.

Для проведения опытно-промышленных испытаний на АО «Navoiyazot» технологии неслёживающейся и термостабильной АС использовался доломит Навбахорского месторождения (Навоий. обл.). Все стадии процесса получения плава АС осуществлялись по существующей технологии производства. Только дополнительно смонтирован узел подачи ДМ и её смешение с плавом АС. ДМ через микродозатор подавалась в шнек-смеситель, где смешивался с плавом АС. Время смешивания составляло 3 мин. Далее доломитно-нитратный плав поступал в гомогенизатор для образования однородной текучей массы, затем в гранулятор и разбрызгивался в грануляционной башне. В ходе испытаний выпущено 2,0 тонны опытной партии неслёживающейся АС с массовым соотношением АС : БГ = 100 : 1,5 и 10 тонн термостабильной АС с массовым соотношением АС : БГ = 100 : 25 (рис. 5).



**Рис. 5. Блок-схема производства модифицированной аммиачной селитры с добавкой доломитной муки.**

Для определения их рассыпчатости они были складированы в течение 6 месяцев, в результате которого было показано, что продукты полностью сохраняют свою рассыпчатость в периоде всего испытания.

В 2017 году на магнийсодержащую аммиачную селитру АО «Navoiyazot» разработаны технические условия (TSh 00203849-117:2015) и утверждены Навоийским управлением стандартизации и метрологии.

Таким образом, разработанная и предложенная рецептура минерального удобрения на базе АС обладает высокими потребительскими свойствами, к которым, относятся сбалансированность питательных компонентов, тем самым агрохимическая эффективность, технологическая и термическая безопасность, повышенная прочность и отсутствие слеживаемости.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты исследований, проведенных по теме диссертации позволяют сформулировать следующие общие выводы:

1. Получение неслёживающейся АС осуществляется с добавкой ДМ в плавы  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  перед его грануляцией методом приллирования. Количество добавки меняли от 0,5 до 2,0г по отношению 100г плава  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ . Показано, что слёживаемость АС с ДМ составляет 4,06 и 3,59 кг/см<sup>2</sup> соответственно, что меньше в 1,5 раза, чем у селитры без добавки (5,62 кг/см<sup>2</sup>). Для получения неслёживающейся АС с содержанием не менее 34% N, имеющих прочность 2,03-2,45 МПа количество ДМ должно быть до 2,0г по отношению к 100г  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ .

2. Добавление от 3 до 45г ДМ по отношению 100г плава  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  прочность гранул удобрения повышается от 3,44 до 13,02 МПа. Слёживаемость, пористость и впитываемость гранул дизельного масла снижается от 3,29 до 1,81 кг/см<sup>2</sup>, от 8,43 до 5,90% и от 3,17 до 1,67г соответственно. Для сравнения эти показатели у чистого  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  и АС с добавкой магнезита равняются 5,62 и 4,67 кг/см<sup>2</sup>; 22,0 и 9,10%; 4,82 и 4,33г соответственно.

3. Полиморфные переходы в цикле нагрев-охлаждение (25-175°С – 175-25°С) показывают, что при охлаждении плава термостабильной АС с добавкой ДМ модификационные превращения протекают через плавы I; I→II; II→IV. Фаза III не образуется. Селитра с 25 %-ной добавкой ДМ позволяет сохранить целостность гранул до 50 термоциклов, а после 100 термоциклов на 71% против 29% разрушенных. В то время гранулы чистого  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  после 10 термоциклов разрушаются на 5%, а после 80 термоциклов разрушаются полностью.

4. Температура начала разложения и энергия активации чистого  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  (без добавок) составляет 211°С и -915 Дж/г, а образцов магнийсодержащей известково-аммиачной селитры лежит в пределах 247,3-259,0°С и -840,6 ÷ -906,6 Дж/г. Это свидетельствует о том, что доломитная мука снижает детонационные способности АС.

5. При оптимальном массовом соотношении АС : ДМ реологические свойства расплавов магнийсодержащей известково-аммиачной селитры обладают досточной текучестью и вполне приемлемы для транспортирования через трубопроводы с последующим их приллированием на грануляционной башне.

6. На модельной установке отработаны оптимальные режимы получения неслёживающейся и термостабильной АС. Состав и свойства удобрений близки к составам продуктов, полученных в лабораторных условиях. Технологии получения неслёживающейся и термостабильной АС прошли апробацию в опытно-промышленных условиях на АО «Navoiyazot» с выпуском опытной партий продукции в объеме 12 тонн. На основе опытных работ на лабораторной модельной установке и опытно-промышленных

испытаний на АО «Navoiyazot» предложены стадии технологических схем производств новых видов продуктов.

7. На магнийсодержащую известково-аммиачную селитру разработаны и утверждены технические условия (TSh 00203849-117:2015). Предварительная технико-экономическая оценка показывает, что при замене привозного магнезита на доломит себестоимость добавки снижается на 93%. А организация производства магнийсодержащей известково-аммиачной селитры открывает возможность выпуска экспорториентированной новой продукции с добавленной стоимостью.

**SCIENTIFIC COUNCIL AWARDING SCIENTIFIC DEGREES  
DSc.27.06.2017.K/T.35.01 AT INSTITUTE OF  
GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY AND TASHKENT  
CHEMICAL-TECHNOLOGICAL INSTITUTE**

---

**INSTITUTE OF GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY**

**NABIEV ABDURAKHIM ABDUKHAMITOVICH**

**TECHNOLOGY OF OBTAINING THERMOSTABLE AMMONIUM  
NITRATE WITH ADDITION OF DOLOMITE**

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

**DISSERTATION ABSTRACT  
OF DOCTOR OF PHILOSOPHY IN TECHNICS**

**Tashkent – 2019**

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 B2017.3.PhD/T428.

Dissertation was carried out at Institute of General and Inorganic Chemistry.

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

**Research supervisors:** **Reymov Ahmed Mambetkarimovich**  
doctor of technical science,

**Official opponents:** **Mirzakulov Kholdura Chorievich**  
doctor of technical sciences, professor

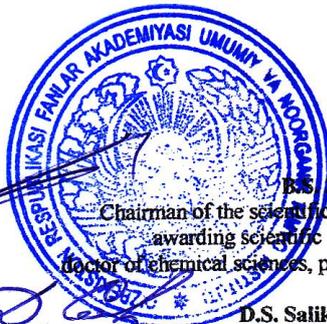
**Sultonov Bokhodir Elbekovich**  
doctor of technical sciences, Senior Researcher

**Leading organization:** **Fergana politechnical institute**

The defense will take place " 25 " june 2019 at 10<sup>00</sup> o'clock at the meeting of scientific council No. DSc.27.06.2017.K/T.35.01 at General and Inorganic Chemistry, Tashkent Chemical Technological Institute, (Address: 100170, Tashkent city, Mirzo Ulug'bek district, Mirzo Ulug'bek street, 77-a. Tel.: (+99871) 262-56-60, fax: (+99871) 262-79-90, e-mail: [ionxanruz@mail.ru](mailto:ionxanruz@mail.ru)).

The dissertation can be reviewed at the Information Resource Centre of the General and Inorganic Chemistry, (is registered under № 4 ). Address: 100170, Tashkent city, Mirzo Ulug'bek street, 77-a. Tel./fax: (+99871) 262-56-60, (+99871) 262-79-90).

Abstract of dissertation sent out on "11" june 2019 y.  
(mailing report № 4 from "11" june 2019 y.).



**B.S. Zakirov**  
Chairman of the scientific council  
awarding scientific degrees,  
doctor of chemical sciences, professor

**D.S. Salikhanova**  
Scientific secretary of the scientific council  
awarding scientific degrees, doctor of technical sciences

**S.A. Abdurakhimov**  
Chairman of scientific seminar at scientific council on  
awarding of scientific degrees, doctor of technical sciences, professor

## INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

**The aim of the research** is the development of a technology for producing thermostable ammonium nitrate (AN) based on the addition of in the melt ammonium nitrate local dolomite minerals.

**The object of the research work** is  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  melt, dolomite minerals, dolomite flour, dolomite-nitrate melt, non-sticky and thermostable AN with the addition of dolomite.

**The scientific novelty of the dissertation research** is as follows:

proved the possibility of using dolomite minerals as a modifier to the AN on the basis of the results of the determination of their physico-mechanical properties;

was established an increase in the strength of granules AN by 2-6 times and 2-3 times reduced caking based on the use of dolomite additives in melt  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  with weight ratios from 100: 3 to 100: 45;

proved the decarbonization of dolomite as a result of the decomposition of the mineral  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$  in the melt  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ;

identified stable behavior of the AN with the addition of dolomite during storage and transportation and temperature fluctuations ( $25-45^\circ\text{C}$ ) without destroying its granules as a result of the direct II $\rightarrow$ IV polymorphic transition of pure  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ;

was established an increase in the decomposition temperature of  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  from 211 to 259 ° C in the presence of dolomite flour;

the technology of obtaining non-caking and thermostable AN with the addition of dolomite.

**Implementation of research results.** Based on the obtained scientific results on the development of the technology of non-caking and thermostable AN based on  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  melt and dolomite:

The Navoi Standardization and Metrology Department for dolomite nitrate approved specifications (TSh 00203849-139: 2017). This condition allows you to control the process and the quality of the product with calcium and magnesium additives;

technologies of obtaining non-caking AN (with a content of at least 34% N) and thermostable AN (with a content of not more than 28% N) on the basis of  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  water and dolomite flour (DF) are included in the “list of promising developments of Navoiyazot JSC on practical implementation in 2020-2021” (JSC reference (Navoiyazot No. 5309 dated May 24, 2019). As a result, opportunities have been created for replacing imported magnesite with local raw materials, and for obtaining a thermostable AN with reduced detonation properties;

a business agreement was concluded with Navoiyazot JSC at the VIII Republican fair of innovative ideas, technologies and projects for the development of technology for obtaining magnesium-containing ammonium nitrate (registered on 05/19/2015 number 15-20). As a result, the possibility of organizing the production of export oriented lime-ammonium nitrate was created.

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

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

**I бўлим (I часть; part I)**

1. Реймов А.М., Набиев А.А., Намазов Ш.С., Маденов Б.Д. Прочность гранул магнезио-известковой аммиачной селитры. // Вестник Самаркандского государственного университета. – Самарканд, 2016 – №5(99). – С. 153-156 (02.00.00. №9).
2. Набиев А.А., Реймов А.М., Сейтназаров А.Р., Намазов Ш.С. Реологические свойства расплава магнийсодержащей известково-аммиачной селитры. // Узбекский химический журнал. – Ташкент, 2016. – № 3. – С. 48-51 (02.00.00. №6).
3. Набиев А.А., Реймов А.М., Намазов Ш.С. Маматалиев А.А. Физико-химические и товарные свойства магнийсодержащей известковой аммиачной селитры. // Universum: Технические науки: электрон. научн. журнал. – Москва, 2017. – № 5(38) – С. 40-45 (02.00.00 №1).
4. Набиев А.А., Намазов Ш.С., Сейтназаров А.Р., Реймов А.М., Беглов Б.М., Айымбетов А.Ж. Известково-аммиачная селитра и её применение в сельскохозяйственном производстве. // Universum: Технические науки: электрон. научн. журнал. – Москва, 2017. – №6(39) – С. 25-32 (02.00.00 №1).
5. Набиев А.А., Реймов А.М., Намазов Ш.С., Беглов Б.М. Изучение процесса получения магнийсодержащей известковой аммиачной селитры // Химическая технология. Контроль и управление. – Ташкент, 2018. – № 1/2. – С. 13-17 (02.00.00. №10).
6. Набиев Н.А., Маматалиев А.А., Намазов Ш.С., Жураев Н.Ё. Магнийсодержащая известково-аммиачная селитра и реологические свойства её расплавов. // Композиционные материалы. – Ташкент, 2018. – №2. – С. 119-122 (02.00.00. №4).
7. Набиев А.А., Маматалиев А.А., Намазов Ш.С. Физические свойства магнийсодержащие известково-аммиачной селитры. // Композиционные материалы. – Ташкент, 2018. – №3. – С. 37-39 (02.00.00. №4).

**II бўлим (II часть; part II)**

8. Набиев А.А., Намазов Ш.С., Сейтназаров А.Р. Реймов А.М., Беглов Б.М. Известково-аммиачная селитра: получение и свойства. // «Химический журнал Казахстана». – Алматы, 2017. – № 3. – С. 41-54.
9. Nabiev A.A., Reymov A.M., Juraev N.Yo., Mamataliev A.A., Seytnazarov A.R., Namazov Sh.S. Composition and properties of magnesium-containing carbonate-ammonium nitrate. International Journal of Recent Advancement in Engineering & Research. India. – 2018. – Volume 04. – Issue 06 – pp. 1-6.

10. Реймов А.М., Намазов Ш.С., Тен А.В., Жуманазаров Р.Б., Пирманов Н.Н., Набиев А.А. Магнийсодержащая известковая аммиачная селитра. // Материалы VIII-Международной научно-технической конференции «Горно-металлургический комплекс: достижения, проблемы и современные тенденции развития». – Навои, 19-21 ноября, 2015 г., - С. 322-323.
11. Набиев А.А., Реймов А.М., Намазов Ш.С., Айымбетов А.Ж. Получение кальций и магнийсодержащей аммиачной селитры. // V-Международная конференция - Школа по химической технологии (Сателлитная конференция XX-Менделеевского съезда по общей и прикладной химии). – Волгоград, 16-20 мая 2016 – С. 279-281.
12. Набиев А.А., Реймов А.М., Намазов Ш.С., Маденов Б.Д., Айымбетов А.Ж. Изучение реологических свойств расплавов известковой-аммиачной селитры. // Сборник трудов Международной научно-технической конференции “Актуальные проблемы инновационных технологий в развитии химической, нефте-газовой и пищевой промышленности». – Ташкент, 26-27 мая 2016 года. – С. 349-350.
13. Намазов Ш.С., Набиев А.А., Реймов А.М., Мурсаева Н.Т. Инновационная технология получения термостабильного удобрения на базе аммиачной селитры. // Сборник тезисов Республиканской научной конференции молодых ученых “Высокотехнологические разработки в производстве”. – Ташкент, 14 декабря 2016 года. – С. 78-79.
14. Набиев А.А., Реймов А.М., Намазов Ш.С. Известковая аммиачная селитра. // Академик А.Ф.Ганиевнинг 85 йиллигига бағишланган “Аналитик кимё фанининг долзарб муаммолари” V-Республика илмий-амалий. анжумани материаллари тўплами. – Термиз, 2017 йил 26-28 апрель – 52-53 бетлар.
15. Набиев А.А., Реймов А.М., Сейтназаров А.Р., Намазов Ш.С., Беглов Б.М. Известково-аммиачная селитра: получение, свойства и применение в сельскохозяйственном производстве. // Материалы Международной научно-технической конференции «Достижения, проблемы и современные тенденции развития горно-металлургического комплекса». – Навои, 12-14 июня 2017 года. - С. 320-321.
16. Набиев А.А., Намазов Ш.С., Маматалиев А.А., Каймакова Д.А., Курбанов Ж.Х. Физико-химические свойства магнийсодержащей известково-аммиачной селитры // Сборник материалов Международной научно-технической конференции “Современное состояние и перспективы развития производства фосфорсодержащих удобрений на основе фосфоритов Центральных Кызылкумов и Каратау. – Ташкент, 25-26 октября 2018. - С. 31-32.
17. Nabiev A.A., Mamataliev A.A., Namazov Sh.S. Composition and properties of magnesium-containing carbonate-ammonium nitrate. // XLVI-International Correspondence Scientific and Practical Conference “European Research: Innovation in Science, Education and Technology”. – London, United Kingdom, 8-9 November 2018. – pp. 6-8.

18. Набиев А.А., Маматалиев А.А., Намазов Ш.С., Жураев Н.Ё., Реймов А.М. Прочность гранул магний-содержащей известково-аммиачной селитры. // Республиканской научно-технической конференции «Современные проблемы и перспективы химии и химико-металлургического производства». – Навои, 22 ноября 2018. – С. 52-53.

Автореферат «Ўзбекистон кимё журналы» таҳририятида  
таҳрирдан ўтказилди

Бичими 60x84 1/16. Ризограф босма усули. «Times New Roman» гарнитураси.

Шартли босма табағи 3.25 Адади 100. Буюртма № 21.

Баҳоси келишилган нархда.

«ЎзР Фанлар Академияси Асосий кутубхонаси» босмахонасида чоп этилган.  
Босмахона манзили: 100170, Тошкент ш., Зиёлилар кўчаси, 13-уй.



