

**QORAQALPOQ DAVLAT UNIVERSITETI
HUZURIDAGI ILMIY DARAJA BERUVCHI
PhD.03/30.12.2019.T.20.03 RAQAMLI ILMIY KENGASH**

QORAQALPOQ DAVLAT UNIVERSITETI

KAZAXBAEV SAPARBAY ATABAEVICH

**PAST NAVLI MARKAZIY QIZILQUM FOSFORITLARI ASOSIDA
MURAKKAB O'G'ITLAR OLIHNING SAMARADOR
TEXNOLOGIYASINI ISHLAB CHIQISH**

02.00.13 – Noorganik moddalar va ular asosidagi materiallar texnologiyasi

**TEXNIKA FANLARI BO'YICHA FALSAFA DOKTORI (PhD)
DISSERTATSIYASI AVTOREFERATI**

Nukus – 2025

Falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi avtoreferati mundarijasi
Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD)
Content of the dissertation abstract of doctor of Philosophy (PhD)

Kazaxbaev Saparbay Atabaevich

Past navli Markaziy qizilqum fosforitlari asosida murakkab o‘g‘itlar olishning samarador texnologiyasini ishlab chiqish..... 3

Казахбаев Сапарбай Атабаевич

Разработка эффективной технологии получения сложных удобрений на основе низкосортных фосфоритов Центральных Кызылкумов..... 21

Kazakhbaev Saparbay Atabaevich

Development of an effective technology for producing complex fertilizers based on low-grade phosphorites of the Central Kyzylkum..... 41

E‘lon qilingan ishlar ro‘yxati

Список опубликованных работ
 List of published works..... 45

**QORAQALPOQ DAVLAT UNIVERSITETI
HUZURIDAGI ILMIY DARAJA BERUVCHI
PhD.03/30.12.2019.T.20.03 RAQAMLI ILMIY KENGASH**

QORAQALPOQ DAVLAT UNIVERSITETI

KAZAXBAEV SAPARBAY ATABAEVICH

**PAST NAVLI MARKAZIY QIZILQUM FOSFORITLARI ASOSIDA
MURAKKAB O'G'ITLAR OLIHNING SAMARADOR
TEXNOLOGIYASINI ISHLAB CHIQISH**

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 B2024.1.PhD/T4378 raqam bilan ro'yxatga olingan.

Doktorlik dissertatsiyasi Qoraqalpoq davlat universitetida bajarilgan.

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

Ilmiy rahbar:

Reymov Axmed Mambetkarimovich
texnika fanlari doktori, professor, akademik

Rasmiy oponentlar:

Sherqo'ziev Doniyor Shermamatovich
texnika fanlari doktori, professor,

Allaniyazov Davran Orazimbetovich
texnika fanlari doktori, katta ilmiy xodim

Etakchi tashkilot

Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti

Dissertatsiya himoyasi Qoraqalpoq davlat universiteti huzuridagi ilmiy daraja beruvchi PhD.03/30.30.12.2019.T.20.03 raqamli Ilmiy kengashning «23» avgust 2025 yil soat 10⁰⁰ - dagi majlisida bo'lib o'tadi (Manzil: 230112, Nukus shahri, Ch.Abdirov ko'chasi, 1 uy. Tel.: (99861) 223-60-47; faks: (99861) 223-60-78; e-mail: karsu_info@edu.uz).

Dissertatsiya bilan Qoraqalpoq davlat universitetining Axborot-resurs markazida tanishish mumkin (№ 350 raqami bilan ro'yxatga olingan). Manzil: 230112, Nukus shahri, Ch.Abdirov ko'chasi, 1uy. Tel.: (+99861)223-60-47, faks (+99861) 223-60-78.

Dissertatsiya avtoreferati 2025 yil «9» avgust kuni tarqatildi.

(2025 yil «9» avgustdagi 7 - raqamli reestr bayonnomasi).



Jumaniyazov M.J.
Ilmiy daraja beruvchi ilmiy kengash raisi v.v.b., t.f.d., professor

Qurbaniyazov R.Q.
Ilmiy daraja beruvchi ilmiy kengash kotibi, t.f.d., dotsent

Turemuratov Sh.N.
Ilmiy daraja beruvchi ilmiy kengash qoshidagi ilmiy seminar raisi, k.f.d., professor

KIRISH (falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi annotatsiyasi)

Dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zarurati. Hozirgi kunda jahon bozorida azot, fosfor va kaliy elementlarini o'z ichiga olgan murakkab o'g'itlarga talab juda yuqori. Murakkab o'g'itlarning afzalligi ularning yuqori agrokimyoviy samaradorligi, shuningdek, asosiy ozuqa moddalarini tuproqqa bir vaqtda kiritish orqali yoqilg'i moylarning (2,5 barobar) sarfini keskin qisqartirish hisobiga qishloq xo'jaligi mahsulotlarining tannarxini pasaytiradi. Shuning uchun qishloq xo'jaligi ekinlaridan yuqori hosil olishda murakkab o'g'itlar alohida o'rin tutadi. Buning uchun murakkab o'g'itlar ishlab chiqarish hajmini va ularning assortimentini oshirish lozim. Bu borada past navli fosforitlar va ko'mirni kislotali parchalash mahsulotlari hamda kaustik sodani elektrokimyosida ishlab chiqarishda hosil bo'ladigan ortiqcha xlorid kislotasini utelizatsiya qilish asosida NP va NPK o'g'itlar olish texnologiyasini ishlab chiqish va joriy etish muhim ahamiyatga ega.

Bugungi kunda dunyoda past navli fosforitlarni murakkab o'g'itga qayta ishlash, mavjudlarining tovar xossalarini yaxshilash bo'yicha ilmiy amaliy izlanishlar olib borilmoqda. Bu borada Qoraqalpog'iston va Markaziy Qizilqum past navli fosforli konlari kimyoviy va minerologik tarkiblarin o'rganish; Past navli fosforitlarni noorganik kislotalar bilan qayta ishlash maqbul sharoitlarini nazariy tahliliy va amaliy natijalar asosida topish; ko'mirni sulfat kislotali ishlov berib sulfogumat olishning maqbul sharoitlarin aniqlash; Nitrokaltsiyfosfat (NKFO') o'g'itlari donodorlash va uni olish jarayonida sulfat, sulfogumat kislotali ishlov berib mahsulotning tovar xususiyatlarin yaxshilash; fosforitlarni sulfogumat, nitrat va xlorid kislotalar bilan parshalab olingan pulpa karbamid va kaliyli tuzlar qo'shib supergumafos, PK, NPK, NPKCa turkumli murakkab o'g'itlar olishning energiya tejamkor samarali texnologiyalarini ishlab chiqishga alohida e'tibor qaratilmoqda.

Respublikada qishloq xo'jaligi uchun NP va NPK murakkab o'g'itlarini olish bo'yicha ilmiy tadqiqotlar va sanoat ishlanmalari muvaffaqiyatli olib borilmoqda. Yangi O'zbekistonning 2022-2026-yillarga mo'ljallangan taraqqiyot strategiyasining uchinchi yo'nalishida «...sanoat siyosatini davom ettirish, yalpi ichki mahsulotda sanoat ulushini oshirish va sanoat mahsulotlari ishlab chiqarish hajmini 1,4 barobarga oshirish...»¹ bo'yicha muhim vazifalar qayd etilgan. Shu sababli Qoraqalpog'iston va Markaziy Qizilqum past navli fosforitlaridan NP va NPK murakkab o'g'itlarining keng assortimentini olishning uzluksiz, takomillashtirilgan va energiya tejaydigan texnologiyasini ishlab chiqish alohida ahamiyat kasb etadi.

O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022 yil 28 yanvardagi PF-60 son "Yangi O'zbekistonni 2022-2026 yillarda rivojlantirish strategiyasi to'g'risida"gi Farmoni, 2019-yil 23-oktabrdagi "O'zbekiston Respublikasining 2020-2030-yillarga mo'ljallangan qishloq xo'jaligini rivojlantirish strategiyasini tasdiqlash to'g'risida"gi PQ-5853 son Qarori, shuningdek mazkur faoliyatga tegishli meyoriy-huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni bajarishga ushbu dissertatsiya

¹ O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022 yil 29 yanvardagi PF-60 son «2022-2026 yillarda O'zbekiston taraqqiyot strategiyasi to'g'risida»gi Farmoni

tadqiqoti muayyan darajada xizmat qiladi.

Tadqiqotning respublika fan va texnologiyalarini rivojlantirishning ustuvor yo‘nalishlariga mosligi. Mazkur tadqiqot Respublika fan va texnologiyalar rivojlanishining VII «Kimyoviy texnologiyalar va nanotexnologiyalar» ustuvor yo‘nalishiga muvofiq bajarilgan.

Muammoning o‘rganilganlik darajasi. Dunyoda past navli fosfat xomashyolarini xlorid kislotali qayta ishlash orqali fosforli o‘g‘itlar olish, shuningdek ularning fizik-kimyoviy xossalarini yaxshilash bo‘yicha ishlar keng yoritilgan, bu borada Shevruk V.V., Ostrovchkiy L.K., Potkina T.N., Voytenko A.I., Filenko I.A., Pochtalkina I.A., Petrovavlovskiy I.A. va boshqalar bir qator ilmiy tadqiqot ishlarini olib borganlar. Respublikamizda past navli Markaziy Qizilqum va Qoraqalpoq fosforitlarini kislotali foallashtirish yo‘li bilan murakkab azot-fosforli o‘g‘itlar olish texnologiyalari va mineral o‘g‘itlar sohasining rivojlanishi ko‘plab olimlarning nomlari bilan bog‘liq (M.N.Nabiyev, B.M.Beglov, Sh.S.Namazov, S.M. Tadjiev, A.M.Reymov, R.Radjabov, S.Bauetdinov, A.U.Erkaev, T.I.Nurmurodov, X.Ch.Mirzaqulov). Ular tamonidan Qaratog‘ va Markaziy Qizilqum fosforitlarini sulfat, nitrat va xlorid kislotali qayta ishlash yo‘li bilan murakkab azot-fosforli o‘g‘itlar olish bo‘yicha qator ilmiy tadqiqotlar olib borilgan.

Shu bilan birga past navli fosforitlarni qayta ishlashda kaustik soda sanoati chiqindisi hisoblangan xlorid kislotasini qo‘llash orqali fizik-kimyoviy xususiyatlari yaxshilangan murakkab o‘g‘itlarni olish masalasi yetarli darajada o‘rganilmagan. Shuningdek, ilmiy texnik adabiyotlarda sulfogumat va noorganik tuzlarning nitrokaltsiyfosfat hamda sulfogumat-nitrokaltsiyfosfat tizimlari gigroskopikligiga va NPK o‘g‘itlarini namlik sorbsiyasining kinetikasiga texnologik omillar tasiri bo‘yicha tadqiqotlar mavjud emas. Past navli fosforitlarni sulfogumat nitrat va xlorid kislotalari bilan parshalash va ularga talab bo‘yicha o‘g‘it sifat tuzlar qo‘shishda hosil bo‘lgan oraliq quyqaning realogik xossalari texnologik omillarning tasiri hamda oxirgi mahsulotlar minerologik tarkiblari ozuqa elementlarining miqdori keng oraliqda o‘rganilmagan.

Dissertatsiya mavzusining dissertatsiya bajarilayotgan ilmiy-tadqiqot muassasining ilmiy-tadqiqot ishlari bilan bog‘liqligi. Mazkur dissertatsiya ishi Toshkent kimyo texnologiyalar institutining ilmiy -tadqiqot ishlari rejasining: №P-98 “Fosforitlarni fosforli va azot-fosforli o‘g‘itlarga kompleksli qayta ishlashning yangi texnologiyasini ishlab chiqish” va GNTP-6 dasturi doirasida va “Respublika mineral xomashyo resurslari, kimyo, oziq-ovqat, yengil sanoat va qishloq xo‘jaligining mahsulot va chiqindilarini ishlab chiqish, qayta ishlash, saqlash va foydalanishning resurs tejankor, ekologik xavfsiz texnologiyalarini ishlab chiqish” (2007-2010 yy.) mavzusidagi amaliy loyihalari doirasida bajarilgan.

Tadqiqotning maqsadi Markaziy Qizilqum va Qoraqalpog‘iston fosforitlari asosida yuqori tovar xususiyatlarga ega bo‘lgan murakkab o‘g‘itlar ishlab chiqarishning samarali texnologiyasini ishlab chiqishdan iborat.

Tadqiqotning vazifalari:

Porltau fosforitlarining kimyoviy va minerologik tarkiblarini zamonaviy fizik-kimyoviy tadqiqot usullari yordamida o‘rganish;

sulfogumat olish jarayoniga H_2SO_4 , H_2SO_4 : ko‘mir va harorat tasirini o‘rganish, hosil bo‘ladigan pulpaning reologik xossalariga tasirini hajmiy nomogrammasi yordamida tahlil qilish;

past navli fosforitlarni sulfat, nitrat, xlorid, nitrat-sulfat kislotali parchalab murakkab o‘g‘itlar olishda texnologik omillarning o‘zgarish oraliqlarini grafo-analitik usulda aniqlash;

nitrokalsiyfosfat o‘g‘itlarini (NKFO‘) olish jarayonida va olingan NKFO‘ donalarini sulfat kislota bilan ishlov berish orqali ularning tovar xossalarini yaxshilashning texnologik omillarni aniqlash;

past navli fosforitlarni xlorid kislotali parchalash jarayoniga texnologik omillar tasirin o‘rganish, olingan maxsulotning tovar xossalariga qoshimcha azotli va kaliyli tuzlarning tasirini aniqlash;

oraliq va tayyor maxsulotlarning kimyoviy va minerologik tarkibi hamda bo‘tqa va eritmalarning reologik xossalarini zamonaviy kimyoviy va fizik-kimyoviy jihozlarda olingan natijalar asosida kimyoviy tahlil qilish;

laboratoriya model qurilmada supergummafost o‘g‘itini olish texnologiyasini sinovdan o‘tkazish va mahsulotlarning tajriba namunasin olish;

past navli fosforitlardan tovar xossalari yaxshilangan murakkab o‘g‘itlar olishning ishlab chiqilgan moslashuvchan texnologiyasini “Elektrokimyozavod” aksiyodorlik jamiyatida sanoat miqyosida sinovdan o‘tkazish;

past navli fosforitlardan murakkab o‘g‘itlar olishning samarali texnologik sxemasini ishlab chiqish, moddiy balansini tuzish hamda texnik iqtisodiy ko‘rsatkichlarin hisoblash.

Tadqiqot obekti sifatida Markaziy Qizilqum va Qoraqalpog‘iston past navli fosforitlari, nitrat kislota, xlorid kislota, kaliyli tuzlar, kaltsiy va kaliy nitratlari, NP va NPK o‘g‘itlari olingan.

Tadqiqotning predmeti sulfogumat va kaliy tuzlari ishtirokida past navli fosforitlarning sulfat, xlorid va nitrat kislotali parchalash asosida yaxshi fizik-kimyoviy xususiyatlarga ega murakkab o‘g‘itlarni olish jarayonining maqbul sharoitlarini ishlab chiqarishdan iborat.

Tadqiqotning usullari. Dissertatsiya ishini bajarishda kimyoviy, fizik-mexanik, fizik-kimyoviy (titrometrik, rentgenografik, IK spektroskopik, differentsial termik, skanerlovchi elektron mikroskopik) tahlil usullaridan foydalanilgan.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi quyidagilardan iborat:

ilk bor Porlitau fosforitlarining kimyoviy va minerologik tarkibini aniqlash orqali ulardan bentofosfat o‘g‘itlarini olish uchun imkoni bor ekanligi isbotlangan;

past navli Porlitau va Markaziy Qizilqum fosforitlarini sulfat, nitrat va xlorid kislotalar bilan parchalash orqali murakkab o‘g‘itlar olish jarayonining texnologik omillari grafoanalitik usulda asoslangan;

NKFO‘ ga sulfogumat va sulfat kislotali ishlov berish orqali olingan o‘g‘itlarning tovar xossalarining yaxshilanishi, ya’ni ular kuchli gigroskopiklik sinfidan, gigroskopiklik sinfiga o‘tishi isbotlangan;

past navli fosforitlarni xlorid klotasi bilan parchalash orqali murakkab o'g'itlar olish va ularning tarkibiga nitratli va kaliyli tuzlarni qo'shish orqali ularning tovar xossalarini yaxshilash imkonoyatlari yaratilgan;

tovar xususiyatlari yaxshilangan murakkab o'g'itlarni olish jarayoniga texnologik parametrlarning ta'siri qonuniyatlari o'rganilgan va nitrokaltsiyfosfat o'g'itlarini noorganik qoshimchalar bilan konditsionerlash orqali yangi turdagi namunalari olingan;

past navli fosforitlardan sulfogumat, nitrat va xlorid kislotalar ishtirokida supergumafos, NKFO', NPK, NPKCa murakkab o'g'itlarini olishning samarali texnologiyasi ishlab chiqilgan.

Tadqiqotning amaliy natijalari quyidagilardan iborat:

Markaziy Qizilqum va Qoraqalpog'iston past navli fosforitlarin kislotali parchalab noorganik tuzlar ishtirokida o'g'itlar olishning samarador texnologiyasi ishlab chiqilgan;

past navli mahalliy fosforitlariga sulfogumat, karbamid, kaliyli tuzlari qo'shib tovar xususiyati yaxshilangan murakkab o'g'itlar olishning optimal parametrlari aniqlangan;

ishlab chiqilgan yangi turdagi murakkab o'g'iti "Elektrokimyozavod" QK AJ tajriba sanoat sinovlaridan o'tkazilgan va tajriba namunalari olingan.

Tadqiqot natijalarining ishonchligi. Ilmiy tadqiqot natijalari asosida olingan murakkab o'g'itlar va xomashyolar tarkibi, xossalari kimyoviy va fizik-kimyoviy tahlil usullari (rentgenfazali, differentsiyal termik, elektron mikroskopik) laboratoriya tajribalari, agrokimyoviy va tajriba sanoat sinovlari bilan tasdiqlangan.

Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati.

Tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyati shundan iboratki, tadqiqotning natijalari past navli fosforitlarni noorganik kislotalar (sulfat, nitrat, xlorid) bilan parchalab yuqori ozuqa miqdorli murakkab o'g'itlar olish, ularga sulfogumat va oraliq bosqichda jalb etilgan miqdordagi azotli va kaliyli tuzlar qo'shib ozuqa elementlari muqobillashtirilgan yaxshi tovar xossasiga ega murakkab o'g'itlar olishga ilmiy asos bo'lishi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining amaliy ahamiyati Qoraqalpog'iston va Markaziy Qizilqum past navli fosforitlarini kislotali reagentlarning pasaytirilgan meyorlari bilan qayta ishlab yangi turdagi murakkab o'g'itlarga kaustik soda ishlab chiqarishda hosil bo'ladigan ortiqcha xlorid kislotasini jalb qilish orqali qishloq xo'jaligini arzon va samarador NP va NPK o'g'itlar assortimentini kengaytirishga xizmat qiladi.

Tadqiqot natijalarining joriy qilinishi. Markaziy Qizilqum va Qoraqalpog'iston past navli fosforitlaridan murakkab o'g'itlar olish texnologiyasini ishlab chiqish bo'yicha olingan ilmiy natijalar asosida:

sulfogumat va past navli fosforit asosida tarkibida 1,5-2,0 % gacha gumin kislotalari bo'lgan supergumafos olishning ishlab chiqilgan texnologiyasi "Elektrokimyozavod" QK AJ ning "2026-2028 yillarda amaliyotga joriy etish bo'yicha istiqbolli ishlanmalar ro'yxati"ga kiritilgan ("Elektrokimyozavod" QK

AJning 2024 yil 25 apreldagi 4-son malumotnomasi). Natijada, qishloq xojaligini arzon tarkibida gumatlar bo'lgan o'g'it bilan taminlash imkonini bergan;

past navli fosforitlarni sulfat, xlorid va nitrat kislotali parchalash mahsulotlari tarkibiga karbamid, sulfoko'mir va kaliy tuzlarini qo'shish yo'li bilan murakkab o'g'itlar olish texnologiyasi "Elektrokimyozavod" QK AJda amaliyotga joriy etilgan ("Elektrokimyozavod" QK AJning 2024 yil 25 apreldagi 4-son malumotnomasi). Natijada yaxshi fizik-kimyoviy xossalarga ega bo'lgan NPK va NPKCa o'g'itlar ishlab chiqarish imkoniyati yaratilgan.

Tadqiqot natijalarining aprobatyasi. Mazkur tadqiqot natijalari 2 ta xalqaro va 2 ta respublika ilmiy-amaliy konferentsiyalarida maruza qilingan va muhokama qilingan.

Tadqiqot natijalarining elon qilinishi. Dissertatsiya mavzusi bo'yicha jami 10 ta ilmiy ish chop etilgan. Shundan 6 ta ilmiy maqola, shu jumladan 3 ta xorijiy va 3 ta O'zbekiston Respublikasi oliy attestatsiya komissiyalari doktorlik dissertatsiyaning (PhD) asosiy ilmiy natijalarini nashr etish uchun tavsiya etilgan jurnallarda chop etilgan.

Dissertatsiyaning tuzilishi va hajmi. Dissertatsiya kirish, to'rtta bob, xulosa, adabiyotlar ro'yxati va ilovadan iborat. Dissertatsiya hajmi 120 betni tashkil etgan.

DISSERTATSIYANING ASOSIY MAZMUNI

Kirish qismida ishning dolzarbligi va zarurati asoslangan, tadqiqotning maqsadi va vazifalari, obekt va predmetlari tavsiflangan, respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining ustuvor yo'nalishlariga mosligi ko'rsatilgan. Tadqiqotning ilmiy yangiligi va amaliy natijalari bayon qilingan, olingan natijalarning nazariy va amaliy ahamiyati ochib berilgan, tadqiqot natijalarini amaliyotga joriy qilish, nashr etilgan ishlar va dissertatsiya tuzilishi bo'yicha ma'lumotlar keltirilgan.

Dissertatsiyaning "**Kompleks o'g'itlar ishlab chiqarishning holati va istiqbollari**" deb nomlangan birinchi bobida Qizilqum va Qoraqalpog'iston fosforitlarining tavsifi va ularning o'ziga xos xususiyatlari, fosforitlarni xlorid kislotasi yordamida qayta ishlash orqali fosforli o'g'itlar olish, shuningdek Qoraqalpog'iston va Markaziy Qizilqum past navli fosforitlaridan foydalangan holda NPK-o'g'it ishlab chiqarish bo'yicha adabiyotlar va patent ishlari tahlili keltirilgan. NP, NPK, NPKCa –o'g'itlarning o'ziga hosligi va ularni ishlab chiqarish usullari tahlil qilingan. Tahlillar Qoraqalpog'iston va Markaziy Qizilqum fosforitlarini ishlab chiqarishga keng qamrovli jalb qilish, nitrat kislotali parchalash mahsulotlarini tovar xossalarini yaxshilash, PVX ishlab chiqarishda hosil bo'ladigan xlorid kislotani ishlatish, mahsulotlar tovar xossalarini yaxshilashda sulfogumatlardan keng foydalanish imkoniyatlarini tadqiq qilinishi zarurligi ko'rsatilgan.

Dissertatsiyaning "**Tadqiqotning xom ashyolari va usullari**" deb nomlangan ikkinchi bobida xom ashyo va tayyor mahsulot tarkibini o'rganish uchun mavjud standart usullar, shuningdek fizik-kimyoviy tahlillarni o'tkazishning zamonaviy usullari: rentgenofluoressent, rentgenfazali, energiya dispersion spektral (EDS) tahlil bilan skanerlovchi elektron mikroskopik (SEM) va boshqa tadqiqot usullari

bayon etilgan. Shuningdek ushbu bobda Porlitau fosforitlarining kimyoviy tarkibi va fizik-mexanik ko'rsatkichlari o'rganilgan. Bunda fosforit qatlamini tasniflash (fraktsiyalarga ajratish) tavsiya etilmasligi, barcha fraktsiyalarni birgalikda dezintegratorlarda maydalab, bentafosfat xomashyosi tarkibidagi mikro va makroelementlar bilan bir jinsli fosforit uni olinishi hamda ushbu fosforitning nordon tuzlar tasirida oson parchalanishi aniqlangan. Dastlabki hisob-kitoblar shuni ko'rsatadiki, Porlitau fosforit konida 442800 t fosfat xom ashyosi va 369336,38 t bentonit mavjud bo'lib, ular Qoraqalpog'istonda qishloq xo'jaligini bentfosfatli o'g'iti bilan ma'lum muddat taminlash uchun yetarli ekanligi ko'rsatilgan. $\text{CaO-P}_2\text{O}_5\text{-N}_2\text{O}_3\text{-H}_2\text{O}$ sistemasini grafo-analitik o'rganish asosida fosforitlarni nitrat kislota bilan parchalashning nazariy tahlili o'tkazilgan hamda texnologik omillarning o'zgarish oraliqlari tanlangan.

Dissertatsiyaning **“O'zbekistonning past navli fosforitlarini kislotali parchalash orqali murakkab o'g'itlar olish texnologiyasini ishlab chiqish”** deb nomlangan uchinchi bobida fosforli o'g'itlar olishda past navli fosforit xomashiyolarini tayorlash; past navli fosforitlarni xlorid kislotali parchalab har xil tarkibli murakkab o'g'itlar olish; Angren ko'miriga konsentrlangan sulfat kislotasi bilan ishlov berilib sulfogumat olish jarayoniga texnologik omillar tasirini o'rganish; Sulfogumat bilan past navli fosforitlarni parchalab murakkab sulfogumat o'g'itlarini olish; Past navli fosforitlarni (PNF) nitrat kislotali bilan parchalab sulfogumat va kaliyli tuzlar ishtirokida, tovar xossalari yaxshilangan murakkab o'g'itlar olish; kaliyli tuzlar qo'shib hamda nitrat, sulfat kislotali parchalab ozuqa elementlari nisbati muqobillashtirilgan, oraliq eritma va pulpalarning realogik xossalari hamda olingan maxsulotlarni kimyoviy va minerologik xossalarini zamonaviy fizik-kimyoviy tahlil usullari bilan qilingan tahlil natijalari berilgan.

Ushbu tadqiqotlar past navli fosforitlarni xlorid kislotali parchalash yo'li bilan olingan murakkab o'g'itning tarkibi va tovar xossalarini, shuningdek, Markaziy Qizilqumning boyitilmagan fosforitlarini Angren koni ko'miri ishtirokida konsentrlangan sulfat kislotali bilan parchalash jarayoni natijalarini o'z ichiga oladi.

Xlorid kislotali parchalanishni o'rganish uchun quyidagi kimyoviy tarkibga ega bo'lgan Markaziy Qizilqum fosforitidan foydalanildi: CaO -45,61%; P_2O_5 -17,0%; CO_2 -15,2% va 38% li xlorid kislotasidan foydalanildi.

Kislota meyor va konsentratsiyasi mos ravishda 12,5-50% va 10-38% oralig'ida o'zgartirildi va reaksiyon massaning agregat holati, 10%-li suspenziyaning pH darajasi va olingan maxsulot tarkibidagi $\text{P}_2\text{O}_{5\text{umum}}$, $\text{P}_2\text{O}_{5\text{o'zl}}$, $\text{P}_2\text{O}_{5\text{suv.er}}$, CaO , N , K_2O va dekorbanizatsiya ko'rsatkichlarga tasiri o'rganildi. Olingan ma'lumotlar 1-jadvalda keltirilgan. Meyor 12,5-25% va konsentratsiya 10-38% oralig'ida quruq massa hosil bo'ladi. Bu sharoitda dekorbanizatsiya darajasi 43,49-82,13% ni tashkil etib, 10% li suspenziyaning pH ko'rsatkichi 5,65-6,75 oralig'ida o'zgarib turadi (tajribalar -2-4; 6-8).

1-jadval

Past navli fosforitlarning xlorid kislotali parchalanishi (Markaziy Qizilqum)

№	CaO ga nisbatan HCl meyyori, %	HCl konsentratsiyasi, massa %	Komponentlar tarkibi, massa %						Ozuqaviy komponentlar miqdori % Σ	pH, 10%-li suspenziya
			P ₂ O ₅ umum	P ₂ O ₅ o'zli 2% lim-kisl.	CaO umum	CaO o'zli	MgO	Cl		
1	12,5	10	19,88	9,86	35,69	21,61	1,55	4,98	43,04	7,12
2		20	18,95	8,86	55,40	21,20	1,55	8,28	41,70	6,75
3		30	18,45	8,58	34,34	22,58	1,55	5,01	42,58	6,6
4		38	15,68	9,3	32,06	24,38	1,52	11,8	41,55	6,05
5	25	10	18,22	12,29	34,83	28,64	1,39	6,58	48,25	6,54
6		20	16,91	10,86	40,51	22,03	1,39	6,40	40,33	6,44
7		30	17,86	11,57	34,23	21,17	1,39	6,51	40,42	5,98
8		38	18,87	12,76	39,68	23,92	1,34	7,03	44,13	5,65
9	37,5	10	16,10	13,97	33,54	27,21	1,25	7,11	44,56	4,99
10		20	18,28	13,22	37,83	25,17	1,25	7,01	44,70	4,64
11		30	18,51	14,38	38,83	26,06	1,25	6,95	45,82	4,51
12		38	16,86	13,52	28,83	23,04	1,19	6,85	41,09	4,09
13	50	10	15,85	15,12	32,67	29,04	1,14	6,28	46,03	4,09
14		20	18,21	16,21	33,57	32,70	1,14	6,70	52,05	3,63
15		30	15,98	16,34	35,22	27,18	1,14	7,26	44,30	2,91
16		38	14,17	14,85	24,89	23,98	1,08	6,59	39,23	2,83

Kislota konsentratsiyasi 20% dan past va meyor 25% dan yuqori bo'lganda suyuq oquvchan massa hosil bo'ladi, bu esa reaksiyon massani retursiz quritishni qiyinlashtiradi.

1-jadvaldan ko'rinib turibdiki, xlorid kislotali parchalanishda optimal o'zgarish oralig'larida kalsiyga nisbatan kislota meyyori 25% dan oshmasligi, kislota konsentratsiyasi esa 20% dan kam bo'lmasligi kerak. Ushbu sharoitda tarkibida 15,68 -18,95 yoki 40,33-44,13 % ozuqa miqdori bo'lgan P yoki PCa li o'g'it olinadi.

Olingan mahsulotlarning kamchiligi ularning bir tomonlamaligi xloridning miqdori kaliy xloridga nisbatan 1,5-2-barabar kam bo'lsada uning mavjudligi va gigroskopikligidir. Xlorid kislotali parchalashda tovar xossalari va o'zlashuvchanlik darajasini yaxshilash uchun hisoblangan miqdorda karbamid va kaliy xlorid qo'shib NP (NPCa) yoki NPK (NPKCa) o'g'itlari olindi. Karbamid va kaliy xlorid qo'shimchalari bilan N:P₂O₅:K₂O nisbatlari boshqarildi.

Olingan ma'lumotlar 2-jadvalda keltirilgan. Parchalashda 30% li xlorid kislotadan foydalanildi. Texnologik omillarning o'zgaruvchi oralig'larida N+P₂O₅+K₂O va N+P₂O₅+K₂O+CaO+MgO bo'yicha ozuqa elementlar yig'indisi mos ravishda 17,79-39,08% va 28,09-43,53% oralig'ida o'zgarib turadi. O'simlik o'zlashtiradigan P₂O₅ va CaO nisbiy miqdori 38% li xlorid kislotasi ishlatilganda donadorlash uchun qulay bo'lgan bo'tqa hosil bo'ladi. Ozuqa komponentlari miqdori mos ravishda 17,79-39,06% va 44,62-59,65 % ni tashkil etadi. Olingan NP mahsulotlarning pH ko'rsatkichi 6,9-7,3 oralig'ida bo'lib, KCl qo'shilganda pH

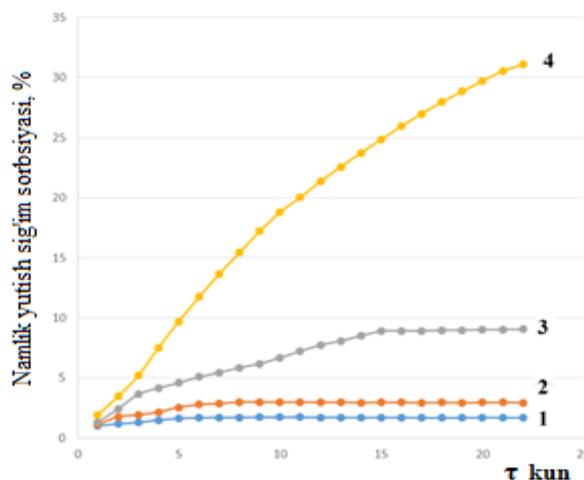
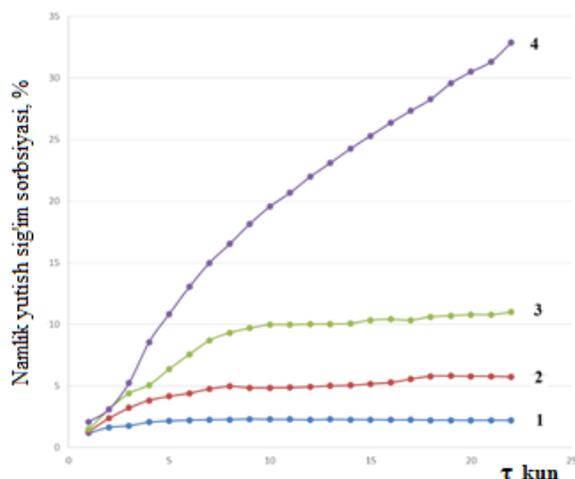
0,1-0,2 ga kamayadi, bu esa KCl ning HCl ni hosil qilib konversiyalanishi bilan bog‘liq.

2-jadval

Past navli Markaziy Qizilqum fosforitlarini xlorid kislotali parchalash asosida olingan NP va NPK o‘g‘itlarning kimyoviy tarkibi (HCl kontsentratsiyasi – 30%)

№	Komponentlar tarkibi, mass. %					O‘zlashuvchanlik darajasi, %		Ozuqaviy komponentlar miqdori %	
	N	P ₂ O ₅ (umum)	K ₂ O	CaO (o‘zl)	MgO	P ₂ O ₅ (o‘zl)/P ₂ O ₅ (umum)	CaO(o‘zl)/CaO(umum)	N+P ₂ O ₅ +K ₂ O	N+P ₂ O ₅ +K ₂ O+CaO+MgO
1	10,08	13,71	-	26,54	1,19	28,92	80,36	23,79	51,52
2	12,53	12,47	-	27,81	1,10	38,79	82,46	25,01	53,91
3	19,69	10,17	-	27,14	0,87	28,77	65,17	29,86	57,87
4	6,49	11,30	-	25,69	1,14	41,76	60,86	17,79	44,62
5	11,37	7,94	-	20,75	1,00	67,61	82,53	19,31	41,06
6	13,86	11,12	6,93	20,99	0,92	38,54	70,82	31,91	53,82
7	15,05	8,98	15,05	17,49	0,66	22,71	69,41	39,08	57,23
8	14,83	8,29	14,83	24,24	0,65	69,42	92,82	37,95	62,84
9	10,36	9,96	10,36	21,10	0,91	60,90	83,33	30,68	52,69
10	9,56	9,85	9,56	20,54	0,84	75,68	88,00	28,97	50,35

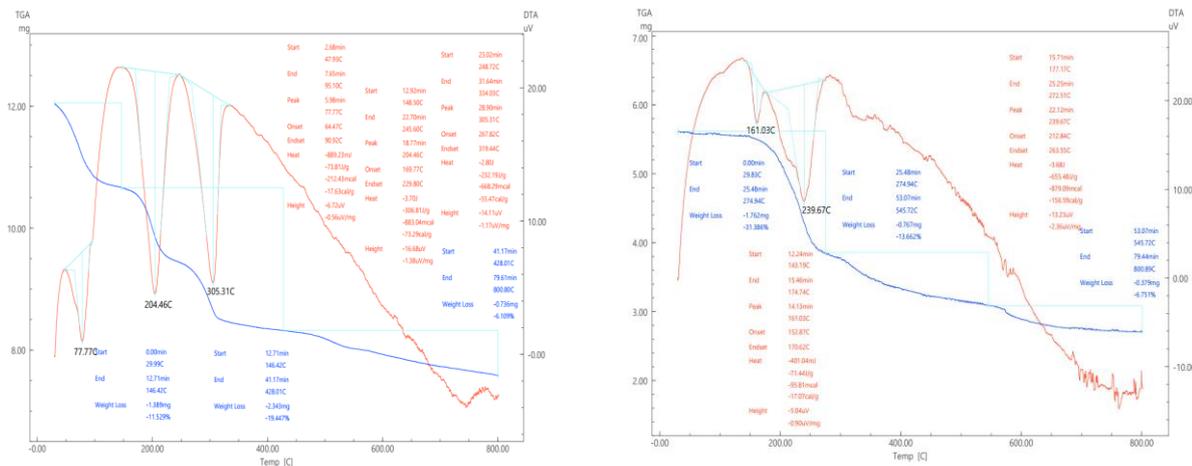
Markaziy Qizilqum fosforitlarini xlorid kislotasida 40 % normada parchalab karbamid va KCl qo‘shib olingan o‘g‘itning tovar xossalari va termik barqarorligi o‘rganildi. 1-rasmdan ko‘rinib turibdiki havo namligi 41, 62 dan 81,5 % gacha oshib borishi bilan namlikni yutishi muvozanatga kelish muddati namunalarning tarkibiga qarab sutkasiga 2-3, 13-20 va 26-32gacha kuzatiladi. Shunga qaramasdan havo namligi 70 % dan kam bolganda namunalarning toliq soshiluvchanligini saqlaydi.



1-rasm. Namunalarning namlik yutish kinetikasi. (1 va 3 namuna).

Namunalarning derivatogrammasida 77,77; 204,4 va 305,31 °C da uchta endoeffekt mavjud bo‘lib, mos holda -73,81; 306,81 va 232,19 dj/g energiya yutib 11,53 19,45 va 6,11 % massa yo‘qatish bilan sodir bo‘ladi. Sistemada karbamid

miqdori oshib borishi bilan birinchi effektning harorati 77,77 °C dan 239,67 °C gacha kamayadi va nihoyat oralig'idagi 204,46 °C da kuzatiladigan endoeffekt yo'qolib namunada ikkita effekt kuzatiladi. Sistemaga kaliy xlorid kiritilishi bilan termogramma murakkablashadi. Grafikda fosfat kalsiy bilan o'zaro tasiri va karbamidning, kaliy xloridning parchalanishi bilan bog'liq bo'lgan termo effekt kuzatiladi.



2-rasm. Namunalarning derivatogrammasi 1 va 3 namunalarning

Takidlash joizki namunalardagi erkin va kristallogidrat suvning chiqishi 47,97-128,95 °C oralig'ida yani karbamidni NH_3 va CO_2 ga parchalanish harorati 132,5 °C dan past haroratda sodir bo'ladi. Takidlash lozimki bu ma'lumotlar namunalarda fosforit va $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ nisbati oshib borishi bilan mahsulotdagi erkin suv miqdori kamayishi va mahsulotning tovar xossasi yaxshilanish sababini ko'rsatadi.

Tarkibida gumus bo'lgan o'g'it olish va donalar tarkibi hamda tovar xossalarni yaxshilash maqsadida Angren ko'miri namunasi qo'shimcha sifatida foydalanildi. Maydalab quritilgan va sharli tegirmonda zarrachalar o'lchami 0,25 mm gacha maydalanganidan so'ng quyidagi tarkibga ega bo'ldi (og'irlik.%): namlik-14,1; kul-13,7; organik moddalar-72,2; gumin kislotalar organik massaga nisbatan-44,1%.

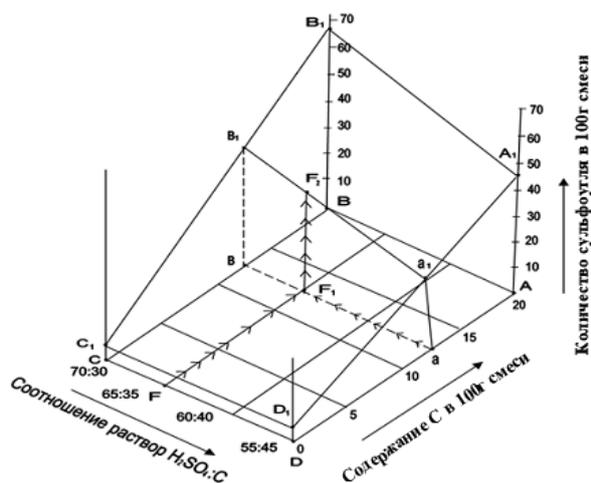
Sulfat kislota va maydalangan ko'mirdan kolloid suspenziya ko'rinishidagi sulfoko'mir quyqasi tayyorlandi. Sulfoko'mir suspenziyasi zichligining H_2SO_4 konsentratsiyasiga, haroratga va H_2SO_4 :ko'mir nisbatiga bog'liq ravishda o'zgarishi aniqlangan. H_2SO_4 konsentratsiyasi 65 dan 80% gacha, H_2SO_4 :ko'mir nisbati esa 70:30 dan 55:45 gacha o'zgartirilgan.

Tajriba natijalari shuni ko'rsatdiki, sulfogumat suspenziyasida H_2SO_4 konsentratsiyasi ortishi bilan zichlik 1,70 g/sm³ gacha ortadi, harorat esa H_2SO_4 :ko'mirga nisbati ortishi bilan kamayadi.

Shunday qilib, 20°C haroratda, H_2SO_4 konsentratsiyasi - 65, 70, 75% va H_2SO_4 :ko'mir-70:30 nisbatda suspenziya zichligi 1,46;1,50; 1,62 g/sm³, H_2SO_4 :ko'mir-65:45 da esa 1,44; 1,48 va 1,65 g/sm³ ni tashkil etdi. Shunga o'xshash qonuniyatlar 40 va 60 °C haroratlarda va bir xil nisbatlarda H_2SO_4 :ko'mir sulfoko'mir suspenziyasi zichligi deyarli bir xil bo'ladi. Shuni takidlash kerakki, o'rganilgan H_2SO_4 konsentratsiyasining 65-70% oralig'ida va H_2SO_4 :ko'mir

nisbatlarida hosil bo'lgan suspenziya yaxshi oquvchan bo'lib, H_2SO_4 konsentratsiyasi 75% dan yuqori va H_2SO_4 :Ko'mir nisbatlari bir xil bo'lganda suspenziya quyuvlashadi. Shunday qilib, Markaziy Qizilqum past navli fosforitlaridan fosforli o'g'itlar ishlab chiqarish uchun H_2SO_4 :ko'mir=70:30-55:45 nisbatda va 20-60°C haroratda 65-76% konsentratsiyali H_2SO_4 asosida tayyorlangan sulfoko'mir suspenziyasidan foydalanish mumkin. Uzoq muddatli kimyoviy tahlillarni bajarish uchun vaqtni tejash maqsadida nomogramma ishlab chiqildi (3-rasm), u malum nisbatlarda H_2SO_4 :Ko'mir 100 birlik (g, kg yoki t) tarkibida ko'mir bo'lgan eritma olish uchun kerakli sulfoko'mir miqdorini tezda aniqlash imkonini beradi.

Grafik hisoblash quyidagi ketma-ketlikda amalga oshiriladi: gorizontalka C tarkib o'qida joylashgan a_1 nuqtadan H_2SO_4 :ko'mir nisbati o'qiga parallel chiziq o'tkazamiz. DC o'qida yotuvchi F nuqtadan AD o'qqa parallel chiziqni ab chiziq bilan kesishguncha davom ettiramiz, F_1 nuqtadan esa ABCD tekislikka perpendikulyar chiziqda joylashgan $A_1B_1C_1D_1$ tekislikning F_2 nuqtasi bilan kesishguncha o'tkazamiz. F_1 , F_2 kesma F (H_2SO_4 :Ko'mir) nisbatdagi sulfoko'mir (M) miqdoriga to'g'ri keladi.



3-rasm. Tarkibida H_2SO_4 va Ko'mir bo'lgan sulfat kislota eritmasini tayyorlash uchun H_2SO_4 :ko'mir nisbatiga qarab sulfoko'mir miqdorini grafik usulda hisoblash.

Grafik (3-rasm) asosida tarkibida 2,4,6 % Angren ko'miri bo'lgan 65 va 80 % li suspenziyasi tayyorlanib 70 °C da 30 daqiqa oksidlanish jarayoni o'tkaziladi. Fosforitni parchalashda sulfat kislota sarfi monokalsiyfosfat hosil bo'lish stexiometriyasi bo'yicha hisoblanadi, jarayon 70 °C ga 60 daqiqa davomida olib boriladi. Olingan supergummafos o'g'iti tarkibi texnologik sharoitga bog'liq holda quydagi oraliqda o'zgaradi (%); P_2O_{5umuy} - 9,8÷11,9; ($P_2O_{5o'zl}/P_2O_{5umuy}$) -76,2÷87,48, (P_2O_{5suv}/P_2O_{5umuy})-29,03÷48,01 %, N-2,11-3,43%, Gumat-1,42-5,01 %.

Tajriba natijalari tanlangan texnologik omillar oralig'ida 5-10 daqiqa ichida yuqori parchalanish darajasiga 70-95% ga yetishi jarayoni 30 daqiqadan oshirish parchalanishni 3 % atrofida oshirishni ko'rsatadi.

Kislota tarkibida ko'mirni 2 dan 6 % gacha oshirish parchalanish darajasini 2-3 % kamaytirishi aniqlandi. Ammo shunga qaramasdan supergumafost tarkibidagi P_2O_5 ning 48,1 va 87,48 % gacha nisbiy miqdori mos holda suvda va trilon-B da eruvchan holatdadir.

Olingan supergumafosfat o'g'itini donadorlanish darajasi tadqiqotlari shuni ko'rsatdiki o'rganilgan texnologik omillar orlig'ida <0,5 mm fraktsiya miqdori 28-7,6 % dan oshmaydi; >0,5<2; >2<3 va <3 mm fraktsiyalar mos ravishda 10,8-40,8; 20,8-37,4 va 32,8-39,5 % oralig'ida o'zgaradi. Tajribada 2 % uglegumat bo'lgan

sulfogumat rentgenfazaviy tahlili tarkibidagi fosfor asosan $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ va qisman CaHPO_4 hamda $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, kaltsiy sulfat esa $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ gidrat shaklida bo'lishini ko'rsatdi.

3-Jadval

Sulfogumat ishlab chiqarishda H_2SO_4 miqdori va qo'shimcha modda miqdorining analitik ko'rsatkichlarga ta'sirini o'rganish

№	H_2SO_4 , meyyori, mass. %	Qo'shimchalar, mass. %	Komponentlar tarkibi, mass. %			Tayyor mahsulotning elaksimon tarkibi, %			
			$\text{P}_2\text{O}_{5\text{umum}}$	N	Γ_{yMat}	Fraksiya, MM			
						0,5	+0,5-2	+2+3	+3
1	65	2	11,91	2,51	1,67	5,60	40,81	20,80	32,80
		4	11,32	2,32	3,33	2,81	23,72	35,91	37,62
		6	11,06	2,11	5,01	4,72	22,31	36,92	36,10
2	80	2	10,27	3,43	1,42	6,81	10,80	32,81	38,13
		4	10,05	3,04	2,83	7,60	22,53	36,43	37,72
		6	9,82	2,91	4,26	5,82	39,81	37,41	39,53

Keyingi ishlarimizda past navli Markaziy Qizilqum fosforitlaridan fizik-kimyoviy xossalari yaxshilangan supergumofos-A murakkab o'g'itini olish jarayoni o'rganildi.

Nitrat va sulfat kislotalarning me'yorlari va ularning umumiy me'yorlari mos ravishda 50,3-40,0; 7,6-92,0 va 22,61-12,30% oralig'ida o'zgartirilgan. Fosfat xomashyosining, sulfogumat qo'shimchasiz va qo'shimchalar ishtirokida parchalanish darajasiga ($\text{P}_2\text{O}_5:\text{K}_2\text{O}=1:0,5$ da umumiy massa va kaliy tuzlariga nisbatan %), ozuqa elementlari miqdoriga va olingan o'g'itning namligiga me'yorlarning tasiri o'rganildi.

Kislotalarning o'zgaruvchan me'yorlari chegarasida quyidagi ko'rsatkichlar olindi: $\text{P}_2\text{O}_{5\text{umum}}$ -8,14-14,82%; $\text{P}_2\text{O}_{50'zl}/\text{P}_2\text{O}_{5\text{umum}}$ - 30,4:95,0%; N_{umum} - 0,94-7,07%; ozuqaviy komponentlar yig'indisi - 13,58-22,16%; quritish bosqichsiz mahsulot namligi - 0,1-13,8%.

Kislotali reagentlarning umumiy me'yorlari 47% dan oshmagan holda olingan mahsulotlar faollashtirilgan azot-fosforli o'g'itlar hisoblanadi, chunki ozuqa komponentlari yig'indisi 16,80% gacha yetishiga qaramasdan $\text{P}_2\text{O}_{50'zl}/\text{P}_2\text{O}_{5\text{umum}}$ nisbati 50% dan oshmaydi.

Nitrat kislotasi meyorini 30% dan va sulfat kislotasi meyorini 70% dan oshirish maqsadga muvofiq emas, chunki bunda mahsulotning namligi 6,03% dan oshadi va u kuchli kislotali bo'ladi, bu esa chuqur ammonizatsiyani talab qiladi, shuningdek, ozuqa komponentlari tarkibini 15% gacha kamaytiradi.

Natijada quyidagi tarkibga ega bo'lgan supergumofos-A, supergumofos-K (mass.%) va supergumofos olinadi: $\text{P}_2\text{O}_{5\text{umum}}$ -12,81; $\text{P}_2\text{O}_{50'zl}$ -6,66, N_{umum} -3,74; organika-1,22; ozuqa moddalar yig'indisi-18,47; $\text{P}_2\text{O}_{50'zl}/\text{P}_2\text{O}_{5\text{umum}}$ -52,00 nis.% (20-tajriba) - supergumofos-K; $\text{P}_2\text{O}_{5\text{umum}}$ -12,18; $\text{P}_2\text{O}_{5\text{umum}}$ -6,45, N_{umum} -2,41; K_2O -4,79; organika -1,77, ozuqa moddalar yig'indisi -25,11; $\text{P}_2\text{O}_{50'zl}/\text{P}_2\text{O}_{5\text{umum}}$ -53,1 nis.% (22-tajriba).

So'ngra past navli fosforitlardan nitrokalsiyfosfatli o'g'itlar olish texnologiyasini ishlab chiqish sulfat kislota va sulfogumat qo'shib ularning tovar xossalarini yaxshilash bo'yicha tadqiqotlar olib borilgan.

Kompleks o'g'itlar olish texnologiyasini amalga oshirish uchun nitrat kislotali bo'tqalarning zichligi va qovushqoqligi o'rganildi.

Natijalar shuni aniq ko'rsatadiki, nitrat kislota me'yori ortishi bilan harorat, zichlik va qovushqoqlik ko'rsatkichlari kamayadi, uning konsentratsiyasi ortishi yoki tizim namligi kamayishi bilan esa, aksincha, ortadi. Tizimning pH qiymati oshishi bilan bo'tqalarning zichligi va qovushqoqligi qiymatlari pasayadi. Nitrat kislota me'yori va bo'tqaning pH ga bog'liq holda haroratning 30 dan 55⁰C gacha ko'tarilishi bo'tqa zichligini o'rtacha 1,04-1,06 marta, qovushqoqlikni esa mos ravishda kislotali va ammoniylashgan bo'tqalar uchun o'rtacha 1,537-1,417 va 1,714-1,46 marta pasayishiga olib keladi.

Bo'tqaning zichligi va qovushqoqligi qiymatlari shuni ko'rsatadiki, ular yetarlicha yaxshi oquvchanlikka ega va mavjud yetkazib beruvchi qurilmalar bilan tashish uchun cheklovchi omillar hisoblanmaydi. 15% me'yorda olingan namunalarni bug'latishda reaksiya massa tezda quruq holatga o'tadi, 30% me'yorda esa dastlab bo'tqasimon massa hosil bo'ladi. Me'yorning 79% gacha oshishi bilan harakatchan massa, 103% va undan ko'p bo'lganda oquvchan bo'tqa hosil bo'ladi.

Optimal sharoitlarni (bug'latish harorati va HNO₃ me'yori) aniqlash uchun suyuqlanma harorati, qoldiq namlik va oquvchanlikning bug'latish jarayoniga tasiri o'rganildi va nitrat kislotaning 100-160% li va 52-59% li konsentratsiyalari me'yorida olingan nitrofosfat bo'tqalari juda yaxshi oquvchanlikka ega ekanligi aniqlandi, bu ularni mavjud sanoat qurilmalarida texnologik qiyinchiliklarsiz kompleks o'g'itlarga qayta ishlash uchun qulay sharoit yaratadi.

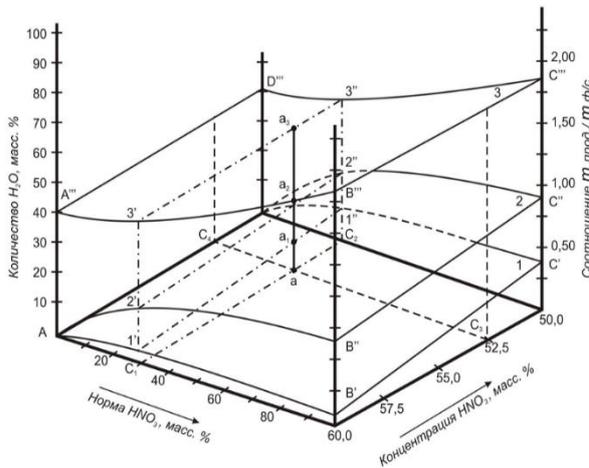
Olingan sharoitlarga bog'liq holda ozuqaviy komponentlar yig'indisining miqdori quyidagicha o'zgarib turadi: (N+P₂O₅umum)-19,01-31,80%; (N+P₂O₅umum+CaO_{o'z}) - 25,14-51,8%, donalar mustahkamligi 2,1-3,5 kg/dona. Ammo olingan o'g'itlar kuchli gigroskopik o'g'itlar qatoriga kiradi. Olingan o'g'itlarning gigroskopikligining asosiy sababi ularning tarkibida kalsiy nitratining mavjudligidir.

Shuning uchun keyingi tadqiqotlarimizda turli xil organik va noorganik birikmalar qo'shimchalaridan foydalanish orqali kalsiy nitratning gigroskopikligini kamaytirish masalasiga katta e'tibor qaratdik.

Azot-fosforli o'g'it olish jarayonida Markaziy Qizilqum fosfat xom ashyosini parchalash jarayonining muhim parametrlaridan biri quyidagilar hisoblanadi: umumiy (H₂O_{umum}) va bog'langan (H₂O_{bog'}) namlik miqdori.

Ammo parchalanish mahsulotlari tarkibidagi H₂O_{umum} va H₂O_{bog'} miqdori nitrat kislotaning me'yori va konsentratsiyasiga bog'liq. Yuqorida keltirilgan tajriba natijalaridan ko'rinib turibdiki, fosfat xom ashyosining parchalanish jarayoniga nitrat kislota me'yori katta tasir ko'rsatadi. Shuning uchun H₂O_{umum};H₂O_{bog'}=f[norma HNO₃ (N_{HNO3})] tarkibining funksional bog'liqligini bilmasdan turib, bo'tqaning fizik holati haqida fikr yuritish qiyin.

$m_{H_2O} = f(N_{HNO_3}, C_{HNO_3})$, bog'liqlikning o'zgarishini yaqqol tasvirlash maqsadida o'tkazilgan tajriba natijalari hajmiy ko'rinishda keltirilgan (4-rasm).



4-rasm. $H_2O_{bog'}$ - (1), H_2O_{umum} - (2) va $m_{mah}/m_{f/s}$ - (3) nisbatlari o'zgarishining HNO_3 meyori va uning konsentratsiyasiga bog'liqligi.

C'' egri chiziqlar bilan kesishguncha o'tkazamiz. I' va I'', 2', 2'' va 3', 3'' nuqtalardan B' C', B'' C'' va B''' C''' chiziq'larga parallel qilib I' va I'', 2' 2'' va 3' 3'' chiziqlar o'tkaziladi.

ADCD tekislikda izlanayotgan nuqtani aniqlash uchun C_3 nuqtadan DC chiziqqa parallel qilib C_3C_4 to'g'ri chiziq o'tkaziladi. C_1C_2 va C_3C_4 chiziq'larning kesishish nuqtasi izlangan a nuqtadir.

a nuqtadan ADCD tekisligiga perpendikulyar o'tkazamiz va aa_1 , aa_2 va aa_3 balandliklarini topamiz, ular mos ravishda bo'tqa namligining izlanayotgan qiymatlarini (H_2O_{umum} , $H_2O_{bog'}$) mahsulot va fosfat xom ashyosi massasining nisbatini ($m_{mah}/m_{f/x}$) tavsiflaydi.

Bizning misolimizda: aa_1 - 11,0, aa_2 - 23,0, aa_3 - 46,3.

Amaliyotda ma'lumki olingan NKFO' 40 % namlikdan yuqorida suvni yutib o'z agregat holatin yo'qatadi. Shuning uchun nitrokalsiyfosfatli o'g'itlarning ozuqa miqdorini oshirish balki ularning gigroskopikligini kamaytirish ham muhim.

Tajriba natijalari shuni ko'rsatadiki, sulfat kislota me'yoring ortishi bilan o'g'itlarning namlikni adsorbsiyalash darajasi kamayadi. Agar sulfat kislota qo'shilmaganda 3800 daqiqada havoning nisbiy namligi 3% bo'lganda desorbsiya darajasi 2,38% ni tashkil etsa, o'g'itga sulfat kislota bilan 8, 16, 33% me'yorda ishlov berilganda u 2,58; 3,73; 5,67% ni tashkil etdi. Havoning nisbiy namligi ortishi bilan desorbsiya darajasi kamayadi va adsorbsiya sodir bo'ladi. Demak, havoning nisbiy namligi 3,0 dan 29,0 % gacha ortishi bilan; 50,5; 71 va 100% o'g'itlardan suvning desorbsiyalanish darajasi 5,67 dan 4,68, 1,79% gacha kamayadi va adsorbsiyalanish darajasi 7,31 dan 23,69% gacha ortadi.

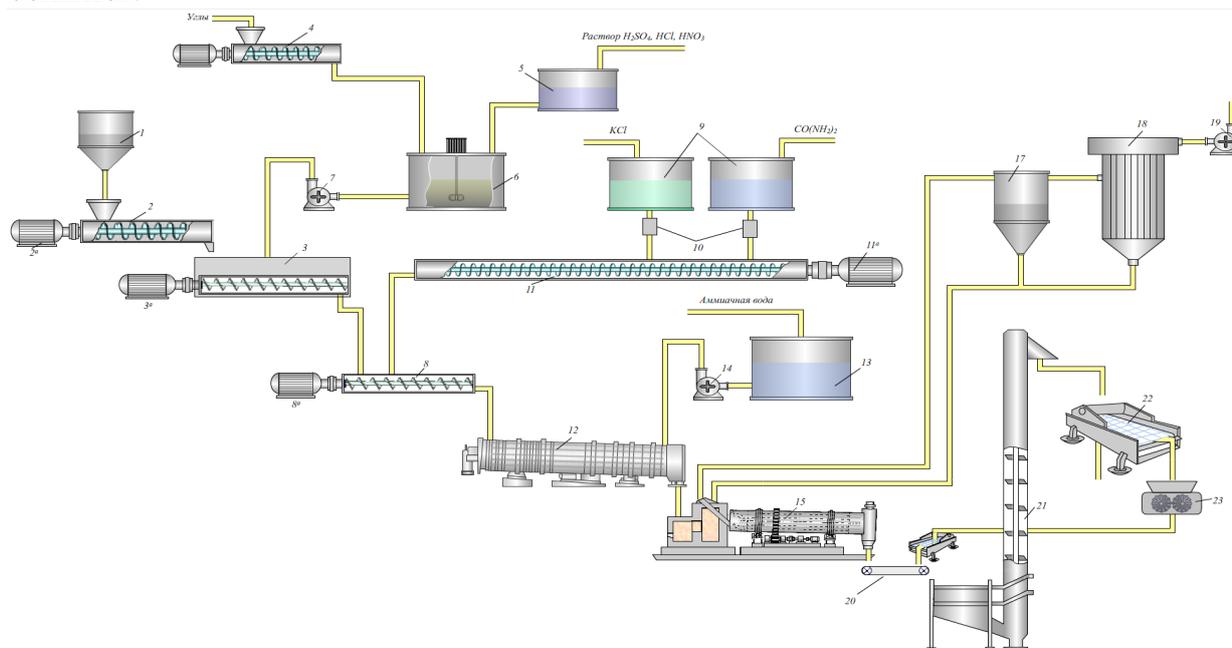
Rasmdan ko'rinib turibdiki NKFO' donadorligiga sulfat kislota purkab neytrallangan donalarning gigroskopik nuqtalari 36 dan 63 % gacha oshadi, giroskopiklik darajasi 10,8 dan 5,7 ga kamayadi, gigroskopiklik sinifi esa juda kuchli gigroskopiklikdan kuchli gigroskopiklikga o'tadi va 16 % gacha purkash

qulay miqdor ekanini ko'rsatadi. Shuningdek donalarga sulfat kislota sepilgan namunalarda $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ bilan bir qatorda CaSO_4 ga tegishli piklarning intervali oshadi. Yani jarayonda $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ qisman CaSO_4 ga aylanadi.

Azot-fosforli o'g'itning taxminiy tarkibi rentgenfazali, termogravimetrik va IQ-spektroskopik tahlil usullari yordamida aniqlandi. Sulfat kislota bilan ishlov berilgan va ishlov berilmagan azot-fosforli o'g'itlar asosiy ozuqa komponentlari miqdori bo'yicha deyarli farq qilmaydi. Ikkala o'g'itning rentgenogrammalarida 2,76; 2,65, 1,83 A° bo'lib, ularni ftorkarbonatapatitga kiritish mumkin. 2,27 A° chizig'i kalsit uchun xosdir. Bu shundan dalolat beradiki, Qizilqum fosforitlari nitrat kislotaning to'liq bo'lmagan me'yori bilan parchalanganda olingan o'g'itlarda parchalanmagan fosforitlar qoladi. O'g'itlarning difraktogrammalarida ftorkarbonatapatitdan tashqari kalsiy nitrat ($2,05\text{A}^\circ$), kalsiy gidroortofosfat ($3,13\text{A}^\circ$), ammoniy nitrat ($3,92\text{A}^\circ$) ga tegishli difraktsion chiziqlar qayd etildi.

Shuningdek rentgenogrammasida ham $3,17\text{A}^\circ$; $2,67\text{A}^\circ$; $3,92$; $2,80$ va $2,23\text{A}^\circ$ ga teng bo'lib, ularni mos ravishda kalsiy nitrat, kalsiy digidrofosfat, ammoniy sulfat va nitratga kiritish mumkin.

Dissertatsiyaning **“Model qurilmada past navli fosforitlarni kislotali qayta ishlash usuli bilan murakkab o'g'itlar olish jarayonining texnologik parametrlarini model qurilmasida ishlab chiqish va taklif etilayotgan texnologiyalarni texnik-iqtisodiy asoslash”** deb nomlangan to'rtinchi bobida ishlab chiqarish sharoitlarini imitatsiya qiluvchi model qurilmasida past navli fosforitlarni xlorid kislotali qayta ishlash orqali murakkab o'g'itlar olish bo'yicha sinov natijalari keltirilgan. Markaziy Qizilqum (MQ) boyitilmagan fosforit rudasi asosida xlorid kislota bilan parchalab, keyinchalik karbamid va kaliy tuzlarini qo'shish orqali murakkab o'g'itning tajriba partiyalarini ishlab chiqarish amalga oshirildi.



5-rasm. Murakkab o'g'itlar olishning texnologik sxemasi.

1-fosforit xom ashyosi bunkeri; 2,4-dozator; 2^a,3^a,8^a,11^a-elektrodrigatel; 3-shnekli reaktor; 5-shnekli dozator; 6-aralashtirgich; 7-nasos; 8-shnekli aralashtirgich; 9-bunker; 10-dozator; 11-shnekli taminlagich; 12-barabanli donadorlagich; 13- ammiakli suv baki; 14-nasos; 15-barabanli quritgich; 16,22-g'alvir; 17-siklon; 18-ushlab qolgish; 19-tutun so'rgich; 20-tasmali transportyor; 21- elevator; 23-maydalagich.

Olingan malumotlar asosida fosforit va o'g'it sifat tuzlaridan tashkil topgan murakkab o'g'itlar olishning maqbul parametrlari aniqlandi. Murakkab o'g'itlar olishning texnologik sxemasi (5-rasm), tarkibida azot, kaliy va fosfor komponentlari bo'lgan 1 turdagi namunalarning moddiy oqimi va texnik-iqtisodiy hisobi ishlab chiqildi.

Texnologik sxema quyidagi bosqichlarni o'z ichiga oladi.

-quruq aralashma tayyorlash, dezintegratsiya, zichlash, silliqlash, donadorlash va quritish, klassifikatsiya.

Ishlab chiqilgan texnologiya "Elektrokimyozavod" QK AJda sinovdan o'tkazilib, mahsulotlarning tajriba partiyasi ishlab chiqarildi va tegishli ma'lumotnomalar olindi. Supergumafosda ammoniydashgan superfosfatga nisbatan 1t 100% li ozuqa moddalari ishlab chiqarishdan olinadigan iqtisodiy samara 1,3 baravar, NKFO', NPK va NPKCa-o'g'itlar ishlab chiqarishdan olinadigan iqtisodiy samara esa o'g'it tarkibiga bog'liq holda 2,52 baravar arzon bo'ladi.

XULOSA

Dissertatsiyada ishni bajarishda olib borilgan tadqiqotlar asosida olingan asosiy ilmiy va amaliy natijalar quyidagilardan iborat:

1. Porlitau fosforit konining kimyoviy 8 qatlamli mineralogik tarkibi o'rganildi, konda 442800 t fosforit minerallari va 369336,38 t bentanit borligi, bu Qoraqalpog'istonni ma'lum muddat bentofosfat o'g'iti bilan taminlash mumkinligi aniqlandi. Buning uchun barcha minerallar birgalikda dezintegratorda maydalanadi va nordon tuzlar bilan ishlov berilib makro va mikroelementli bentofosfat o'g'itlari olinadi.

2. Konsentratsiyalangan H_2SO_4 va ko'mir qo'shimchasining miqdori oshib borishi bilan sulfo ko'mir pulpasining reologik xossalari (zichlik, quvushqoqligi) 20-80 °C oralig'ida oshib borishi o'rganildi. Sulfoko'mir pulpasining zichligi va qovushqoqligini haroratga, H_2SO_4 konsentratsiyasiga va H_2SO_4 :ko'mir nisbatiga bog'liq ravishda o'zgarishini tez nazorat qilish uchun, bu texnologik omillarining o'z-aro bog'liqligini ifodolovchi hajmiy nomogramma chizildi.

H_2SO_4 konsentratsiyasi va H_2SO_4 :ko'mir nisbati mos holda 65-80% va 65÷70:30÷45 bo'lganda sulfoko'mir oquvchang bolib, hech bir qiyinchiliksiz mavjud quyuk nasoslarda harakatlanish mumkin.

3. Kamerali usulda past navli fosforitlardan sulfogumat ishtirokida ammoniydashgan superfosfat olish, so'ngra mahsulotni ammiakli suv bilan neytrallash jarayoni o'rganildi. Taklif etilgan texnologiya tarkibida 9-12 % $P_2O_{5\text{umumy}}$, 2,8 % N va guminkislotalari 1,2-2,5 %, o'zlashuvchan $P_2O_{5o'zlash}$ / $P_2O_{5\text{umumy}}$ = 80-90% tovar xossalari yaxshilangan supergumofost o'g'itin olish imkonini beradi.

Past navli fosforit unidan olingan supergumofos o'g'itining donadorlik tarkibi texnologik omilarga bog'liq holda +2;-3 va +3 mm fraksiyalari mos holda 30-60 va 40-70% ni tashkil etadi.

4. Past navli fosforitlarini nitratli va nitrat-sulfat, xlorid kislotali parchalab murakkab o'g'itlar olish jarayonining qulay texnologik omillarini o'zgartirish oraliq'i asoslangan. Nitrat kislotasi normasi 79-160 % bo'lganda olingan nitrokalsiyfosfat pulpasini nitrallash pH-3 gacha, 1750 kg/m³ zichligigacha bug'latish va berilgan NPK nisbatigacha kaliyli tuz qo'shish bilan tarkibida 25,14-57,8 % gacha umumiy ozuqa elementlari bo'lgan kam gigroskopik murakkab o'g'it olindi. Nitrat kislotali parchalash jarayonini kislotasi konsentratsiyasi va normaga bog'liq nomogramasi taklif etildi.

5. NKFO' o'g'iti donolariga sulfat kislotasi purkash va neytrallash bilan tovar xossasini yaxshilash imkoniyatlari laboratoriya sharoitida o'rganildi. Sulfat kislotasi shaklidagi qo'shimchani miqdori 16% gacha oshirilganda o'g'itning gigroskopik nuqtasi 36 dan 57 % gacha ortishi va o'g'itning gigroskopiklik koeffitsienti 10,8 dan 6,6 gacha kamayishi aniqlandi. Ishlab chiqarishning printsiplial texnologik sxemasi ishlab chiqilgan va moddiy balansi tuzilgan.

6. Tadqiqotlar natijasida Markaziy Qizilqum past navli fosforitlarini nitrosulfat kislotali parchalash orqali nitrokalsiyfosfatli o'g'it olishda sulfat kislotasi miqdorining 33% gacha oshishi gigroskopik nuqtaning 36 dan 63% gacha oshishiga olib kelishi aniqlangan va bu NKFO' gigroskopiklik koeffitsientining 10,8 dan 5,4 gacha pasayishiga va gigroskopiklik sinfining kuchli gigroskopikdan gigroskopikka o'tishi aniqlandi.

7. Tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, Markaziy Qizilqum va Qoraqalpog'iston past navli fosforitlarini xlorid kislotali parchalash orqali murakkab o'g'itlar olishda xlorid kislotasi miqdorini 40% gacha oshirish gigroskopik nuqtani 47,8 dan 56,1% gacha oshiradi, bu esa murakkab o'g'itlarning gigroskopiklik koeffitsientini pasayishiga olib keladi. Karbamid va kaliy tuzlari qo'shimchalari bilan tayyor mahsulotlarning tovar xususiyatlari oshirilgan. Bunda past navli xlorid kislotali parchalashda kislotasi normasi va N:P₂O₅:K₂O nisbatlari 15-40 % va (0,5÷1):(0,5:1):(0÷1) oraliqida o'zgartirildi. Olingan o'g'itlar tarkibidagi ozuqa elementlar miqdori birlamchi N+P₂O₅+K₂O hamda ikkilamchi N+P₂O₅+K₂O+CaO+MgO ozuqa miqdorlari yig'indisi mos holda 17,72-39,08% va 28,09-43,53 % oraliq'ida bo'ldi.

Porlitau fosforitidan olingan o'g'itlar tarkibida P₂O₅^{o'z}, R₂O₃ Qizilqum fosforitidan olingan murakkab o'g'itlarga qaraganda mos holda 10-12 % va 3,17-4,02% ortiq ekani aniqlandi.

8. Zamonaviy fizik-kimyoviy tahlil usullari yordamida olingan mahsulotlarning kimyoviy va minerologik tarkiblari aniqlandi, kompleks o'g'itlarda namlik sorbsiyasining kinetik qonuniyatlari va texnologik parametrlar suspenziyalarning reologik xususiyatlariga tasiri aniqlangan.

9. Past navli fosforitlar asosida supergumafos va NPK-o'g'it olish jarayonining printsiplial texnologik sxemasi taklif etilgan va moddiy balansi tuzilgan. Supergumafosda ammoniyashgan superfosfatga nisbatan 1t 100% li ozuqa moddalari ishlab chiqarishdan olinadigan iqtisodiy samara 1,3 baravar, NKFO', NPK va NPKCa o'g'itlar ishlab chiqarishdan olinadigan iqtisodiy samara esa o'g'it tarkibiga bog'liq holda 2,52 baravargacha arzon bo'ladi.

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

КАРАКАЛПАКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

КАЗАХБАЕВ САПАРБАЙ АТАБАЕВИЧ

**РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ
СЛОЖНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ОСНОВЕ НИЗКОСОРТНЫХ
ФОСФОРИТОВ ЦЕНТРАЛЬНЫХ КЫЗЫЛКУМОВ**

02.00.13 – Технология неорганических веществ и материалов на их основе

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

Нукус – 2025

Тема диссертации доктора философии (PhD) зарегистрирована под номером B2024.1.PhD/T4378 Высшей аттестационной комиссии при Министерстве Высшего образования, науки и инновации Республики Узбекистан.

Диссертация выполнена в Каракалпакском государственном университете
Автореферат диссертации на трёх языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещён на веб-странице научного совета www.karsu.uz и на Информационно-образовательном портале «Ziyonet» (www.ziyonet.uz)

Научный руководитель: Реймов Ахмед Мамбеткаримович
доктор технических наук, профессор, академик

Официальные оппоненты: Шеркузиев Дониёр Шермаматович
доктор технических наук, профессор

Алланиязов Давран Оразимбетович
доктор технических наук, старший научный сотрудник

Ведущая организация: Навоийский государственный горно-технологический университет

Защита состоится «23» августа 2025 году в 10⁰⁰ часов на заседании Научного совета PhD.03/30.12.2019.T.20.03 при Каракалпакском государственном университете по адресу: 230112, г. Нукус, ул. Ч.Абдилова, дом 1. Тел.: (+99861) 223-60-47; факс: (+99861) 223-60-78; e-mail: karsu_info@edu.uz.

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Каракалпакского государственного университета (зарегистрировано за №350). Адрес: 230112, г. Нукус, ул. Ч.Абдилова, дом 1. Тел.: (+99861) 223-60-47.

Автореферат диссертации разослан «9» августа 2025 года
(реестр протокола рассылки №7 от «9» августа 2025 года.



Жуманиязов М.Ж.
в.и.о. Председателя научного совета
по присуждению ученой степени,
д.т.н., профессор

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

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

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. В настоящее время на мировом рынке очень высок спрос на сложные удобрения, содержащие азот, фосфор и калий. Преимущество комплексных удобрений заключается в их высокой агрохимической эффективности, а также снижении себестоимости сельскохозяйственной продукции за счет резкого сокращения расхода топлива (в 2,5 раза) за счет одновременного внесения основных питательных веществ в почву. Поэтому сложные удобрения играют особую роль в получении высоких урожаев сельскохозяйственных культур. Для этого необходимо увеличить объемы производства сложных удобрений и их ассортимент. В связи с этим важное значение имеет разработка и внедрение технологии получения NP и NPK удобрений на основе утилизации избыточной соляной кислоты, образующейся при электрохимическом производстве низкосортных фосфоритов и продуктов кислотного разложения угля, а также каустической соды.

На сегодняшний день в мире ведутся научно-практические исследования по переработке низкосортных фосфоритов в сложные удобрения, улучшению товарных свойств существующих. Изучение химического и минералогического состава низкосортных месторождений фосфора в Каракалпакстане и Центральных Кызылкумах; Поиск оптимальных условий переработки низкосортных фосфоритов неорганическими кислотами на основе теоретико-аналитических и практических результатов; определение оптимальных условий получения сульфогумата путем сернокислотной обработки угля; Особое внимание уделяется разработке энергосберегающих эффективных технологий получения комплексных удобрений типа супергумафос, РК, NPK, NPKCa путем грануляции нитрокальцийфосфатных (НКФУ) удобрений и их получения путем обработки серной, сульфогуматной кислотой, улучшения товарных свойств продукта; пульпы, полученной путем измельчения фосфоритов сульфогуматной, азотной и соляной кислотами с добавлением карбамида и калийных солей.

В республике успешно проводятся научные исследования и промышленные разработки по получению NP и NPK комплексных удобрений для сельского хозяйства. В третьем направлении стратегии развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы отмечены важные задачи по «продолжению промышленной политики, увеличению доли промышленности в валовом внутреннем продукте и увеличению объема производства промышленной продукции в 1,4 раза.»² В связи с этим особое значение приобретает разработка непрерывной, усовершенствованной и энергосберегающей технологии получения широкого ассортимента сложных удобрений NP и NPK из низкосортных фосфоритов Каракалпакстана и Центральных Кызылкумов.

² Указ Президента Республики Узбекистан от 28 января 2022 года № УП-60 «О Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы».

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных в Указе Президента Республики Узбекистан No УП-60 от 28 января 2022 года "О Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы," Постановлении Президента Республики Узбекистан No ПП-5853 от 23 октября 2019 года "Об утверждении Стратегии развития сельского хозяйства Республики Узбекистан на 2020-2030 годы," 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 приоритетными направлениями развития науки и технологии VII «Химическая технология и нанотехнология».

Степень изученности проблемы. В мире широко освещены работы по получению фосфорсодержащих удобрений путем солянокислотной переработки низкосортного фосфатного сырья, а также улучшению их физико-химических свойств, в этом направлении Шеврук В.В., Островский Л.К., Поткина Т.Н., Войтенко А.И., Филенко И.А., Почталькина И.А., Петровавловский И.А. и другие провели ряд научно-исследовательских работ. В нашей республике технологии получения сложных азотно-фосфорных удобрений путем кислотной активации низкосортных фосфоритов Центральных Кызылкумов и Каракалпакстана и развитие сферы минеральных удобрений связано с именами многих ученых (М.Н.Набиев, Б.М.Беглов, Ш.С.Намазов, С.М.Таджиев, А.М.Реймов, Р.Раджабов, С.Бауетдинов, А.У.Эркаев, Т.И.Нурмуродов, Х.Ч.Мирзакулов). Они провели ряд научных исследований по получению сложных азотно-фосфорных удобрений путем серной, азотной и соляной кислотной переработки фосфоритов Каратау и Центральных Кызылкумов.

Вместе с тем недостаточно изучен вопрос получения сложных удобрений с улучшенными физико-химическими свойствами за счет применения соляной кислоты, являющейся отходом промышленности каустической соды при переработке низкосортных фосфоритов. Также в научно-технической литературе отсутствуют исследования влияния технологических факторов на гигроскопичность нитрокальцийфосфатных и сульфогумат-нитрокальцийфосфатных систем сульфогумата и неорганических солей и кинетику влагосорбции NPK-удобрений. Реологические свойства промежуточной пульпы, образующейся при дроблении низкосортных фосфоритов азотной и соляной кислотами сульфогумата и добавлении к ним качественных солей удобрений по требованию, влияние технологических факторов, а также минералогический состав конечных продуктов, содержание питательных элементов в широком диапазоне не изучены.

Связь диссертационной работы с тематическими планами НИР. Диссертационная работа выполнена в соответствии с планом научно-исследовательских работ Ташкентского химико-технологического института в рамках прикладных проектов П-98 "Разработка новой технологии комплексной переработки фосфоритов на фосфорные и азотно-фосфорные

удобрения" и ГНТП-6 и "Разработка ресурсосберегающих, экологически безопасных технологий производства, переработки, хранения и использования минерально-сырьевых ресурсов, продукции и отходов химической, пищевой, легкой промышленности и сельского хозяйства республики" (2007-2010 гг.).

Цель исследования является разработка эффективной технологии производства сложных удобрений с высокими товарными свойствами на основе фосфоритов Центральных Кызылкумов и Каракалпакстана.

Задачи исследования:

Изучение химического и минералогического состава Порлытауских фосфоритов современными физико-химическими методами исследования;

изучение влияния H_2SO_4 , H_2SO_4 :угля и температуры на процесс получения сульфогумата, анализ влияния на реальные свойства получаемой пульпы с помощью объемной номограммы;

определение графо-аналитическим методом интервалов изменения технологических факторов при получении сложных удобрений путем сернокислотного, азотнокислотного, солянокислотного, азотно-сернокислотного разложения низкосортных фосфоритов;

определение технологических факторов улучшения товарных свойств нитрокальцийфосфатных удобрений (НКФУ) в процессе их получения и обработки полученных гранул НКФУ серной кислотой;

изучение влияния технологических факторов на процесс солянокислотного разложения низкосортных фосфоритов, определение влияния дополнительных азотных и калийных солей на товарные свойства полученного продукта;

химический и минералогический состав промежуточных и готовых продуктов и химический анализ реологических свойств пульп и растворов на основе результатов, полученных на современном химическом и физико-химическом оборудовании;

испытание технологии получения удобрения супергуммафост на лабораторной модельной установке и отбор опытных проб продукции;

проведение промышленных испытаний разработанной гибкой технологии получения сложных удобрений с улучшенными товарными свойствами из низкосортных фосфоритов в акционерном обществе "Электрохимзавод";

разработка эффективной технологической схемы получения сложных удобрений из низкосортных фосфоритов, составление материального баланса и расчет технико-экономических показателей.

Объектом исследования являются низкосортные фосфориты Центральных Кызылкумов и Каракалпакстана, азотная кислота, соляная кислота, калиевые соли, нитраты кальция и калия, NP и NPK удобрения.

Предметом исследования является разработка оптимальных условий процесса получения сложных удобрений с хорошими физико-химическими свойствами на основе сернокислотного, солянокислотного и

азотнокислотного разложения низкосортных фосфоритов в присутствии сульфогумата и солей калия.

Методы исследования. В диссертационной работе использованы химические, физико-механические, физико-химические (титрометрические, рентгенографические, ИК-спектроскопические, дифференциально-термические, сканирующая электронная микроскопия) методы анализа.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

впервые доказана возможность получения бентофосфатных удобрений из Порлитауских фосфоритов путем определения их химического и минералогического состава;

графоаналитическим методом обоснованы технологические факторы процесса получения сложных удобрений путем разложения низкосортных фосфоритов Порлытау и Центральных Кызылкумов серной, азотной и соляной кислотами;

доказано улучшение товарных свойств удобрений, полученных путем обработки НКФУ сульфогуматом и серной кислотой, т.е. переход их из класса сильной гигроскопичности в класс гигроскопичности;

созданы возможности для получения сложных удобрений путем разложения низкосортных фосфоритов хлоридной кислотой и улучшения их товарных свойств путем добавления нитратных и калийных солей в их состав;

изучены закономерности влияния технологических параметров на процесс получения сложных удобрений с улучшенными товарными характеристиками, а также получены новые типы образцов нитрокальцийфосфатных удобрений путем кондиционирования неорганическими добавками;

разработана эффективная технология получения сложных удобрений супергумафоса, НКФУ, НРК, НРКСа из низкосортных фосфоритов в присутствии сульфогуматной, азотной и соляной кислот.

Практические результаты исследования:

разработана эффективная технология получения удобрений путем кислотного разложения низкосортных фосфоритов Центральных Кызылкумов и Каракалпакстана в присутствии неорганических солей;

определены оптимальные параметры получения сложных удобрений с улучшенными товарными свойствами путем добавления сульфогумата, карбамида и калийных солей к местным фосфоритам с низким содержанием питательных веществ;

разработанный новый вид комплексного удобрения прошел опытно-промышленные испытания на СП АО «Электрохимзавод», и получены опытные партий образцов;

Достоверность результатов исследования. Состав и свойства сложных удобрений и сырья, полученные на основе результатов научных исследований, подтверждены химическими и физико-химическими методами анализа (рентгенофазным, дифференциально-термическим, электронно-

микроскопическим), лабораторными опытами, агрохимическими и опытно-промышленными испытаниями.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость результатов исследований заключается в том, что результаты исследований являются научной основой для получения сложных удобрений с высоким содержанием питательных веществ путем разложения низкосортных фосфоритов неорганическими кислотами (серной, азотной, соляной), получения сложных удобрений с хорошими товарными свойствами путем добавления сульфогумата и азотных и калийных солей, вовлеченных на промежуточной стадии.

Практическая значимость результатов исследования заключается в том, что переработка низкосортных фосфоритов Каракалпакстана и Центральных Кызылкумов с пониженными нормами кислотных реагентов способствует расширению ассортимента дешевых и эффективных NP и NPK удобрений для сельского хозяйства за счет вовлечения избыточной соляной кислоты, образующейся при производстве каустической соды, в новые виды сложных удобрений.

Внедрение результатов исследования. На основе полученных научных результатов по разработке технологии получения сложных удобрений из низкосортных фосфоритов Центральных Кызылкумов и Каракалпакстана:

Разработанная технология получения супергумифоса с содержанием гуминовой кислоты 1,5-2,0% на основе сульфогумата и низкосортного фосфорита включена в список перспективных работ по внедрению в практику СП АО "Электрохимзавод" в 2024-2026 гг. (справка СП АО "Электрохимзавод" №4 от 25.04.2024 г.) и в результате позволила обеспечить сельское хозяйство дешевым удобрением, содержащим гуматы;

Технология получения комплексных удобрений путем добавления карбамида, сульфоугля и калийных солей к продуктам переработки низкосортных фосфоритов серной, соляной и азотной кислотами включена в перечень перспективных разработок АО "Электрохимический завод" на 2026-2028 годы (информационное письмо АО "Электрохимический завод" от 25.04.2024 г. № 4). В результате создана возможность получения NPK и NPKCa удобрений с хорошими физико-химическими свойствами, которые позволяют использовать их в сельском хозяйстве и экономить энергию.

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

Публикация результатов исследования. По теме диссертации опубликовано 10 научных работ. Из них 6 научных статей, в том числе 3 в зарубежных журналах и 3 в журналах, рекомендованных Высшими аттестационными комиссиями Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов докторских диссертаций (PhD).

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

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснованы актуальность и востребованность работы, охарактеризованы цель и задачи, объект и предмет исследования, показано соответствие приоритетным направлениям развития науки и технологий республики. Изложены научная новизна и практические результаты исследования, раскрыта теоретическая и практическая значимость полученных результатов, приведены сведения о внедрении результатов исследования в практику, опубликованных работах и структуре диссертации.

В первой главе диссертации "**Состояние и перспективы производства комплексных удобрений**" приведены характеристика Кызылкумских и Каракалпакских фосфоритов и их особенности, анализ литературных и патентных работ по получению фосфорных удобрений путем переработки фосфоритов соляной кислотой, а также по производству NPK-удобрений с использованием низкосортных фосфоритов Каракалпакстана и Центральных Кызылкумов. Проанализированы особенности NP, NPK, NPKCa -удобрений и способы их производства. Анализ показывает необходимость исследования возможностей широкого вовлечения фосфоритов Каракалпакстана и Центральных Кызылкумов в производство, улучшения товарных свойств продуктов азотнокислотного разложения, использования соляной кислоты, образующейся при производстве ПВХ, широкого использования сульфогуматов для улучшения товарных свойств продуктов.

Во второй главе диссертации "**Материалы и методы исследования**" описаны существующие стандартные методы изучения состава сырья и готовой продукции, а также современные методы проведения физико-химических анализов: рентгенофлуоресцентный, рентгенофазовый, сканирующая электронная микроскопия (СЭМ) с энергодисперсионным спектральным (ЭДС) анализом и другие методы исследования. Также в данной главе изучены химический состав и физико-механические показатели Порлитауских фосфоритов. При этом установлено, что классификация фосфоритного слоя (разделение на фракции) не рекомендуется, все фракции совместно измельчаются в дезинтеграторах, получается однородная фосфоритная мука с микро и макроэлементами, содержащимися в бентофосфатном сырье, и этот фосфорит легко разлагается под воздействием кислых солей. Предварительные расчеты показывают, что Порлытауское месторождение фосфоритов содержит 442800 т фосфатного сырья и 369336,38 т бентонита, что достаточно для обеспечения сельского хозяйства Каракалпакстана бентофосфатным удобрением в течение определенного периода. На основе графо-аналитического изучения системы $\text{CaO-P}_2\text{O}_5\text{-N}_2\text{O}_3\text{-H}_2\text{O}$ проведен теоретический анализ разложения фосфоритов азотной кислотой и подобраны интервалы изменения технологических факторов.

В третьей главе диссертации, озаглавленной "**Разработка технологии получения сложных удобрений путем кислотного разложения низкосортных фосфоритов Узбекистана**" рассматривается подготовка низкосортного фосфоритного сырья для получения фосфорных удобрений;

получение сложных удобрений различного состава путем солянокислотного разложения низкосортных фосфоритов; Изучение влияния технологических факторов на процесс получения сульфогумата путем обработки Ангренского угля концентрированной серной кислотой; Получение сложных сульфогуматных удобрений путем разложения низкосортных фосфоритов сульфогуматом; Получение сложных удобрений с улучшенными товарными свойствами путем разложения низкосортных фосфоритов (НСФ) азотной кислотой в присутствии сульфогумата и калийных солей; оптимизация соотношения питательных элементов путем добавления калийных солей и разложения азотной и серной кислотами, результаты анализа реальных свойств промежуточных растворов и пульп, а также химических и минералогических свойств полученных продуктов современными физико-химическими методами анализа.

Эти исследования включают состав и товарные свойства комплексного удобрения, полученного солянокислотным разложением низкосортных фосфоритов, а также результаты процесса разложения небогатенных фосфоритов Центральных Кызылкумов концентрированной серной кислотой в присутствии угля Ангренского месторождения.

Для изучения солянокислотного разложения использовали фосфорит Центральных Кызылкумов со следующим химическим составом: СаО-45,61%; Р₂О₅ - 17,0%; Использовали СО₂-15,2% и 38% соляной кислоты.

Таблица 1

**Солянокислотное разложение низкосортных фосфоритов
Центральных Кызылкумов**

№	Норма НСІ относительно СаО, %	Концентрация НСІ, масса %	Содержание компонентов, масса %						Сумма питательных компонентов, % Σ	рН, 10%-ной суспензии
			Р ₂ О ₅ общ	Р ₂ О ₅ усв 2% лим-кис.	СаОобщ	СаОусв	MgO	Cl		
1	12,5	10	19,88	9,86	35,69	21,61	1,55	4,98	43,04	7,12
2		20	18,95	8,86	55,40	21,20	1,55	8,28	41,70	6,75
3		30	18,45	8,58	34,34	22,58	1,55	5,01	42,58	6,6
4		38	15,68	9,3	32,06	24,38	1,52	11,8	41,55	6,05
5	25	10	18,22	12,29	34,83	28,64	1,39	6,58	48,25	6,54
6		20	16,91	10,86	40,51	22,03	1,39	6,40	40,33	6,44
7		30	17,86	11,57	34,23	21,17	1,39	6,51	40,42	5,98
8		38	18,87	12,76	39,68	23,92	1,34	7,03	44,13	5,65
9	37,5	10	16,10	13,97	33,54	27,21	1,25	7,11	44,56	4,99
10		20	18,28	13,22	37,83	25,17	1,25	7,01	44,70	4,64
11		30	18,51	14,38	38,83	26,06	1,25	6,95	45,82	4,51
12		38	16,86	13,52	28,83	23,04	1,19	6,85	41,09	4,09
13	50	10	15,85	15,12	32,67	29,04	1,14	6,28	46,03	4,09
14		20	18,21	16,21	33,57	32,70	1,14	6,70	52,05	3,63
15		30	15,98	16,34	35,22	27,18	1,14	7,26	44,30	2,91
16		38	14,17	14,85	24,89	23,98	1,08	6,59	39,23	2,83

Норму и концентрацию кислоты варьировали в пределах 12,5-50% и 10-38% соответственно и изучали влияние реакционной массы на агрегатное состояние, уровень рН 10%-ной суспензии и показатели $P_2O_{5\text{общ}}$, $P_2O_{5\text{усв}}$, $P_2O_{5\text{вод}}$, CaO, N, K_2O и декорбанизации в составе полученного продукта. Полученные данные приведены в таблице 1. При норме 12,5-25% и концентрации 10-38% образуется сухая масса. В этих условиях степень декорбанизации составляет 43,49-82,13%, а рН 10%-ной суспензии колеблется в пределах 5,65-6,75 (опыты -2-4; 6-8).

При концентрации кислоты ниже 20% и нормы выше 25% образуется жидкая текучая масса, что затрудняет безотходную сушку реакционной массы.

Из таблицы 1 видно, что при солянокислотном разложении в оптимальных интервалах превращения норма кислоты по отношению к кальцию не должна превышать 25%, а концентрация кислоты не должна быть ниже 20%. В этих условиях получают удобрение Р или РСa, содержащее 15,68-18,95 или 40,33-44,13% питательных веществ.

Недостатком полученных продуктов является их односторонность, наличие и гигроскопичность хлора, хотя содержание хлора в 1,5-2 раза меньше, чем хлорида калия. Для улучшения товарных свойств и усвояемости при солянокислотном разложении были получены NP (NPCa) или NPK (NPKCa) удобрения с добавлением расчетного количества мочевины и хлорида калия. Регулировали соотношение N: P_2O_5 : K_2O с добавками мочевины и хлорида калия.

Таблица 2

Химический состав NP и NPK удобрений, полученных на основе солянокислотного разложения низкосортных фосфоритов Центральных Кызылкумов (концентрация HCl - 30%)

№	Содержание компонентов, масса %					Степень превращения		Сумма питательных компонентов, % Σ	
	N %	$P_2O_{5\text{общ}}$	K_2O %	CaO _{усв}	MgO	$P_2O_{5(\text{усв})}/P_2O_{5(\text{общ})}$	CaO _{((\text{усв})/CaO(\text{общ})}	N+ P_2O_5 + K_2O	N+ P_2O_5 + K_2O +CaO+MgO
1	10,08	13,71	-	26,54	1,19	28,92	80,36	23,79	51,52
2	12,53	12,47	-	27,81	1,10	38,79	82,46	25,01	53,91
3	19,69	10,17	-	27,14	0,87	28,77	65,17	29,86	57,87
4	6,49	11,30	-	25,69	1,14	41,76	60,86	17,79	44,62
5	11,37	7,94	-	20,75	1,00	67,61	82,53	19,31	41,06
6	13,86	11,12	6,93	20,99	0,92	38,54	70,82	31,91	53,82
7	15,05	8,98	15,05	17,49	0,66	22,71	69,41	39,08	57,23
8	14,83	8,29	14,83	24,24	0,65	69,42	92,82	37,95	62,84
9	10,36	9,96	10,36	21,10	0,91	60,90	83,33	30,68	52,69
10	9,56	9,85	9,56	20,54	0,84	75,68	88,00	28,97	50,35

Полученные данные представлены в таблице 2. При разложении использовалась 30%-ная соляная кислота. В переменных интервалах технологических факторов сумма питательных элементов по N+ P_2O_5 + K_2O и N+ P_2O_5 + K_2O +CaO+MgO варьирует в пределах 17,79-39,08% и 28,09-43,53%

соответственно. При использовании 38% соляной кислоты с относительным содержанием P_2O_5 и CaO , усваиваемым растениями, образуется пульпа, удобная для гранулирования. Содержание кормовых компонентов составляет 17,79-39,06% и 44,62-59,65% соответственно. Показатель рН полученных NP продуктов находится в пределах 6,9-7,3, а при добавлении KCl рН снижается до 0,1-0,2, что связано с конверсией KCl с образованием HCl .

Изучены товарные свойства и термическая стабильность удобрения, полученного путем разложения фосфоритов Центральных Кызылкумов соляной кислотой в норме 40% с добавлением карбамида и KCl . Из рисунка 1 видно, что с увеличением влажности воздуха с 41, 62 до 81,5% время достижения равновесия поглощения влаги составляет 2-3, 13-20 и 26-32 в сутки в зависимости от состава образцов. Тем не менее, при влажности воздуха менее 70% образцы сохраняют полную текучесть.

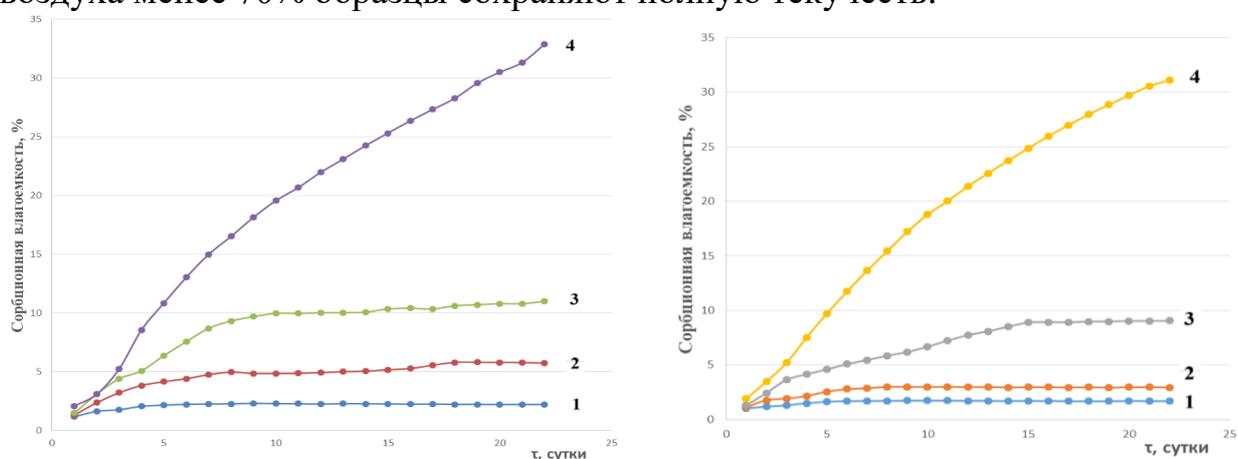


Рисунок 1. Кинетика влагопоглощения образцов 1 и 3.

В дериватограмме образцов 77,77; При 204,4 и 305,31 °C имеются три эндозффекта, соответственно -73,81; 306,81 и 232,19 дж/г энергии с потерей массы 11,53 19,45 и 6,11%. С увеличением количества мочевины в системе температура первого эффекта снижается с 77,77 °C до 239,67 °C и, наконец, эндозффект, наблюдаемый при 204,46 °C, исчезает, и в образце наблюдаются два эффекта. С введением в систему хлорида калия термограмма усложняется. На графике наблюдается термозффект, связанный с взаимодействием фосфата с кальцием и разложением карбамида, хлорида калия.

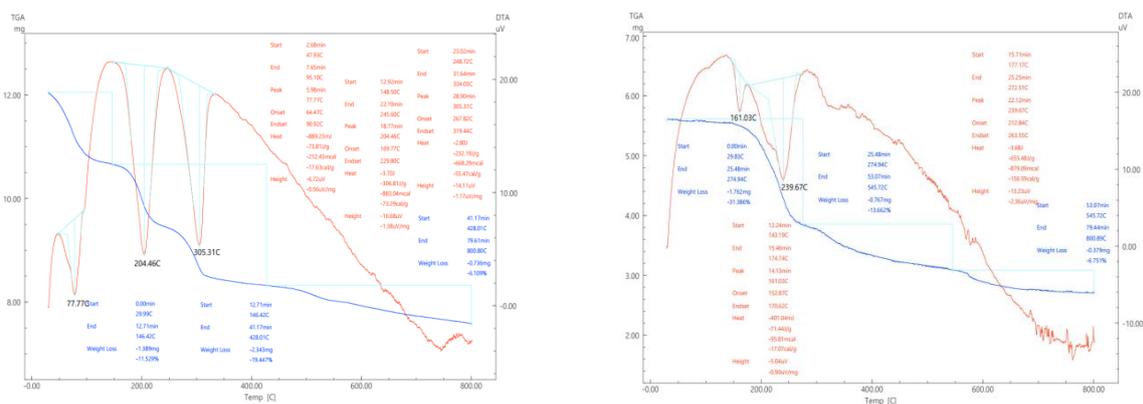


Рисунок 2. Дериватограмма образцов 1 и 3

Следует отметить, что выход свободной и кристаллогидратной воды в образцах происходит в диапазоне 47,97-128,95 °С, то есть при температуре разложения карбамида на NH_3 и CO_2 ниже 132,5 °С. Следует отметить, что эти данные указывают на то, что с увеличением соотношения фосфоритов и $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ в образцах уменьшается количество свободной воды в продукте и улучшаются товарные свойства продукта.

С целью получения гумусосодержащего удобрения и улучшения гранулометрического состава и товарных свойств в качестве добавки был использован образец Ангренского угля. После измельчения в мелкосухой и шаровой мельнице до размера частиц 0,25 мм они имели следующий состав (вес.%): влажность-14,1; зола-13,7; органические вещества-72,2; гуминовые кислоты-44,1% от органической массы.

Из серной кислоты и измельченного угля был приготовлен сульфугольный настой в виде коллоидной суспензии. Установлено изменение плотности суспензии сульфугля в зависимости от концентрации H_2SO_4 , температуры и соотношения H_2SO_4 :уголь. Концентрация H_2SO_4 варьировалась от 65 до 80%, а соотношение H_2SO_4 :уголь - от 70:30 до 55:45.

Результаты экспериментов показали, что с увеличением концентрации H_2SO_4 в суспензии сульфогумата плотность увеличивается до 1,70 г/см³, а температура уменьшается с увеличением соотношения H_2SO_4 :уголь.

Так, при температуре 20°С, концентрации H_2SO_4 - 65, 70, 75% и соотношении H_2SO_4 :уголь-70:30, плотность суспензии составляет 1,46; 1,50; 1,62 г/см³, H_2SO_4 : уголь-65:45 - 1,44; 1,48 и 1,65 г/см³. Аналогичные закономерности наблюдаются при температурах 40 и 60 °С и одинаковых соотношениях H_2SO_4 :уголь плотность сульфугольной суспензии практически одинакова. Следует отметить, что суспензия, образующаяся в пределах 65-70% от исследуемой концентрации H_2SO_4 и при соотношениях H_2SO_4 :уголь, является хорошо текучей, при концентрации H_2SO_4 выше 75% и при одинаковых соотношениях H_2SO_4 :уголь суспензия сгущается. Таким образом, для производства фосфорных удобрений из низкосортных фосфоритов Центральных Кызылкумов можно использовать суспензию сульфугля, приготовленную на основе H_2SO_4 с концентрацией 65-76% при соотношении H_2SO_4 :уголь=70:30-55:45 и температуре 20-60°С. С целью экономии времени на проведение долгосрочных химических анализов была разработана номограмма (рис. 3), которая позволяет быстро определить количество сульфугля, необходимое для получения 100 единиц (г, кг или т) угольно-содержащего раствора при определенных соотношениях H_2SO_4 :Уголь.

Графические расчеты выполняются в следующей последовательности: из точки a_1 , расположенной на оси состава С, проводим линию параллельно оси соотношения H_2SO_4 :уголь к горизонтальной плоскости. Из точки F, лежащей на оси DC, проводим линию, параллельную оси AD, до пересечения с линией ab , а из точки F_1 - до пересечения с точкой F_2 плоскости $A_1B_1C_1D_1$, расположенной на линии, перпендикулярной плоскости ABCD. Отрезок F_1F_2 соответствует количеству сульфугля (М) в соотношении F (H_2SO_4 :Уголь).

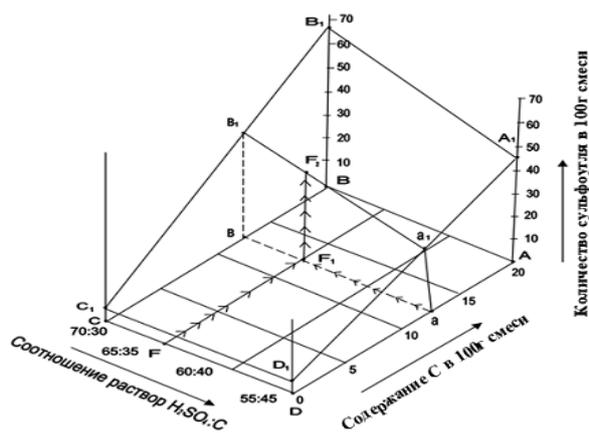


Рис. 3. Графический расчет количества сероугля в зависимости от соотношения H_2SO_4 :Уголь для приготовления сернокислотного раствора с содержанием H_2SO_4 и Уголь.

пределах (%); $(P_2O_{5\text{усл}}/P_2O_{5\text{общ}}) - 76,2 \div 87,48$, $(P_2O_{5\text{вод}}/P_2O_{5\text{общ}}) - 29,03 \div 48,01\%$, N-2,11-3,43%, Гумат-1,42-5,01%.

Результаты экспериментов показывают, что процесс достижения высокого уровня разложения 70-95% в течение 5-10 минут в выбранном диапазоне технологических факторов увеличивается примерно на 3% при увеличении процесса более чем за 30 минут.

Установлено, что увеличение содержания угля в кислоте от 2 до 6% снижает степень разложения на 2-3%. Тем не менее, относительное содержание P_2O_5 в супергумафосе до 48,1 и 87,48% растворимо в воде и трилоне-Б соответственно.

Исследования степени грануляции полученного супергумафосфатного удобрения показали, что в пределах изученных технологических факторов количество фракции <0,5 мм не превышает 28-7,6%; >0,5<2; >2<3 и <3 мм фракции соответственно 10,8-40,8; 20,8-37,4 и 32,8-39,5%. В эксперименте рентгенофазовый анализ сероугля, содержащего 2% углегумата, показал, что фосфор в основном присутствует в виде $Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O$ и частично $CaHPO_4$ и $NH_4H_2PO_4$, а сульфат кальция - $CaSO_4 \cdot 0,5H_2O$ в виде гидрата.

На основании графика (рис. 3) приготовлена 65-и 80-процентная суспензия, содержащая 2,4,6% Ангреновского угля и проводится процесс окисления при $70^\circ C$ в течение 30 минут. Расход серной кислоты при разложении фосфорита рассчитывается по стехиометрии образования монокальцийфосфата, процесс проводят при $70^\circ C$ в течение 60 минут. Состав полученного удобрения супергумафос в зависимости от технологических условий изменяется в следующих

Таблица 3

Изучение влияния количества H_2SO_4 и количества добавки на аналитические показатели при производстве сероугля

№	Норма H_2SO_4 , масс. %	Добавки, масс. %	Содержание компонентов, масс. %			Ситовой состав готового продукта, %			
			$P_2O_{5\text{общ}}$	N	Гумат	Фракция, мм			
						0,5	+0,5-2	+2+3	+3
1	65	2	11,91	2,51	1,67	5,60	40,81	20,80	32,80
		4	11,32	2,32	3,33	2,81	23,72	35,91	37,62
		6	11,06	2,11	5,01	4,72	22,31	36,92	36,10
2	80	2	10,27	3,43	1,42	6,81	10,80	32,81	38,13
		4	10,05	3,04	2,83	7,60	22,53	36,43	37,72
		6	9,82	2,91	4,26	5,82	39,81	37,41	39,53

В последующих работах изучен процесс получения сложного удобрения супергумофос-А с улучшенными физико-химическими свойствами из низкосортных фосфоритов Центральных Кызылкумов.

Нормы азотной и серной кислот и их общие нормы варьировались в пределах 50,3-40,0; 7,6-92,0 и 22,61-12,30% соответственно. Изучено влияние норм на степень разложения фосфатного сырья, сульфогумата без добавок и в присутствии добавок (% от общей массы и солей калия при $P_2O_5:K_2O=1:0,5$), количество питательных элементов и влажность полученного удобрения.

В пределах переменных норм кислот получены следующие показатели: $P_2O_{5общ}$ -8,14-14,82%; $P_2O_{5усл}/P_2O_{5общ}$ -30,4:95,0%; $N_{общ}$ - 0,94-7,07%; сумма питательных компонентов - 13,58-22,16%; влажность продукта без стадии сушки - 0,1-13,8%.

Продукты, полученные при общей норме кислотных реагентов не более 47%, считаются активированными азотно-фосфорными удобрениями, так как соотношение $P_2O_{5усл}/P_2O_{5общ}$ не превышает 50%, несмотря на то, что сумма питательных компонентов достигает 16,80%.

Превышение нормы азотной кислоты более 30% и нормы серной кислоты более 70% нецелесообразно, так как при этом влажность продукта превышает 6,03% и он становится сильнокислым, что требует глубокой аммонизации, а также снижает содержание питательных компонентов до 15%.

В результате получают супергумофос-А, супергумофос-К (масс.%) и супергумофос следующего состава: $P_2O_{5общ}$ -12,81; $P_2O_{5усл}$ -6,66, $N_{общ}$ -3,74; органика-1,22; сумма питательных веществ-18,47; $P_2O_{5усл}/P_2O_{5общ}$ -52,00 отн.% (опыт 20) - супергумофос-К; $P_2O_{5общ}$ -12,18; $P_2O_{5усл}$ -6,45, $N_{общ}$ -2,41; K_2O -4,79; органическая -1,77, сумма питательных веществ -25,11; $P_2O_{5усл}/P_2O_{5общ}$ -53,1 отн.% (опыт 22).

Далее были проведены исследования по разработке технологии получения нитрокальцийфосфатных удобрений из низкосортных фосфоритов с добавлением серной кислоты и сульфогумата для улучшения их товарных свойств.

Для реализации технологии получения комплексных удобрений были изучены плотность и вязкость азотнокислых пульп.

Результаты ясно показывают, что с увеличением нормы азотной кислоты показатели температуры, плотности и вязкости уменьшаются, а с увеличением ее концентрации или уменьшением влажности системы, наоборот, увеличиваются. С увеличением значения рН системы значения плотности и вязкости пульп уменьшаются. Повышение температуры от 30 до 55⁰С в зависимости от нормы азотной кислоты и рН пульпы приводит к снижению плотности пульпы в среднем в 1,04-1,06 раза, а вязкости в среднем в 1,537-1,417 и 1,714-1,46 раза для кислой и аммонизированной пульпы соответственно.

Значения плотности и вязкости пульпы показывают, что они обладают достаточно хорошей текучестью и не являются ограничивающими

факторами для транспортировки с существующими устройствами доставки. При выпаривании образцов, взятых при норме 15%, реакционная масса быстро переходит в сухое состояние, а при норме 30% сначала образуется кашицеобразная масса. При увеличении нормы до 79% образуется подвижная масса, при 103% и более - текучая пульпа.

Для определения оптимальных условий (температуры испарения и нормы HNO_3) было изучено влияние температуры плавления, остаточной влажности и текучести на процесс испарения, и установлено, что нитрофосфатные пульпы, полученные при концентрациях азотной кислоты 100-160% и 52-59%, обладают очень хорошей текучестью, что создает благоприятные условия для их переработки в комплексные удобрения без технологических трудностей на существующих промышленных установках.

В зависимости от полученных условий количество суммы питательных компонентов варьирует следующим образом: $(\text{N}+\text{P}_2\text{O}_{5\text{общ}})$ - 19,01-31,80%; $(\text{N}+\text{P}_2\text{O}_{5\text{общ}}+\text{CaO}_{\text{общ}})$ - 25,14-51,8%, прочность гранул 2,1-3,5 кг/шт. Однако полученные удобрения относятся к сильным гигроскопическим удобрениям. Основной причиной гигроскопичности полученных удобрений является наличие в их составе нитрата кальция.

Поэтому в наших дальнейших исследованиях большое внимание уделялось снижению гигроскопичности нитрата кальция за счет использования различных добавок органических и неорганических соединений.

Одним из важных параметров процесса разложения фосфатного сырья Центральных Кызылкумов в процессе получения азотно-фосфорных удобрений является: содержание общей ($\text{H}_2\text{O}_{\text{общ}}$) и связанной ($\text{H}_2\text{O}_{\text{связь}}$) влаги.

Однако количество $\text{H}_2\text{O}_{\text{общ}}$ и $\text{H}_2\text{O}_{\text{св.}}$ в продуктах разложения зависит от нормы и концентрации азотной кислоты. Как видно из приведенных выше результатов экспериментов, на процесс разложения фосфатного сырья большое влияние оказывает норма азотной кислоты. Поэтому без знания функциональной зависимости состава $\text{H}_2\text{O}_{\text{общ}}; \text{H}_2\text{O}_{\text{связ}} = f[\text{норма } \text{HNO}_3 (\text{N}_{\text{HNO}_3})]$ сложно судить о физическом состоянии пульпы.

$m\text{H}_2\text{O} = f(\text{N}_{\text{HNO}_3}, \text{C}_{\text{HNO}_3})$, результаты эксперимента, проведенного для наглядной иллюстрации изменения зависимости, представлены в объемном виде (рис. 4).

Данная номограмма позволяет достаточно точно и быстро определить количество влаги ($\text{H}_2\text{O}_{\text{общ}}$, $\text{H}_2\text{O}_{\text{св.}}$) и отношение массы продукта к массе фосфатного сырья ($m_{\text{мах.}}/m_{\text{ф/с}}$) без проведения химических анализов. Например, при норме 30% и концентрации азотной кислоты 52,5% для определения количества $\text{H}_2\text{O}_{\text{общ.}}$ и $\text{H}_2\text{O}_{\text{связи}}$ в пульпе на номограмме из точки С проводится прямая C_1C_2 , параллельная линии AD. Из точек C_1 и C_2 проводят перпендикуляр к линиям AB и DC до пересечения с кривыми AB', AB, " A"В" и DC', DC, " D" "С." Из точек Г' и I, " 2', 2" и 3', 3" проводятся линии Г' и I, " 2' 2" и 3' 3," параллельные линиям В' С', В" С" и В" С."

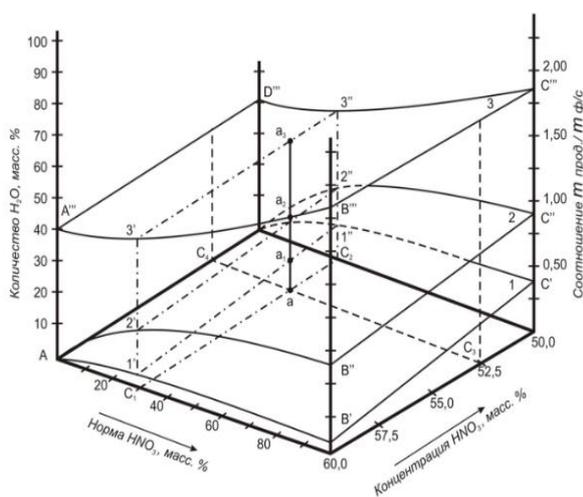


Рис. 4 Зависимость изменения содержания H_2O св.- (1), H_2O общ.- (2) и соотношения $m_{\text{прод.}}/m_{\text{ф/с}}$ - (3) от нормы HNO_3 и её концентрации

Чтобы определить искомую точку на плоскости ADCD, из точки C_3 проводится прямая C_3C_4 , параллельная линии DC. Точка пересечения линий C_1C_2 и C_3C_4 является искомой точкой а.

Из точки а проводим перпендикуляр к плоскости ADCD и находим высоты aa_1 , aa_2 и aa_3 , которые соответственно характеризуют искомые значения влажности пульпы ($H_2O_{\text{общ.}}$, $H_2O_{\text{св.}}$) и отношение массы продукта и фосфатного сырья ($m_{\text{макс.}}/m_{\text{ф/с}}$). В нашем примере: aa_1 - 11,0, aa_2 - 23,0, aa_3 - 46,3.

На практике известно, что полученный НКФУ поглощает воду выше 40% влажности и теряет свое агрегатное состояние. Поэтому важно не только увеличить количество питательных веществ нитрокальцийфосфатных удобрений, но и снизить их гигроскопичность.

Результаты экспериментов показывают, что с увеличением нормы серной кислоты степень адсорбции влаги удобрениями уменьшается. Если без добавления серной кислоты за 3800 минут при относительной влажности воздуха 3% степень десорбции составила 2,38%, то при обработке удобрений серной кислотой нормой 8, 16, 33% она составила 2,58; 3,73; 5,67%. С увеличением относительной влажности воздуха степень десорбции уменьшается, и происходит адсорбция. Следовательно, с увеличением относительной влажности воздуха от 3,0 до 29,0%; 50,5; Степень десорбции воды из 71 и 100% удобрений снижается с 5,67 до 4,68, 1,79%, а степень адсорбции увеличивается с 7,31 до 23,69%.

Как видно из рисунка, гигроскопические точки гранул, нейтрализованных серной кислотой на гранулометрию НКФУ, увеличиваются с 36 до 63%, степень гигроскопичности уменьшается с 10,8 до 5,7, а класс гигроскопичности переходит от очень сильной гигроскопичности к сильной гигроскопичности и до 16% указывает на оптимальное распыление. Также в образцах, посыпанных серной кислотой, наряду с $(NH_4)_2SO_4$ увеличивается интервал пиков, относящихся к $CaSO_4$. В этом процессе $Ca(NO_3)_2$ частично превращается в $CaSO_4$.

Ориентировочный состав азотно-фосфорного удобрения определяли методами рентгенофазового, термогравиметрического и ИК-спектроскопического анализа. Азотно-фосфорные удобрения, обработанные серной кислотой и необработанные, практически не отличаются по содержанию основных питательных компонентов. На рентгенограммах обоих удобрений 2,76; 2,65, 1,83 A° , которые можно отнести к фторкарбонатапатиту. Линия 2,27 A° характерна для кальцита. Это

свидетельствует о том, что при разложении Кызылкумских фосфоритов неполными нормами азотной кислоты в полученных удобрениях остаются неразложившиеся фосфориты. На дифрактограммах удобрений, помимо фторкарбонатапатита, отмечены дифракционные линии, относящиеся к нитрату кальция ($2,05\text{A}^\circ$), гидроортофосфату кальция ($3,13\text{A}^\circ$), нитрату аммония ($3,92\text{A}^\circ$).

Также на рентгенограмме $3,17\text{A}^\circ$; $2,67\text{A}^\circ$; $3,92$; $2,80$ и $2,23\text{A}^\circ$, которые можно отнести к нитрату кальция, дигидрофосфату кальция, сульфату и нитрату аммония соответственно.

В четвертой главе диссертации **"Разработка технологических параметров процесса получения сложных удобрений методом кислотной переработки низкосортных фосфоритов на модельной установке и технико-экономическое обоснование предлагаемых технологий"** приведены результаты испытаний по получению сложных удобрений методом солянокислотной переработки низкосортных фосфоритов на модельной установке, имитирующей условия производства. Произведено опытное производство сложных удобрений на основе необогащенной фосфоритовой руды Централных Кызылкумов (ЦК) путем разложения соляной кислотой с последующим добавлением мочевины и калийных солей.

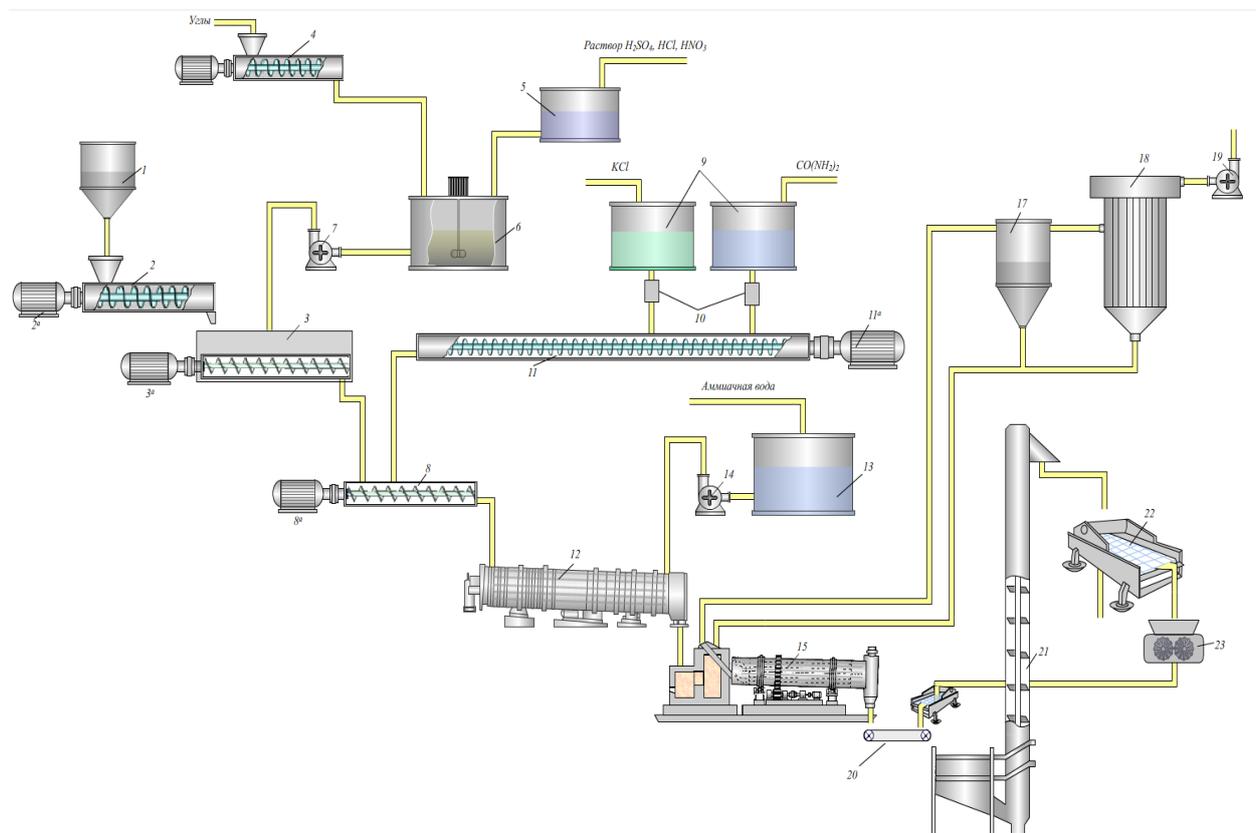


Рисунок 5. Технологическая схема получения сложных удобрений.

1-бункер фосфатного сырья; 2,4-дозатор; 2а,3а,8а,11а-электродвигатель; 3-шнековый реактор; 5-шнековый дозатор; 6-смеситель; 7 - насос; 8-шнековый смеситель; 9-бункер; 10-дозатор; 11-шнековый питатель; 12-барабанный гранулятор; 13-бак с аммиачной водой; 14 - насос; 15-барабанная сушилка; 16,22-решето; 17 - циклон; 18-перчатки; 19-дымосос; 20 - ленточный транспортер; 21 - элеватор; 23-дробилка.

На основании полученных данных определены оптимальные параметры получения сложных удобрений, состоящих из фосфоритов и качественных солей удобрений. Разработана технологическая схема получения сложных удобрений (рис. 5), материальный поток и технико-экономический расчет образцов 1 типа, содержащих компоненты азота, калия и фосфора.

Технологическая схема включает следующие этапы.

- приготовление сухой смеси, дезинтеграция, уплотнение, шлифование, гранулирование и сушка, классификация.

Разработанная технология апробирована в СП АО "Электрохимзавод," произведена опытная партия продукции и получены соответствующие справки. Экономический эффект от производства 1 т 100%-ных питательных веществ в супергумафосе в 1,3 раза дешевле, а экономический эффект от производства НКФУ, НРК и НРКСа-удобрений в 2,52 раза дешевле, в зависимости от состава удобрения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные научные и практические результаты, полученные на основе исследований, проведенных при выполнении диссертационной работы, следующие:

1. Изучен химико-минералогический состав Порлытауского фосфоритового месторождения, установлено, что месторождение содержит 442800 т фосфоритовых минералов и 369336,38 т бентонита, что позволяет обеспечить Каракалпакстан бентофосфатными удобрениями в течение определенного периода. Для этого все минералы совместно измельчаются в дезинтеграторе и обрабатываются кислыми солями для получения макро- и микроэлементных бентофосфатных удобрений.

2. Изучено, что с увеличением количества концентрированной H_2SO_4 и добавки угля реологические свойства (плотность, вязкость) сульфугольной пульпы увеличиваются в диапазоне 20-80 °С. 3. Для быстрого контроля изменения плотности и вязкости сульфугольной пульпы в зависимости от температуры, концентрации H_2SO_4 и соотношения H_2SO_4 :уголь была построена объемная номограмма, отражающая взаимосвязь этих технологических факторов.

При концентрации H_2SO_4 и соотношении H_2SO_4 :уголь 65-80% и 65÷70:30÷45 соответственно сульфуголь является текучим и может легко перемещаться в существующих густых насосах.

3. Изучен процесс получения аммонизированного суперфосфата из низкосортных фосфоритов в присутствии сульфогумата камерным методом с последующей нейтрализацией продукта аммиачной водой. Предложенная технология позволяет получить супергумофостное удобрение с улучшенными товарными свойствами, содержащее 9-12% P_2O_5 общ., 2,8% N и 1,2-2,5% гуминокислот, усвояемость $P_2O_{5\text{усв.}}/P_2O_{5\text{общ.}} = 80-90\%$.

Гранулометрический состав супергумофосного удобрения, полученного из низкосортной фосфоритной муки, в зависимости от технологических факторов составляет фракции +2;-3 и +3 мм 30-60 и 40-70% соответственно.

4. Обоснован интервал изменения благоприятных технологических факторов процесса получения сложных удобрений азотно-и азотно-сульфатным, солянокислотным разложением низкосортных фосфоритов. Нитрованием нитрокальцийфосфатной пульпы, полученной при норме азотной кислоты 79-160%, выпариванием до рН-3, плотности 1750 кг/м³ и добавлением калийной соли до заданного соотношения NPK получено малогигроскопичное сложное удобрение, содержащее до 25,14-57,8% общих питательных элементов. Предложена номограмма процесса азотнокислотного разложения в зависимости от концентрации кислоты и нормы.

5. В лабораторных условиях изучены возможности улучшения товарных свойств удобрений НКФУ путем их распыления серной кислотой и нейтрализации. Установлено, что при увеличении количества добавки в виде серной кислоты до 16% гигроскопическая точка удобрения увеличивается с 36 до 57%, а коэффициент гигроскопичности удобрения уменьшается с 10,8 до 6,6. Разработана принципиальная технологическая схема производства и составлен материальный баланс.

6. В результате исследований установлено, что увеличение содержания серной кислоты до 33% при получении нитрокальцийфосфатного удобрения путем нитросернокислотного разложения низкосортных фосфоритов Центральных Кызылкумов приводит к увеличению гигроскопической точки с 36 до 63%, что приводит к снижению коэффициента гигроскопичности НКФУ с 10,8 до 5,4 и переходу класса гигроскопичности от сильно гигроскопичного к гигроскопичному.

7. Исследования показали, что при получении сложных удобрений солянокислотным разложением низкосортных фосфоритов Центральных Кызылкумов и Каракалпакстана повышение содержания соляной кислоты до 40% увеличивает гигроскопическую точку с 47,8 до 56,1%, что приводит к снижению коэффициента гигроскопичности сложных удобрений. Добавлением карбамида и солей калия повышаются товарные свойства готовой продукции. При этом норму кислоты и соотношение N:P₂O₅:K₂O при низкосортном солянокислотном разложении варьировали в пределах 15-40% и (0,5÷1): (0,5:1): (0÷1). Содержание питательных элементов в полученных удобрениях, сумма первичных N+P₂O₅+K₂O и вторичных N+P₂O₅+K₂O+CaO+MgO составила 17,72-39,08% и 28,09-43,53% соответственно.

Установлено, что в составе удобрений, полученных из Порлытауского фосфорита, P₂O₅_{уств}, R₂O₃ превышает сложные удобрения, полученные из Кызылкумского фосфорита на 10-12% и 3,17-4,02%, соответственно.

8. С помощью современных методов физико-химического анализа определены химические и минералогические составы полученных продуктов,

определены кинетические закономерности сорбции влаги в комплексных удобрениях и влияние технологических параметров на реологические свойства суспензий.

9. Предложена принципиальная технологическая схема и составлен материальный баланс процесса получения супергумафоса и NPK-удобрения на основе низкосортных фосфоритов. Экономический эффект от производства 1 т 100%-ных питательных веществ в супергумафосе дешевле в 1,3 раза по сравнению с аммонизированным суперфосфатом, а экономический эффект от производства НКФУ, NPK и NPKCa удобрений в зависимости от состава удобрения дешевле в 2,52 раза.

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

KARAKALPAK STATE UNIVERSITY

KAZAKHBAEV SAPARBAY ATABAEVICH

**DEVELOPMENT OF AN EFFECTIVE TECHNOLOGY FOR
PRODUCING COMPLEX FERTILIZERS BASED ON LOW-GRADE
PHOSPHORITES OF THE CENTRAL KYZYLKUM**

02.00.13 – Technology of inorganic substances and materials on their basis

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

Nukus – 2025

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 B2024.1.PhD/T4378.

Dissertation was carried out at Karakalpak State University

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

Research supervisors: **Reymov Akhmed Mambetkarimovich**
doctor of technical science, professor, academician

Official opponents: **Sherkuziev Doniyor Shermamatovich**
doctor of technical science, professor

Allaniyazov Dauran Orazimbetovich
doctor of technical science, senior researcher

Leading organization: **Navoi State University of Mining and Technologies**

The defense will take place "23" august 2025 at 10⁰⁰ o'clock at the meeting of scientific council No. PhD.03/30.12.2019.T.20.03 at Karakalpak State university (Address: 230112, Nukus, Ch.Abdirrov street, 1. Tel.: (+99 861) 223-60-47, fax: (+99 861) 223-60-78, e-mail: karsu_info@edu.uz

The dissertation can be looked through in the Information Resource Centre of the Karakalpak State university (registered with №350). Address: 230112, Nukus, Ch.Abdirrov street, 1. Tel.: (+99 861) 223-60-47.

The abstract of dissertation has been distribudet on "9" august 2025 y.
Protokol at the register №7 from "9" august 2025 y.



Jumaniyazov M.J.
Acting chairman of the scientific council
awarding scientific degree,
doctor of technical sciences, professor

R.K. Kurbaniyazov
Scientific secretary of the scientific council
awarding scientific degree,
doktor of technical sciences, docent

Sh.N. Turemuratov
Chairman of scientific seminar at scientific
council on awarding of scientific degree,
doctor of chemical sciences, professor

INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

The purpose of the study. The goal is to develop an effective technology for the production of complex fertilizers with high commercial properties based on the phosphorites of Central Kyzylkum and Karakalpakstan..

The object of the research is low-grade phosphorites of the Central Kyzylkum and Karakalpakstan, nitric acid, hydrochloric acid, potassium salts, calcium and potassium nitrates, NP and NPK fertilizers.

The scientific novelty of dissertational research:

For the first time, the possibility of obtaining bentophosphate fertilizers from Porlytau phosphorites by determining their chemical and mineralogical composition has been proven;

The technological factors of the process of obtaining complex fertilizers by decomposing low-grade phosphorites of Porlytau and Central Kyzylkum with sulfuric, nitric, and hydrochloric acids were substantiated using graphoanalytical methods.

It has been proven that the commercial properties of fertilizers obtained by treating NKFU with sulfogumate and sulfuric acid improve, i.e., they transition from a strong hygroscopicity class to a hygroscopicity class;

the possibilities of obtaining complex fertilizers by decomposing low-grade phosphorites with hydrochloric acid and improving their commercial properties by adding nitrate and potassium salts to their composition were studied;

The regularities of the influence of technological parameters on the process of obtaining complex fertilizers with improved commercial properties were studied, and new data on the conditioning of nitrocalcium phosphate fertilizers with inorganic additives were obtained;

An effective technology for obtaining complex fertilizers such as superhumaphose, NKFU, NPK, and NPKCa from low-grade phosphorites in the presence of sulfhumic, nitric, and hydrochloric acids has been developed.

Implementation of the research results: Based on the obtained scientific results on the development of a technology for obtaining complex fertilizers from low-grade phosphorites of the Central Kyzylkum and Karakalpakstan:

The developed technology for obtaining supergumaphos based on sulfogumat and low-grade phosphorite with a humic acid content of 1.5-2.0% is included in the list of promising works for implementation in 2024-2026 of JV JSC "Electrochemical Plant" (certificate of JV JSC "Electrochemical Plant" №4 dated April 25, 2024) and as a result, it made it possible to provide agriculture with an inexpensive fertilizer containing humates;

The technology for obtaining complex fertilizers by adding urea, sulfuric coal, and potassium salts to the products of sulfuric, hydrochloric, and nitric acid decomposition of low-grade phosphorites has been implemented at JV JSC "Electrochemical Plant";

The proposed technology was tested on a model unit and pilot batches of NPKCa-fertilizer were developed (certificate of JV JSC "Electrochemical Plant" №4 dated 25.04.2024). As a result, it became possible to obtain NPK and NPKCa

fertilizers with good physicochemical properties, which allow for their use in agriculture and energy saving.

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

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I бўлим (I часть; part I)

1. Казахбаев С.А., Алламурадова А.Ж., Эркаев А.У., Тоиров З.К., Реймов А.М., Изучение минералогического состава комплексного удобрения из низкосортных фосфоритов Центральных Кызылкумов. //Unversum:Химия и Биология. электрон. научн. журн. – Москва, 2021. - Выпуск 10(88). Октябрь. Часть 2. URL: <https://7universum.com/ru/nature/archive/item/12321> - С. 10-14. (02.00.00, №2).
2. Allamuratova A.Zh., Erkaev A.U., Tairov Z.K., Reymov A.M., Kazakhbaev S.A., Oymirov S.I. Technology development for obtaining complicated complex fertilizers from low-grade phosphorites of Uzbekistan.// ISSN 2181-9203 Science and Education in Karakalpakstan, 2022 -№3/2 p 63-70 (02.00.00, №16).
3. Алламурадова А.Ж., Эркаев А.У., Реймов А.М., Таиров З.К., Казахбаев С.А., Абдимуратов С.Е. Технологическая схема и материальный баланс получения нкфу улучшенного качество.// Научный вестник НамГУ. – Наманган, 2023. – №5 – С. 50-58 (02.00.00; №18).
4. A.Zh.Allamuratova, A.U.Erkaev, A.M.Reymov, U.K.Alimov, S.A.Kazakhbaev. Effects of modifying mineral salts on hygrosopicity of calcium nitrate containing complex fertilizers//European Chemical Bulletin. 2023, №12 (S3), pp. 6206 – 6217.
5. Алламурадова А.Ж., Эркаев А.У., Реймов А.М., Казахбаев С.А. Изучение химического состава фосфоритов Пурлытауского месторождения. //Unversum:технические науки. электрон. научн. журн. – Москва, 2024. - Выпуск 10(127). Октябрь. Часть 5. URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/18442> - С. 46-50. (02.00.00, №1)
6. Allamuratova A.Zh., Erkaev A.U., Reymov A.M., Kazakhbaev S.A., Kurbiyazov D. Improving technology for producing complex fertilizer from low-grade phosphorites of the central Kyzylkum//Chemical technology. Control and management. 2024, №2 (116) pp.05-12 (02.00.00, №10).

II бўлим (II часть, II part)

7. Алламурадова А.Ж., Казахбаев С.А., Базарбаева Ж.Б. Получение твердых и суспендированных удобрений на основе азотнокислотной переработки карбонатного фосфатного сырья//Каракалпакский научно-исследовательский институт естественных наук. Республиканской научно-практической конференции «Эффективность использования местных минералов при восстановлении деградированных почв» Нукус-«Илим»-2023. С. 56—57.
8. Курбиязов Д.К, Реймов А.М, Эркаев А.У, Алламурадова А.Ж, Казахбаев С.А. Получение твердых и суспендированных удобрений на основе азотнокислотной переработки карбонатного фосфатного

сырья//Нукусский государственный педагогический институт имени Ажинияза «Табийй фанларнинг долзарб масалалари» мавзусидаги V-халқаро илмий-назарий анжуман. 16 май 2024. С. 658-661.

9. Алламуратова А.Ж., Эркаев А.У., Реймов А.М., Казахбаев С.А. Подготовка фосфоритов центральных Кызылкумов при производстве сложных удобрений// Belarus international scientific-online conference “International scientific research conference” part 28 november 20th colletions of scientific works Minsk-2024. pp. 93-97.

10. Алламуратова А.Ж., Эркаев А.У., Реймов А.М., Казахбаев С.А. Разработка технологии получения комплексных удобрения из низкосортных фосфоритов кызылкумских и каракалпакстана. //Belarus international scientific-online conference “International scientific research conference” part 28 november 20th colletions of scientific works Minsk-2024. pp. 98-102.

Avtoreferat «Qoraqalpoq davlat universitetining Axborotnomasi»
jurnalida tahrirdan o'tkazilib, o'zbek, rus va ingliz tillaridagi
matnlar o'zaro muvofiqlashtirildi.
(08.08.2025 yil)

Basivga ruqsat berilgen vaqti 08.08.2025 j. Format – 60/84 .
“Times” garniturası. Ofset usılında basıldı. Kólemi 3 b.t.
Nusqası 60 dana. Buyırtpa №84-25/K
«Miraziz Nukus» JShJ baspaxanasında basıldı
Ózbekstan Respublikası baspa sóz hám xabar agentliginiń
2018-jıl 16-maydağı № 11–3059 licenziyası.