

**NAVOIY DAVLAT KONCHILIK VA TEXNOLOGIYALAR
UNIVERSITETI HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI
PhD.17/30.07.2022.T.06.03 RAQAMLI ILMIY KENGASH**

**NAVOIY DAVLAT KONCHILIK VA TEXNOLOGIYALAR
UNIVERSITETI**

TAXIROVA NARGISA BAXRIDDINOVNA

**AMMONIY NITRATI, SULFATI, DOLOMIT VA FOSFOGIPS ASOSIDA
MURAKKAB O'G'ITLAR OLISH TEXNOLOGIYASI**

02.00.13 - Noorganik moddalar va ular asosidagi materiallar texnologiyasi

**Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi
AVTOREFERATI**

**Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi avtoreferati
mundarijasi**

**Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD)
по техническим наукам**

**Contents of dissertation abstract of doctor philosophy (PhD) on technical
sciences**

Taxirova Nargisa Baxriddinovna

Ammoniy nitrati, sulfati, dolomit va fosfogips asosida murakkab o'g'itlar
olish texnologiyasi..... 3

Тахирова Наргиса Бахриддиновна

Технология получения сложных удобрений на основе фосфогипса,
доломита, нитрата и сульфата аммония 21

Takhirova Nargisa Baxriddinovna

Technology for the production of complex fertilizers based on
phosphogypsum, dolomite, ammonium nitrate and sulfate..... 39

E'lon qilingan ishlar ro'yxati

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

**NAVOIY DAVLAT KONCHILIK VA TEXNOLOGIYALAR
UNIVERSITETI HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI
PhD.17/30.07.2022.T.06.03 RAQAMLI ILMIY KENGASH**

**NAVOIY DAVLAT KONCHILIK VA TEXNOLOGIYALAR
UNIVERSITETI**

TAXIROVA NARGISA BAXRIDDINOVNA

**AMMONIY NITRATI, SULFATI, DOLOMIT VA FOSFOGIPS ASOSIDA
MURAKKAB O'G'ITLAR OLISH TEXNOLOGIYASI**

02.00.13 - Noorganik moddalar va ular asosidagi materiallar texnologiyasi

**Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi
AVTOREFERATI**

Falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi mavzusi O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasida B2022.4.PhD/T1783 raqam bilan ro'yxatga olingan.

Dissertatsiya Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universitetida bajarilgan.

Dissertatsiya avtoreferati uch tilda (o'zbek, rus, ingliz (rezyume)) Ilmiy kengash veb-sahifasida www.ndktu.uz va «Ziyonet» axborot-ta'lim portalida joylashtirilgan.

Ilmiy rahbar:	Xudoyberdiyev Fazliddin Isroilovich texnika fanlari falsafa doktori, dotsent
Rasmiy opponentlar:	Umirov Farhod Ergashovich texnika fanlari doktori, professor
	Alimov Umarbek Kadirbergenovich texnika fanlari doktori, katta ilmiy xodim
Yetakchi tashkilot:	Namangan muhandislik-texnologiya instituti

Dissertatsiya himoyasi Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti huzuridagi PhD.17/30.07.2022.T.06.03 raqamli Ilmiy kengashning «18» 04 2023 yil soat 10⁰⁰ dagi majlisida bo'lib o'tadi (Manzil: 210100, Navoiy shahri, G'alaba shoh ko'chasi, 76 v-uy. Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universitetining majlislar zali. Tel.: 0 (436) 223-23-32; faks: 0 (436) 223-49-66; (e-mail: nvmi_info@edui.uz).

Dissertatsiya bilan Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universitetining Axborot-resurs markazida tanishish mumkin (131 raqam bilan ro'yxatga olingan). Manzil: 210100, Navoiy shahri, G'alaba shoh ko'chasi, 76v-uy. Tel.: 0 (436) 223-23-32; faks: 0 (436) 223-49-66; (e-mail: nvmi_info@edui.uz)

Dissertatsiya avtoreferati 2023 yil «5» 04 kuni tarqatildi.
(2023 yil «5» 04 dagi 3 raqamli reestr bayonnomasi).



B.F. Muxiddinov
Ilmiy darajalar beruvchi Ilmiy kengash raisi, k.f.d., professor

S.Sh. Sharipov
Ilmiy darajalar beruvchi Ilmiy kengash ilmiy kotibi, PhD., dotsent

H.M. Vapoyev
Ilmiy darajalar beruvchi Ilmiy kengash qoshidagi Ilmiy seminar raisi, t.f.d., dotsent

KIRISH (falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi annotatsiyasi)

Dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zarurati. Jahonda aksariyat sanoat korxonalarini uchun ishlab chiqarish samaradorligini oshirish, uning atrof-muhitga zararli ta'sirini kamaytirish va ishlab chiqarilayotgan mahsulotlarning raqobatbardoshligini oshirish ustuvor vazifalardan biri bo'lib qolmoqda. Qishloq xo'jaligi ekinlaridan yuqori hosil olishda, ularni mineral o'g'itlarga bo'lgan ehtiyojini ta'minlash dolzarb muammo bo'lib qolmoqda. Chunki, qishloq xo'jaligining muhim vazifalaridan biri aholini sifatli oziq-ovqat mahsulotlariga bo'lgan talabini qondirishdan iborat. Qishloq xo'jalik mahsulotlarini ishlab chiqarishda mahsulot tannarxini arzonlashtirish maqsadida, asosan o'zida turli xil ozuqaviy elementlarni saqlaydigan mahalliy minerallardan foydalanish maqsadga muvofiq. Bu o'rinda ekinlarni ekish oldidan qo'llashda atmosfera suvlari tomonidan yuvilib ketmaydigan, biroq o'simlikka uning butun vegetativ davrida bir meyyorda hamda sekin ta'sir qiluvchi azotli, fosforli, kaliyli va boshqa murakkab o'g'itlar ishlab chiqarish muhim ahamiyatga ega.

Dunyoda bugungi kunda ekinlarga samarali va tez ta'sir qiluvchi azotli o'g'itlardan biri ammiakli selitra (AS) hisoblanadi. AS suyuqlanmasi yoki eritmasiga karbonatli, kaliyli, fosfatli, sulfatli va boshqa noorganik qo'shimchalarni qo'shish orqali yaxshi fizik-kimyoviy va tovar xossalarga ega bo'lgan murakkab o'g'itlar olish texnologiyasini ishlab chiqish bo'yicha ilmiy izlanishlar olib borilmoqda. Bu borada, selitra suyuqlanmasi, dolomit minerali (DM) va ammoniy sulfati asosida magniyli ohakli-ammiakli selitra (OAS) olish jarayonini o'rganish; AS suyuqlanmasi, DM va fosfogips (FG) asosida fosfogipsli OAS olish jarayonini o'rganish; mahsulotlarning kimyoviy tarkiblari va xossalari DM va FG qo'shimchasi miqdorlarining ta'sirini aniqlash; AS va tanlangan qo'shimchalar asosida fizik-kimyoviy va tovar xossalari yaxshilangan murakkab o'g'itlar olishga alohida e'tibor qaratilmoqda.

Respublikamizda AS suyuqlanmasini mahalliy Qizilqum fosforit uni yoki ohaktosh kukuni bilan qayta ishlash asosida «Navoiyazot» AJda azotfosforli o'g'it (AFO') ishlab chiqarish bo'yicha ilg'or ilmiy asoslangan chora tadbirlarni joriy qilib, qator ilmiy amaliy natijalarga erishilmoqda. O'zbekiston Respublikasining 2022-2026 yillarga mo'ljallangan Taraqqiyot strategiyasining uchinchi yo'nalishida “Sanoat tarmoqlarida yo'qotishlarni kamaytirish va resurslarni ishlatish samaradorligini oshirish”, “Ilm-fan va innovatsiyaga asoslangan agroxizmatlar ko'rsatish tizimini takomillashtirish, agrosanoat korxonalarini xom-ashyo bilan ta'minlash va ishlab chiqarish hajmini 1,5 baravar oshirish”¹ ga qaratilgan muhim vazifalar belgilangan. Ushbu vazifalardan kelib chiqqan holda, mahalliy xom-ashyolar ammiakli selitra, dolomit minerali, ammoniy sulfati va fosfogips asosida g'o'za va boshqali don ekinlarini oziqlantirishda zarur bo'lgan tarkibida azotoltingugurkalsiy va magniy saqlovchi murakkab o'g'itlar olish texnologiyasini ishlab chiqish muhim ahamiyat kasb etadi.

O'zbekiston Respublikasi Prezidentining Farmoni, 28.01.2022 yildagi PF-60-sonli “2022-2026 yillarga mo'ljallangan Yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasi” to'g'risidagi farmoni

O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022 yil 28-yanvardagi PF-60 son «2022-2026 yillarda O'zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo'yicha yettita yo'nalishidagi Taraqqiyot strategiyasi» to'g'risidagi Farmoni va 2018 yil 25-oktyabrdagi PQ 3983-son «O'zbekiston Respublikasi kimyo sanoatini tezkor rivojlantirish bo'yicha choralari to'g'risida»gi hamda 2019 yil 3-apreldagi PQ-4265 son «Kimyo sanoatini yanada isloh qilish va uning investitsiyaviy jozibadorligini oshirish chora tadbirlari to'g'risida»gi Qarorlari hamda mazkur faoliyatga tegishli boshqa meyoriy-huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni amalga oshirishga mazkur dissertatsiya tadqiqoti muayyan darajada xizmat qiladi.

Tadqiqotning respublika ilm-fan va texnologiyalarini rivojlantirishning ustuvor yo'nalishlariga muvofiqligi. Mazkur tadqiqot respublika fan va texnologiyasini rivojlantirishning VII. «Kimyoviy texnologiyalar va nanotexnologiyalar» ustuvor yo'nalishiga muvofiq bajarilgan.

Muammoning o'rganilganlik darajasi. Ilmiy-texnik adabiyotlarda ASni karbonatli, kaliyli, fosfatli, sulfatli va boshqa noorganik qo'shimchalar bilan qayta ishlash asosida yopishqoqligi bo'lmagan, hamda termik barqarorlashgan AS olish texnologiyasi bo'yicha ilmiy ishlar keng yoritilgan. Jahonda ASning yopishqoqligini bartaraf etish muammosi har xil qo'shimchalar – magniy sulfat, ohak, bo'r, bentonit, kaustik, magnezit, ortoborat kislotasi, diammoniyfosfat, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ va uni aralashmasidan iborat fosfat-borat-sulfatlarni foydalanish orqali yechilgan (Vincent, J.Russo, L.Brown Marion, С.Д.Фридман, Н.И.Гельперин, А.М.Абросимова, А.С.Скум, Р.Я.Кириндасова, В.А.Клевке, М.А.Миниович, В.М.Олевский, И.И.Стрижевский). Ularning ichida magnezit yoki brusit ASga eng yaxshi modifikator qo'shimcha sifatida qo'llaniladi. Ko'p tonnajli AS tannarxini kamaytirishda magnezit yoki brusitni mahalliy xomashyolarga almashtirish mumkin.

ASning termik barqarorsizlik muammosi uning yopishqoqlik muammosidan ham juda jiddidir. Yevropa, Rossiya va O'zbekistonda ham AS suyuqlanmasiga ohak kukunini kiritish orqali OASni ishlab chiqarish o'zlashtirilgan (Kolaczkowski A., Biskupski A., Kaljuvee T., Edro E., Цеханская Ю.В., Долгов В.В., Таран А.Л., Жмай Л.А., Namazov Sh.S., Jurayev N.Yo.). Rossiyaning «Череповецкий азот» OAJda AS suyuqlanmasiga superfosfat kislotasidan olingan suyuq kompleks o'g'itini qo'shish asosida termik barqarorlashgan AFO' ishlab chiqarish amaliyotga joriy etilgan (Чернышев А.К., Левин Б.В., Туголуков А.В. va boshq.). Bunda ro'y beradigan noqulayliklar: qurilmalarning superfosfat kislotasi tarkibidagi ftoridan korroziyaga uchrashi va Fe, Al, Mg, Ca tuzlarining trubalarga tiqilib qolishi hisoblanadi. Bundan tashqari, respublikamizda superfosfat kislotasi ishlab chiqarilmaydi. Shuning uchun «Navoiyazot» AJda AS suyuqlanmasiga Markaziy Qizilqum fosforit unini kiritish orqali yopishqoqligi bo'lmagan hamda termik barqarorlashgan AFO' olish texnologiyasi joriy etilgan (Namazov Sh.S., Beglov B.M., Kurbaniyazov R.K.).

Mahalliy xomashyolar bazasini kengaytirish maqsadida karbonatli birikmalardan dolomit mineralini, sulfatli birikmalardan ammoniy sulfatini va ballastli qo'shimchalardan fosfogipsni ham jalb qilish mumkin. Ohak va bo'rdan tashqari OAS olishda keng qo'llaniladigan dolomit minerali ham istiqbolli

qo'shimchadir. Shu sababli, termik barqarorlashgan va yaxshi agrokimyoviy samaradorlikka ega dolomit, ammoniy sulfat va fosfogips qo'shimchali OASning ilmiy asoslarini va texnologiyasini ishlab chiqish dolzarb vazifa hisoblanadi.

Dissertatsiya mavzusining dissertatsiya bajarilayotgan oliy ta'lim muassasasining ilmiy-tadqiqot ishlari rejalari bilan bog'liqligi. Dissertatsiya tadqiqoti O'zbekiston Respublikasi Fanlar Akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti ilmiy-tadqiqot ishlari rejasining IZ-20170925259 raqamli «Mahalliy ohaktosh va dolomit qo'shimchali eksportga mo'ljallangan modifikatsiyalangan ammiakli selitra texnologiyasini ishlab chiqish va amaliyotga joriy qilish» mavzusidagi innovatsion loyihasi doirasida bajarilgan.

Tadqiqotning maqsadi ammiakli selitra suyuqlanmasi, dolomit minerali, ammoniy sulfati va fosfogips asosida murakkab o'g'itlar olish texnologiyasini ishlab chiqishdan iborat.

Tadqiqotning vazifalari:

Turli kon (Navbahor, Shursu, Dehqonobod) DM lari va "Ammofos-Maxam" AJ ishlab chiqarishi chiqindisi bo'lgan FG ning kimyoviy tarkibi va fizik-mexanik xossalarini aniqlash;

AS suyuqlanmasiga ma'lum massa nisbatlarda dastlab $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ yoki FG ni keyinchalik esa DM ni qo'shish yo'li bilan magniyli OAS olish jarayonlarini tadqiq etish;

eksperimental tajribalar asosida tayyorlangan magniyli OAS namunalarining kimyoviy tarkibi va fizik-kimyoviy xossalarini aniqlash;

dastlabki komponentlar og'irlik nisbati va haroratga bog'liq ravishda dolomit-sulfat-nitratli va dolomit-gips-nitratli suyuqlanmalarning zichlik va qovushqoqliklarini o'rganish;

yiriklashtirilgan laboratoriya model qurilmasida $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ qo'shimchali va FG tutgan OAS olishning rejimlarini sinovdan o'tkazib mahsulotning tajriba namunalarini olish;

magniyli OAS olishning ishlab chiqilgan texnologiyasini «Elektrokimyozavod» QK-AJda tajriba-sanoat sinovidan o'tkazish.

Tadqiqotning obyekti sifatida AS suyuqlanmasi, dolomit minerallari, ammoniy sulfati, fosfogips, dolomit-sulfat-nitratli va dolomit-gips-nitratli suyuqlanmalar, magniyli OAS tanlangan.

Tadqiqotning predmeti AS suyuqlanmasiga DM, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ hamda FGni kiritish orqali olingan dolomit-sulfat-nitratli va dolomit-gips-nitratli suyuqlanmalarni sepish usulida donadorlash asosida magniyli OAS olish shuningdek, tayyor o'g'itlarning tarkibi va fizik-kimyoviy xossalarini o'rganish jarayonlari hisoblanadi.

Tadqiqotning usullari. Dissertatsiya tadqiqotida kimyoviy, (analitik kimyo), fizik-kimyoviy (rentgenografik, elektron-mikroskopik, termik) tahlil usullaridan foydalanilgan.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi quyidagilardan iborat:

Turli kon dolomit minerallari va ekstraksiyon fosfor kislotasi ishlab chiqarishi chiqindisi bo'lgan FGning fizik-mexanik xossalarini aniqlash asosida ularni selitraga modifikator sifatida qo'llashga yaroqliligi isbotlangan;

AS suyuqlanmasiga dolomit mineralini 100:3 dan 100:45 og'irlik nisbatigacha va $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ hamda FGni dolomit-nitratli aralashma umumiy massasining 3 dan 10% gacha miqdorida qo'shish OAS donalari mustahkamligini 2-8 barobarga oshirishi va yopishqoqligini 2-4 barobargacha kamaytirishi aniqlangan;

AS suyuqlanmasida dolomit mineralining parchalanishi natijasida dolomitning karbonatsizlanishi isbotlangan;

DM, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ hamda FG ishtirokida ASning parchalanish temperaturasi 211°C dan $262,7^\circ\text{C}$ gacha oshganligi aniqlangan;

AS suyuqlanmasi, DM, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ va FG asosida OAS olish texnologiyasi ishlab chiqilgan.

Tadqiqotning amaliy natijalari quyidagilardan iborat:

AS suyuqlanmasiga DM, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ va FGni qo'shish yo'li bilan yaxshi fizik-kimyoviy va tovar xossalarga ega bo'lgan, eksportga mo'ljallangan tarkibida 34% dan kam bo'lmagan va 28% dan ko'p bo'lmagan azot tutgan murakkab o'g'itlar (ammoniy sulfat qo'shimchali va fosfogipsli OAS) olish texnologiyalari ishlab chiqilgan;

OASning minoradan sepish yoki jadal aralashtirish usulida oson donadorlanishi uchun ammoniy sulfat, fosfogips va dolomit minerallari samarali reagentlar ekanligi asoslangan;

Ammoniy sulfat qo'shimchali va fosfogipsli OAS olish texnologiyasi «Elektrokimyozavod» QK-AJda tajriba-sanoat sinovlaridan o'tkazilib, jarayonning asosiy texnologik parametrlari aniqlangan.

Tadqiqot natijalarining ishonchliligi tadqiqotlarda olib borilgan sezilarli hajmdagi tajriba va sanoat miqyosida o'tkazilgan eksperimentlar natijalarini qoniqarli mutanosibli kimyoviy, rentgenografik, differensial-termik analiz, elektron mikroskopik va boshqa zamonaviy fizik-kimyoviy, fizik-mexanik tahlil usullari yordamida murakkab tarkibli o'g'itlarni ishlab chiqarish texnologiyasini yaratilganligi, ulardan foydalanishda tajriba-sanoat ko'lamida sinovdan o'tkazilganligi va ishlab chiqarishda qo'llanilganligi asosida olingan natijalarining mos kelishi bilan isbotlangan.

Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati. Tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyati Ammiakli selitra o'g'itining tovar xossalari oshirishda modifikatlorlar sifatida dolomit minerali, ammoniy sulfati hamda fosfogipsni qo'shish mumkinligini baholash, shuningdek ishlab chiqilgan ammiakli selitra donalarining mustahkamligi 2-8 barobarga ortishi, yopishqoqligi 2-4 barobarga kamayishi hamda parchalanish temperaturasining 211°C dan $262,7^\circ\text{C}$ gacha oshganligi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining amaliy ahamiyati ammiakli selitra suyuqlanmasiga mahalliy dolomit minerali, ammoniy sulfati va fosfogipsni qo'shish yo'li bilan yuqori fizik-kimyoviy va tovar xossalarga ega bo'lgan, tarkibida 34% dan kam bo'lmagan va 28% dan ko'p bo'lmagan azot saqlovchi eksportga yo'naltirilgan murakkab o'g'itlar olish texnologiyasini ishlab chiqish hamda ammoniy sulfat qo'shimchali va fosfogipsli OAS olishning asosiy texnologik parametrlarini aniqlashga xizmat qiladi.

Tadqiqot natijalarining joriy qilinishi. AS suyuqlanmasi, DM, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ va FG asosida murakkab o'g'itlar olish texnologiyasini ishlab chiqish bo'yicha olingan ilmiy natijalar asosida:

$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ qo'shimchali OAS olish texnologiyasi «Elektrokimyozavod» QK-AJ ning “2022-2024 yillarda amaliyotga joriy etish bo'yicha istiqbolli ishlanmalari ro'yxati”ga kiritilgan («Elektrokimyozavod» QK-AJning 2022 yil 07 sentyabrdagi 196-son ma'lumotnomasi). Natijada, eksportga mo'ljallangan ohakli-ammiakli selitra ishlab chiqarishini tashkil etish imkoniyatini yaratadi;

AS suyuqlanmasi, DM va FG asosida fosfogipsli OAS olish texnologiyasi «Elektrokimyozavod» QK-AJ ning “2022-2024 yillarda amaliyotga joriy etish bo'yicha istiqbolli ishlanmalari ro'yxati”ga kiritilgan («Elektrokimyozavod» QK-AJning 2022 yil 07 sentyabrdagi 196-son ma'lumotnomasi). Natijada, «Ammofos-Maxam» AJ hududida 100 mln. tonnadan ortiq to'planib qolgan fosfogipsni suvda eruvchan oltingugurtli OASga aylantirish imkonini beradi.

Tadqiqot natijalarining aprobatsiyasi. Mazkur tadqiqotlarning natijalari 2 ta xalqaro va 5 ta respublika ilmiy-amaliy anjumanlarida muhokama qilingan.

Tadqiqot natijalarining e'lon qilinishi. Dissertatsiya mavzusi bo'yicha jami 13 ta ilmiy ish chop etilgan, shulardan, O'zbekiston Respublikasi Oliy attestatsiya komissiyasining doktorlik dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan ilmiy nashrlarda 6 ta, jumladan Respublika nashrlarida 3 ta va xorijiy jurnallarda 3 ta maqola nashr etilgan.

Dissertatsiyaning tuzilishi va hajmi. Dissertatsiya tarkibi kirish, to'rtta bob, xulosa, foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati hamda ilovalardan iborat. Dissertatsiya hajmi 105 betni tashkil etgan.

DISSERTATSIYANING ASOSIY MAZMUNI

Kirish qismida olib borilgan tadqiqotning dolzarbligi va zarurligi asoslangan, tadqiqotning maqsad va vazifalari, obykti va predmeti aniqlangan, tadqiqotning respublika fan va texnologiyalarini rivojlantirishning ustuvor yo'nalishlariga mosligi ko'rsatilgan, tadqiqotning ilmiy yangiligi va amaliy natijalari bayon qilingan, olingan natijalarning ilmiy va amaliy ahamiyati ochib berilgan, tadqiqot natijalarining amaliyotga joriy etilishi bo'yicha tavsiyalar, e'lon qilingan ishlar va dissertatsiyaning tuzilishi bo'yicha ma'lumotlar keltirilgan.

«Ammiakli selitra va ohakli-ammiakli selitranning olinishi, fizik-kimyoviy xossalari hamda qo'llanilishi» deb nomlangan dissertatsiya ishining birinchi bobi adabiyotlar sharhi bo'lib, unda ASning yopishqoqlik va detonatsion xususiyatining yuqoriligi va ushbu kamchiliklarni bartaraf etish yo'llari ko'rsatilgan. ASning yopishqoqlik xossasi uning suyuqlanmasiga namlikni tortuvchi, kristallanish markazlarini hosil qiluvchi, mayda kukunli yopishuvchi, suvda eriydigan hamda erimaydigan va boshqa qo'shimchalarni qo'llash orqali bartaraf etilgan. Portlovchanlik xususiyatini kamaytirish uchun esa quyidagi qo'shimchalar tavsiya etilgan: karbonatli (kalsiy karbonat, ohaktosh, dolomit minerali, bo'r), kaliyli (kaliy xloridi va sulfati), ammoniy kationi tutgan birikmalar (ammoniy sulfati, orto- va polifosfatlari), ballastli moddalar (gips, fosfogips) va boshqalar (fosforit

uni, bentonit) keng tarqalgandir. Ma'lumotlar tahliliga ko'ra, ushbu qo'shimchalarning afzallik va kamchiliklarini o'rgangan holda dissertatsiya ishining maqsad va vazifalari belgilab olindi. Tadqiqotlar o'tkazish uchun karbonatli birikmalardan kalsiy karbonatidan samaraliroq bo'lgan – dolomit minerali (DM), ammoniy kationi tutgan moddalardan – ammoniy sulfati (NH₄)₂SO₄) hamda ballastli moddalardan – fosfogips (FG) tanlandi.

Dissertatsiyaning «**Tadqiqot obyekti va tajribalar o'tkazish usullarining umumiy tavsifi**» deb nomlangan ikkinchi bobida Shursu, Navbahor va Dehqonobod konlaridan keltirilgan DM lari, hamda «Ammofos-Maxam» AJ ekstraksiyon fosfor kislotasi (EFK) ishlab chiqarishi chiqindisi bo'lgan FGning dispers va kimyoviy tarkiblari, fizik-mexanik xossalari keltirilgan (1-3 jadvallar).

1- jadval

Turli kon DMLari va FG ning disperslik tarkibi

Yiriklik sinfi, mm	Fraksiyalar chiqimi, og'ir. %			
	Shursu	Navbahor	Dehqonobod	Fosfogips
0,5	9,70	13,67	27,84	17,39
0,49 - 0,315	11,03	10,98	13,62	9,16
0,314 - 0,25	4,48	5,60	4,01	2,45
0,24 - 0,16	8,62	3,12	16,78	12,0
0,15 - 0,063	17,31	11,73	11,43	25,72
0,062 - 0,05	48,86	54,90	26,32	33,28
Dastlabki og'irlik	100	100	100	100

2- jadval

Turli kon DMLari va FGning kimyoviy tarkibi

Obyekt nomlari	Komponentlar miqdori, og'ir %									
	CaO	MgO	SiO ₂	MnO	TiO ₂	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	SO ₃	CO ₂
Shursu	31,48	19,17	2,87	0,01	0,02	0,05	0,15	0,03	0,30	45,0
Navbahor	28,0	25,0	2,14	0,077	-	0,04	0,12	0,02	0,23	44,30
Dehqonobod	30,56	20,41	2,30	0,01	0,02	0,05	0,07	0,08	2,12	45,16
Fosfogips	37,47	-	2,95	0,072	0,05	-	0,10	1,59	54,49	-

3- jadval

Turli kon DMLari va FGning fizik-mexanik xossalari

Xossa	Ko'rsatkichlar			
	Shursu	Navbahor	Dehqonobod	Fosfogips
Namlik, %	1,5	1,0	1,12	18-20
Erkin sochma zichlik, gr/sm ³	1,23	1,26	1,24	2,2-2,4
Zichlashgan zichlik, gr/sm ³	2,80	2,82	2,79	2,9-3,1
Qiyalik burchagi, grad.	41°10'	40°02'	39°56'	36°21'
Sochiluvchanlik, soniya	17,76	18,0	17,92	15,35
Gigroskopik nuqta, %	41,65	42,10	42,89	44,30
Namlik sig'imi, %	8,04	9,22	8,53	7,62
10 % li suspenziya pH	8,82	9,05	8,76	3,29-3,5

Maydalangan “Shursu”, “Navbahor” va “Dehqonobod” DMLari hamda FGning disperslik tarkibiga ko’ra ko’proq qismi (og’ir. %) asosan yiriklik sinfi 0,5; 0,49-0,315; 0,314-0,25; 0,24-0,16; 0,15-0,063 va 0,062-0,05 mm bo’lgan o’lchamlarida aniqlandi (1-jadval).

2-jadvaldan aniqlandiki, “Shursu” DM tarkibida 31,48% CaO va 19,17% MgO elementlari mavjud bo’lsa, bu ko’rsatkichlar “Navbahor” va “Dehqonobod” DMLarida mos ravishda 28% va 25%; hamda 30,56 va 20,41% ni tashkil etadi. FGning tarkibida esa 37,47% CaO va 54,49% SO₃ mavjud. Bundan xulosa qilish mumkinki, ASga qo’shimcha sifatida DM qo’llanilsa selitranning tarkibi azot elementidan tashqari o’simliklar uchun zarur bo’lgan ozuqa elementlari CaO va MgO bilan agarda, FG qo’llanilsa oltingugurt elementi bilan boyiydi.

3-jadvalga ko’ra, 1-1,5% namlikda DM erkin sochma zichlik Shursu DM uchun 1,23 gr/sm³; Navbahor DM uchun –1,26 gr/sm³; Dehqonobod DM uchun 1,24 gr/sm³ va FG uchun 2,2-2,4 gr/sm³ ga teng. Turli kon DM namunalarining tabiiy qiyalik burchagi qiymati 39-41° oraliq’ini tashkil etgan bo’lsa, FG uchun bu ko’rsatkich 36°21’ni tashkil etadi. Tanlangan obyektlarning sochiluvchanligi esa tekis, hech qanday qiyinchiliklarsiz tarqaldi. Namlik sig’imi chegarasi DM uchun 8,04-9,22%, FG uchun esa 7,62% bo’lib, undan yuqori namlikda ushbu xom ashyolar o’zining sochiluvchanliklarini yo’qotadi. Shuni ham ta’kidlash lozimki, 8,76 dan 9,05 gacha pH qiymatiga ega bo’lgan DM ASning nordonligini samarali neytrallaydi. Tanlangan qo’shimchalarning ta’sir mexanizmini o’rganish uchun AS suyuqlanmasiga DM, (NH₄)₂SO₄ va FG ni kiritib, hosil qilingan dolomit-sulfat-nitratli yoki dolomit-gips-nitratli suyuqlanmalarni sochish (приллирования) yoki jadal aralashtirish (окатка) yo’li bilan magniyli OAS namunalari olindi.

Dissertasiyaning «**Ammiakli selitra suyuqlanmasi, dolomit minerali va ammoniy sulfati asosida magniyli ohakli-ammiakli selitra olish jarayonlarini tadqiq etish**» deb nomlangan uchinchi bobida AS suyuqlanmasiga AS:DM=100:3 dan 100:45 og’irlik nisbatida DM ni kiritib, hosil qilingan dolomit-nitratli aralashmaga umumiy massaning 3, 5, 7 va 10% miqdorida (NH₄)₂SO₄ qo’shib olingan magniyli OAS namunalarining tarkib va xossalari o’rganilgan. Tajribalar quyidagicha olib borildi. 12X18N10T markali zanglamaydigan po’latdan yasalgan metall stakanga o’lchangan kimyoviy toza NH₄NO₃ solindi va u elektroplita yordamida 170°C haroratda suyuqlantirildi. Selitra suyuqlanmasiga AS:DM=100:3 dan 100:45 gacha og’irlik nisbatida DMni kiritish orqali hosil qilingan dolomit-nitratli suyuqlanmaga umumiy massasining 3-10% miqdorda (NH₄)₂SO₄ dan qo’shildi. Dolomit-sulfat-nitratli aralashma 175-180°C oraliq’ida 10 daqiqa davomida aralashtirib turildi. Olingan suyuqlanmalar sochish usulida donadorlandi. Tayyorlangan namunalari maydalandi va standart usullar bo’yicha tahlil qilindi (4-jadval).

Aniqlandiki, AS suyuqlanmasiga AS:DM=100:3 dan 100:45 gacha DMni qo’shish orqali olingan dolomit-nitratli suyuqlanmada kristallanish harorati keskin tarzda 161,4°C dan 152,1°C gacha pasayadi.

Bu holat dolomit minerali tarkibida erimaydigan komponentlar selitra suyuqlanmasi tarkibida markaziy kristallar hosil qilib, dolomit-nitratli suyuqlanmaning qotishini tezlashtirishi bilan tushuntiriladi.

Biroq, AS:DM=100:(3-45) nisbatida olingan dolomit-nitratli suyuqlanmaga uning umumiy massasining 3-10% miqdorida $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ dan qo'shish dolomit-sulfat-nitratli suyuqlanmaning kristallanish haroratini 163,8°C dan 158,7°C gacha ya'ni, dolomit-nitratli suyuqlanmaga nisbatan (161,4-152,1°C) 8,2°C gacha ko'taradi. Demak, OASga qo'shimcha sifatida qo'llanilgan $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ dolomit-sulfat-nitratli suyuqlanmaning kristallanish haroratini ma'lum darajada oshiradi va suyuqlanma yanada yengilroq donadorlanadi.

4-jadvaldan ko'rinmoqdaki, 100g AS suyuqlanmasiga DMni 3gr dan 45gr gacha stexiometrik og'irlik nisbatida va uning umumiy massasining 3-10% gacha miqdorda $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ qo'shib olingan magniyli OASda Numum. miqdori 33,58 dan 23,82% gacha kamayadi, SO_3 , CaO va MgO miqdorlari mos ravishda 1,80% dan 6,07% gacha, 0,82% dan 9,48% gacha va 0,48% dan 5,75% gacha oshadi. Bunda ozuqa komponentlari yig'indisi ($\text{N}+\text{SO}_3+\text{CaO}+\text{MgO}$) 36,68-45,12% oralig'ida bo'ladi.

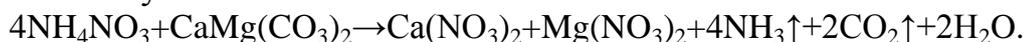
4-jadval

AS suyuqlanmasi, "Shursu" DM va $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ asosida olingan magniyli ohakli-ammiakli selitranning tarkibi va kristallanish harorati

AS:DM og'irlik nisbati	Aralashmada $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ miqdori, %	Komponentlar miqdori, og'ir. %				Kristallanish harorati, °C
		N	SO_3	CaO	MgO	
«Toza» NH_4NO_3		34,96	–	–	–	167,0
Magnezit qo'shimchali AS		34,50	–	–	0,28	164,3
100 : 3	–	33,74	–	0,91	0,57	161,4
100 : 3	3	33,58	1,80	0,87	0,53	163,8
100 : 3	5	33,32	3,05	0,84	0,51	164,0
100 : 3	7	33,06	4,25	0,83	0,50	164,7
100 : 3	10	32,68	6,0	0,82	0,48	165,2
100 : 10	–	31,93	–	2,86	1,75	159,3
100 : 10	3	31,52	2,82	2,75	1,67	162,5
100 : 10	5	31,28	3,03	2,71	1,62	162,9
100 : 10	7	31,04	4,22	2,63	1,60	163,6
100 : 10	10	30,73	6,05	2,57	1,54	164,0
100 : 20	–	28,91	–	5,22	3,16	156,9
100 : 20	3	28,88	1,80	5,04	3,09	161,7
100 : 20	5	28,75	3,02	4,96	3,04	162,3
100 : 20	7	28,57	4,24	4,87	2,95	162,8
100 : 20	10	28,35	6,05	4,70	2,85	163,2
100 : 30	–	26,82	–	7,21	4,40	154,5
100 : 30	3	26,73	1,81	7,04	4,26	160,1
100 : 30	5	26,61	3,01	6,87	4,18	161,0
100 : 30	7	26,49	4,23	6,74	4,09	161,8
100 : 30	10	26,33	6,06	6,53	3,95	162,7
100 : 45	–	24,16	–	9,60	6,02	152,1
100 : 45	3	24,03	1,86	9,48	5,75	158,7
100 : 45	5	23,95	3,05	9,27	5,63	159,2
100 : 45	7	23,91	4,25	9,05	5,51	159,6
100 : 45	10	23,82	6,07	8,78	5,33	160,3

“Navbahor” hamda “Dehqonobod” DMLari asosida olingan magniyli OAS namunalarning tarkiblari to‘g‘risidagi ma‘lumotlar “Shursu” DM asosida olingan namunalarnikiga juda yaqin bo‘lganligi tufayli avtoreferatda keltirilmadi.

Shuni ta‘kidlash joizki, AS suyuqlanmasini DM bilan aralashtirishda quyidagi parchalanish reaksiyasi sodir bo‘ladi:



Ushbu reaksiya bo‘yicha DM-CaMg(CO₃)₂ ning ma‘lum darajada karbonatsizlanishi aniqlandi.

Natijalar 5-jadvalda keltirilgan.

Tahlillar ko‘rsatdiki, 170-180°C haroratlarda va barcha o‘rganilgan og‘irlik nisbatlarda AS suyuqlanmasining DM va (NH₄)₂SO₄ bilan o‘zaro ta‘sirlashuv jarayoni yetarlicha jadal boradi.

5-jadval

AS suyuqlanmasi, “Shursu” DM va (NH₄)₂SO₄ asosida olingan magniyli ohakli-ammiakli selitraning karbonatsizlanish kinetikasi

Tasirla- shuv vaqti, daq.	O‘rganilgan harorat oraliqlari, °C					
	170		175		180	
	CO ₂ , %	Karbonatsizlanish darajasi. %	CO ₂ , %	Karbonatsizlanish darajasi. %	CO ₂ , %	Karbonatsizlanish darajasi. %
AC:DM = 100:3 va 3% (NH ₄) ₂ SO ₄ qo‘shib olingan magniyli OAS namunasi (CO ₂ 1,27%)						
3	0,88	30,82	0,84	34,08	0,81	36,10
10	0,84	34,0	0,79	37,63	0,76	40,23
30	0,76	39,93	0,72	43,63	0,68	46,19
60	0,71	43,71	0,66	48,23	0,63	50,45
90	0,67	47,02	0,62	51,08	0,58	54,51
120	0,64	49,36	0,59	53,24	0,54	57,38
AC:DM = 100:20 va 3% (NH ₄) ₂ SO ₄ qo‘shib olingan magniyli OAS namunasi (CO ₂ 7,28%)						
3	5,33	26,75	5,18	28,78	5,00	31,29
10	5,16	29,07	4,99	31,52	4,78	34,32
30	4,83	33,62	4,66	36,02	4,46	38,80
60	4,53	37,71	4,34	40,36	4,13	43,22
90	4,24	41,81	4,06	44,23	3,92	46,18
120	3,98	45,29	3,86	47,0	3,59	50,67
AC:DM = 100:45 va 3% (NH ₄) ₂ SO ₄ qo‘shib olingan magniyli OAS namunasi (CO ₂ 13,56%)						
3	10,82	20,19	10,50	22,55	10,29	24,12
10	10,51	22,51	10,15	25,15	9,86	27,26
30	10,02	26,13	9,63	28,97	9,28	31,55
60	9,56	29,47	9,10	32,88	8,71	35,75
90	9,12	32,78	8,58	36,76	8,12	40,14
120	8,82	34,96	8,00	41,03	7,41	45,39

Dolomit-sulfat-nitratli aralashmada DM miqdori qancha ko‘p bo‘lsa, uning karbonatsizlanish darajasi ham shuncha kam bo‘ladi. Misol uchun, AS:DM=100:3 nisbatda va 3% (NH₄)₂SO₄ qo‘shib olingan mahsulotda haroratning 170°C dan 180°C gacha ko‘tarilishi bilan 30 daqiqada DM karbonatsizlanish darajasi 39,93% dan 46,19% gacha oshib borgan bo‘lsa, AS:DM=100:45 nisbatda va shuncha miqdor (NH₄)₂SO₄ qo‘shib olingan magniyli OAS da bu ko‘rsatkich 26,13-31,55%

ni tashkil etdi. Bu jarayonda, dastlabki komponentlarning o‘zaro ta’sirlashuvi uchun 10 daqiqa yetarli bo‘ladi.

6-jadvalda AS suyuqlanmasi, “Shursu” DM va $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ asosida olingan magniyli OAS namunalarining asosiy tovar xossalari keltirilgan. AS suyuqlanmasida DM va $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ning massa ulushi ortib borishi, mahsulotlarning donalari mustahkamligiga ijobiy ta’sir ko‘rsatgan holda 3,24 MPa dan 12,76 MPa gacha oshiradi. DM va $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ qo‘shimchali OAS donalarining yopishqoqligi 3,11-1,02 kg/sm^2 tashkil etadi, bu qo‘shimchasiz ASga qaraganda ($5,62 \text{ kg}/\text{sm}^2$) mos ravishda 1,8 dan 5,5 barobargacha pastdir.

6-jadval

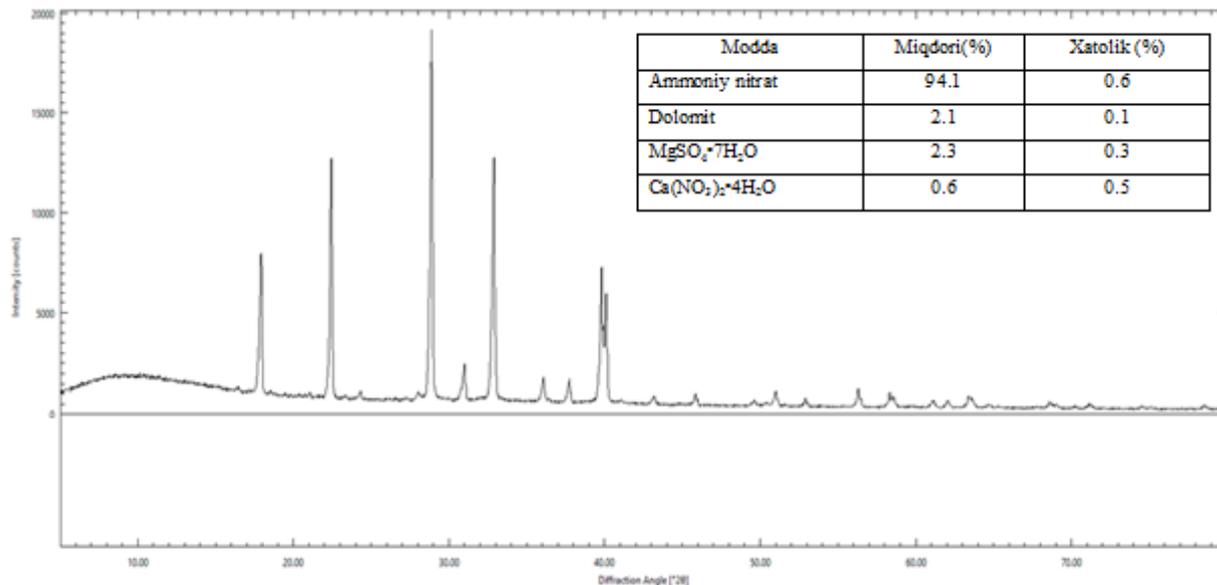
AS suyuqlanmasi, “Shursu” DM va $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ asosida olingan magniyli ohakli-ammiakli selitrasi namunalarining xossalari

AS:DM og‘irlik nisbati	Aralashmada $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ miqdori, %	Donalar mustahkamligi, MPa	Donalar yopishqoqli gi, kg/sm^2	Donalar g‘ovakligi, %	Donalar dizel moyini shimishi, gr.	Donalar suvda erish vaqti, soniya
«Toza» NH_4NO_3		1,32	5,62	22,0	4,82	44,60
Magnezit qo‘shimchali AS		1,58	4,67	9,10	4,33	46,80
100 : 3	–	2,81	3,24	8,36	3,12	56,90
100 : 3	3	3,24	3,11	8,24	3,04	63,52
100 : 3	5	3,48	3,05	8,05	2,95	66,27
100 : 3	7	3,73	2,98	7,90	2,87	73,30
100 : 3	10	3,95	2,93	7,72	2,80	76,74
100 : 10	–	4,42	2,87	7,54	2,76	58,65
100 : 10	3	5,20	2,69	7,48	2,64	80,63
100 : 10	5	5,43	2,62	7,37	2,58	85,0
100 : 10	7	5,67	2,56	7,31	2,51	87,49
100 : 10	10	5,92	2,50	7,24	2,43	92,71
100 : 20	–	6,40	2,43	7,12	2,38	61,34
100 : 20	3	7,11	2,36	7,05	2,32	94,87
100 : 20	5	7,43	2,28	6,89	2,21	100,03
100 : 20	7	7,63	2,21	6,74	2,15	104,10
100 : 20	10	7,88	2,15	6,60	2,06	109,32
100 : 30	–	8,35	2,08	6,45	1,94	64,57
100 : 30	3	9,03	1,97	6,37	1,87	111,54
100 : 30	5	9,38	1,90	6,24	1,79	116,65
100 : 30	7	9,57	1,86	6,11	1,70	120,79
100 : 30	10	9,84	1,82	5,96	1,62	126,0
100 : 45	–	10,77	1,74	5,79	1,51	68,03
100 : 45	3	12,02	1,57	5,54	1,43	131,56
100 : 45	5	12,27	1,41	5,32	1,35	136,20
100 : 45	7	12,51	1,25	5,09	1,24	138,82
100 : 45	10	12,76	1,02	4,83	1,12	142,61

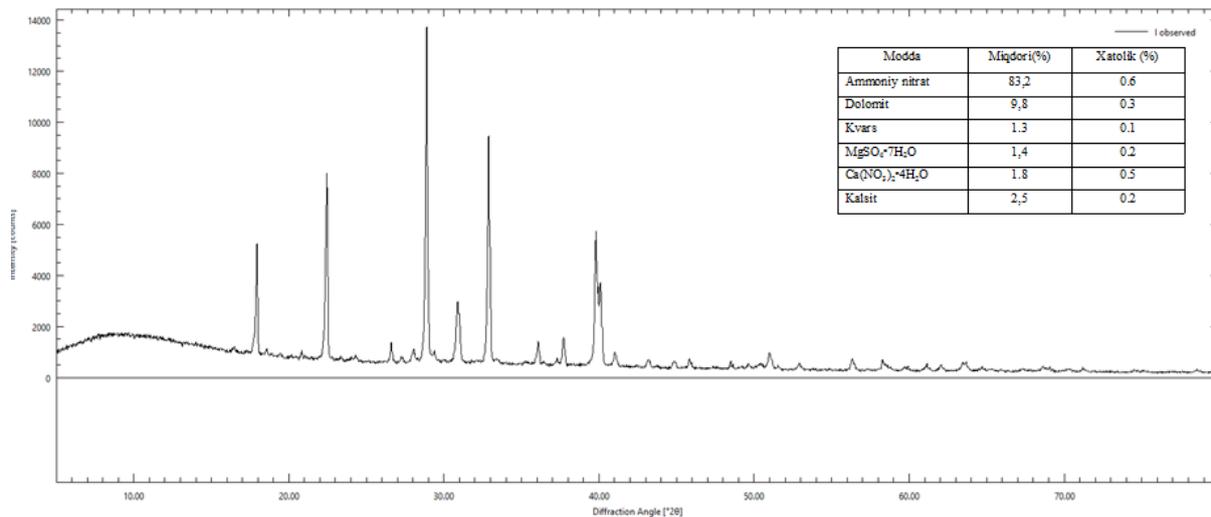
Ishning keyinchi bosqichida magniyli OAS namunalarining rentgenografik, elektron-mikroskopik va termik tadqiqotlari o‘tkazildi.

1 va 2- rasmlarda “toza” NH_4NO_3 (4,94; 3,95; 3,75; 3,65; 3,08 Å) va “Shursu” DM- $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ intensiv cho‘qqilari (5,35; 4,04; 3,72; 2,89; 2,67 Å) bilan birgalikda NH_4NO_3 suyuqlanmasi va DM o‘zaro ta’sirlashuv jarayonida hosil

bo'lgan $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ va $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ tuzlarini ham mavjudligini tasdiqlovchi mos ravishdagi 10,7; 8,08; 7,65; 7,19; 6,01 Å va 8,4; 6,02; 5,94; 5,35 Å difraksiyon cho'qqilari kuzatildi.



1-rasm. AS:DM = 100:3 nisbatida va 5% $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ qo'shib olingan magniyli ohakli-ammiakli selitra namunasining rentgenogrammasi

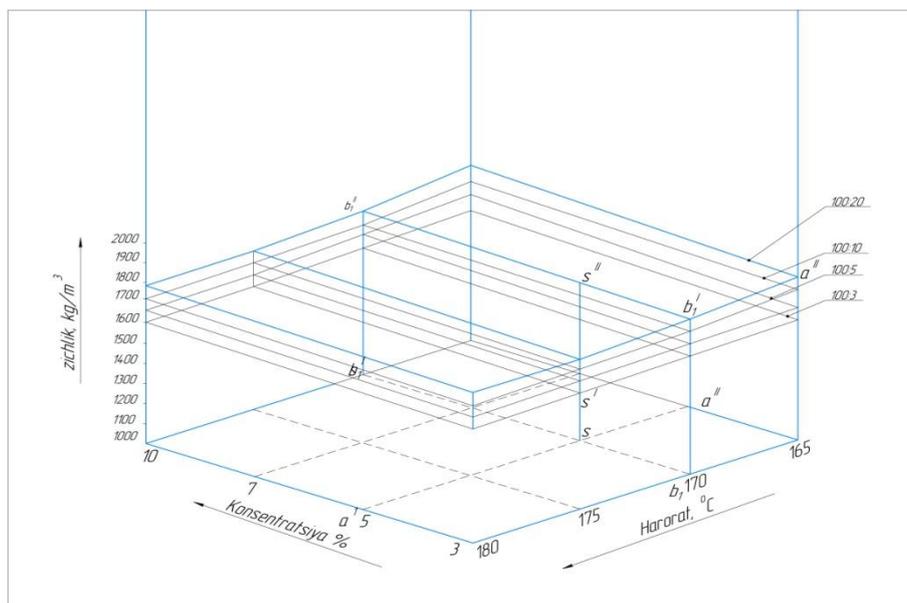


2-rasm. AS:DM = 100:20 nisbatida va 5% $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ qo'shib olingan magniyli OAS namunasining rentgenogrammasi

Elektron-mikroskopik tadqiqot natijalariga ko'ra, DM va $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ qo'shimchalarining mayda kristall zarrachalari AS donalarida kristallanish markazlarini hosil qilgan holda selitra donalarining g'ovaklik darajasi o'lchamlarini kichraytiradi. Ushbu fakt ham ammoniy sulfat qo'shimchali OAS namunalari donalarining mustahkamligini oshishini, ularning yopishqoqligi va g'ovakligini kamayishini, dizel yoqilg'isini kam shimishi sabablarini tushuntiradi.

O'rganilgan 165-180°C harorat oraliqlarida dolomit-sulfat-nitrati suyuqlanmalarining zichlik va qovushqoqlik qiymatlari 1,561-2,076 kg/sm² va

5,65-16,62 sPz oralig'ida bo'ladi. Ushbu suyuqlanmalar yetarlicha oquvchanlikka ega va ularni sochish yoki jadal aralashtirish usulida ortiqcha texnologik qiyinchiliklarsiz donadorlash mumkin.

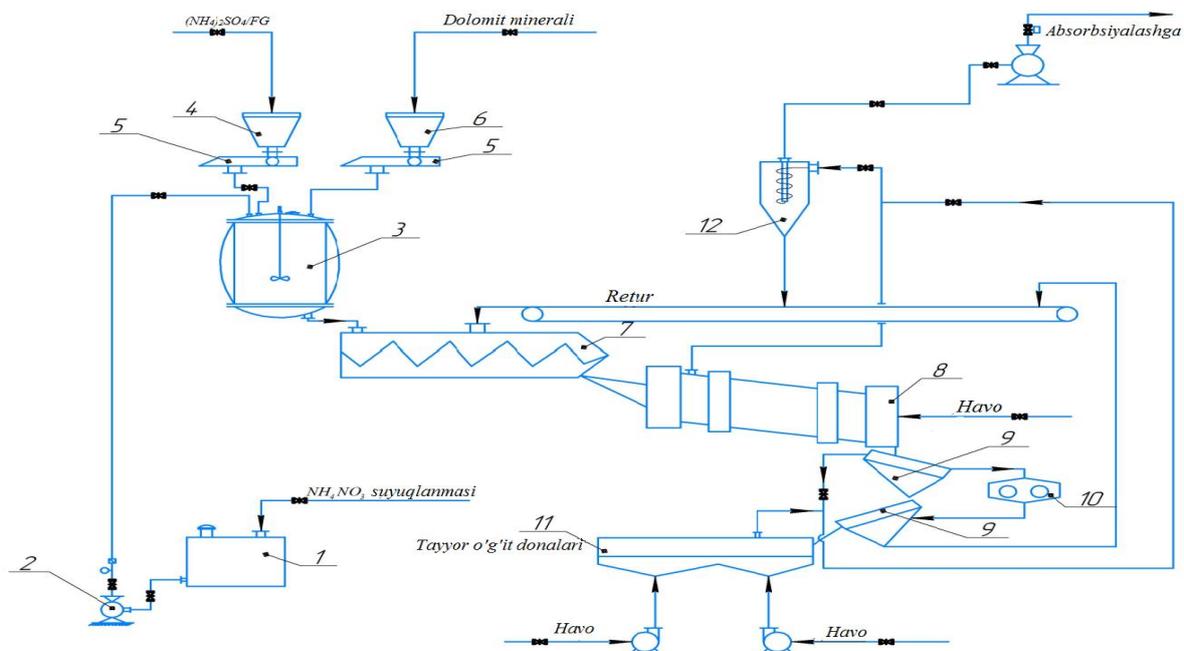


3-rasm. Ammoniy sulfat qo'shimchali magniyli ohakli-ammiakli selitra suyuqlanmalari zichligining harorat va konsentratsiyaga bog'liqlik nomogrammasi

Laboratoriya sharoitida AS suyuqlanmasi, DM va $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ asosida magniyli OAS olish texnologiyasi sinovdan o'tkazildi va yangi turdagi o'g'it ishlab chiqarishning moddiy balanslari tuzildi hamda prinsipial texnologik sxemasi ishlab chiqildi (4-rasm).

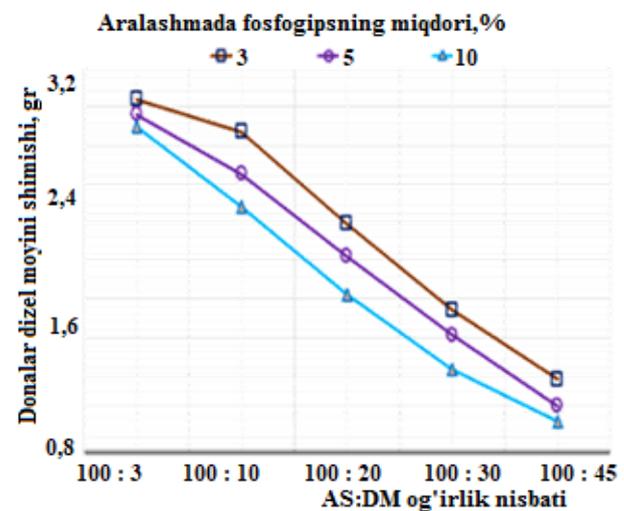
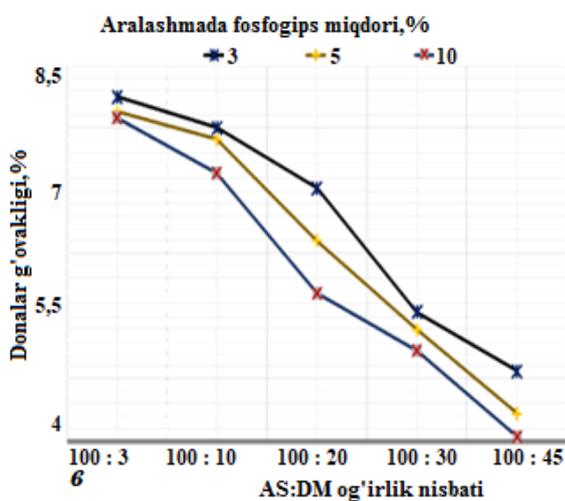
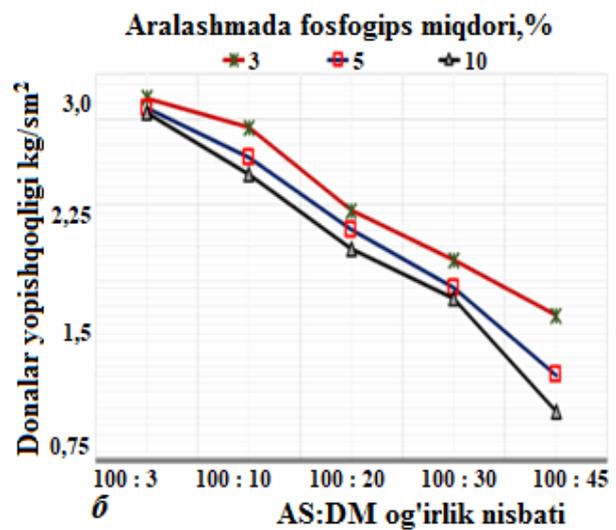
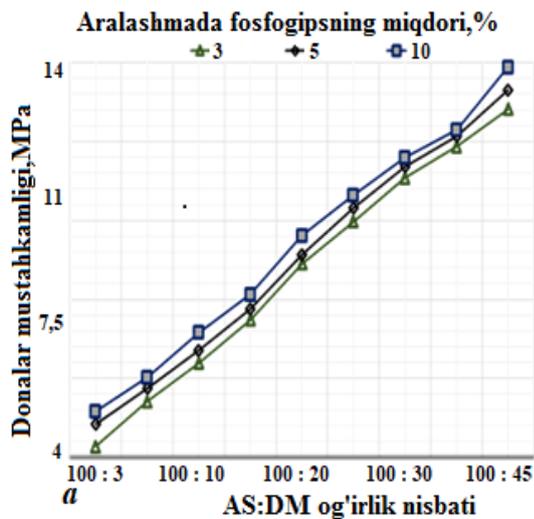
Ushbu texnologik sxema bo'yicha AS suyuqlanmasi sig'imli bak (1) dan nasos (2) yordamida reaktor-aralashtirgich (3) ga uzatiladi. Bir vaqtning o'zida DM hamda $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4/\text{FG}$ ham bunker (4, 6) dan mikrodozatorlar (5) orqali reaktor-aralashtirgich (3) ga kelib tushadi. Reaktor-aralashtirgichda AS suyuqlanmasi bilan DM va $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 10 daqiqa davomida yaxshilab aralashtiriladi. Olingan dolomit-sulfat-nitratli suyuqlanma shnekli donadorlashtirgich (7) ga uzatiladi. Bir vaqtning o'zida retur ham shnekli donadorlashtirgich (7) ga kelib tushadi. So'ngra, donadorlovchi baraban (8) ga uzatiladi va jadal aralashtirish usulida mahsulot donador holatga keltiriladi. Donadorlangan o'g'itlar klassifikator (9) yordamida saralanadi. 1-4 mm o'lchamdagi donalar qadoqlashga yuboriladi. Chiqindi changlar dastlab siklon (12) ga va u yerdan absorbsiyaga yuboriladi.

$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ qo'shimchali OAS ishlab chiqarish texnologiyasi «Elektrokimyozavod» QK-AJ tajriba qurilmasida AS:DM=100:20 nisbati va 5% $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ qo'shimchali OASdan 1,8 tonna ishlab chiqarildi.



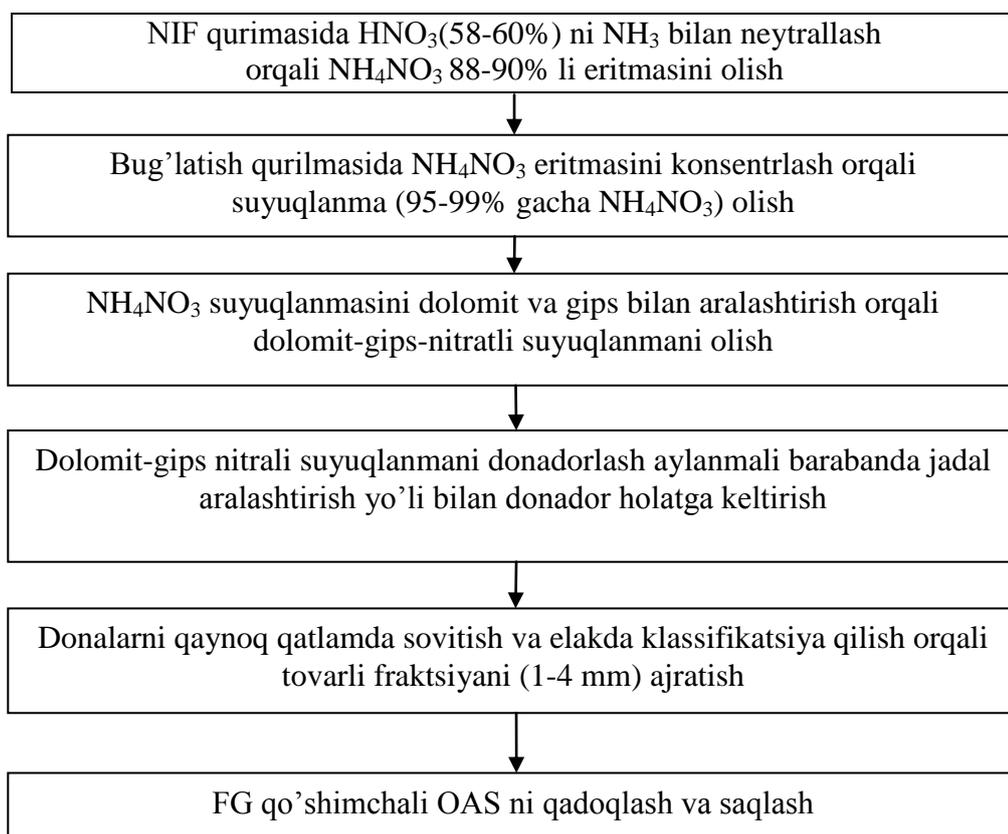
4-rasm. $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4/\text{FG}$ qo‘shimchali OAS olishning prinsipial texnologik sxemasi: 1- NH_4NO_3 suyuqlanmasi uchun sig‘imli bak; 2-nasos; 3–shnekli aralashtirgich reaktori; 4- $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4/\text{FG}$ uchun bunker; 5-shnekli dozatorlar; 6-dolomit minerali uchun bunker; 7–shnekli donadorlashtirgich; 8-donadorlovchi baraban; 9-klassifikator; 10-maydalagich; 11-qaynoq qatlamli sovtgich; 12- siklon.

Dissertasiyaning «**Ammiakli selitra suyuqlanmasi, dolomit minerali va fosfogips asosida ohakli-ammiakli selitra olish jarayonlarini tadqiq etish**» deb nomlangan to‘rtinchi bobida AS suyuqlanmasiga AS:DM=100:(3-45) og‘irlik nisbatida DM kiritib hosil qilingan dolomit-nitratli aralashmaga uning umumiy massasining 3, 5, 7 va 10% miqdorida FG qo‘shish asosida olingan fosfogipsli OAS namunalarining tarkib va xossalari o‘rganilgan. 100gr AS suyuqlanmasiga DMni 3gr dan 45gr gacha og‘irlik nisbatida va dolomit-nitratli aralashma umumiy massasining 3-10% miqdorida FG qo‘shib olingan magniyli OASda $N_{\text{umum.}}$ miqdori 32,94% dan 21,72% gacha kamayadi, SO_3 , CaO va MgO miqdorlari mos ravishda 1,56% dan 5,39% gacha, 2,0% dan 12,49% gacha va 0,48% dan 5,74% gacha oshadi. Bunda ozuqa komponentlari yig‘indisi ($\text{N}+\text{SO}_3+\text{CaO}+\text{MgO}$) 36,98-45,34% oralig‘ida bo‘ladi. O‘rganilgan og‘irlik nisbatlarida olingan fosfogipsli OAS donalari mustahkamligi 4,36 MPa dan 13,68 MPa oralig‘ida bo‘ldi. Ushbu o‘g‘itning namunalari donalarining yopishqoqligi esa 3,03-0,78 kg/sm^2 ni tashkil etadi. 100gr ASga 3gr dan 45gr gacha DM va 3-10% FG qo‘shish olingan o‘g‘it donalari g‘ovakligini mos ravishda 7,85 dan 4,27% gacha kamaytirishga yordam bergan bo‘lsa, dizel moyini shimishi 100gr mahsulotga nisbatan 2,85gr dan 0,89gr gacha o‘zgaradi (5-rasm).



5-rasm. Fosfogipsli OAS namunalari donalarining mustahkamligi (a), yopishqoqligi (b), g'ovakligi (v) va dizel moyini shimishi (g) o'zgarishining AS:DM nisbati va FG qo'shimchasining miqdoriga bog'liqligi

Fosfogips qo'shimchali magniyli ohakli-ammiakli selitra namunalari donalarining 20↔60°C qizdirish-sovitishda ko'p qaytariluvchi termik-sikllarga termik bardoshlilik 2-5 kun davomida aniqlandi. 10 termosikldan so'ng "toza" NH₄NO₃ donalari 5% gacha buzilsa, 90 ta termotsikldan so'ng esa uning donalari to'liq buziladi. 70 ta termotsikldan so'ng tarkibida 3% dan DM va FG tutgan OAS donalari 6% ga buziladi. AS:DM = 100:20 va 5% fosfogips tutgan OAS maqbul nisbatdagi OAS donalar butunligini 84 ta termotsiklgacha to'liq, 100 ta termotsikldan so'ng esa 73% gacha saqlab qoladi. Demak, NH₄NO₃ suyuqlanmasida DM va FG miqdorlari qancha ko'p bo'lsa, donalar termik turg'unligi shuncha yuqori bo'ladi. O'rganilgan 165-180°C harorat oralig'ida dolomit-gips-nitralli suyuqlanmaning zichlik va qovushqoqlik qiymatlari 1,572-2,184 kg/sm² va 6,02-21,3 sPz oralig'ida bo'ladi va ushbu suyuqlanmalarning barchasi donadorlovchi qurilmalarda oson donadorlanadi. AS suyuqlanmasi, DM va FG qo'shimchasi asosida fosfogipsli OAS ishlab chiqarishning prinsipial texnologik sxemasi ishlab chiqildi va moddiy balanslari tuzildi (6-rasm).



6- rasm. Fosfogipsli OAS ishlab chiqarishning blok-tizimi

Donadorlangan fosfogipsli OASning tajriba partiyasini olish uchun DM va FG mikrodozator orqali reaktor-aralastirgichga beriladi va bu yerga bir vaqtning o'zida AS suyuqlanmasi ham kelib tushadi. Aralastirish vaqti 10 daqiqani tashkil etadi. Keyinchalik, dolomit-gips-nitratli suyuqlanma retur ishtirokida shnekli donadorlashtirgichga kelib tushadi va u yerda sovush davomida yumaloq shakldagi qattiq donalar hosil bo'ladi. Mahsulotni yakuniy donadorlash qarama-qarshi oqimdagi sovuq atmosfera havosi yordamida aylanmali barabanda amalga oshiriladi. «Elektrokimyozavod» QK-AJ tajriba qurilmasida sinovlar davomida og'irlik nisbati AS : DM = 100:20 va 3% fosfogips tutgan OAS namunasidan 1,5 tonna tajriba partiyasi ishlab chiqarildi.

XULOSA

«Ammoniy nitrati, sulfati, dolomit va fosfogips asosida murakkab o'g'itlar olish texnologiyasi» mavzusidagi texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi bo'yicha olib borilgan tadqiqotlarga asoslangan holda, nazariy va amaliy ahamiyatga ega bo'lgan quyidagi xulosalar taqdim etildi:

1. Turli konlar dolomit minerallari (Shursu, Navbahor, Dehqonobod) va "Ammofos-Maxam" AJ ishlab chiqarishi chiqindisi bo'lgan fosfogipsning tarkib va xossalardan kelib chiqib, ularni ASga modifikator qo'shimcha sifatida oldindan qo'llash mumkinligi imkonini berdi.

2. "Toza" NH₄NO₃ suyuqlanmasiga AS:DM=100:3 dan 100:45 gacha og'irlik nisbatida turli xil dolomit minerallarini qo'shishdan hosil bo'lgan dolomit-nitratli suyuqlanmaga umumiy massaning 3-10% miqdorida (NH₄)₂SO₄ kiritish orqali

OAS olish jarayoni o'rganildi. Bunda OAS tovar xossalari AS:DM og'irlik nisbatiga bog'liq ravishda o'zgaradi.

3. O'rganilgan og'irlik nisbatlarda AS suyuqlanmasiga dolomit minerali va $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ qo'shish OAS namunalar donalarining yopishqoqligi, g'ovakligi va dizel moyini shimishini kamaytirishga yordam berdi. Dolomit minerali va ammoniy sulfati ASning parchalanishiga ingibitorlik ta'sirini ko'rsatdi va uning struktura buzilish temperaturasini 211°C dan $262,7^\circ\text{C}$ gacha oshirdi.

4. Laboratoriya sharoitida olib borilgan tajribalar va o'tkazilgan fizik-kimyoviy tahlillar natijasida $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4/\text{FG}$ qo'shimchali OAS olishning printsiptial texnologik sxemasi ishlab chiqildi va moddiy balans hisoblandi. O'rganilgan barcha og'irlik nisbatlari va $165-180^\circ\text{C}$ temperaturalar oraliqlarida dolomit-sulfat-nitratli suyuqlanmalarning zichlik va qovushqoqliklari sepish yoki jadal aralashtirish usuli yordamida donadorlash uchun yaroqli.

5. Toza NH_4NO_3 suyuqlanmasiga AS:DM=100:3 dan 100:45 gacha og'irlik nisbatida turli kon dolomit minerallarini qo'shishdan hosil bo'lgan dolomit-nitratli suyuqlanmaga uning umumiy massasining 3-10% miqdorida fosfogips kiritish orqali OAS olish jarayoni o'rganildi. O'rganilgan og'irlik nisbatlarda AS suyuqlanmasiga dolomit minerali va fosfogips qo'shish OAS namunalar donalarining mustahkamligi oshirdi, yopishqoqligi, g'ovakligi va dizel moyini shimishini kamayishi aniqlandi.

6. $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ qo'shimchali va fosfogipsli OAS olish texnologiyalari «Elektrokimyozavod» QK-AJda tajriba-sanoat sinovidan o'tkazildi va mahsulotlarning mos ravishda 1,8 hamda 1,5 tonna tajriba partiyalari ishlab chiqarildi.

7. $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ qo'shimchali va fosfogipsli OAS ishlab chiqarishni tashkil etish eksportga mo'ljallangan qo'shimcha qiymatli yangi turdagi murakkab o'g'itlar ishlab chiqarish imkoniyatini yaratadi. Eng asosiysi, ushbu o'g'itlarning 1 tonnasi tarkibida selitrage nisbatan ozuqa elementlari ko'rsatgichi 1,2 barobarga ko'proqdir.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ
PhD.17/30.07.2022.Т.06.03 ПРИ НАВОЙСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ
ГОРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ**

**НАВОЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

ТАХИРОВА НАРГИСА БАХРИДДИНОВНА

**ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ СЛОЖНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ОСНОВЕ
ФОСФОГИПСА, ДОЛОМИТА, НИТРАТА И СУЛЬФАТА АММОНИЯ**

02.00.13 -Технология неорганических веществ и материалов на их основе

**АВТОРЕФЕРАТ
диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам**

Навои -2023

ВВЕДЕНИЕ (автореферат диссертации доктор философии (PhD))

Актуальность и необходимость темы диссертации. В мире большинства промышленных предприятий повышение эффективности производства, снижение его вредного воздействия на окружающую среду, повышение конкурентоспособности выпускаемой продукции остаются одной из главных и приоритетных задач. В настоящее время стремление получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур, обеспечение их потребности в минеральных удобрениях остается актуальной проблемой. Ведь одной из важных задач сельского хозяйства является удовлетворение потребности населения в качественных продуктах питания. При производстве сельскохозяйственной продукции с целью удешевления себестоимости продукции целесообразно использовать местные минеральные вещества, содержащие различные питательные элементы. При этом важно вносить азотные, фосфорные, калийные и другие комплексные удобрения, не вымываемые атмосферными водами, а оказывающие равномерное и медленное действие на растение в течение его вегетационного периода, поэтому большое значение имеет производство вышеуказанных комплексных удобрений, вносимых под сельскохозяйственные культуры.

В настоящее время одним из самых эффективных и быстродействующих азотных удобрений являются азотосеросодержащие, а также кальциевые и магниевые удобрения. Путем введения в расплав или раствор АС карбонатных, калиевых, фосфатных, сульфатных и других неорганических добавок проводятся научные исследования по разработке технологии получения комплексных удобрений с хорошими физико-химическими и товарными свойствами. В связи с этим изучается процесс получения магниезально-известково-аммиачной селитры (ИАС) на основе расплава селитры, минерала доломита (ДМ) и сульфата аммония $((\text{NH}_4)_2\text{SO}_4)$; изучение процесса получения ИАС на основе АС, ДМ и фосфогипса (ФГ); определение влияния количества добавок ДМ и ФГ на химический состав и свойства продуктов; Особое внимание уделяется получению комплексных удобрений с улучшенными физико-химическими и товарными свойствами на основе АС и подобранных добавок.

В республике достигаются ряд научно-практических результатов по производству азотно-фосфорного удобрения (АФУ) и ИАС на АО «Навоиазот» на основе переработки расплава АС совместно с Кызылкумской фосфоритовой мукой или порошкообразным известняком (CaCO_3), реализуются передовые научно-обоснованные мероприятия. По третьему направлению Стратегии развития Республики Узбекистан на 2022-2026 годы «Снижение потерь в отраслях промышленности и повышение эффективности использования ресурсов», «Совершенствование системы предоставления агроуслуг на основе науки и инноваций, обеспечение агро-промышленных предприятий сырьем и увеличением объемов производства в 1,5 раза».

Указ Президента Республики Узбекистан от 28.01.2022 г. УП -60 «О стратегии развития нового Узбекистана на 2022-2026 годы»

В связи с этим, важным является разработка технологии получения комплексных азотосеросодержащих, а также кальциевых и магниевых удобрений, необходимых для хлопчатника и зерновых культур, на основе местного сырья: аммиачной селитры, минерала доломита, сульфата аммония и фосфогипса.

Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологий республики VII. «Химические технологии и нанотехнологии» в Указах Президента Республики Узбекистан № УП-60 от 28 января 2022 года «О Стратегии развития по семи направлениям дальнейшего развития Республики Узбекистан на 2022-2026 годы» и ПП № 3983 от 25 октября, 2018 г. «О мерах по опережающему развитию химической промышленности Республики Узбекистан» и данное диссертационное исследование служит в определенной степени реализации задач, определенных в Решениях ПП-4265 от 3 апреля 2019 г. «О мерах по дальнейшему реформированию химической промышленности Республики Узбекистан, химической промышленности и повышения ее инвестиционной привлекательности» и в других нормативно-правовых документах, настоящее диссертационное исследование служит в определенной степени выполнению поставленных в документах задач.

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

Степень изученности проблемы. В научно-технической литературе широко освещаются научные работы по технологии получения невязкой и термостабилизированной АС, основанной на переработке АС карбонатными, калийными, фосфатными, сульфатными и другими неорганическими добавками. В мире проблема устранения вязкости АС решена применением различных добавок - сульфата магния, извести, мела, бентонита, едкого магnezита, ортоборной кислоты, диаммонийфосфата и $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, состоящей из смеси фосфатно-боратовых-сульфатов. (Винсент, Дж. Руссо, Л. Браун Марион, С. Д. Фридман, Н. И. Гельперин, Абросимова А. М., Скум А. С., Кириндасова Р. Я., Клевке В. А., Миниович М. А., Олевский В. М., И. И. Стрижевский). Среди них в качестве наилучшей модифицирующей добавки к АС используют магнезит или брусит. При снижении себестоимости многотоннажной АС магнезит или брусит можно заменить местным сырьем.

Проблема термической нестабильности АС более серьезна, чем проблема его вязкости. В Европе, России и Узбекистане освоено производство ИАС путем добавления известковой муки в АС (Колачковский А., Бискупский А., Кальюве Т., Едро Е., Цеханская Ю.В., Долгов В.В., Таран А.Л., Жмай Л.А., Намазов Ш.С., Джураев Н.Е.). На ОАО «Череповецкий азот» России освоено производство термостабилизированного АФУ на основе добавления жидкого комплексного удобрения, полученного из суперфосфорной кислоты, в расплав АС. «Чернышев А.К., Левин Б.В.,

Туголуков А.В. и др.» Недостатками, возникающими при этом, является коррозия приборов от фтора, содержащегося в суперфосфатной кислоте, и засорение труб солями Fe, Al, Mg, Ca. Кроме того, суперфосфатная кислота в нашей республике не производится. Поэтому в АО «Навоийазот» внедрена технология получения вязких термостабилизированных АФУ путем добавления в расплав АС фосфоритной муки Центральных Кызылкумов (Намазов Ш.С., Беглов Б.М., Курбаниязов Р.К.).

В целях расширения базы местного сырья возможно привлечение минерала доломита из карбонатных соединений, сульфата аммония из сульфатных соединений, фосфогипса из балластных добавок. Помимо извести и мела, перспективной добавкой также является минерал доломит, который широко используется в производстве ИАС. Поэтому актуальной задачей является разработка научных основ и технологии ИАС с добавками доломита, сульфата аммония и фосфогипса, обладающих термостабилизационными свойствами и хорошей агрохимической эффективностью.

Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация. Диссертационное исследование выполнено в рамках инновационного проекта научно-исследовательских работ института Общей и неорганической химии АН РУза № ИЗ-20170925259 на тему: «Разработка и внедрение технологии модифицированной аммиачной селитры на экспорт с местными добавками известняка и доломита».

Целью исследования является разработка технологии получения комплексных удобрений на основе жидкой аммиачной селитры, минерального доломита, сульфата аммония и фосфогипса.

Задачи исследования:

определение химического состава и физико-механических свойств ДМ различных рудников (Навбахор, Шурсу, Дехконабад) и ФГ, являющихся отходами производства АО «Аммофос-Максам»;

исследование процесса получения магниевой ИАС путем добавления сульфата аммония или ФГ, а затем ДМ в расплав АС в определённых массовых соотношениях;

определение химического состава и физико-химических свойств образцов магниевой ИАС, приготовленной на основе экспериментальных опытов;

изучение зависимости плотности и вязкости доломито-сульфатно-нитратных и доломито-гипсо-нитратных расплавов от весового соотношения исходных компонентов и температуры;

отбор проб продукции путем испытания режимов получения ИАС, содержащих добавки $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ и ФГ, на масштабной лабораторной модельной установке;

проведение опытно-промышленных испытаний разработанной технологии получения магниевой ИАС на СП-АО «Elektrokimyozavod».

Объектом исследования являются расплав АС, доломитовые минералы, сульфат аммония, фосфогипс, доломито-сульфатно-нитратный и доломито-гипсо-нитратный расплав, магниевая ИАС.

Предметом исследования является производство магниевых ИАС на основе грануляции доломито-сульфатно-нитратной и доломито-гипсо-нитратных расплавов, получаемых путем добавления ДМ, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ и ФГ в расплав АС методом распыления, а также изучение состава и физико-химических свойств готовых удобрений.

Методы исследования. В диссертационной работе использованы химические (аналитическая химия), физико-химические (рентгенографические, электронно-микроскопические, термические) методы анализа.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

доказана на основании определения физико-механических свойств различных минералов доломита и ФГ, являющихся отходами экстракционного производства фосфорной кислоты, их пригодность для использования в качестве модификатора селитры;

определено повышение прочности зёрен ИАС в 2-8 раз и вязкости в 2-4 раза при добавлении в расплав АС минерала доломита в массовом соотношении от 100:3 до 100:45 и $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ФГ в количестве от 3 до 10 % от общей массы доломит-нитратной смеси.

доказано обезкарбонаживание доломита в результате разложения доломитового минерала в расплаве АС;

определено повышение температуры разложения АС с 211°C до $262,7^\circ\text{C}$ при участии ДМ, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ и ФГ.

разработана технология получения ИАС на основе расплава АС, ДМ, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ и ФГ.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

разработана технология получения комплексных удобрений ИАС, предназначенных на экспорт с хорошими физико-химическими и товарными свойствами, на основе добавления ДМ, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ и ФГ в расплаве АС, содержащие не менее 34% и не более 28% азота.

обосновано, что сульфат аммония, фосфогипс и минералы доломита являются эффективными реагентами для легкой грануляции ИАС путем распыления в колонне или быстрого перемешивания.

определены основные технологические параметры процесса получения ИАС, прошедшей опытно-промышленные испытания на СП «Elektrokimyozavod».

Достоверность результатов исследований доказана созданием технологии производства сложных удобрений, соответствием результатов, полученных на основе их проведением в промышленных масштабах и применением на производстве, с удовлетворительной сходимостью результатов значительных объемов экспериментов, проведенных в научных исследованиях и экспериментов, с использованием современных физико-

химических, физико-механических методов анализа, таких как химических, рентгенографических и дифференциально-термических анализов.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость результатов исследования доказана оценкой возможностью добавления в качестве модификаторов доломитового минерала, сульфата аммония и фосфогипса повышающие товарных свойств аммиачно-селитрового удобрения, а также увеличивающие в 2-8 раз прочность, уменьшающие 2-4 раза вязкость и повышающие температуру разложения с 211°C до 262,7°C, разработанных зерен аммиачной селитры.

Практическая значимость результатов исследований заключается в разработке технологии получения экспортно-ориентированных комплексных удобрений, обладающих высокими физико-химическими и товарными свойствами, содержащие не менее 34% и не более 28% азота, путем добавления доломитового минерала, сульфата аммония и фосфогипса в отечественный аммиачный селитровый плав, а также в определении технологических параметров технологии получения ИАС с добавкой сульфата аммония и фосфогипса.

Внедрение результатов исследования. На основании научных исследований, по разработке технологии комплексных удобрений на основе расплавов АС, ДМ, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ и ФГ получены следующие результаты:

технология получения ИАС с добавкой $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ включена в «перечень перспективных разработок по внедрению в практику в 2022-2024 гг.» СП – АО «Elektrokimyozavod» (справка СП-АО «Elektrokimyozavod» № 196 от 7 сентября 2022 года). В результате, было организовано производство известково-аммиачной селитры, предназначенной для экспорта;

технология получения фосфогипсовой ИАС на основе расплава АС, ДМ и ФГ также включена в «перечень перспективных разработок по внедрению в практику в 2022-2024 гг.» СП-АО «Elektrokimyozavod» (справка СП-АО «Elektrokimyozavod» №196 от 7 сентября 2022 года). В результате появилась возможность превратить в водорастворимую сернистую ИАС более 100 млн. тонны фосфогипса накопленного на территории АО «Аммофос-Максам».

Апробация результатов исследования. Результаты исследования обсуждались на 2-х международных и 5-х республиканских научно-практических конференциях.

Опубликованность результатов исследования. По теме диссертации опубликовано всего 13 научных работ, из них 6 статей опубликованы в научных изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации, в том числе 3 в республиканских и 3 в зарубежных журналах.

Структура и объем диссертации. Структура диссертации состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы и приложений. Объем диссертации составил 105 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обосновывается актуальность и необходимость работы, формулируются цели и задачи исследования, соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и техники Республики Узбекистан, описываются научная новизна и практические результаты исследования, раскрывается научная и практическая значимость полученных результатов, указывается степень внедрения результатов в практику, сведения об опубликованных работах и структуре диссертации.

В первой главе диссертации под названием «**Получение, физико-химические свойства и применение аммиачной селитры и известково-аммиачной селитры**» по проведённому литературному анализу показаны высокие вязкостно-детонационные свойства АС и пути устранения этих недостатков. Свойство вязкости АС устраняется применением влагопритягивающих, центрo-кристаллообразующих, мелкодисперсных порошковых клеобразных, водорастворимых, нерастворимых и других добавок. С целью снижения взрывоопасности рекомендуются следующие добавки: карбонатные (карбонат кальция, известняк, минерал доломит, мел), калиевые (хлорид и сульфат калия) соединения, содержащие катионы аммония (сульфат аммония, орто- и полифосфаты), балластные вещества (гипс, фосфогипс) и др. (фосфоритная мука, бентонит). Согласно анализу данных, для проведения исследований по изучению преимуществ и недостатков этих добавок более эффективным из соединений карбоната кальция были выбраны доломитовый минерал ДМ; из соединений содержащих катионы аммония-сульфат аммония $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ и из балластных веществ - фосфогипс (ФГ).

Во второй главе диссертации под названием «**Общая характеристика объекта исследования и методика проведения экспериментов**» представлены дисперсионно-химический состав и физико-механические свойства ДМ Шурсуйского, Навбахорского и Дехканабадского рудников а также ФГ, представляющего собой отход экстракционной фосфорной кислоты (ЭФК) производства ОАО «Аммофос-Максам» (табл. 1-3).

Как показывают результаты исследования дисперсности состава ДМ и ФГ, различных шахтовых грунтов, было определено, что класс крупности составляет в основном 0,5; 0,49-0,315; 0,314-0,25; 0,24-0,16; 0,15-0,063 и 0,062 - 0,05 мм (табл. 1).

Из таблицы 2 видно, что в ДМ «Шурсу» содержится 31,48% элементов СаО и 19,17% MgO, тогда как в ДМ «Навбахор» и «Дехканабад» эти показатели составляют 28 и 25% соответственно; и 30,56 и 20,41%. ФГ содержит 37,47% СаО и 54,49% SO_3 . Отсюда можно сделать вывод, что при использовании ДМ в качестве добавки к АС состав селитры обогащается помимо азотного элемента необходимыми для растений питательными элементами СаО и MgO, а при использовании ФГ – сернистым элементом.

Согласно табл. 3 свободная рассыпная плотность ДМ при влажности 1-1,5% составляет для ДМ Шурсу $1,23\text{ г/см}^3$; для Навбахора ДМ-1,26 г/см^3 ;

Дехканабада составляет $1,24\text{г/см}^3$ и $2,2-2,4\text{г/с}^3$ для ФГ. Величина естественного угла откоса различных образцов шахтных ДМ находится в пределах 39-41 град, в то время как для ФГ этот показатель составляет $36^{\circ}21'А'$ рассеивание выбранных объектов равномерно распределялось без каких-либо затруднений. Предел влагоемкости составляет 8,04-9,22 % для ДМ и 7,62% для ФГ, при более высокой влажности это сырье теряет свою дисперсность. Также следует отметить, что ДМ со значением рН от 8,76 до 9,05 эффективно нейтрализует кислотность АС. Для изучения механизма действия выбранных добавок были отобраны образцы магниевой ИАС, полученной путем разбрызгивания (приллирования) или быстрого перемешивания (окатка) доломит-сульфатно-нитратных или доломито-гипсо-нитратных расплавов, приготовленных с добавлением ДМ, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ и ФГ.

Таблица 1

Дисперсионный состав различных ДМ и ФГ пород

Размер, мм	Выход фракции , тяжелый. %			
	Шурсу	Навбахор	Дехканобод	Фосфогипс
0,5	9,70	13,67	27,84	17,39
0,49 - 0,315	11,03	10,98	13,62	9,16
0,314 - 0,25	4,48	5,60	4,01	2,45
0,24 - 0,16	8,62	3,12	16,78	12,0
0,15 - 0,063	17,31	11,73	11,43	25,72
0,062- 0,05	48,86	54,90	26,32	33,28
Начальный вес	100	100	100	100

Таблица 2

Химический состав различных шахтных ДМ и ФГ

Название объектов	Количество компонентов масс%									
	CaO	MgO	SiO ₂	MnO	TiO ₂	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	SO ₃	CO ₂
Шурсу	31,48	19,17	2,87	0,01	0,02	0,05	0,15	0,03	0,30	45,0
Навбахор	28,0	25,0	2,14	0,077	-	0,04	0,12	0,02	0,23	44,30
Дехканабад	30,56	20,41	2,30	0,01	0,02	0,05	0,07	0,08	2,12	45,16
Фосфогипс	37,47	-	2,95	0,072	0,05	-	0,10	1,59	54,49	-

Таблица 3

Физико-механические свойства различных шахтных ДМ и ФГ

Свойство	Показатели			
	Шурсу	Навбахор	Дехканобод	Фосфогипс
Влажность, %	1,5	1,0	1,12	18-20
Свободная рассыпная плотность, г/см^3	1,23	1,26	1,24	2,2-2,4
Уплотнённая плотность, г/см^3	2,80	2,82	2,79	2,9-3,1
Угол наклона, град.	$41^{\circ}10'$	$40^{\circ}02'$	$39^{\circ}56'$	$36^{\circ}21'$
Растекаемость, сек	17,76	18,0	17,92	15,35
Точка гигроскопичности, %	41,65	42,10	42,89	44,30
Влагоёмкость, %	8,04	9,22	8,53	7,62
рН 10 % суспензии	8, 82	9,0 5	8,7 6	3,29-3,5

В третьей-главе диссертации под названием «Исследование процессов получения магниевой известково-аммиачной селитры на основе расплава аммиачной селитры, доломитового минерала и сульфата аммония» приведена общая масса доломитно-нитратной смеси, образующейся при добавлении ДМ к АС расплав АС:ДМ = 100:(3-45) по массе. Исследованы состав и свойства образцов магниевых ИАС с добавкой 3,5,7 и 10% $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. Эксперименты проводились следующим образом. Отмеренный химически чистый NH_4NO_3 помещали в химический стакан из нержавеющей стали 12X18H10T и расплавляли при 170°C с помощью электроплитки. $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ в количестве 3-10 % от его общей массы добавляли в доломитно-нитратный расплав, образующийся при добавлении ДМ к селитровому расплаву в весовом соотношении АС:ДМ=100:3 к 100:45. Смесь доломит-сульфат-нитрат перемешивали при $175-180^\circ\text{C}$ в течение 10 минут. Полученный расплав гранулировали распылением. Подготовленные образцы измельчали и анализировали по стандартным методикам (табл.4).

Таблица 4

Состав и температура кристаллизации магниевно-известково-аммиачной селитры, полученной на основе жидкости АС, ДМ "Шурсу" и $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

Весовое соотношение АС : ДМ	Количество $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ в смеси, %	Количество компонентов, масс. %				Температура кристаллизации, °С
		N	SO ₃	CaO	MgO	
"Чистая" NH_4NO_3		34,96	-	-	-	167,0
АС с добавкой Магнезит		34,50	-	-	0,28	164,3
100 : 3	-	33,74	-	0,91	0,57	161,4
100 : 3	3	33,58	1,80	0,87	0,53	163,8
100 : 3	5	33,32	3,05	0,84	0,51	164,0
100 : 3	7	33,06	4,25	0,83	0,50	164,7
100 : 3	10	32,68	6,0	0,82	0,48	165,2
100 : 10	-	31,93	-	2,86	1,75	159,3
100 : 10	3	31,52	2,82	2,75	1,67	162,5
100 : 10	5	31,28	3,03	2,71	1,62	162,9
100 : 10	7	31,04	4,22	2,63	1,60	163,6
100 : 10	10	30,73	6,05	2,57	1,54	164,0
100 : 20	-	28,91	-	5,22	3,16	156,9
100 : 20	3	28,88	1,80	5,04	3,09	161,7
100 : 20	5	28,75	3,02	4,96	3,04	162,3
100 : 20	7	28,57	4,24	4,87	2,95	162,8
100 : 20	10	28,35	6,05	4,70	2,85	163,2
100 : 30	-	26,82	-	7,21	4,40	154,5
100 : 30	3	26,73	1,81	7,04	4,26	160,1
100 : 30	5	26,61	3,01	6,87	4,18	161,0
100 : 30	7	26,49	4,23	6,74	4,09	161,8
100 : 30	10	26,33	6,06	6,53	3,95	162,7
100 : 45	-	24,16	-	9,60	6,02	152,1
100 : 45	3	24,03	1,86	9,48	5,75	158,7
100 : 45	5	23,95	3,05	9,27	5,63	159,2
100 : 45	7	23,91	4,25	9,05	5,51	159,6
100 : 45	10	23,82	6,07	8,78	5,33	160,3

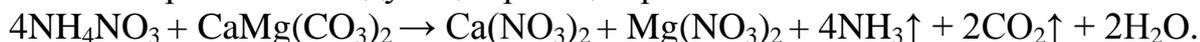
Было определено, что при добавлении в расплав АС в следующем соотношении от АС:ДМ =100:3 до 100:45, температура кристаллизации расплава доломит-сульфат-нитрата резко падает со 161,4°С до 152,1°С. Это объясняется тем, что нерастворимые компоненты минерального состава ускоряют затвердевание доломитно-нитратного расплава, образуя центральные кристаллы в селитровом расплаве.

При добавлении (NH₄)₂SO₄ в количестве 3-10 % от его общей массы в полученную доломитно-нитратную смесь в соотношении АС:ДМ=100:(3-45) повышается температура кристаллизации доломито - сульфатно-нитратного расплава от 163,8° С до 158,7°С, т. е. по сравнению с доломитно-нитратной жидкостью (161,4-152,1°С)- повышается до 8,2°С. Поэтому использование (NH₄)₂SO₄ в качестве добавки к ИАС несколько повышает температуру кристаллизации доломито-сульфатно- нитратного расплава, и она более легко зернится.

Из таблицы 4 видно, что при добавлении к 100 г расплава АС в стехиометрическом весовом соотношении 3г на 45 г доломита и 3-10% (NH₄)₂SO₄, в полученном ИАС общая масса азота (N) уменьшается с 33,58 до 23,82% а количество SO₃, СаО и MgO соответственно увеличивается с 1,80 до 6,07 %, с 0,82 до 9,48 % и с 0,48 до 5,75 %. При этом сумма питательных компонентов (N+SO₃+СаО+MgO) находится в пределах 36,68-45,12%.

Сведения о составе образцов магниевой ИАС, отобранных на основе ДМ «Навбахор» и «Дехконабад», в автореферате не указаны, поскольку они очень близки к составам проб, отобранных на основе ДМ «Шурсу».

Стоит отметить, что при смешивании расплава АС с ДМ в той или иной степени протекает следующая реакция разложения:



По этой реакции в той или иной степени определяли декарбонизацию ДМ-СаMg(CO₃)₂. Результаты представлены в таблице 5.

Анализы показали, что при температурах 170-180°С процесс взаимодействия расплава АС с ДМ и (NH₄)₂SO₄ во всех весовых соотношениях достаточно ускоряется.

Таблица 5

Кинетика декарбонизации магниевно-известково-аммиачной селитры, полученной на основе расплава АС, ДМ "Шурсу" и (NH₄)₂SO₄

Время экспозиции, мин.	Исследуемые диапазоны температур, °С					
	170		175		180	
	CO ₂ , %	Степень декарбонизации, %	CO ₂ , %	Степень декарбонизации, %	CO ₂ , %	Степень декарбонизации, %
АС : ДМ = 100 : 3 и 3% (NH ₄) ₂ SO ₄ добавленный образец магниевой ИАС (CO ₂ 1,27%)						
3	0,88	30,82	0,84	34,08	0,81	36,10
10	0,84	34,0	0,79	37,63	0,76	40,23
30	0,76	39,93	0,72	43,63	0,68	46,19
60	0,71	43,71	0,66	48,23	0,63	50,45
90	0,67	47,02	0,62	51,08	0,58	54,51
120	0,64	49,36	0,59	53,24	0,54	57,38

АС : ДМ = 100 : 3 и 3% (NH ₄) ₂ SO ₄ добавленный образец магниевой ИАС(CO ₂ 7,28%)						
3	5,33	26,75	5,18	28,78	5,00	31,29
10	5,16	29,07	4,99	31,52	4,78	34,32
30	4,83	33,62	4,66	36,02	4,46	38,80
60	4,53	37,71	4,34	40,36	4,13	43,22
90	4,24	41,81	4,06	44,23	3,92	46,18
120	3,98	45,29	3,86	47,0	3,59	50,67
АС : ДМ = 100 : 3 и 3% (NH ₄) ₂ SO ₄ добавленный образец магниевой ИАС(CO ₂ 13,56%)						
3	10,82	20,19	10,50	22,55	10,29	24,12
10	10,51	22,51	10,15	25,15	9,86	27,26
30	10,02	26,13	9,63	28,97	9,28	31,55
60	9,56	29,47	9,10	32,88	8,71	35,75
90	9,12	32,78	8,58	36,76	8,12	40,14
120	8,82	34,96	8,00	41,03	7,41	45,39

В таблицы 6 приведены основные товарные свойства магниевых образцов ИАС, полученных на основе расплава АС, ДМ и (NH₄)₂SO₄ . «Шурсу», из таблицы видно ,что увеличение массовой доли ДМ и (NH₄)₂SO₄ в расплава АС положительно влияет на прочность зерна изделий, повышая ее с 3,24 до 12,76 МПа.

А вязкость ИАС после добавления снижается с 3,11-1,02 кг/см², что в 1,8-5,5 раза ниже, чем у АС без добавки (5,62 кг/см²) соответственно. Еще одним показателем, характеризующим взрывчатое свойство АС, является пористость зерен и свойство хорошо впитывать жидкое горючее. Если пористость зёрн чистой АС (NH₄NO₃) и магниевой, составила 22-9,10% соответственно, то при добавлении к 100г АС от 3 до 45г ДМ и 3-10% (NH₄)₂SO₄, пористость магниевой ИАС уменьшилась с 8,24 до 4,83% соответственно. Чем ниже пористость зерен удобрения, тем ниже должна быть их способность адсорбировать топливо. Потому что эти свойства взаимосвязаны. В зависимости от количества добавок ДМ и (NH₄)₂SO₄ топливная абсорбция зерен магниевой ИАС варьируется от 3,04 до 1,12 г на 100 г продукта. В «чистых» NH₄NO₃ и АС с добавкой магнезита она равна 4,82 и 4,33 г соответственно. Таким образом, чем выше прочность зерен, тем ниже их пористость и тем меньше зёрна поглощают дизельное топливо, и, как следствие, взрывчатые свойства АС снижаются. Исследуемые зерна магниевой ИАС по сравнению с «чистой» NH₄NO₃ растворяется в воде значительно медленнее (от 1,35 до 3,2 раз). Таким образом, присутствие ДМ и (NH₄)₂SO₄ в АС обеспечивает постепенное выделение азота из магниевых зерен ИАС (табл.6).

На следующем этапе работы были проведены рентгеноструктурные, электронно-микроскопические и термические исследования образцов магниевой ИАС.

Таблица 6

Свойства образцов магниезально-известково-аммиачной селитры, полученных на основе расплава АС, ДМ и $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ «Шурсу»

Весовое соотношение АС:ДМ	Кол-во $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ в смеси, %	Прочность зерен, МПа	Вязкость зерен, кг/см ²	Пористость зерен, %	Поглощаемость зерен дизельного топлива, гр.	Растворимость зерен в воде, сек
"Чистая" NH_4NO_3		1,32	5,62	22,0	4,82	44,60
АС с добавкой Магнезита		1,58	4,67	9,10	4,33	46,80
100 : 3	-	2,81	3,24	8,36	3,12	56,90
100 : 3	3	3,24	3,11	8,24	3,04	63,52
100 : 3	5	3,48	3,05	8,05	2,95	66,27
100 : 3	7	3,73	2,98	7,90	2,87	73,30
100 : 3	10	3,95	2,93	7,72	2,80	76,74
100 : 10	-	4,42	2,87	7,54	2,76	58,65
100 : 10	3	5,20	2,69	7,48	2,64	80,63
100 : 10	5	5,43	2,62	7,37	2,58	85,0
100 : 10	7	5,67	2,56	7,31	2,51	87,49
100 : 10	10	5,92	2,50	7,24	2,43	92,71
100 : 20	-	6,40	2,43	7,12	2,38	61,34
100 : 20	3	7,11	2,36	7,05	2,32	94,87
100 : 20	5	7,43	2,28	6,89	2,21	100,03
100 : 20	7	7,63	2,21	6,74	2,15	104,10
100 : 20	10	7,88	2,15	6,60	2,06	109,32
100 : 30	-	8,35	2,08	6,45	1,94	64,57
100 : 30	3	9,03	1,97	6,37	1,87	111,54
100 : 30	5	9,38	1,90	6,24	1,79	116,65
100 : 30	7	9,57	1,86	6,11	1,70	120,79
100 : 30	10	9,84	1,82	5,96	1,62	126,0
100 : 45	-	10,77	1,74	5,79	1,51	68,03
100 : 45	3	12,02	1,57	5,54	1,43	131,56
100 : 45	5	12,27	1,41	5,32	1,35	136,20
100 : 45	7	12,51	1,25	5,09	1,24	138,82
100 : 45	10	12,76	1,02	4,83	1,12	142,61

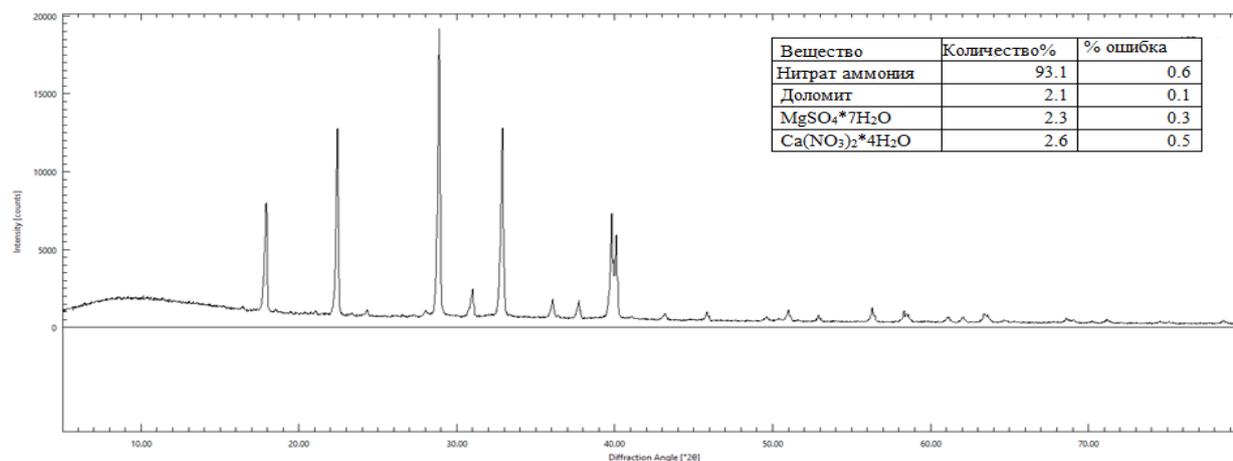


Рис.1. Рентгенограмма образца магниевой ИАС, полученной при соотношении АС:ДМ=100:3 и 5% $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

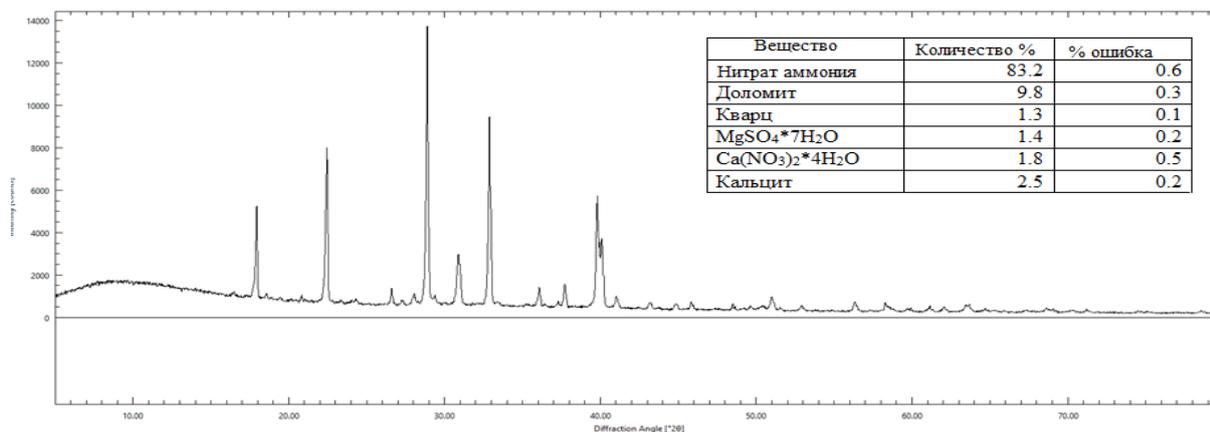


Рис.2. Рентгенограмма образца магниевой ИАС, полученной при добавлении в соотношении АС:ДМ=100:20 и 5% (NH₄)₂SO₄

На рисунках 1 и 2 показаны интенсивные пики «чистой» NH₄NO₃ (4,94; 3,95; 3,75; 3,65; 3,08 Å) и вместе с ДМ-CaMg(CO₃)₂ месторождения «Шурсу» (5,35; 4,04; 3,72; 2,89; 2,67 Å) подтверждающие наличие двух солей Ca(NO₃)₂·4H₂O и MgSO₄·7H₂O, образующиеся при взаимодействии расплава, дифракционные пики которых (10,7; 8,08; 7,65; 7,19; 6,01 Å и 8,4; 6,02; 5,94; 5,35 соответственно, образующимися при взаимодействии расплава NH₄NO₃ с ДМ. По результатам электронно-микроскопических исследований мелкие кристаллические частицы ДМ и добавок (NH₄)₂SO₄ образуют центры кристаллизации в зернах АС и уменьшают размер пористости зерен селитры. Этот факт также объясняет повышение прочности зерен образцов ИАС при добавлении сульфата аммония, снижение их вязкости и пористости и причину низкого поглощения дизельного топлива.

При исследованных диапазонах температур 165-180°С плотности и вязкости доломит-сульфатно-нитратных расплавов, они находятся в пределах 1,561-2,076 кг/см² и 5,65-16,62 сПз соответственно. Эти расплавы обладают достаточной текучестью и могут без особых технологических сложностей гранулироваться путем распыления или быстрого перемешивания.

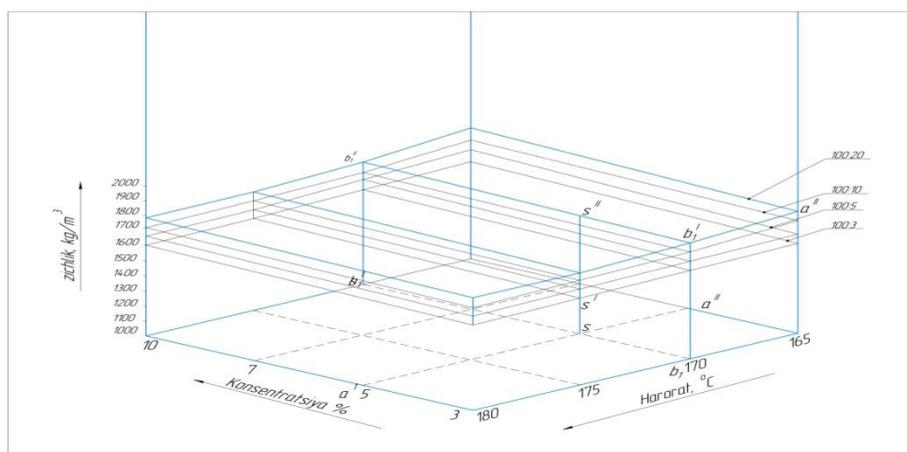


Рис. 3. Номограмма зависимости плотности магниевно-известково-аммиачной селитры с добавкой сульфата аммония от температуры и концентрации

В лабораторных условиях апробирована технология получения магниевой ИАС на основе расплавления АС, ДМ и $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, составлены материальные балансы производства нового вида удобрений и разработана принципиальная технологическая схема (рис. 4).

По данной технологической схеме расплав АС из емкости бака (1) подается в реактор-смеситель (3) с помощью погружного насоса (2). При этом одновременно ДМ и $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ из бункера (4, 5) через микродозаторы (6) подаются в реактор-смеситель (3). В реакторе – смесителе в течение 10 минут ДМ и $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ тщательно смешивают с расплавом АС. Полученный доломито-сульфатно-нитратный расплав подают в шнековый гранулятор (7). Одновременно ретур также поступает в гранулятор (7). Затем его подают в барабанный гранулятор (8) и продукт гранулируют путем интенсивного перемешивания. Гранулированные удобрения сортируются с помощью классификатора (9). Зерна гранул размером 1-4 мм отправляются на фасовку. Оработанная пыль сначала направляется в циклон (12), а оттуда на абсорбцию.

На опытной установке СП-АО «Elektrokimyozavod» получено 1,8 т ИАС с добавками в соотношении АС:ДМ = 100:20 а также с добавкой 5% $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$.

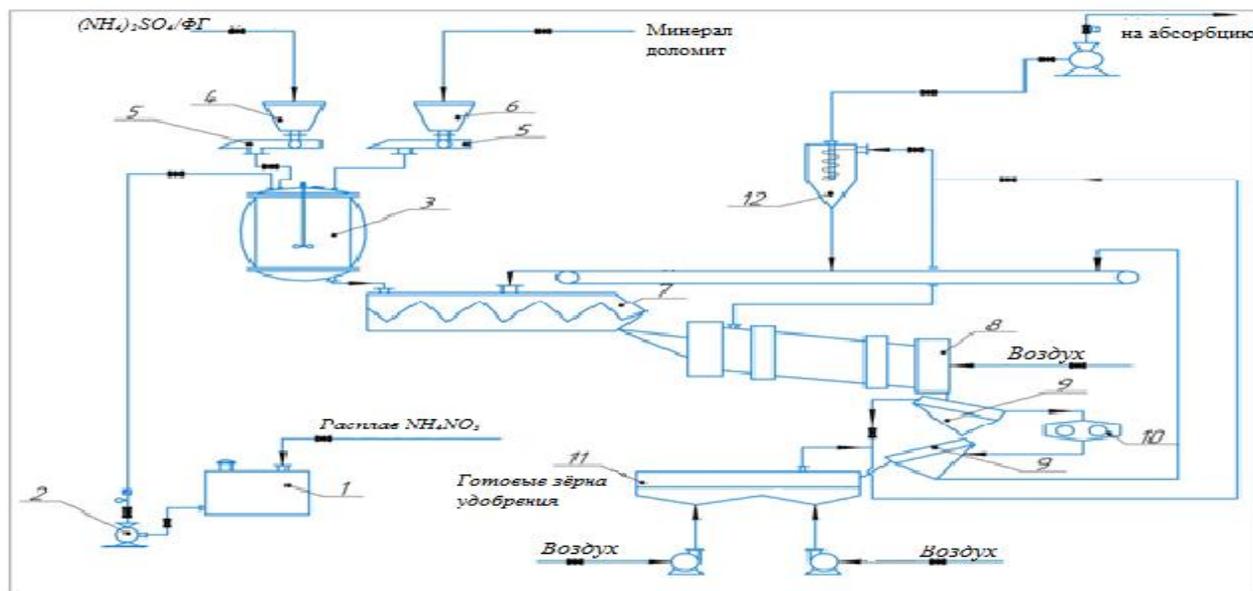


Рис.4. Принципиальная технологическая схема получения ИАС с добавкой $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4/\text{ФГ}$ 1–бак-емкость для расплава NH_4NO_3 ; 2 – насос; 3 - реактор с винтовой мешалкой; 4-бункер для $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4/\text{ФГ}$; 5 - шнековые дозаторы; 6 - бункер для доломитового минерала; 7 – шнековый гранулятор; 8 - гранулирующий барабан; 9- классификатор; 10 - измельчитель; 11 - охладитель кипящего слоя; 12 - циклон.

В четвертой главе диссертации под названием «Исследование процессов получения известково-аммиачной селитры на основе расплава аммиачной селитры, доломитового минерала и фосфогипса». Изучены состав и свойства образцов фосфогипсовой ИАС, полученной на

основе добавки ФГ в количестве 5,7 и 10% в доломитно-нитратную смесь, образующуюся при добавлении ДМ к расплаву АС, в следующем соотношении АС : ДМ = 100 : (3-40) по массе. В магниевой ИАС с добавкой ФГ в количестве 3-10% от общей массы ДМ доломит-нитратной смеси в весовом соотношении от 3 до 45г на 100г жидкости АС общее количество азота (N) уменьшается с 32,94 до 21,72 %, количество SO₃ , CaO и MgO увеличивается с 1,56 до 5,39 %, с 2,0 до 12,49 % и с 0,48 до 5,74 %. соответственно при этом сумма питательных компонентов (N₂+SO₃+CaO+MgO) находится в пределах 36,98-45,34%. Прочность полученных зерен фосфогипсовой ИАС при исследованных весовых соотношениях находилась в пределах от 4,36 до 13,68 МПа. Вязкость зёрен образцов этого удобрения составляет 3,03-0,78. кг/см² . Добавление ДМ от 3 до 45 г и ФГ от 3 до 10 % на 100 г АС позволило снизить пористость полученных гранул удобрений с 7,85 до 4,27 % соответственно, при этом поглощение зёрнами дизельного топлива составило от 2,85 до 0,89 г на 100 г продукта. (рис.5).

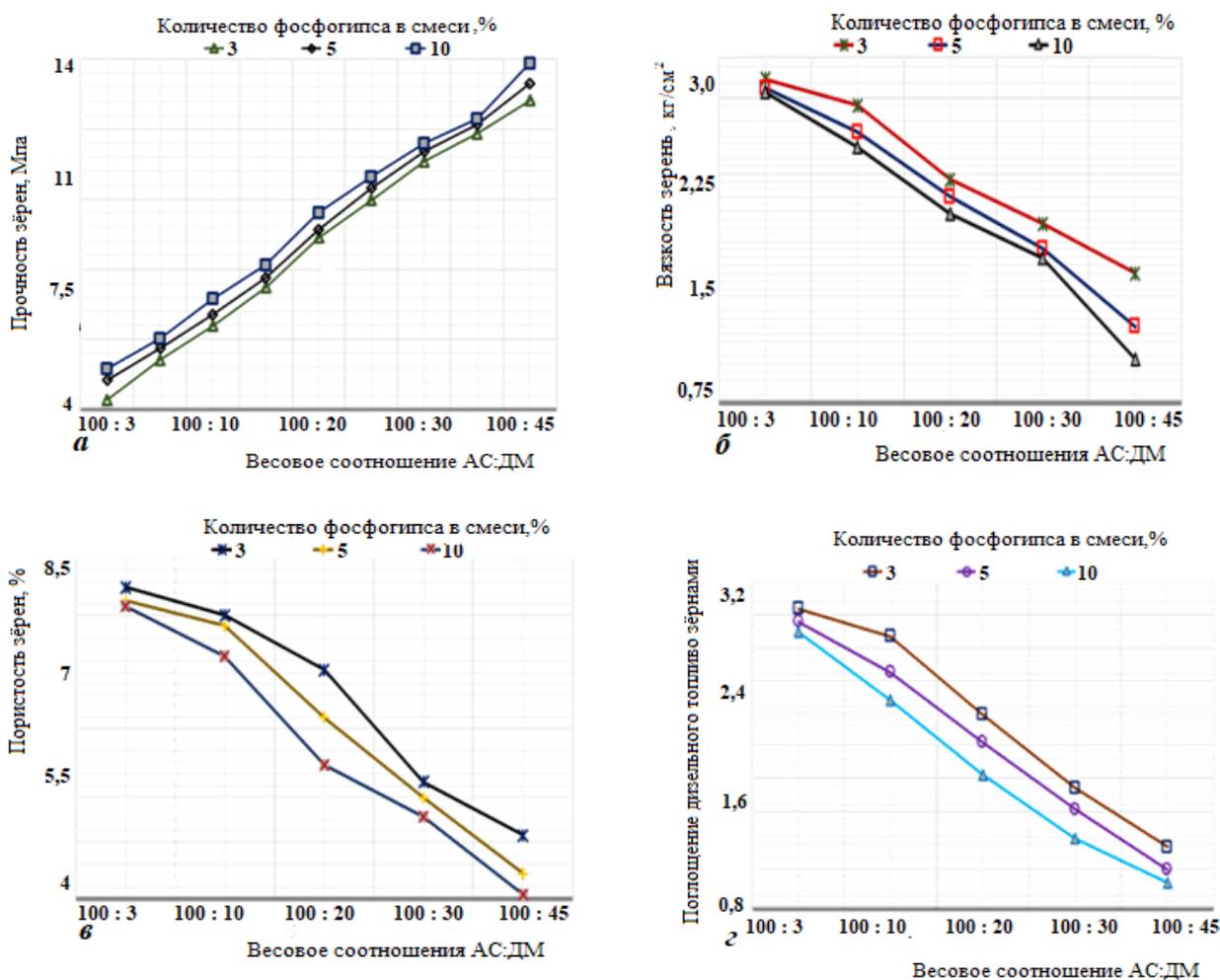


Рис. 5. Зависимость изменения прочности зерна (а), вязкости (б), пористости (в) и поглощение дизельного топлива (г) образцов фосфогипсовой ИАС в зависимости от соотношения АС:ДМ и количества добавки ФГ

Определена термическая устойчивость образцов зёрен магниево-известково-аммиачной селитры с добавкой фосфогипса при многообратимых термоциклах нагревания-охлаждения с $20 \leftrightarrow 60^\circ\text{C}$ в течение 2-5 дней. Через 10 термоциклов зёрна «чистой» марки NH_4NO_3 разрушаются до 5%, а через 90 термоциклов полностью разрушаются все зёрна. После 70 термоциклов зёрна ИАС, содержащие ДМ и ФГ, разрушаются от 3 % до 6 %. ИАС с оптимальным соотношением АС:ДМ=100:20 и 5 % фосфогипса сохраняла целостность зерен до 84 термоциклов и 73 % после 100 термоциклов по сравнению с 27 % разрушенных. Следовательно, чем выше количество ДМ и ФГ в расплавы NH_4NO_3 , тем выше термостойкость зерен. В исследованном интервале температур $165-180^\circ\text{C}$ значения плотности и вязкости доломито-гипсо-нитратного сплава находятся в пределах $1,572-2,184 \text{ кг/см}^2$ и $6,02-21,3 \text{ сПз}$, и все они легко гранулируются в грануляторах. На основе расплава АС, добавок ДМ и ФГ разработана принципиальная технологическая схема производства фосфогипсовой ИАС (рис.5) и составлены материальные балансы.



Рис. 6. Блочная система производства фосфогипсовой ИАС

Для получения опытной партии гранулированной фосфогипсовой ИАС, ДМ и ФГ через микродозатор подают в реактор-смеситель, сюда же одновременно вводят и расплав АС. Время перемешивания 10 минут. Далее доломито-гипсо-нитратный расплав поступает в шнековый гранулятор с наличием реторты, где при охлаждении образуются округлые твердые зерна. Окончательная грануляция продукта осуществляется во вращающемся барабане с использованием холодного атмосферного воздуха в противотоке.

На опытной установке СП-АО «Elektrokimyozavod» в ходе испытаний была изготовлена опытная партия 1,5 т из образцов ИАС содержащей добавки с массовым соотношением АС : ДМ = 100 : 20 и 3% фосфогипса.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований по диссертационной работе доктора философии (PhD) на тему «Технология получения комплексных удобрений на основе аммиачной селитры, сульфата, доломита и фосфогипса» сделаны следующие заключения, имеющие теоретическую и практическую значимость:

1. Применены в качестве модифицирующей добавки к АС, ФГ, являющийся отходом производства «Аммофос-Максам» и различные шахтные доломитовые минералы (Шурсу, Навбахор, Дехканобод) после изучения их состава и свойств.

2. Изучен процесс получения ИАС путем добавления $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ в количестве 3-10% от его общей массы в доломитно-нитратный расплав, образующего при добавлении ДМ к «чистому» расплаву NH_4NO_3 в соотношении АС:ДМ = 100:(3-45). В этом случае товарные свойства ИАС изменяются в зависимости от весового соотношения АС:ДМ.

3. Выявлено, что при добавлении в расплав АС ДМ и $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ к АС в исследованных весовых соотношениях вязкость, пористость и поглощение дизельного топлива зёрнами образцов ИАС уменьшается. ДМ и $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ингибируют разложение NH_4NO_3 и повышают её температуру структурного разрушения с 211 до 262,7°C.

4. Разработана принципиальная технологическая схема получения ИАС с добавкой $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ /ФГ и рассчитаны материальные балансы, на основе результатов проведенных экспериментов в лабораторных условиях и физико-химического анализа, а также изучены плотности и вязкости доломит-сульфатно-нитратных расплавов при всех исследованных весовых соотношениях и интервалах температур 165-180°C, которые подходят для грануляции методом распыления или быстрого перемешивания.

5. Изучен процесс получения ИАС путем добавления ФГ в количестве 3-10% от его общей массы в доломитно-нитратный расплав, образующуюся при добавлении ДМ к расплаву NH_4NO_3 марки «Чистый» в соотношении от АС: ДМ=100:3 до АС:ДМ 100:45. Установлено, что прочность, зёрен образцов фосфогипсовой ИАС в изученных весовых соотношениях увеличивается, а вязкость, пористость и маслоёмкость уменьшается.

6. Проведены испытания технологии получения ИАС с использованием $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ и фосфогипса на СП-АО «Elektrokimyozavod» и выпущены опытные партии ИАС-1,8 и $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 1,5 т продукции соответственно.

7. Организация производства ИАС с добавлением $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ и фосфогипса дает возможность производить новый вид комплексных удобрений с дополнительной стоимостью для экспорта. Самое главное, в составе 1 тонны этих удобрений показатель питательных элементов в 1,2 раза выше по сравнению с селитрой.

**SCIENTIFIC COUNCIL ON AWARDING SCIENTIFIC DEGREES
PhD.17/30.07.2022.T.06.03 AT THE NAVOI STATE UNIVERSITY OF
MINING AND TECHNOLOGIES**

NAVOI STATE UNIVERSITY OF MINING AND TECHNOLOGIES

TAKHIROVA NARGISA BAKHRIDDINOVNA

**TECHNOLOGY FOR PRODUCING COMPLEX FERTILIZERS BASED
ON PHOSPHOGYPSUM, DOLOMITE, AMMONIUM NITRATE AND
SULFATE**

02.00.13 – Technology of inorganic substances and materials on their basis

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

Navoi –2023

The topic of the dissertation for the degree of the Doctor of Philosophy in technical sciences is registered in the Supreme Attestation Commission at the Ministry of Higher education, science and innovations of the Republic of Uzbekistan B2022.4.PhD/T1783

The dissertation was completed at the Navoi State Mining and Technology University.

The abstract of the dissertation is posted in three languages (Uzbek, Russian, English (summary)) on the web page of the scientific council www.ndki.uz and on the Information and Educational Portal "Ziyonet".

Research supervisors:	Khudoiberdiev Fazlidin Isroilovich Doctor of Philosophy in Engineering, Associate Professor
Official opponents:	Umirov Farkhod Ergashovich Doctor of technical sciences, professor Alimov Umarbek Kadyrbergenovich Doctor of technical sciences, senior researcher
Leading organization:	Namangan Institute of Engineering and Technology

The defence of the dissertation will be held on «18» 04 2023 at 10⁰⁰ at the meeting of the Scientific council of scientific degrees PhD.17/30.07.2022.T.06.03 at the Navoi state university of mining and technologies. Address: 210100, Navoi, Galaba shoh street, 72. Conference Hall of the Navoi state university of mining and technologies. Phone: 0 (436) 223-23-32; fax: 0 (436) 223-49-66; e-mail: info@ndki.uz, nsmi@gmail.com.

The doctoral dissertation has been registered at the Information Resource Centre of the Navoi state university of mining and technologies under No 131 Address: 210100, Navoi, Galaba shoh street, 72. Phone: 0 (436) 223-56-90; fax: 0 (436) 223-49-66.

The abstract of the dissertation is distributed on 5.04 2023.
Protocol at the register No 3 dated 5.04 2023.



B.F. Mukhiddinov
Chairman of the Scientific Council for
awarding the scientific degrees,
Doctor of Chemical Sciences, Professor

S.Sh. Sharipov
Scientific Secretary of the Scientific Council for
awarding the scientific degrees,
PhD., associate professor

H.M. Vapoev
Chairman of the Scientific Seminar at the Scientific
Council for the award of the scientific degrees,
Doctor of Technical Sciences, associate professor

INTRODUCTION (abstract of the PhD diisertation)

The aim of the research is to develop a technology for the production of complex fertilizers based on liquid ammonium nitrate, mineral dolomite, ammonium sulfate and phosphogypsum.

The object of research is the AN melt, dolomite minerals, ammonium sulfate, phosphogypsum, dolomite-sulphate-nitrate and dolomite-gypsum-nitrate melt, magnesium IAS.

The scientific novelty of the research is as follows:

based on the determination of the physical and mechanical properties of various minerals of dolomite and FG, which are waste products of the extraction production of phosphoric acid, their suitability for use as a saltpeter modifier has been proved;

an increase in the strength of IAS grains by 2-8 times and decrease in viscosity by 2-4 times was determined when dolomite mineral is added to the AN melt in a mass ratio from 100:3 to 100:45 and $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ with FG in an amount from 3 to 10 % of the total mass of the dolomite-nitrate mixture.

the decarbonization of dolomite as a result of the decomposition of the dolomite mineral in the AN melt has been proved;

an increase in the decomposition temperature of AS from 211 to 262.7°C was determined with the participation of DM, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ and FG.

a technology has been developed for the production of IAS based on a melt of AN, DM, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ and FG.

Implementation of the research results. Based on scientific research on the development of the technology of complex fertilizers based on melts of AN, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ and FG, the following results were obtained:

the technology for producing IAS with the addition of $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ is included in the "list of promising developments for implementation in practice in 2022-2024" by JV-JSC "Elektrokimyozavod" (reference of JV-JSC "Elektrokimyozavod" No. 196 dated September 7, 2022). As a result, the production of lime-ammonium nitrate intended for export will be organized;

the technology of obtaining phosphogypsum IAS based on a melt of AN, DM and FG is also included in the "list of promising developments for implementation in practice in 2022-2024" by JV-JSC "Elektrokimyozavod" (reference of JV-JSC "Elektrokimyozavod" No. 196 dated September 7, 2022). As a result, it became possible to convert more than 100 million tons of accumulated phosphogypsum into water-soluble sulfur dioxide in the territory of Ammophos-Maxam JSC.

The structure and scope of the dissertation. The dissertation work consists of an introduction, four chapters, a conclusion, a list of references and an appendix. The volume of the dissertation is 105 pages.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ LIST OF PUBLISHED WORKS

I bo'lim (I часть; I part)

1. Tokhirova N., Nabiyeu A., Khudoyberdiyev F. Product Properties of Lime-Ammonium Nitrate Based on Dolomite Mineral, Ammonium Sulfate and Nitrate. // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. India. Vol. 7, Issue 11, November 2020. – pp. 15914-15917 (05.00.00 №8).

2. Tokhirova N., Nabiyeu A., Khudoyberdiyev F. Calcium-Ammonium Nitrate Based on Dolomite Mineral, Phosphogypsum, Ammonium Nitrate and Sulfate. // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. India. – Vol. 8, Issue 3, March 2021. – pp. 17045-17048 (05.00.00 №8).

3. Tokhirova N., Nabiyeu A., Mamataliyev A. Magnesium-calcium-ammonium nitrate with addition of dolomite and phosphogypsum // Journal of Engineering and Technology. India. – Vol. 12, Issue 2, Dec 2022, – pp. 21-26 (05.00.00 №31).

4. Тахирова Н.Б. Состав и свойства различных минералов доломита и фосфогипса // Композиционные материалы. – Ташкент. – 2022. – №4. – С. 65-68. (02.00.00 №4).

5. Тахирова Н.Б., Набиев А.А., Худойбердиев Ф.И. Известково-аммиачная селитра: получение и свойства // Научный вестник Наманганского государственного университета: г. Наманган / 2022 г. – №7. – С. 79-86 (02.00.00 №18).

6. Тахирова Н.Б. Реологические свойства известково-аммиачной селитры на основе доломита, плава нитрата и сульфата аммония // International Journal of Advanced Technology and Natural Sciences. – Navoi, 2022. – Vol.3(2) – P. 27-31. (Online ISSN: 2181-144X)

II bo'lim (II часть; II part)

7. Тахирова Н.Б., Набиев А.А., Худойбердиев Ф.И. Способ получения известково-аммиачной селитры // Республиканская научно-техническая конференция "Новые композиционные материалы: получение и применение в различных отраслях промышленности" г. Ташкент, Узбекистан. 15-16 сентября 2022 года. – С. 169-170.

8. Тахирова Н.Б., Набиев А.А., Худойбердиев Ф.И. Известково-аммиачная селитра с добавкой доломита и сульфата аммония // Республиканская научно-техническая конференция «Новые композиционные материалы: получение и применение других продуктов» г. Ташкент, Узбекистан. 15-16 сентября 2022 г. – С. 171-172.

9. Тахирова Н.Б. Магнийсодержащая известково-аммиачная селитра с добавками доломита и фосфогипса // Interdisciplinary Conference of Young Scholars in Social Sciences (USA). 01- 11-2023. - PP. 35-39.

10. Тахирова Н.Б. Некоторые физические свойства известково-аммиачного нитрата, полученного на основе доломита, сульфата и нитрата аммония // 2022: International Conference on "Ethics and Integrity in the Competitive World". Бостон. США. 9 января 2022г - С. 135-141.

11. Тахирова Н.Б., Набиев А.А., Худойбердиев Ф.И. Известково-аммиачная селитра с добавкой доломита и сульфата аммония // Республиканская научно-техническая конференция " Химия и химическое образование проблем " г. Фергана , Узбекистан. 20 сентября 2022 года . - С. 114-116.

12. Тахирова Н.Б., Набиев А.А., Худойбердиев Ф.И. Технология получения известково-аммиачной селитры с новыми добавками// Ilmiy tadqiqotlar, innovatsiyalar, nazariy va amaliy strategiyalar tadqiqi № 1 sonli Respublikasi ko'p tarmoqli, ilmiy konferensiya 24-sentyabr 2022-yil. –Б.76-79.

13. Tokhirova N., Khudoyberdiev F. Product properties of lime-ammonium nitrate based on dolomite mineral, ammonium sulfate and nitrate// III-международной конференции комплексное инновационное развитие Зарафшанского региона: достижения, проблемы и перспективы.г. Навои. Узбекистан. 27-28 октября, 2022 год. –С.412-416.



Avtoreferat «O‘zbekiston konchilik xabarnomasi» jurnalidan tahririyatida tahrirdan o‘tkazilib, o‘zbek, rus va ingliz tillaridagi matnlar o‘zaro muvofiqlashtirildi.

Bosishga ruxsat etildi: 04.04.2023 yil
Bichimi 60x84¹/16, «Times New Roman»
garniturada raqamli bosma usulida bosildi.
Shartli bosma tabog‘i: 3. Adadi 100. Buyurtma № 10.
Tel (93) 955-25-25.

Guvohnoma № 021683
«HUMO PRINT 2020» MCHJ bosmaxonasida chop etildi.
Bosmaxona manzili: Navoiy sh. Guliston - 3 massivi.