

**NAMANGAN MUHANDISLIK-TEXNOLOGIYA INSTITUTI
HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI
DSc. 03/29.08.2023.K/T.66.02 RAQAMLI ILMIY KENGASH**

NAMANGAN DAVLAT UNIVERSITETI

XOLMATOV DILSHOD SOTTORJONOVICH

**MAHALLIY FOSFORIT VA FOSFAT CHIQINDILARINI KISLOTALI
KOMPLEKS QAYTA ISHLASH TEXNOLOGIYALARI**

02.00.13 – Noorganik moddalar va ular asosidagi materiallar texnologiyasi

**TEXNIKA FANLARI DOKTORI (DSc) DISSERTATSIYASI
AVTOREFERATI**

Namangan – 2024

Fan doktori (DSc) dissertatsiyasi avtoreferati mundarijasi
Оглавление автореферата диссертации доктора наука (DSc)
Contents of dissertation abstract of doctor sciences (DSc)

Xolmatov Dilshod Sattorjonovich

Mahalliy fosforit va fosfat chiqindilarini kislotali kompleks qayta ishlash
texnologiyalari..... 5

Холматов Дилшод Сатторжонович

Технологии кислотной комплексной переработки местных фосфоритов
сырья и фосфатных отходов..... 29

Xolmatov Dilshod

Technologies of acid complex processing of local phosphorities and
phosphate waste..... 57

E‘lon qilingan ishlar ro‘uxati

Список опубликованных работ
List of published works 61

**NAMANGAN MUHANDISLIK-TEXNOLOGIYA INSTITUTI
HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI
DSc. 03/29.08.2023.K/T.66.02 RAQAMLI ILMIY KENGASH**

NAMANGAN DAVLAT UNIVERSITETI

XOLMATOV DILSHOD SATTORJONOVICH

**MAHALLIY FOSFORIT VA FOSFAT CHIQINDILARINI KISLOTALI
KOMPLEKS QAYTA ISHLASH TEXNOLOGIYALARI**

02.00.13 – Noorganik moddalar va ular asosidagi materiallar texnologiyasi

**TEXNIKA FANLARI DOKTORI (DSc) DISSERTATSIYASI
AVTOREFERATI**

Namangan- 2024

Fan doktori (DSc) dissertatsiyasi mavzusi O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasida B2024.3.DSc/T814 raqami bilan ro'yxatga olingan.

Dissertatsiya ishi Namangan davlat universitetida bajarilgan.

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

Ilmiy maslahatchi:

Sultonov Boxodir Elbekovich
texnika fanlari doktori, professor

Rasmiy opponentlar:

To'rayev Zokirjon
texnika fanlari doktori, professor

Erkayev Aktam Ulashevich
texnika fanlari doktori, professor

Alimov Umar Kadirbergenovich
texnika fanlari doktori, kata ilmiy xodim

Yetakchi tashkilot:

Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti

Dissertatsiya himoyasi Namangan muhandislik-texnologiya instituti huzuridagi DSc.03/29.08.2023.K/T.66.02 raqamli Ilmiy kengashining 2025-yil «11» yanvarda soat 11⁰⁰ dagi majlisida bo'lib o'tadi. (Manzil: 160115, Namangan shahri, Kosonsoy ko'chasi, 7-uy. Tel.: (99869) 228-76-75; faks: (99869) 228-76-71; e-mail: niyei_info@edu.uz).

Dissertatsiya bilan Namangan muhandislik-texnologiya instituti Axborot-resurs markazida tanishish mumkin (345-raqam bilan ro'yxatga olingan). (Manzil: 160115, Namangan sh., Kosonsoy ko'chasi, 7-uy. Tel.: (99869) 228-76-75; faks: (99869) 228-76-71.

Dissertatsiya avtoreferati 2024-yil «25» dekabr kuni tarqatildi.
(2024-yil «25» dekabrda 19-raqamli reyestr bayonnomasi).




O.K. Ergashev
Ilmiy darajalar beruvchi
Ilmiy Kengash raisi, k.f.d., prof.


D.Sh. Sherqo'ziyev
Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy
Kengash kotibi, t.f.d., prof.


I.D. Eshmetov
Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy
Kengash qoshidagi ilmiy seminar
raisi o'rinbosari, t.f.d., prof.

KIRISH (fan doktori (DSc) dissertatsiyasi annotatsiyasi)

Dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zarurati. Bugungi kunda jahonda aholi sonining ortib borishi va qishloq xo'jaligi uchun zarur yer resurslarini yanada kamayib borishi natijasida insonlarni yetarli miqdorda oziq-ovqat bilan ta'minlash muammolari ham ortib bormoqda. Bunday turdagi muammoni hal etishda qishloq xo'jaligi balansida mavjud bo'lgan yerlardan samarali foydalanish muhim vazifalardan biridir. Mavjud bo'lgan yer resurslaridan samarali foydalanishning asosiy yo'llaridan biri bu – qishloq xo'jaligidagi ekinlardan sifatli va mo'l hosil olishda qo'llaniladigan mineral o'g'itlar, jumladan ozuqa komponentlari miqdori yuqori va narxlari arzon bo'lgan oddiy va aralash hamda kompleks o'g'itlar ishlab chiqarish hisoblanadi. Bu borada, mavjud fosfat xom ashyolari va chiqindilari asosida tarkibida ozuqa komponentlari va o'zlashuvchanligi yuqori bo'lgan hamda tannarxi arzonroq bo'lgan oddiy fosforli, kompleks va aralash o'g'itlar olish va qishloq ho'jaligida foydalanish muhim ahamiyat kasb etadi.

Jahonda tarkibida azot va kaliy tutgan o'g'itlar bilan bir qatorda fosforli o'g'itlar ishlab chiqarish hajmi va turlarini kengaytirish, ushbu o'g'itlarni olishda mahalliy fosfat xom ashyolari va tarkibida fosfor tutgan sanoat chiqindilarini ishlab chiqarishga ko'proq jalb etish hamda ularni olishning takomillashgan hamda soddalashtirilgan texnologiyalarini yaratish bo'yicha ilmiy izlanishlar olib borilmoqda. Bu borada fosfor tutgan rudalar va ularni qayta ishlashda hosil bo'ladigan fosfat chiqindilaridan tarkibida fosfor miqdori kam va fosfor miqdori ko'p bo'lgan ekstraksiya fosfat kislotasi olish, fosfat xom ashyolari va fosfor tutgan chiqindilarni nitrat va fosfat kislotalar ishtirokida turli xil o'g'itlarga qayta ishlash; fosforitlarni nitrat kislotasi qayta ishlashda hosil bo'ladigan kalsiy nitratni aylanma eritmalar yordamida ajratish; faollashtirilgan fosforli o'g'itlar olish va undan azotli hamda kaliyli komponentlar asosida aralash o'g'itlar olishga alohida e'tibor qaratilmoqda.

Respublikamizda mahalliy fosforitlarini termik boyitishda hosil bo'ladigan turli xil fosfat chiqindilaridan foydalanib oddiy fosforli hamda azot, fosforli va kaliyli aralash hamda kompleks o'g'itlar ishlab chiqarish yo'nalishlarida ilmiy tadqiqotlar olib borilmoqda. 2022-2026 yillarga mo'ljallangan Yangi O'zbekistonni taraqqiyot strategiyasida «Mavjud imkoniyatlarni to'liq ishga solgan holda mahalliy sanoat tarmoqlari eksport salohiyatini yanada rivojlantirish - har bir tarmoq kesimida chora-tadbirlar rejasini ishlab chiqish va tasdiqlash, shu jumladan: mineral o'g'itlar va kimyo sanoati mahsulotlari eksportini 400 mln AQSH dollariga yetkazish...»¹ kabi muhim vazifalar belgilab berilgan. Bu borada mahalliy fosfat xom ashyolardan foydalangan holda eng muhim qishloq xo'jaligi ekinlari bo'lgan g'oz va boshqali don ekinlarini ekishdan oldin oziqlantirishda muhim bo'lgan ozuqa komponentlari yuqori bo'lgan fosforli va aralash o'g'itlar olishni takomillashgan texnologiyalarini yaratish muhim ahamiyat kasb etadi.

¹ O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 28-yanvardagi PF-60-sonli "2022-2026 yillarga mo'ljallangan yangi O'zbekistonni taraqqiyot strategiyasi" to'g'risidagi Farmoni

O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 28-yanvardagi PF-60-son “2022-2026 yillarga mo‘ljallangan Yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasi” to‘g‘risidagi, 2023-yil 12-oktyabrdagi PF-169 son “Sanoat va uning bazaviy tarmoqlarini jadal rivojlantirish bo‘yicha qo‘shimcha chora-tadbirlar to‘g‘risida”gi, 2023-yil 15-dekabrda PQ-391-son “Paxtachilikda urug‘chilik tizimini rivojlantirish hamda paxta hosildorligini oshirishning qo‘shimcha chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi, 2022-yil 1-martdagi 91-sonli O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar mahkamasining “Mineral o‘g‘itlar xavfsizligi to‘g‘risidagi texnik reglamentni tasdiqlash haqida” gi, 2022-yil 15-dekabrda 753-son “Kimyo sanoati uchun innovasion kimyo ishlab chiqarish va ta‘lim klasterini tashkil etish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi Qaror va Farmonlari hamda mazkur faoliyatga tegishli boshqa me‘yoriy-huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni amalga oshirishga mazkur dissertatsiya 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.

Dissertatsiya mavzusi bo‘yicha xorijiy ilmiy-tadqiqotlar sharhi². Turli xil FXAlarni klinker usulda qayta ishlash orqali EFK olish, uning asosida esa oddiy va kompleksli fosforli o‘g‘itlar olish bo‘yicha hamda ushbu FXAlardan nitrat va EFK orqali FFO‘lar olish bo‘yicha yo‘naltirilgan ilmiy izlanishlar jahonning yetakchi ilmiy markazlari hamda oliy ta‘lim muassasalari, jumladan Florida Industrial and Phosphate Research Institute (AQSh), Engineering Dobersek GmbH (Germaniya), Fertilizer Research Institute (Polsha), The Chemical Society of Japan (Yaponiya), University of Science and Technology (Xitoy), Department of Chemistry (Hindiston), Department of Mining & Metallurgical Engineering (Eron), “FosAgro-Cherepoves” AJ qoshidagi “O‘g‘itlar va insektofungisidlar ilmiy-tadqiqot instituti” AJ (Rossiya), Umumiy va noorganik kimyo institutida (O‘zbekiston) olib borilmoqda.

Turli FXAlardan klinker va boshqa usullarda EFK olish bo‘yicha ishlab chiqish texnologiyalari hamda ularni takomillashtirishga doir jahonda olib borilgan tadqiqotlar natijasida qator, jumladan, quyidagi natijalar olingan: apatit rudasi asosida EFK olishning digidrat usuli ishlab chiqilgan (Florida Industrial and Phosphate Research Institute, AQSh; “FosAgro-Cherepoves” AJ qoshidagi “O‘g‘itlar va insektofungisidlar ilmiy-tadqiqot instituti” AJ, Rossiya); fosforit rudalarini yuqori haroratda (900-1000°C) boyitishdan hosil bo‘lgan fosforit konsentratidan EFK olish usuli yaratilgan (Department of Chemical Engineering, Iordaniya; Engineering Dobersek GmbH, Germaniya); fosfat xom ashyosini nitrat va EFK asosida qayta ishlab turli oddiy va kompleks o‘g‘itlar olish texnologiyasi ishlab chiqilgan (“FosAgro-Cherepoves” AJ qoshidagi “O‘g‘itlar va insektofungisidlar ilmiy-tadqiqot instituti” AJ, Rossiya); fosforitlarni mexanik

² Dissertatsiya mavzusi bo‘yicha xorijiy ilmiy-tadqiqotlar sharhi: <https://www.fipr.state.fl.us>, <https://www.dobersek.com>, <https://www.ichp.pl>, <https://www.csj.jp>, <https://en.ustc.edu.cn>, <https://chem.iitm.ac.in>, <https://dmpe.aut.ac.ir>, <https://www.niuif.ru>, <https://www.ionx.uz> va boshqa manbalar asosida ishlab chiqilgan.

usulda boyitish orqali faollashtirilgan o'g'itlar olish texnologiyasini ilmiy asoslari yaratilgan (University of Science and Technology, Xitoy).

Dunyoda apatit va fosfat xom ashyolarini turli xil usullarda o'g'itlarga qayta ishlash bo'yicha qator, jumladan, quyidagi ustuvor yo'nalishlarda tadqiqotlar olib borilmoqda, ya'ni fosfat xom ashyosini mineral kislotalar (nitrat, xlorid va fosfat kislotalari) yordamida turli xil o'g'itlarga qayta ishlash usullarini yaratish, turli past navli fosfatlarni EFK olishga jalb etish, past navli va yarim xom ashyoli fosfatlardan klinker usulda EFK olishda aylanma EFKlarda foydalanish, karbonatli fosfat xom ashyosini termik boyitish usulida hosil bo'lgan ikki turdagi fosfat chiqindilarini FFO' va aralash o'g'itlarga qayta ishlashning yangi texnologiyalarini yaratish.

Muammoning o'rganilganlik darajasi. Butun dunyoda har xil FXAlardan EFK olish va undan turli xil o'g'itlar, har xil FCHlardan oddiy FFO' va AO'lar olish yo'lidi jahonning yetakchi ilmiy markazlari hamda oliy ta'lim muassasalari, jumladan Florida Industrial and Phosphate Research Institute (AQSH), Engineyering Dobersek GmbH (Germaniya), Fertilizer Research Institute (Polsha), The Chemical Society of Japan (Yaponiya), University of Sciencye and Technology (Xitoy), Department of Chemistry (Hindiston), Department of Mining & Metallurgical Engineyering (Eron), "FosAgro-Cherepovets" AJ qoshidagi "O'g'itlar va insektofungisidlar ilmiy-tadqiqot instituti" AJ (Rossiya), O'zR FA UNKI, Toshkent kimyo texnologiya instituti hamda Namangan davlat universitetida (O'zbekiston) ilmiy izlanishlar olib borilmoqda.

Fosfat xom ashyosini qayta ishlab EFK olish texnologiyasi va ularni takomillashtirishga doir jahonda olib borilgan tadqiqotlar natijasida quyidagi qator natijalar olingan: apatit rudasidan yarim va digidrat usulda EFK olish usuli (Florida Industrial and Phosphate Research Institute, AQSH; "FosAgro-Cherepovets" AJ qoshidagi "Научно-исследовательский институт удобрений и инсектоfungицидов" AJ, Rossiya); shahar suv oqava tizimlarida hosil bo'ladigan fosfatli kukunlardan (shlam) kalsiy fosfatli o'g'itlar olish usuli (Fertilizer Research Institute, Polsha); fosforit rudalarini yuqori haroratda (900-1000°C) boyitib EFK olish uchun asosiy xom ashyo bo'lgan fosfokonsentrat olish usuli (Department of Chemical Engineyering, Iordaniya; Engineyering Dobersek GmbH, Germaniya); FXAlardan mexanik yo'l asosida FFO' olish texnologiyasi (University of Science and Technology, Xitoy); Markaziy Qizilqum (MQ) fosforit unini (FU) sulfat kislota ishtirokida ikki bosqichda ta'sirlashtirib donadorlangan oddiy superfosfat olish texnologiyasi (O'zR FA UNKI) ishlab chiqilgan.

Dissertatsiya mavzusining dissertatsiya bajarilgan oliy ta'lim muassasining ilmiy-tadqiqot ishlari bilan bog'liqligi.

Dissertatsiya tadqiqoti Namangan davlat universiteti Kengashi tomonidan tasdiqlangan ilmiy-tadqiqot rejalariga muvofiq "Mahalliy xom ashyolar asosidagi noorganik moddalar texnologiyasi" kompleks mavzusi hamda AL-692205622 raqamli "Markaziy Qizilqum fosforitlarini boyitishda hosil bo'ladigan texnogen chiqindilarni qayta ishlash asosida sho'rlangan tuproqlarga qo'llashga mo'ljallangan suyuq azot-kalsiyli o'g'it olish texnologiyasini yaratish"

mavzusidagi bajarilishi 2023-2025 yillarga mo'ljallangan amaliy loyiha doirasida bajarilgan.

Tadqiqotning maqsadi har xil turdagi FXAlaridan klinker usulida EFK va undan fosforli hamda kompleks o'g'itlar olish, fosfat xom ashyolarini termik boyitishda hosil bo'layotgan fosfat chiqindilarini nitrat kislota hamda EFK bilan qayta ishlab FFO' va ular asosida aralash o'g'itlar olishning takomillashgan texnologiyalarini ishlab chiqishdan iborat.

Tadqiqotning vazifalari:

Turli xil MQ FXAlaridan klinker usulida EFK olish jarayonlarini tadqiq etish hamda sulfat kislota me'yori va konsentratsiyalarining ekstraksion fosfat kislota kattaliklariga ta'sirini o'rganish;

fosfat kislotali klinkerdan suv va aylanma eritmalar orqali ekstraksion fosfat kislotani ajratib olish jarayonlari va klinker usulida EFK olishda hosil bo'lgan fosfogipsni (FG) yuvish jarayonlarini takomillashtirish;

klinker usulida olingan EFKni reologik xossalarini o'rganish hamda ushbu EFKni fosforli va kompleks o'g'itlarga qayta ishlash jarayonlarini optimallashtirish;

fosfat xom ashyolarini termik boyitishda hosil bo'layotgan ikki turdagi FCHlari – FK va MMLardan nitrat kislota hamda EFK asosida turli xil tarkibga ega bo'lgan FFO'lar olish jarayonlarini asoslash;

FFO'larning sifat va miqdoriy ko'rsatkichlariga asosiy texnologik kattaliklarning ta'sirini o'rganish hamda FK va MM lar asosidagi FFO', azot va kaliy komponentlari tutgan o'g'itlardan foydalangan holda NP-, PK- va NPK-turidagi AO'lar olish jarayonlarini isbotlash;

tajriba-sinov jihozida EFK, FFO' va NP-, PK- va NPK-turidagi AO'lar olish texnologiyalarini sinovdan o'tkazish va ushbu o'g'itlarning tajriba partiyasini ishlab chiqarish hamda jarayonning asosiy texnologik kattaliklarini aniqlash;

zamonaviy fizik-kimyoviy tadqiqot usullari yordamida olingan mahsulotlarning (EFK, fosfogips, EFK asosida olingan o'g'it, FK va MM, hamda ular asosidagi FFO') element va tuz tarkiblarini aniqlash;

har xil MQ FXAlaridan EFK olishning texnologik sxemasini ishlab chiqish, moddiy balansi va iqtisodiy samaradorligini hisoblash, klinker usulida olingan EFKni fosforli va kompleks o'g'itlarga qayta ishlashni texnologik sxemasi, moddiy balansi iqtisodiy samaradorligini hisoblash hamda FCH lardan (FK va MM) FFO' va uning asosida AO'lar (NP-, PK- va NPK-li) olishning soddalashgan texnologiyasini ishlab chiqish, moddiy oqimlarini hisoblash va iqtisodiy jihatdan samaradorligini asoslash.

Tadqiqotning ob'yekti sifatida oddiy fosforit uni (OFU), yuvib quritilgan fosforit konsentrati (YUQFK), yuvib kuydirilgan fosforit konsentrati (YUKFK), mahalliy fosfat chiqindilar – FK va MM, sulfat va nitrat kislotalar, fosfat kislotali klinker, EFK va uning aylanma eritmaları, gazsimon ammiak, kalsiy gidroksid, oddiy fosforli o'g'it, faollashtirilgan fosforli o'g'it, aralash o'g'itlar, fosforli o'g'it suspenziyasi, ammofos va fosfogipslar olingan.

Tadqiqotning predmeti YUKFK, YUQFK, OFU va MM kabi fosfat xom ashyolaridan (FXA) klinker usulida P_2O_5 miqdori yuqoriroq va ftor miqdori kam

bo'lgan EFK olish va undan ozuqa qiymatlari katta bo'lgan oddiy fosforli va kompleks o'g'itlarni olish hamda FCH larini (FK va MM) nitrat kislota bilan ta'sirlashtirish, natijada paydo bo'lgan aralashmani kalsiy gidroksid bilan neytrallagan holda FFO' olish, FK va MM ni EFK bilan ta'sirlashtirib FFO' olish va ular asosida turli xil aralash o'g'itlar olishdan iborat.

Tadqiqotning usullari. Dissertatsiya tadqiqot ishini bajarishda kimyoviy (hajmiy kompleksometrik va miqdoriy tahlil) va fizik-kimyoviy (SEM – EVO MA 10 skanerlovchi elektron mikroskop (Zeiss, Germany), element tahlil (Energy-Dispersive x-ray spectrometer (EDS-Oxford Instrument)) va rentgenofazali usul («Panalytical Empyrean» (Niderlandiya), («XRD-6100 SHIMADZU» (Yaponiya))) usullardan foydalanilgan.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi quyidagilardan iborat:

EFK olish kattaliklariga sulfat kislota me'yorlari va konsentratsiyalari hamda hosil bo'lgan klinkerdan suv va EFKning aylanma eritmaları orqali tarkibida 17,00-26,89% P_2O_5 tutgan EFKni ajratib olish jarayonlarining maqbul kattalıkları aniqlangan;

klinker usulida EFK olishda hosil bo'lgan fosfogipsni yuvish jarayonlarida uning tarkibidagi P_2O_5 miqdorini eng kam qiymatlarga keltirishning maqbul sharoitlari topilgan, sifat va miqdor jihatidan qayta ishlash oson bo'lgan fosfogips olish isbotlangan;

turli xil FXAlardan klinker usulida EFK olish jarayonlarida ftorning fazalararo taqsimoti va FXAlaridan EFK olish jarayonini asosiy maqbul kattalıkları aniqlangan;

FK va MM larni nitrat kislota hamda EFK bilan ta'sirlashtirib, P_2O_5 ning o'zlashuvchan qiymati yuqori bo'lgan FFO'lar olish jarayonlarining maqbul texnologik qiymatlari aniqlangan;

turli omillar (nitrat kislota, EFKlarning konsentratsiyalari va me'yorlari, kalsiy nitrat konsentratsiyasi va miqdori) ta'sirida tarkibida P_2O_5 ning umumiy (18,12-33,15%) va nisbiy o'zlashuvchan miqdorlari (53,42-58,0%) katta qiymatlarga ega bo'lgan FFO'lar olish jarayoni asoslangan;

FFO', azot va kaliy tutgan o'g'itlardan foydalangan holda AO'larni olishda ular tarkibidagi fosforning nisbiy o'zlashuvchan miqdorlarini mos ravishda 53,42 dan 72,74% gacha ko'tarilishi ilmiy asoslangan hamda FFO', azotli va kaliyli komponentlar asosida 11,18-16,94% N, 9,09-17,71% P_2O_5 va 6,78-16,28% K_2O tarkibli aralash o'g'itlar olishning maqbul nisbatlari aniqlangan;

har xil FXAlardan olingan EFK va uning asosidagi o'g'it, FG, FK hamda MM larning mineral va element tarkiblari aniqlangan;

MQ FXAlaridan EFK olish va uning asosida katta miqdordagi ozuqa komponentlariga ega bo'lgan oddiy fosforli va kompleks o'g'itlar hamda MQ FXAlardan YUKFK olishda hosil bo'ladigan FCHlar – FK va MM lar asosida FFO' va AO'lar (NP-, PK- va NPK-li) olishning material oqimlari hisoblangan, iqtisodiy jihatdan samarali ekanligi asoslangan va takomillashgan texnologik sxemalari ishlab chiqilgan.

Tadqiqotning amaliy natijalari quyidagilardan iborat:

Turli xil FXAlaridan klinker usulida P_2O_5 miqdori yuqori va ftor miqdori kam bo'lgan EFK olishning maqbul kattaliklari aniqlangan hamda mahalliy fosfat chiqindilaridan nitrat kislota va EFK asosida FFO'lar olishning maqbul ko'rsatkichlari topilgan va iqtisodiy jihatdan samarali ekanligi asoslangan hamda resurstejamkor texnologiyasi ishlab chiqilgan;

MQ FXAlaridan olingan EFK asosida katta ozuqa komponentlariga ega bo'lgan oddiy fosforli va ammofos o'g'itlar olishda maqbul qiymatlar aniqlangan, FCHlaridan olingan FFO'lar hamda tarkibida azot va kaliy tutgan o'g'itlar asosida NP-, PK- va NPK- turidagi AO'lar olishning asosiy texnologik kattaliklarining maqbul qiymatlari topilgan hamda iqtisodiy jihatdan maqsadga muvofiq ekanligi asoslanib va takomillashgan texnologiyalari ishlab chiqilgan.

Tadqiqot natijalarining ishonchligi. Kimyoviy va zamonaviy fizik-kimyoviy tahlil natijalari laboratoriya tajribalari va DDEITI Namangan ilmiy – tajriba stansiyasi, Namangan viloyatida joylashgan fermer xo'jaliklari dala maydonlarida o'tkazilgan agrokimyoviy tajribalar hamda "Ifoda Agro Kimyo Himoya" MCHJ va "Elektrokimyozavodi" QK AJ lardan tajriba partiyalari ishlab chiqarilganligi hamda amaliyotga joriy qilishning istiqbolli rejalarga kiritilganligi to'g'risidagi ma'lumotnomalari bilan tasdiqlangan.

Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati.

Tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyati har xil turdagi MQ fosfat xom ashyolarini sulfat kislotaning turli xil konsentratsiyalari va me'yorlarida ta'sirlashishi natijasida ushbu fosfat xom ashyolarning parchalanishi qonuniyatlari aniqlanganligi, parchalanishning maqbul kattaliklari topilganligi, klinkerdan EFK ni ajratib olishning texnologik ko'rsatkichlari aniqlanganligi, klinker usulda EFK olish va undan yuqori konsentratsiyali oddiy va kompleks o'g'itlar olish texnologiyalarining yaratilganligi hamda FK va MM larni nitrat kislota va EFK ning har xil konsentratsiya va me'yorlarida ta'sirlashish jarayonlarining umumiy qonuniyatlari ochib berilganligi, ta'sirlashishning maqbul kattaliklari aniqlanganligi, ozuqa komponenti yuqori bo'lgan FFO'lar olinganligi va NP-, PK- hamda NPK-turidagi aralash o'g'itlar ishlab chiqarishning soddalashgan texnologiyalarini yaratishga asos bo'ladi.

Tadqiqot natijalarining amaliy ahamiyati shundan iboratki, har xil turdagi MQ FXA laridan klinker usulida EFK olinganligi, ushbu usulda olingan EFK dan yuqori konsentratsiyali va samarador oddiy hamda kompleks o'g'itlar olishning resurs tejamkor texnologiyalarini ishlab chiqishga xizmat qiladi. Bundan tashqari, mahalliy fosfat chiqindilari bo'lgan FK va MM larni nitrat kislota va EFK bilan parchalab, fosfor isrof bo'lishini kamaytirish maqsadida olingan aralashmani kalsiy gidroksid bilan neytrallashtirish orqali FFO'lar olish hamda ammoniy nitrat va KCl dan foydalangan holda ozuqa komponentlari miqdori katta bo'lgan AO'lar (NP-, PK- va NPK-li) olishning soddalashgan texnologiyalarini yaratishga xizmat qiladi.

Tadqiqot natijalarining joriy qilinishi. Har xil turdagi FXAlaridan klinker usulida EFK va undan fosforli hamda kompleks o'g'itlar olish, fosfat xom ashyolarini termik boyitishda hosil bo'ladigan fosfat chiqindilarini nitrat kislota

hamda EFK bilan qayta ishlab FFO' va ular asosida aralash o'g'itlar olishning takomillashgan texnologiyalarini ishlab chiqish bo'yicha olingan ilmiy natijalar asosida:

mahalliy fosfat chiqindilari – FK va MM lardan olingan FFO', ammoniy nitrat va kaliy xlorid asosidagi aralash o'g'itlar olish texnologiyasi "Ifoda Agro Kimyo Himoya" MCHJ QK ning "2025-2026 yillarda amaliyotga joriy etish bo'yicha istiqbolli ishlanmalar ro'yxati" ga kiritilgan ("Ifoda Agro Kimyo Himoya" MCHJ QK 2024 yil 28 avgustdagi 01/127-son ma'lumotnomasi). Natijada, ozuqa komponentlari va $P_2O_{5\text{umum}}$ ning o'zlashuvchanligi yuqori bo'lgan aralash o'g'itlar olish imkonini beradi;

mahalliy FCh lari – FK va MM larni nitrat kislota bilan qayta ishlash natijasida FFO'-18 va FFO'-22 turidagi o'g'itlar olish texnologiyasi "Elektrokimyozavodi" QK AJning "2025-2026 yillarda amaliyotga joriy etish bo'yicha istiqbolli ishlanmalar ro'yxati" ga kiritilgan ("Elektrokimyozavodi" QK AJ 2024 yil 23 avgustdagi 01/142-son ma'lumotnomasi). Bunda nitrat kislota sarfi 10-15% ga va kalsiy gidroksidni 10-12% ga tejalishi, FCh chiqindisi to'liq o'g'it holiga keltirilishi hamda tannarxini 10-78% gacha arzon bo'lish imkonini beradi;

mahalliy FCh lari – FK va MM larni EFK bilan ta'sirlashtirish natijasida olingan FFO'-31 va FFO'-33 turidagi o'g'itlar olish texnologiyasi "Elektrokimyozavodi" QK AJning "2025-2026 yillarda amaliyotga joriy etish bo'yicha istiqbolli ishlanmalar ro'yxati" ga kiritilgan ("Elektrokimyozavodi" QK AJ 2024 yil 23 avgustdagi 01/142-son ma'lumotnomasi). Bunda EFK sarfi 12-16% ga tejash imkoniyati borligi, FCh lari bo'lgan FK va MM to'liq holda o'g'itga aylantirilish imkonini beradi.

Tadqiqot natijalarining aprobatsiyasi. Mazkur tadqiqot natijalari 4 ta xalqaro va 14 ta respublika ilmiy-amaliy anjumanlarida muhokamadan o'tgan.

Tadqiqot natijalarining e'lon qilinishi. Dissertatsiya mavzusi bo'yicha 32 ta ilmiy ishlar chop etilgan. Jumladan, dissertatsiyaning (DSc) asosiy ilmiy natijalari 14 ta ilmiy maqola, shulardan O'zbekiston Respublikasi Oliy Attestatsiya komissiyasi tomonidan chop etishga tavsiya etilgan respublika jurnallarida 9 ta va xorijiy jurnallarda 5 ta chop etilgan.

Dissertatsiyaning tuzilishi va hajmi. Dissertatsiya ishi kirish, olti bob, xulosa, foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati, shartli belgi va ilovalardan iborat. Dissertatsiyaning hajmi 211 betni tashkil etgan.

DISSERTATSIYANING ASOSIY MAZMUNI

Kirish qismida dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zarurati asoslangan, tadqiqotning maqsadi va vazifalari shakllantirilgan, tadqiqotning ob'ekti va mavzusi tavsiflangan, tadqiqotning O'zbekiston Respublikasi fan va texnologiyalari rivojlanishning ustuvor yo'nalishlariga muvofiqligi ko'rsatilgan, tadqiqotning ilmiy yangiligi va amaliy natijalari bayon qilingan, natijalarning amaliyotga joriy etilishi berilgan, chop etilgan ilmiy ishlar va dissertatsiya tuzilishi bo'yicha ma'lumotlar keltirilgan.

Dissertatsiyaning “Fosfat xomashyolaridan ekstratsion fosfat kislota va har hil o‘g‘itlar olish yo‘llari” deb nomlangan birinchi bobida fosfat xom-ashyolarini turlari, fosfat chiqindilari va ularning tavsifi, fosforitlardan ekstratsion fosfat kislota olish, uni fosforli va kompleks o‘g‘itlarga qayta ishlash usullari, fosfat xom ashyolari va fosfat chiqindilarni nitrat va ekstratsion fosfat kislotalar yordamida oddiy fosforli va aralash hamda kompleks o‘g‘itlarga qayta ishlash usullari keltirilgan va tanqidiy tahlil qilingan. Ushbu tahlil bo‘yicha xulosalar keltirilgan. Ilmiy materialni tahlil qilish asosida tadqiqotning maqsadi va vazifalari shakllantirilgan.

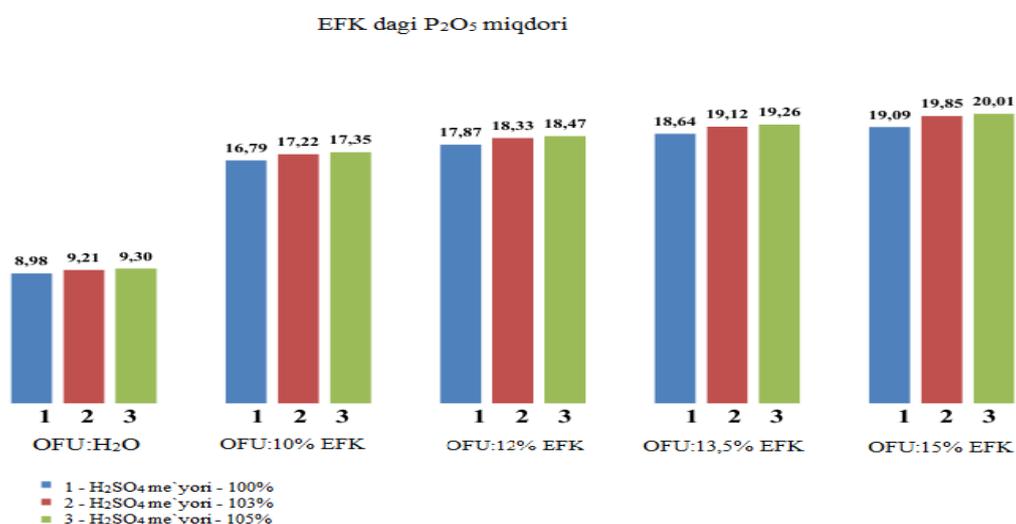
Dissertatsiyaning **“Turli fosfat xomashyolarini klinker usulida ekstratsion fosfat kislota qayta ishlash”** deb nomlangan ikkinchi bobida turli xil fosfat xom ashyolaridan sulfat kislota yordamida ekstratsion fosfat kislota olishda sulfat kislota me‘yori va konsentrasiyalarini ta‘siri, fosfat kislotali klinkerdan suv va aylanma eritmalar orqali ekstratsion fosfat kislota ajratib olish jarayonlari, fosfogipsni yuvish jarayonlarini o‘rganish, turli fosforit xom-ashyolaridan ekstratsion fosfat kislota olish, laboratoriya model uskunasi ekstratsion fosfat kislota olish jarayoni kattaliklarini tadqiq etish, klinker usulda ekstratsion fosfat kislota olishni material oqimi va texnologik sxemasi, fosforitlardan klinker usulda ekstratsion fosfat kislota ishlab chiqarishni iqtisodiy samaradorligi keltirilgan.

Tajribalarni avvalida sulfat kislota me‘yorlari: 95, 100, 103, 105 va 110% (Fosforit xom ashyosidagi CaO ga nisbatan) deb olindi. Sulfat kislota konsentrasiyalari esa: 70, 75, 80, 85, 90 va 93%. Parchalanish vaqti 30 daqiqa. Hosil bo‘lgan klinker 250-300°C da quritildi va olingan klinkerdan fosfat kislota qaynoq (80-90°C) 10% EFK bilan FXA:10% EFK=1,0:2,5 nisbatda 5-10 daqiqa davomida aralashtirildi va vakuum ostida filtrlab ajratib olindi. OFU ni yuqori konsentratyali sulfat kislota bilan parchalanishi tufayli katta hajmdagi ko‘piklar hosil bo‘lishi kuzatilmadi. OFU ni parchalanish koeffitsiyenti ($K_{parch.}$), P_2O_5 ni eritmaga o‘tish unumi ($K_{unum.}$) va fosfat kislotali gipsli suspenziyalarni filtrlanish tezliklari hisoblandi. Olingan natijalar 1-jadvalda keltirilgan. Bu jadval natijalari shuni ko‘rsatadiki, hosil bo‘lgan klinkerdan fosfat kislota 10%-EFK bilan ajratib olinganda hosil bo‘ladigan EFKdagi P_2O_5 ning miqdorlari suv bilan ajratib olinganga nisbatan ancha yuqori. Sulfat kislota konsentratyasi 93% bo‘lganda va me‘yorlari 95 dan 110% gacha ortganda hamda kislota me‘yori 103% bo‘lganda va konsentratyasi 70 dan 93% gacha ortganda EFK tarkibidagi P_2O_5 miqdorlarini va $K_{parch.}$ ni ham ortishi kuzatiladi. Bundan tashqari kislota me‘yori ortganda fosfat kislotali-gipsli suspenziyalarni filtrlanish tezliklarini ortishi ham kuzatiladi. Ammo kislota konsentratyasi ortganda esa ushbu tezlikning kamayishi kuzatiladi. Bu yerda sulfat kislota 103-105% li me‘yorlarini va 90-93%-li konsentratyalarini maqbul kattaliklar deb hisoblash mumkin. Maqbul kattaliklarda olingan EFK tarkibida 17,11-17,35% P_2O_5 bo‘ladi. Bunda filtrlanish tezligi nam fosfogips bo‘yicha 1207 dan 1285 kg/m²·s gacha bo‘ladi. EFK tarkibidagi P_2O_5 miqdori va filtrlanish tezligi bo‘yicha ham ushbu kattaliklar hozirgi ishlab chiqarish talablariga to‘liq javob beradi.

Olingan EFK va fosfogipsning asosiy kimyoviy tarkibiga kislota me'yori va konsentrasiyalarini ta'siri

N _{H2SO4} , %	C _{H2SO4} , %	Moddalarni miqdori, %							K _{parch.} , %	K _{unum.} , %	Filtrlanish tezligi, kg/m ² ·s
		EFK			Quruq fosfogips						
		P ₂ O ₅	CaO	SO ₃	P ₂ O ₅ umum.	P ₂ O ₅ suv.	CaO	SO ₃			
95	93	16,25	0,35	3,32	2,58	0,26	29,78	42,45	94,01	93,02	1105
100		16,79	0,32	3,38	2,54	0,24	29,82	42,39	94,96	93,34	1164
103		17,22	0,31	3,46	2,50	0,22	29,87	42,35	95,71	93,71	1207
105		17,35	0,29	3,53	2,47	0,20	29,90	42,31	95,98	93,85	1285
110		17,41	0,28	3,61	2,44	0,19	29,94	42,27	96,05	94,02	1318
103	70	16,02	0,32	3,23	2,32	0,17	29,49	42,01	94,06	93,03	1436
	75	16,21	0,35	3,28	2,36	0,19	29,57	42,09	94,25	93,05	1398
	80	16,42	0,37	3,34	2,41	0,20	29,68	42,18	94,39	93,25	1357
	85	16,70	0,39	3,37	2,44	0,21	29,75	42,24	95,01	93,59	1289
	90	17,11	0,42	3,42	2,48	0,22	29,83	42,29	95,58	93,67	1256
	93	17,22	0,31	3,46	2,50	0,22	29,87	42,35	95,71	93,71	1207

Yuqoridagi laboratoriya tajribalarini natijalaridan shuni ta'kidlash lozimki, oddiy fosforit unidan to'g'ridan-to'g'ri EFK olish imkoniyatini mavjudligidir. Keyingi tadqiqotlarda OFU asosida klinker usulda olinadigan EFKning konsentrasiyasiga suv va aylanma EFK konsentrasiyalarini ta'siri o'rganildi. Bunda sulfat kislotaning konsentrasiyasi 93% ga, uning me'yorlari esa 100; 103 va 105% deb olindi. Fosfat kislotali va kalsiy sulfatli klinkerdan EFK ni ajratib olish uchun ishlatiladigan suv hamda aylanma EFKlarning miqdorlari OFUga nisbatan 2,5:1,0 deb olindi. Olingan natijalar 1-rasmdagi grafikda keltirilgan.



1-rasm. Aylanma EFK eritmasi konsentrasiyalarini mahsulot EFK konsentrasiyasiga ta'siri

Ma'lumki fosforitlardan EFK olishda fosfogipslar (FG) ham hosil bo'ladi. Ushbu usulda hosil bo'lgan fosfogips tarkibida 2,50-2,74% $P_2O_{5\text{umum.}}$, 29,80-30,04% CaO va 40,30-42,70% SO_3 bo'ladi. Bundan ko'rinadiki, olingan fosfogips tarkibida ko'p miqdorda $P_2O_{5\text{umum.}}$ qolib ketadi. Keyingi tadqiqotlarda ushbu miqdorlarni minimal darajaga keltirish bo'yicha laboratoriya tajribalari olib borildi. Olingan fosfogips namunalari bir marta suv bilan OFU:H₂O=1,0:(0,5-2,5) nisbatda aralastirildi va filtrlandi. Olingan natijalar 2-jadvalda keltirilgan.

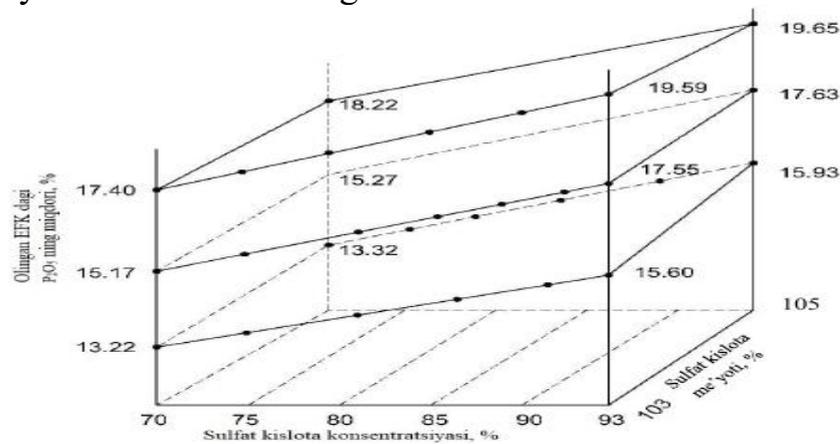
2-jadval

Suv bilan bir marta yuvishda hosil bo'ladigan fosfogips namunalari asosiy kimyoviy tarkiblari

FG tarkibi, %	N _{H2SO4} , %	OFU:H ₂ O= 1,0:2,5 da aralastirmasdan yuvilganda	Fosfogips aralastirib yuvilganda				
			OFU:H ₂ O nisbatlari				
			1,0:0,5	1,0:1,0	1,0:1,5	1,0:2,0	1,0:2,5
P ₂ O ₅	100	2,63	1,01	0,82	0,70	0,66	0,61
	103	2,55	0,92	0,75	0,65	0,62	0,57
	105	2,52	0,80	0,69	0,61	0,55	0,52
CaO	100	29,85	30,41	30,54	30,60	30,73	31,05
	103	29,90	30,34	30,51	30,64	30,70	30,98
	105	29,93	30,28	30,44	30,67	30,68	30,93
SO ₃	100	42,50	43,44	43,63	43,71	43,90	44,36
	103	42,45	43,35	43,58	43,77	43,86	44,26
	105	42,40	43,25	43,49	43,81	43,83	44,19

2-jadvalda keltirilgan natijalardan ko'rinib turibdiki, OFU:H₂O=1,0:2,5 bo'lganda va fosfogips aralastirmasdan yuvilganda fosfogips tarkibidagi P₂O₅ miqdori 2,63% ga, CaO va SO₃ larning qiymatlari esa mos ravishda 29,85% va 42,50% ga teng bo'ladi (kislota me'yori 100% bo'lganda). Kislota me'yori 103 va 105% bo'lganda esa P₂O₅ miqdori mos ravishda 2,55 va 2,52% ga, CaO esa mos ravishda 29,90 va 29,93% ga va SO₃ ning miqdori esa mos ravishda 42,45 va 42,40% ga teng bo'ladi. Hosil bo'lgan fosfogips suv bilan aralastirib yuvilganda esa fosfogipsni P₂O₅ dan yanada tozalanishi kuzatiladi. Masalan, OFU:H₂O nisbati 1,0:0,5 bo'lganda va kislota me'yori 100% da P₂O₅ miqdori 1,01%, CaO 30,41% va SO₃ ning miqdori esa 43,44% ga teng bo'ladi. Sulfat kislotaning 103 va 105% me'yorlarida ham xuddi shunga o'xshash holatlar kuzatiladi. OFU:H₂O nisbatini qiymati kamaygan sari, ya'ni suvning miqdori ortishi tufayli fosfogips tarkibidagi P₂O₅ miqdorini sezilarli darajada kamayishi va fosfogipsning tozaligi, ya'ni undagi CaO va SO₃ larni qiymatlarini ham bir oz ortishi kuzatiladi. Masalan, sulfat kislota me'yori 100% da OFU:H₂O nisbati 1,0:0,5 dan 1,0:2,5 gacha ortganda P₂O₅ ni miqdori 1,01 dan 0,61% gacha kamayadi, CaO va SO₃ larning qiymatlari esa mos ravishda 30,41dan 31,05% gacha va 43,44 dan 44,36% gacha ortishi kuzatiladi. Kislota me'yori 103% bo'lganda esa fosfogips tarkibidagi P₂O₅ miqdori 0,92 dan 0,57% gacha kamayadi, CaO va SO₃ larning qiymatlari esa mos ravishda 30,34 dan 30,98% gacha va 43,35 dan 44,26% gacha ortishi kuzatiladi. Sulfat kislotani me'yori 105% bo'lganda esa yuqoridagi keltirilgan moddalarni miqdorlari mos ravishda 0,80 dan 0,52% gacha kamayishi, 30,28 dan 30,93% gacha va 43,25 dan

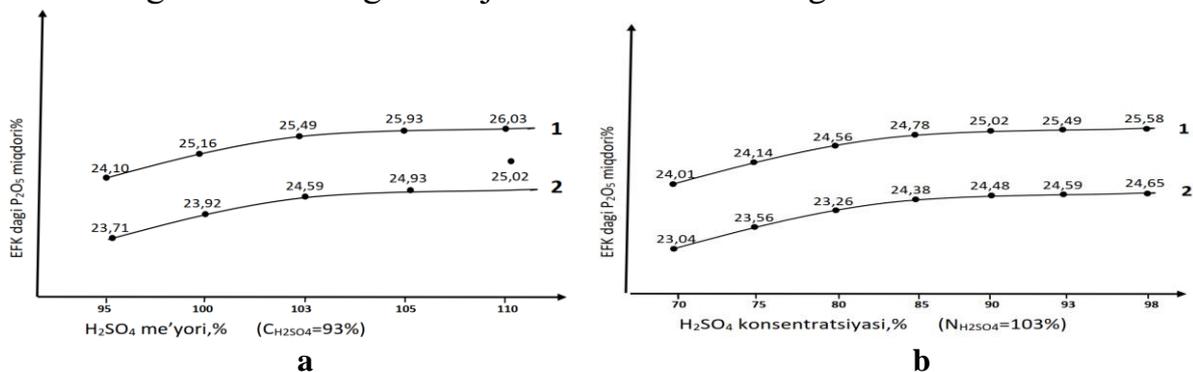
44,19% gacha ortishi kuzatiladi. Ushbu yuqorida keltirilgan qiymatlardan shuni ko‘rish mumkinki, fosfogipsni suv bilan aralastirib yuvilganda unda qolib ketadigan P_2O_5 ning miqdori kamida 2,6 marta kamayadi. Fosfogipsning tozalik darajasi 91,38 dan 93,40% gacha ortishi kuzatiladi. Yuqorida keltirilgan muhokamalardan shunday xulosa qilish mumkin: fosfogips namunalari tarkibidagi P_2O_5 miqdorini maksimal darajada kamaytirish uchun fosfogips namunalari suv bilan aralastirilgan holda yuvilishi maqsadga muvofiq va bunda OFU:H₂O ni nisbati 1,0:1,0 ni maqbul nisbat deb olish kerak. Ushbu nisbatdan kichik, ya’ni suv kam bo‘lganda fosfogips namunalari yuvishda qiyinchiligi paydo bo‘ladi va suv ko‘p bo‘lganda esa suv sarfi ko‘payadi hamda EFK dagi P_2O_5 miqdori kam bo‘lgan eritmalar paydo bo‘ladi. Maqbul nisbatda yuvilgan fosfogipsni keyingi qayta ishlash jarayonlarida qo‘llash imkoniyati yuqori bo‘ladi. 2-rasmda MM asosida olingan EFK tarkibidagi P_2O_5 ning miqdoriga bir vaqtning o‘zida sulfat kislota me’yori va konsentrsiyalari hamda ajratib olishda ishlatiladigan aylanma EFK konsentrsiyalarini ta’siri keltirilgan.



2-rasm. EFK tarkibidagi P_2O_5 ning miqdoriga sulfat kislota me’yori va konsentrsiyasi hamda aylanma EFK eritmasini konsentrsiyasini ta’siri: 3-1-10%-li EFK; 2-12%-li EFK va 3-15%-li EFK.

Keltirilgan natijalardan ko‘rinib turibdiki, olingan EFK tarkibidagi P_2O_5 ning miqdoriga sulfat kislota konsentrsiyasi va ajratib olishda qo‘llaniladigan aylanma EFK konsentrsiyasi sezilarli darajada ta’sir ko‘rsatadi.

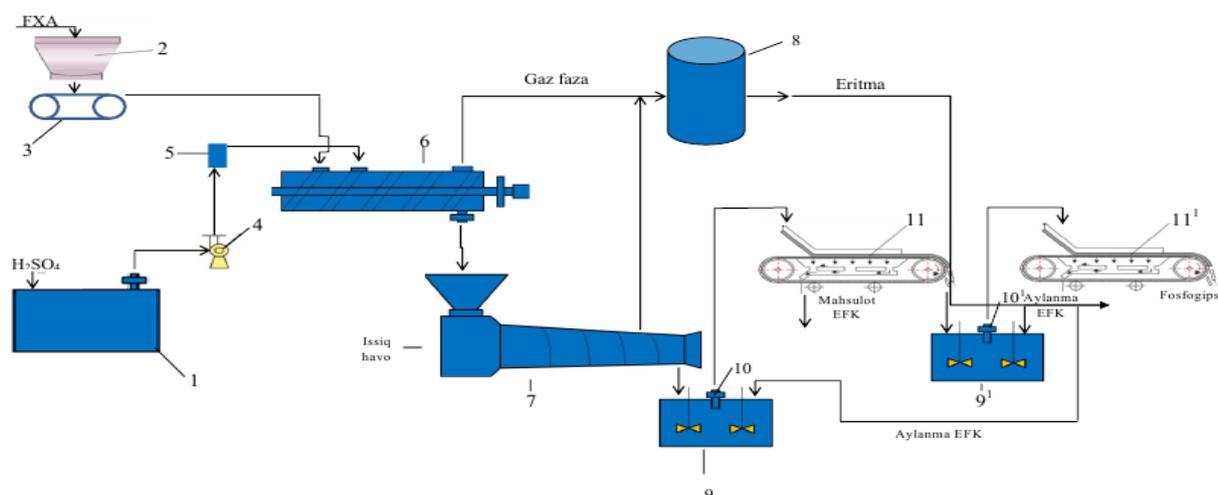
Keyingi tadqiqotlarda esa aylanma EFK bilan YUKFK asosida olingan EFKdagi P_2O_5 ning miqdorlariga sulfat kislota me’yori va konsentrsiyalarini ta’siri o‘rganildi va olingan natijalar 3-rasmda keltirilgan.



3-rasm. YUKFK asosida olingan EFKdagi P_2O_5 ning miqdorlariga sulfat kislota me’yori (a) va konsentrsiyalarini (b) ta’siri. 1- YUKFK: 10%-li EFK=1,0:2,5 va 2- YUKFK: 10%-li EFK =1,0:3,0.

Yuqoridagi o‘tkazilgan laboratoriya tadqiqotlari asosida turli xil MQ fosfat xom ashyolaridan (MM, OFU va YUKFK) klinker usulda ekstraksiyon fosfat kislotasi (EFK) olish jarayonlarining material oqimi hisoblandi va prinsipial texnologik tizimi taklif etildi (4-rasm).

Turli xil fosfat xom ashyolaridan sulfat kislotasi yordamida klinker usulda EFK olishning asosiy mohiyati shundan iboratki, maydalangan minerallashtirilgan massa yoki boshqa turdagi fosforit xom ashyosi uning tarkibidagi CaO miqdoriga nisbatan 90-93%-li sulfat kislotasi eritmasi bilan parchalash; olingan sulfatfosfat kislotali aralashmani 250-300°C da quritish; hosil bo‘lgan quruq aralashmadan EFK ning aylanma eritmasi orqali EFKni ajratib olish; nam fosfogipsni aylanma EFK eritmasi bilan aralastirilgan holda filtrlash.



4-rasm. Turli xil fosforit xom ashyolaridan klinker usulda ekstraksiyon fosfat kislotasi olishning prinsipial texnologik sxemasi.

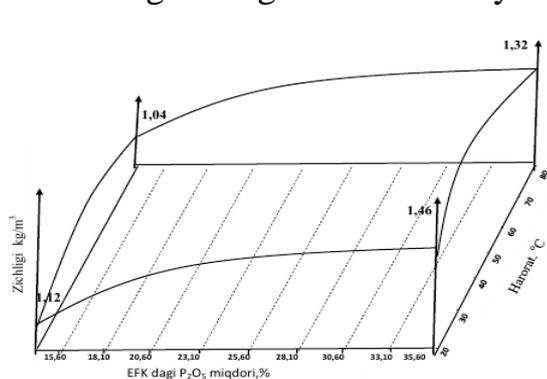
1-sulfat kislotasi saqlash idishi; 2-fosfat xom ashyosi bunkeri; 3- vaznli qo‘shuvchi tarozi; 4-kislotali nasos; 5-sulfat kislotasi uchun vaznli o‘lchagich; 6- fosforitlarni parchalash uchun shnekli reaktor; 7-barabanli quritgich; 8-absorber; 9,9¹-aralastirgichlar; 10-botirilgan nasoslar; 11,11¹- lentali vakuum filtrlar.

Keyingi ishlarda esa Markaziy Qizilqum fosforitlarini yuqori haroratda boyitish texnologiyasini chiqindisi bo‘lgan MM va boyitish mahsuloti bo‘lgan YuKFK, YuQFK hamda OFU larni har bir tonnasidan klinker usulda olingan ekstraksiyon fosfat kislotasi olishning iqtisodiy samaradorligi hisoblandi. MM, OFU, YuKFK va YuQFK lardan olingan 1 tonna EFK larning tannaxlari Olmaliq Ammofos-Maxam korxonasi ishlab chiqarilayotgan 1 tonna 18% li EFK ga nisbatan mos ravishda 17 208; 53 244; 43 267 va 75 444 so‘mga arzon.

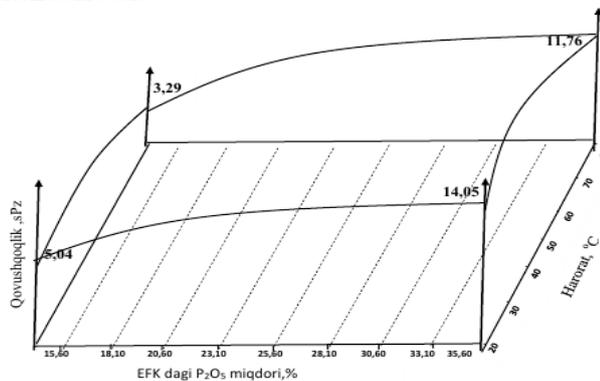
Dissertatsiyaning **“Klinker usulda olingan ekstraksiyon fosfat kislotadan oddiy va kompleks o‘g‘itlar olish jarayonlari”** deb nomlangan uchinchi bobida past sifatli MQ fosforitlarini yuqori haroratda boyitish texnologiyasini saralash bosqichida hosil bo‘ladigan fosfat chiqindisi bo‘lgan MM va boyitish mahsuloti bo‘lgan YuKFK, YuQFK hamda OFU lardan sulfat kislotasi yordamida klinker usulda olingan EFKlarning reologik xossalari o‘rganilgan, turli xil fosfat xom ashyolardan (FXA) olingan EFK namunalaridan oddiy fosforli o‘g‘it-o‘g‘itli

presipitat va kompleks o'g'it-ammofos olish jarayonlari o'rganilgan, o'g'itlar olishni material oqimi va texnologik sxemasi hamda texnik-iqtisodiy ko'rsatgichlari keltirilgan. Har xil FXA lardan olingan EFK asosida oddiy va kompleks o'g'itlar olishda ularning konsentrsiyalari va reologik xossalari muhim rol o'ynaydi. Shuning uchun keyingi tadqiqotlarda EFKlarda P_2O_5 ning konsentrsiyalarini ortib borishida ularning reologik (qovushqoqligi va zichligi) o'rganildi. Chunki bunday turdagi EFKlarni olish jarayonlarini avtomatlashtirish, nazorat qilish va hosil bo'lgan EFK boshqa bir uskunadan yana bir boshqa uskunaga o'tkazish zarurati paydo bo'ladi.

MM asosida olingan EFKlardagi P_2O_5 konsentrsiyalarini ortishi va turli haroratlarda uning zichligini o'zgarishi 6-rasmda keltirilgan. Bunda zichlikni o'zgarishi harorat 20-80°C oralig'ida o'rganildi. 20°C haroratda EFK dagi P_2O_5 konsentrsiyalari 15,60 dan 35,60% gacha ortganda uning zichligi sezilarli darajada ortishi, ya'ni 1,12 dan 1,46 g/sm³ gacha (1,3 barobar) ortishi kuzatiladi (5-rasm). Xuddi shunga o'xshash qonuniyatlar boshqa haroratlarda ham takrorlanadi. Haroratni 20 dan 80°C gacha ortishida barcha konsentrsiyali EFKlarning zichligini biroz kamayishi kuzatiladi.



5-rasm. MM asosida olingan EFKdagi P_2O_5 konsentrsiyalarini ortishi va turli haroratlarda uning zichligini o'zgarishi



6-rasm. MM asosida olingan EFKdagi P_2O_5 konsentrsiyalarini ortishi va turli haroratlarda uning qovushqoqligini o'zgarishi

Masalan, 18,10% li EFK da uning zichligini 1,19 dan 1,09 g/sm³ gacha (1,09 marta) kamayishini ko'rish mumkin. 6-rasmdagi ma'lumotlardan esa ushbu EFK namunalaridagi P_2O_5 konsentrsiyalarini ortishida uning qovushqoqliklarini yetarli darajada ortishini ko'rish mumkin. Masalan, harorat 20°C da 15,60% li EFK da qovushqoqlik 5,04 sPz ga teng bo'lsa, 35,60% li EFK da qovushqoqlik esa 14,05 sPz ga teng, ya'ni 2,79 marta ortadi. Bunda qovushqoqlikni ortishini eritmadagi tuzlar massasini ortishi va suv ulushini kamayishi bilan tushuntirish mumkin.

OFU hamda YUKFKlar asosida olingan EFKlardagi P_2O_5 konsentrsiyalarini ortishi va turli haroratlarda uning zichligi va qovushqoqliklarini o'zgarishini o'rganishdan olingan natijalarda ham MM asosida olingan EFK namunalarida keltirilgan umumiy qonuniyatlar kuzatiladi.

Keying tadqiqotlarda OFU asosida klinker usulda olingan EFK dan oddiy fosforli o'g'it – o'g'itli presipitat olish o'rganildi. Olingan natijalar 3-jadvalda keltirilgan. Ushbu olingan natijalardan ko'rinib turibdiki, cho'ktiruvchini me'yorini ortishi olingan o'g'itli presipitat namunalarini sifatiga sezilarli darajada

ta'sir ko'rsatadi. Masalan, cho'ktiruvchi me'yor 80% va EFK konsentratsiyasi 10,32% ga teng bo'lganda o'g'itli presipitat namunasida 33,02% $P_2O_{5\text{umum}}$ bo'ladi. Ushbu presipitatli o'g'it namunasidagi P_2O_5 ning 2-% li limon kislotasi bo'yicha o'zlashuvchan shaklini miqdori 29,06% ga teng bo'lib, u umumiy P_2O_5 ning 88% ni tashkil etadi. O'g'it tarkibidagi CaO_{umum} va CaO ning 2-% li limon kislotasi bo'yicha o'zlashuvchan shaklini miqdorlari mos ravishda 24,77 va 21,92% ga teng. $P_2O_{5s.e.}$ va $CaO_{s.e.}$, ya'ni ushbu moddalarning suvda eruvchan shakllarini miqdorlari mos ravishda 2,78 va 1,69% ga teng. Cho'ktiruvchining me'yor 80 dan 110% ga oshirilganda EFK ning konsentratsiyasi 10,32% bo'lgan eritmasidan olingan o'g'itli presipitatlarning namunalaridagi $P_2O_{5\text{umum}}$ ning miqdorlari 33,02 dan 34,18% gacha va CaO_{umum} ning miqdorlari esa 24,77 dan 34,19% ga ortishi kuzatiladi. Xuddi shunga o'xshash holat va qonuniyatlar EFK ning 17,35% li eritmasidan olingan o'g'itli presipitat namunalarida ham kuzatiladi. Biroq ushbu namunalardagi $P_2O_{5\text{umum}}$ ning miqdorlari 10,32% li EFK dan olingan o'g'itli presipitatlardagiga qaraganda bir oz ko'pligi kuzatiladi.

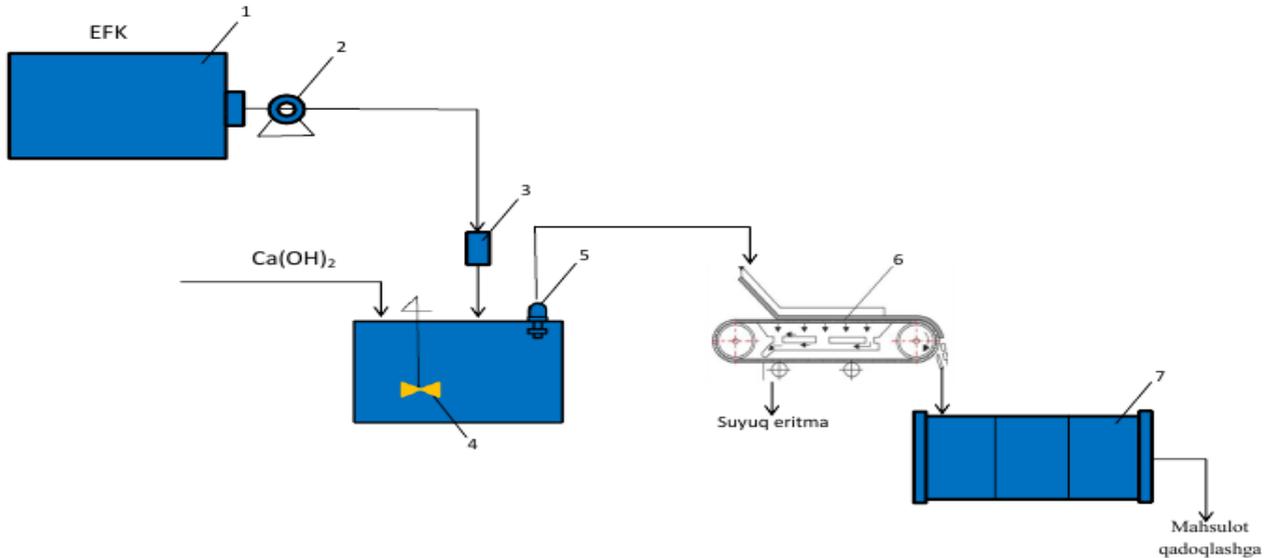
3-jadval

O'g'itli presipitatlarni asosiy kimyoviy tarkibi

Ca(OH) ₂ me'yor, %	Kimyoviy tarkib, %						
	$P_2O_{5\text{umum}}$	2-% li lim. kis-si bo'yicha $P_2O_{5o'zl}$	$P_2O_{5s.e.}$	CaO_{umum}	2-% li lim. kis-si bo'yicha $CaO_{o'zl}$	$CaO_{s.e.}$	P_2O_5 suyuq fazaga o'tishi, %
EFK konsentratsiyasi – 10,32%							
80	33,02	29,06	2,78	24,77	21,92	1,69	8,05
90	33,51	29,49	2,31	27,81	24,61	1,55	5,06
100	33,91	29,84	2,02	30,52	27,01	1,34	3,02
110	34,18	30,08	1,50	34,19	30,26	1,26	2,04
EFK konsentratsiyasi – 17,35%							
80	34,25	30,82	2,82	23,98	21,70	1,78	7,12
90	35,11	31,60	2,36	28,09	25,42	1,67	4,84
100	35,78	32,20	2,07	30,41	27,52	1,41	2,55
110	36,14	32,53	1,55	34,33	31,07	1,30	1,87

Ma'lumki, EFK eritmalarini $Ca(OH)_2$ suspenziyasi bilan neytrallanganda, eritmaga o'tib ketadigan P_2O_5 ning miqdori muhim rol o'ynaydi, chunki uning miqdorini eritmaga o'tib ketishi qancha kam bo'lsa, olingan o'g'itli presipitatning nafaqat sifati balki uning miqdori ham ortadi. Olingan presipitat namunalaridagi P_2O_5 ning nisbiy o'zlashuvchan shaklini miqdori 88% dan kam emas. Cho'ktiruvchining barcha me'yorlarini maqbul me'yorlar deb olish mumkin, ammo eritmaga o'tib ketgan P_2O_5 ning miqdorlariga qarab 100-110% me'yorlarni maqbul me'yorlar deb olinsa maqsadga muvofiq bo'ladi. Bu maqbul me'yorlarda olingan presipitat namunalarida 33,91-36,14% $P_2O_{5\text{umum}}$, 29,84-32,53% $P_2O_{5o'zl}$, 30,52-34,33% CaO_{umum} va 27,01-31,07% $CaO_{o'zl}$ bo'ladi. EFK dagi umumiy P_2O_5 ning 1,87-3,02% miqdori eritmaga o'tib ketadi, ya'ni isrof bo'ladi. Lekin shunday bo'lsada olingan o'g'itli presipitat ozuqa komponentlari bo'yicha yuqori

konsentrlangan o'g'itlar (ozuqa komponenti 60,92-67,21%- $P_2O_{5\text{umum}}$ va CaO_{ozl}) toifasiga kiradi. Bunday turdagi o'g'itlar o'z tarkibida nafaqat fosfor, balki o'simlik uchun zarur bo'lgan kalsiy elementi ham tutadi. Olingan natijalar asosida MM va OFU lardan olingan EFK dan oddiy fosforli o'g'it-o'g'itli presipitat olishning material oqimlari hisoblandi va soddalashgan texnologik sxemasi taklif etildi (7-rasm).



7-rasm. Turli xil fosforit xom ashyolari asosida olingan EFK dan oddiy fosforli o'g'it-o'g'itli presipitat olishning texnologik sxemasi.

1-EFK saqlash idishi; 2-kislotali nasos; 3-EFK uchun vaznli o'lchagich; 4-presipitatlash reaktori; 5-botirilgan nasos; 6- lentali vakuum filtr; 7-quritgich.

Tadqiqotning so'nggi bosqichida turli xil FXAlardan olingan EFKlardan kompleks o'g'it-ammofos olish jarayonlari o'rganildi. Umumiy olganda shuni ta'kidlab o'tish lozimki, barcha turdagi FXA lar asosidagi EFK lardan olingan ammofos namunalarining umumiy tarkiblari bir-biridan keskin farq qilmaydi.

Turli xil FXA lardan olingan EFK asosida olingan oddiy fosforli o'g'it-o'g'itli presipitat va kompleks o'g'it-ammofos o'g'itlarini iqtisodiy jihatdan ishlab chiqarishni maqsadga muvofiqligi belgilovchi iqtisodiy samaradorligi hisoblandi. Hisoblangan ma'lumotlardan shuni ko'rish mumkinki, MM va OFU lar asosidagi EFK dan olingan o'g'itli presipitatlar oddiy superfosfatga qaraganda mos ravishda 3 040 660 va 3 466 356 so'mga arzon. MM va OFU lardan olingan EFK asosidagi kompleks o'g'it-ammofoslarning narxlari mos ravishda 5 514 432 va 5 379 018 so'mga teng bo'lib, ular Olmaliq Ammofos-Maxam korxonasi ishlab chiqarilayotgan ammofosga nisbatan mos ravishda 2 145 568 va 2 280 982 so'mga arzon ekanligi aniqlandi.

Dissertatsiyaning **“Fosfat xom ashyolaridan faollashtirilgan fosforli o'g'itlar olish”** deb nomlangan 4-bobida fosfat chiqindilaridan faollashtirilgan fosforli o'g'itlar olishda nitrat kislota konsentratsiyasi va me'yorlari, kalsiy nitrat konsentratsiyasi va miqdorlari, ekstrasion fosfat kislota konsentratsiyasi va me'yorlarini ta'siri o'rganilgan. Tajriba-sinov laboratoriya uskunasi faollashtirilgan fosforli o'g'itlar olish jarayonlari tekshirilgan hamda

faollashtirilgan fosforli o'g'itlarni olishni material oqimi, prinsipial texnologik sxemasi va iqtisodiy jihatdan muvofiqligi asoslangan.

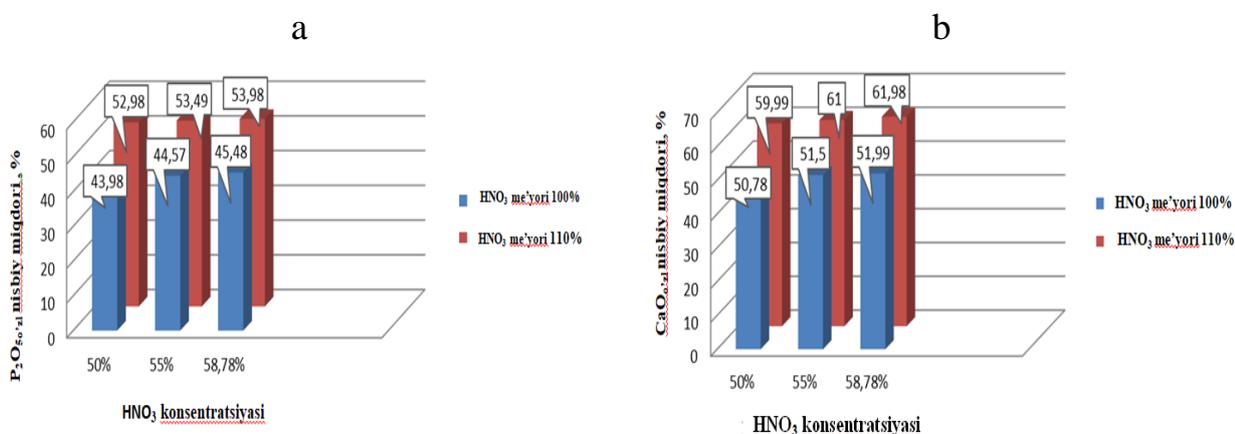
Laboratoriya sharoitida tajribalarni olib borish uchun avvalo MQ fosforitlarini quruq saralashdan keyingi fosforitlarni xlordan yuvishda hosil bo'ladigan fosfat chiqindisi – fosforit kukuni (FK) va turli xil konsentrasiyalari nitrat kislotadan foydalanildi. FK ni parchalash uchun nitrat kislotani 30,0; 35,0; 40,0; 45,0; 50,0; 55,0 va 58,78% li konsentrasiyalarda va uni dikalsiy fosfat hosil bo'lishiga nisbatan 100% me'yorda parchalandi. Tajriba natijalaridan nitrat kislotani konsentrasiyasi olinadigan faollashtirilgan fosforli o'g'it (FFO') namunalari sifat ko'rsatgichlariga sezilarli darajada ta'sir ko'rsatmaganligi aniqlandi. Ammo umumiy fosforning 22,0-23,0% miqdori eritmaga o'tib ketadi, ya'ni isrof bo'ladi. Bundan tashqari olinadigan o'g'it namunalari P_2O_5 ning miqdori kam va uning nisbiy o'zlashuvchanligi ham kichik bo'ladi. Bu kamchiliklarni bartaraf etish maqsadida keyingi laboratoriya tajribalarimizda oddiy fosforli o'g'itlardagi P_2O_5 va CaO larning nisbiy o'zlashuvchan miqdorlarini oshirish hamda P_2O_5 ni eritmaga o'tishini kamaytirish uchun esa nitrat kislotaga me'yori 110% gacha oshirildi va hosil bo'lgan presipitatli suspenziyani pH qiymati 4,5 gacha $Ca(OH)_2$ suspenziyasi bilan neytrallandi. Olingan natijalar 4-jadval va 8-rasmda keltirilgan.

4-jadval

Ca(OH)₂ bilan neytrallangan holda olingan o'g'itlarni kimyoviy tarkibi

№	Kimyoviy tarkib, %							
	$P_2O_{5\text{umum}}$	2-% li lim. kis-si bo'yicha $P_2O_{5\text{o'zl}}$	$P_2O_{5\text{s.e}}$	CaO_{umum}	2-% li lim. kis-si bo'yicha $CaO_{\text{o'zl}}$	$CaO_{\text{s.e}}$	N	P_2O_5 ni suyuq fazaga o'tish darajasi, %
Nitrat kislotasi konsentrasiyasi – 30,0%								
1	18,22	9,29	2,19	39,50	22,12	2,95	1,07	2,25
Nitrat kislotasi konsentrasiyasi – 35,0%								
2	18,28	9,41	2,24	39,58	22,56	3,04	1,15	2,22
Nitrat kislotasi konsentrasiyasi – 40,0%								
3	18,32	9,53	2,29	39,69	23,02	3,10	1,21	2,18
Nitrat kislotasi konsentrasiyasi – 45,0%								
4	18,37	9,64	2,31	39,78	23,47	3,15	1,25	2,15
Nitrat kislotasi konsentrasiyasi – 50,0%								
5	18,42	9,76	2,36	39,89	23,93	3,21	1,29	2,12
Nitrat kislotasi konsentrasiyasi – 55,0%								
6	18,47	9,88	2,40	39,95	24,37	3,28	1,34	2,09
Nitrat kislotasi konsentrasiyasi – 58,78%								
7	18,58	10,03	2,43	40,01	24,80	3,32	1,36	2,07

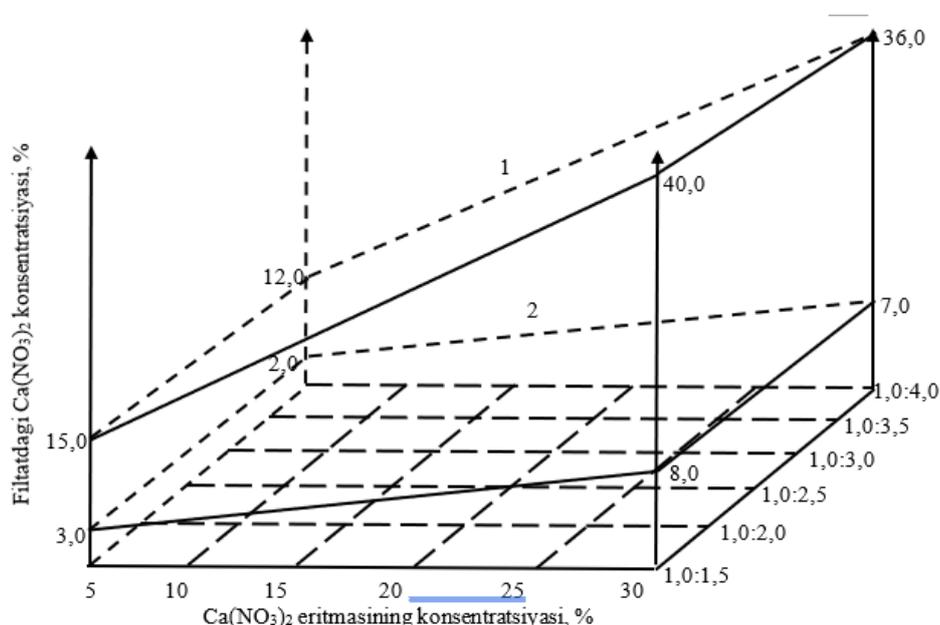
Keltirilgan natijalardan ko‘rinib turibdiki, nitrat kislotani 100%-li me‘yorida olingan fosforli o‘g‘it namunalari P_2O_{50} zl. ning nisbiy miqdorlari kislotaga konsentrasiyalariga mos ravishda 43,98; 44,57 va 45,48% ga teng bo‘lsa, kislotaning 110%-li me‘yorida esa mos ravishda 52,98; 53,49 va 53,98% ga teng bo‘ladi. Xuddi shunday qonuniyat CaO_{0} zl. da ham kuzatiladi. Demak nitrat kislotani 110%-li me‘yorida olingan fosforli o‘g‘itlarning namunalari P_2O_{5} umum. hamda P_2O_{50} zl. va CaO_{0} zl. shakllarini nisbiy miqdorlari bo‘yicha qishloq xo‘jaligi talablariga to‘liq javob beradi va bunday turdagi faollashtirilgan fosforli o‘g‘itlar ushbu sohada muvaffaqiyatli qo‘llanilishi mumkin. FFO‘ lar olish uchun keyingi tadqiqotlarda minerallashtirilgan massadan (MM) foydalanildi va FK dagi kabi natijalar olindi. Bunda olingan FFO‘ larda asosiy oziqa komponenti (P_2O_5) ko‘proq bo‘ladi.



8-rasm. Faollashtirilgan fosforli o‘g‘itlardagi P_2O_{50} zl. (a) va CaO_{0} zl. (b) shakllarini nisbiy miqdorlariga HNO_3 me‘yorini ta’siri. HNO_3 konsentratsiyasi, %: 1-50,0; 2-55,0 va 3-58,78.

Ammo ikki turdagi fosfat chiqindisi nitrat kislotali qayta ishlanganda hosil bo‘ladigan kalsiy nitrat eritmasini konsentratsiyasi past bo‘ladi. Shuning uchun keyingi tadqiqotlarimiz qo‘shimcha eritma sifatida hosil bo‘ladigan kalsiy nitrat eritmalarini konsentrasiyalari yuqori bo‘lishiga qaratildi. Bunda FK va MM lar nitrat kislotaga bilan parchalangandan so‘ng hosil bo‘lgan aralashmaga suv emas kalsiy nitratning eritmalarini qo‘shildi. Suv o‘rnida $Ca(NO_3)_2$ ning 5, 10, 15, 20, 25 va 30%-li eritmalaridan FK: $Ca(NO_3)_2=1,0:2,0$ va $1,0:2,5$ nisbatlarda qo‘shildi. Bundan tashqari $Ca(NO_3)_2$ eritmasining miqdorlarini ta’siri ham o‘rganildi. 9-rasmda asosiy va suv bilan yuvishda hosil bo‘ladigan filtratlar tarkibidagi kalsiy nitrat miqdoriga ta’siri keltirilgan.

Keltirilgan ma’lumotlardan ko‘rinib turibdiki, qo‘shiladigan kalsiy nitrat konsentrasiyasini ortishi bilan hosil bo‘ladigan ikkala filtratlarda ham $Ca(NO_3)_2$ ning miqdorlari ortadi, FK: $Ca(NO_3)_2$ eritmasi nisbatini ortishi bilan esa ulardagi kalsiy nitratning miqdorlari kamayadi. Xuddi shunday qonuniyatlar MM dan foydalanilganda ham kuzatiladi. Faqat bunda hosil bo‘lgan filtratlardagi $Ca(NO_3)_2$ konsentratsiyasi biroz ko‘p bo‘ladi.



9-rasm. Kalsiy nitrat eritmasining turli konsentrasiyalari va FK:Ca(NO₃)₂ nisbatning filtratlardagi Ca(NO₃)₂ miqdoriga ta'siri: 1-asosiy filtrat va 2-qo'shimcha filtrat.

FK va MM fosfat chiqindilarini nitrat kislotali qayta ishlab faollashtirilgan fosforli o'g'itlar olish bo'yicha laboratoriya natijalarida quyidagi yetishmovchiliklar kuzatiladi: olingan FFO' lar tarkibidagi asosiy ozuqa komponenti bo'lgan P₂O₅umum. miqdorlarini kamligi (18,12-22,48%) va kalsiy nitrat eritmalarini paydo bo'lishi. Shuning uchun tarkibida asosiy ozuqa komponenti (P₂O₅umum.) ko'proq bo'lgan FFO' olish uchun FCH lari EFK ning turli konsentrasiyalarida va me'yorlarida parchalandi. Olingan asosiy natijalar 5-jadvalda keltirilgan.

5-jadval

Faollashtirilgan fosforli o'g'itlarning asosiy tarkibi

Asosiy komponent-lar	EFK me'yorlari,%											
	100		110		120		130		140		150	
	18%-li EFK	21%-li EFK	18%-li EFK	21%-li EFK	18%-li EFK	21%-li EFK	18%-li EFK	21%-li EFK	18%-li EFK	21%-li EFK	18%-li EFK	21%-li EFK
P ₂ O ₅ umum.	29,25	30,39	30,74	31,27	30,93	31,52	31,64	32,65	32,57	33,72	33,68	34,49
2%-li lim. kis.bo'yicha P ₂ O ₅ o'zl.	14,65	15,44	16,27	17,20	16,71	18,29	17,72	19,61	21,18	23,55	25,24	27,53
P ₂ O ₅ s.e.	3,59	4,05	4,45	4,77	5,03	5,31	5,56	5,92	6,01	6,32	6,45	6,71
$\frac{P_2O_{5o'zl.}}{P_2O_{5umum.}}, \%$	50,08	50,81	52,99	55,00	54,02	58,02	56,00	60,06	65,03	69,84	74,94	79,82
CaO _{umum.}	22,85	22,75	22,80	22,72	22,61	22,31	22,49	22,28	22,21	22,17	22,19	22,12
2%-li lim. kis. bo'yicha CaO _{o'zl.}	11,88	12,12	12,19	12,70	12,45	13,17	13,04	13,81	15,10	15,95	17,07	17,88
$\frac{CaO_{o'zl.}}{CaO_{umum.}}, \%$	51,99	53,27	53,46	55,90	55,06	59,03	57,98	61,98	67,99	71,94	76,93	80,83
Karbonasizlanish darajasi, %	50,87	51,96	52,29	53,98	54,35	58,56	57,01	61,23	66,52	71,04	75,98	80,06

Keltirilgan jadval natijalaridan shuni ko'rish mumkinki, EFK me'yorini ortishi olingan o'g'itlarning sifat va miqdor ko'rsatkichlariga yetarli darajada katta ta'sir ko'rsatadi, ammo uning konsentrasiyasi esa sezilarli darajada ta'sir etmaydi. Masalan, EFK me'yori 100,0% bo'lganda hamda uning konsentrasiyalari 18,0 va 21,0% bo'lganda olingan FFO' tarkibidagi $P_2O_{5\text{umum}}$ ning miqdorlari mos ravishda 29,25 va 30,39% ga teng bo'ladi.

Olingan FFO' tarkibidagi $P_2O_{5o'zl}$ ning qiymatlari esa mos ravishda 14,65 va 15,44% ga teng bo'lib, nisbiy o'zlashuvchan holatiga hisoblanganda mos ravishda 50,08 va 50,81% ga teng bo'ladi.

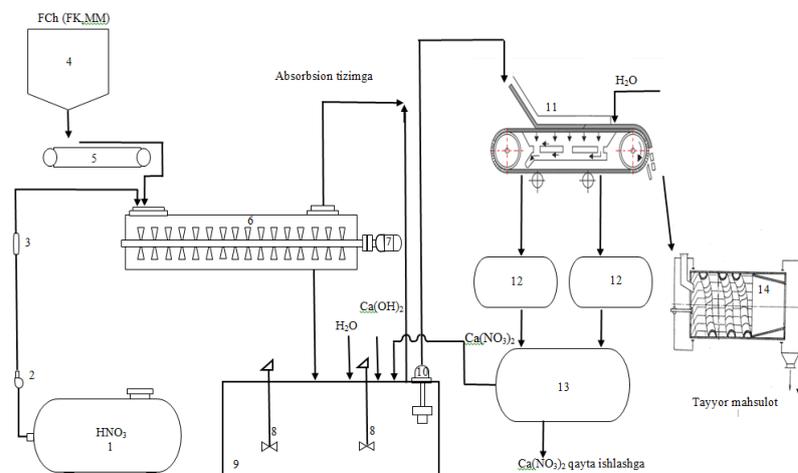
Ushbu o'g'it namunalariidagi $P_2O_{5s.e}$ larning miqdorlari esa 3,59 va 4,05% ga tengdir. Bu kattaliklarda CaO_{umum} va $CaO_{o'zl}$ larning qiymatlari mos ravishda 22,85 va 22,75% hamda 11,88 va 12,12% ga teng. CaO ning nisbiy o'zlashuvchan qiymatlari 18,0- va 21,0%-li EFK asosida olingan FFO' larda mos ravishda 51,99 va 53,27% ga teng ekanligini ushbu jadval natijalaridan ko'rish mumkin. EFK me'yorlarini ortishi bilan yuqoridagi umumiy qonuniyatlar takrorlanadi. Olingan FFO' lardagi $P_2O_{5o'zl}$ va $CaO_{o'zl}$ larning nisbiy qiymatlari 50% dan kam emas. Ushbu natijalardan shu narsa kelib chiqadiki, EFK me'yorlari ortishi bilan olingan FFO' larning sifat ko'rsatkichlari (P_2O_5 va CaO larning nisbiy o'zlashuvchanligi) ortadi. Barcha EFK me'yorlarini maqbul kattaliklar deb olish mumkin, ammo EFK miqdorlarini tejash nuqtai-nazardan uning 110,-120,0% me'yorlarini maqbul me'yorlar deb olish maqsadga muvofiqdir. Maqbul kattaliklarda olingan FFO' o'g'it namunalari quyidagi tarkibga ega (og'ir, %): $P_2O_{5\text{umum}}$ 30,74-31,52; $P_2O_{5o'zl}$ 16,27-18,29; $P_2O_{5s.e}$ - 4,45-5,31; CaO_{umum} - 22,31-22,80; $CaO_{o'zl}$ - 12,19-13,17.

MM asosida FFO' olishda ham yuqoridagi kattaliklarni maqbul kattaliklar deb olish mumkin: EFK konsentrasiyasi - 18,0-21,0% va uning me'yorlari 110,0-120,0%. Ushbu holatda quyidagi tarkibga ega bo'lgan FFO' olinadi (og'ir,%): $P_2O_{5\text{umum}}$ -32,58-33,15; $P_2O_{5o'zl}$ - 17,26-19,23; $P_2O_{5s.e}$ -4,49-5,39; CaO_{umum} -29,12-29,29; $CaO_{o'zl}$ -15,66-17,22. Bunda olingan FFO' lardagi P_2O_5 va CaO larning nisbiy o'zlashuvchanlik qiymatlari mos ravishda 52,98-58,01% va 53,47-59,13% ga teng bo'ladi. Fosforni eritmaga o'tib ketish darajasi, ya'ni uning isrof bo'lishi 0,80-0,92% ga teng bo'ladi xolos.

Yuqoridagi keltirilgan maqbul ko'rsatkichlar asosida katta o'lchamdagi jihozda, ya'ni tajriba-sinov laboratoriya uskunasi faollashtirilgan fosforli o'g'itlar olish jarayonlari o'rganildi. Olib borilgan laboratoriya va tajriba-sinov laboratoriya uskunasi o'tkazilgan tajribalar asosida fosfat chiqindilaridan (FCH) nitrat kislota va EFK asosida faollashtirilgan fosforli o'g'itlar (FFO') olishni asosiy texnologik ko'rsatkichlari aniqlandi va tajriba-sinov laboratoriya uskunasi olingan faollashtirilgan fosforli o'g'itlarning asosiy kimyoviy tarkiblari laboratoriya sharoitidagi olingan faollashtirilgan fosforli o'g'it namunalari asosiy kimyoviy tarkibidan farqlari juda kam ekanligi va laboratoriya sharoitida bajarilgan tajribalar hamda olingan natijalar to'g'ri ekanligi aniqlandi.

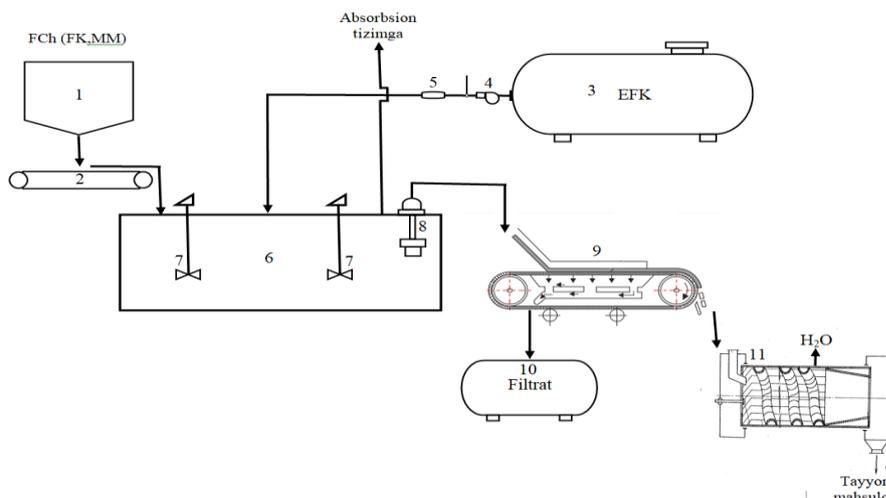
Keyingi tadqiqotlarda foydalanilgan FK va MM lar, hamda FK va MM asosida olingan FFO'larni zamonaviy fizik-kimyoviy usullar asosida ularning element va tuz tarkiblari o'rganildi. Olingan natijalar FK va MM hamda FFO' larning element va tuz tarkiblari kimyoviy tahlil natijalariga juda yaqin keladi.

Yuqoridagi keltirilgan natijalar asosida FK va MM larni nitrat hamda ekstraksiyon fosfat kislota yordamida qayta ishlash orqali olingan faollashtirilgan fosforli o'g'itlarni material oqimlari hisoblab topildi va bunday turdagi o'g'itlar ishlab chiqarishning prinsipial texnologik sxemasi taklif etildi (10-va 11-rasmlar).



10-rasm. Mahalliy fosfat chiqindilari va nitrat kislota asosida faollashtirilgan fosforli o'g'itlar olishning prinsipial texnologik sxemasi

1- Kislota saqlovchi hajmli sig'im; 2-kislotali nasos; 3-kislota oqim o'lchagich; 4-xom ashyo uchun bunker; 5- vaznli qo'shuvchi tarozi; 6- shnekli reaktor; 7- elektrodvigatellar; 8- aralastirgichlar; 9-aralastiruvchi reaktor;10- botirilgan nasos; 11-lentali vakuum filtri; 12- asosiy va qo'shimcha filtratlar uchun sig'imlar; 13- umumiy sig'im; 14-barabanli donadorlagich.



11-rasm. Mahalliy fosfat chiqindilari va EFK asosida faollashtirilgan fosforli o'g'itlar olishning takomillashgan texnologik sxemasi.

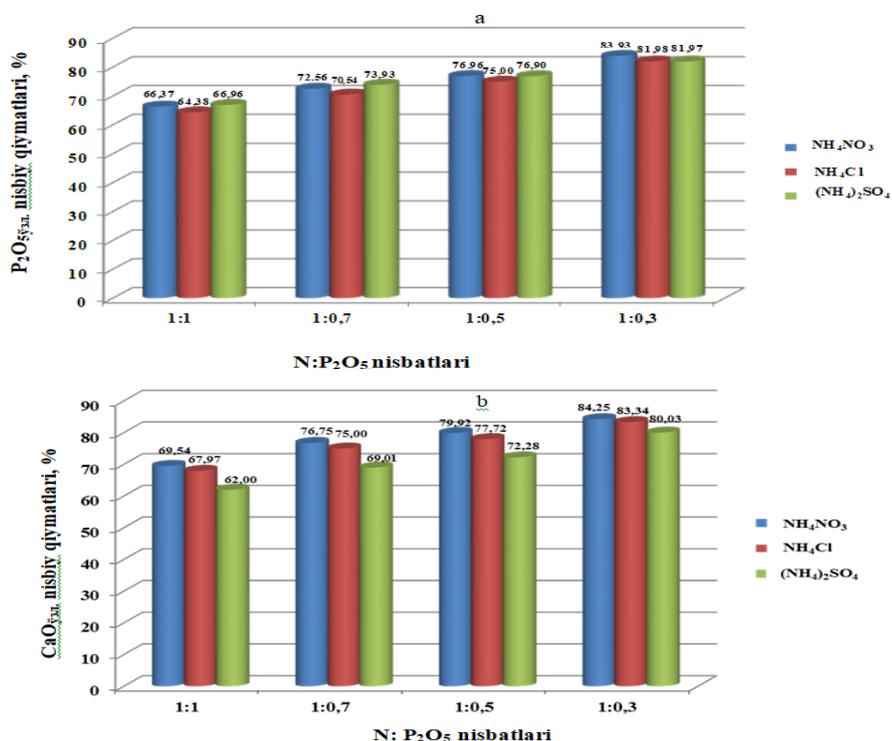
1-xom ashyo uchun bunker; 2- vaznli qo'shuvchi tarozi; 6- shnekli reaktor; 3- kislota saklovchi hajmli sig'im; 4-kislotali nasos; 5-kislota oqim o'lchagich; 6-aralastiruvchi reaktor; 7- aralastirgichlar; 8- botirilgan nasos; 9-lentali vakuum filtri; 10- filtrat uchun sig'im; 11-barabanli donadorlagich.

Yuqoridagilardan so'ng FK va MM lar asosida olingan faollashtirilgan fosforli o'g'itlar olishning iqtisodiy jihatdan maqsadga muvofiqligi hisoblandi. Mos ravishda 1 tonna FK va MM lardan nitrat kislotadan foydalanilgan holda olingan FFO' larning "Indorama Kokand Fertilizers and Chemicals" AJ da tarkibida 17,0% P₂O₅ va 1,0% N bo'lgan ammoniyashtirilgan oddiy superfosfat (AOSP) o'g'itiga nisbatan mos ravishda 1,16 va 1,86 marta arzon bo'ladi (mos

ravishda 378 945 va 1 298 157 so'mga arzon). Fosfat kislotdan foydalanib, FK va MM asosida olingan FFO' larning narxlari AOSP ga qaraganda mos ravishda 1,28 va 1,33 marta arzon yoki mos ravishda 619 447 va 687 316 so'mga arzon.

Dissertatsiyaning **“Faollashtirilgan oddiy fosforli o'g'itlar, azotli hamda kaliyli o'g'itlar asosida aralash o'g'itlar olish jarayonlari”** deb nomlangan beshinchi bobida fosfat chiqindilari – FK va MM dan nitrat kislotaga orqali olingan FFO'lardan turli xil aralash o'g'itlar olish jarayonlari, NP-, PK- va NPK-turidagi aralash o'g'itlarni olishni material oqimlari va texnologik sxemasi, hamda iqtisodiy samaradorligi keltirilgan. Tadqiqot avvalida NP-turidagi aralash o'g'itlar olish jarayonlari o'rganildi. NP-turidagi aralash o'g'itlar olish uchun FK va MM larni nitrat kislotali qayta ishlash asosida olingan faollashtirilgan fosforli o'g'it va azotli komponentlardan (ammiakli selitra, ammoniy xlorid va ammoniy sulfat) foydalanildi. FK asosida olingan faollashtirilgan fosforli o'g'itning asosiy kimyoviy tarkibi quyidagicha: 18,37-18,47% $P_2O_{5\text{umum}}$; 2-% li limon kislotasi bo'yicha 9,64-9,88% $P_2O_{5\text{o'zl}}$; 39,78-39,95% CaO_{umum} ; 2-%li limon kislotasi bo'yicha 23,37-24,47% $CaO_{\text{o'zl}}$. NP-turidagi aralash o'g'itlar olish uchun FK asosida olingan faollashtirilgan fosforli o'g'itga azot tutgan komponentlar (NH_4NO_3 , NH_4Cl va $(NH_4)_2SO_4$) N: P_2O_5 larning 1,0:0,3; 1,0:0,5 1,0:0,7; va 1,0:1,0 nisbatlarda hisoblangan holda qo'shildi. Olingan natijalardan quyidagilar aniqlandi: azot tutgan ammoniy nitratdan foydalanilganda ozuqa komponentlarni (N: P_2O_5) nisbatlarini ortishi orqali hosil bo'lgan NP-turidagi aralash o'g'it namunalariidagi $P_2O_{5\text{umum}}$ qiymatlari 6,72 dan 12,31% gacha ortishi, 2-%li limon kislotasi bo'yicha $P_2O_{5\text{o'zl}}$ qiymatlari esa 5,64 dan 8,17% gacha ortishi kuzatiladi. Va aksincha, olingan o'g'it namunalariidagi umumiy azotning qiymatlari 22,39 dan 12,31% gacha kamayishi kuzatiladi. Olingan aralash o'g'it namunalariidagi CaO_{umum} va 2-% li limon kislotasi bo'yicha $CaO_{\text{o'zl}}$ miqdorlari mos ravishda 14,54 dan 26,64% gacha va 12,25 dan 18,52% gacha ortishini ko'rish mumkin. NP-turidagi aralash o'g'it olishda ammoniy nitratdan tashqari ammoniy xlorid va ammoniy sulfatlardan foydalanilganda ham yuqoridagi kabi umumiy qonuniyatlar kuzatiladi, lekin ushbu holatlarda ozuqa komponentlarning miqdorlari ammoniy nitrat ishtirokida olingan NP-turidagi o'g'it namunalariiga qaraganda sezilarli darajada kam bo'lishini ko'rish mumkin. Masalan, N: P_2O_5 nisbati 1,0:0,3 bo'lganda ammoniy nitrat, ammoniy xlorid va ammoniy sulfatlardan foydalanilgan holda olingan o'g'it namunalariidagi asosiy ozuqa komponentlarini ($N_{\text{umum}}+P_2O_{5\text{umum}}$) qiymatlari mos ravishda 29,11; 24,04 va 20,66% ga teng. N: P_2O_5 nisbati 1,0:0,5 bo'lganda olingan o'g'it namunalariidagi $N_{\text{umum}}+P_2O_{5\text{umum}}$ larning qiymatlari mos ravishda 27,21; 23,29 va 20,53% ga teng. N: P_2O_5 nisbati 1,0:0,7 va 1,0:1,0 larda esa mos ravishda 25,93; 22,75 va 20,41% hamda 24,62; 22,19 va 20,29% teng bo'ladi. Ushbu qiymatlardan shu narsani ko'rish mumkinki, N: P_2O_5 nisbatlarni ortishi bilan umumiy ozuqa komponentlarini miqdorlarini ma'lum bir darajada kamayishi kuzatiladi. Ammo bunday holdagi holat ushbu o'g'itlarni qishloq xo'jaligida qo'llanilishiga halaqit bermaydi, chunki bu o'g'itlarni ozuqa komponentlarining nisbatlari o'simlik turlari va uyerning tarkiblariga qarab tanlanadi. Yuqoridagilardan tashqari ushbu o'g'itlardagi fosforning nisbiy o'zlashuvchan shaklini qiymatlari ham muhim rol o'ynaydi. Chunki, ushbu holat qishloq xo'jaligida

ishlatiladigan o'g'itlarga qo'yiladigan talablardan biridir. Bunda fosforning nisbiy o'zlashuvchan shakli 50% dan kam bo'lmashligi kerak. Bundan tashqari olingan NP-turidagi aralash o'g'itlarda $\text{CaO}_{0\text{'zl}}$ ham mavjud bo'lib, hozirgi kunda u ham o'simliklar uchun ozuqa elementi bo'lib hisoblanadi. 12a- va 12b-rasmlarda ushbu ikkala ozuqa komponentlarini $\text{N}:\text{P}_2\text{O}_5$ nisbatlarga bog'liq ravishda o'zgarishi keltirilgan. 12a-rasmda keltirilgan ma'lumotlardan ko'rinib turibdiki, $\text{N}:\text{P}_2\text{O}_5$ nisbatni kamayishi bilan olingan NP-turidagi aralash o'g'itlardagi $\text{P}_2\text{O}_{50\text{'zl}}$ shaklining nisbiy qiymatlari ortib boradi va bu qiymatlar ammoniy nitrat bilan tayyorlangan o'g'it namunalarida eng katta qiymatlarga ega. 12b-rasmda esa $\text{N}:\text{P}_2\text{O}_5$ nisbatni kamayishi bilan olingan NP-turidagi aralash o'g'itlardagi $\text{CaO}_{0\text{'zl}}$ shaklining nisbiy qiymatlari ortib borishini va bu qiymatlar ammoniy nitrat bilan tayyorlangan o'g'it namunalarida eng katta qiymatlarga ega ekanligini ko'rish mumkin. Bu natijalardan shu narsani xulosa qilish mumkinki, dastlabki olingan FFO' namunalaridagi $\text{P}_2\text{O}_{50\text{'zl}}$ va $\text{CaO}_{0\text{'zl}}$ larning nisbiy qiymatlari aralash o'g'itlar olish vaqtida yetarli darajada ortib boradi.



12-rasm. NP-turidagi aralash o'g'itlardagi $\text{P}_2\text{O}_{50\text{'zl}}$ (a) va $\text{CaO}_{0\text{'zl}}$ (b) shaklining nisbiy qiymatlarini $\text{N}:\text{P}_2\text{O}_5$ nisbatlarga bog'liqligi

Qishloq xo'jaligida azot va P_2O_5 nisbatlarini 1,0:0,7 va 1,0:1,0 bo'lgan aralash o'g'itlar keng ishlatilishini hisobga olgan holda biz tarafimizdan olingan NP-turidagi aralash o'g'itlardagi asosiy komponentlarning miqdorlari quyidagicha (og'ir., %): $\text{P}_2\text{O}_{5\text{umum}}$ - 10,68-12,31; 2-%li lim. kislota bo'yicha $\text{P}_2\text{O}_{50\text{'zl}}$ - 7,75-8,17; CaO_{umum} - 23,10-26,64; 2-%li lim.kislota bo'yicha $\text{CaO}_{0\text{'zl}}$ - 17,73-18,52 va N_{umum} - 12,31-15,25 (Ammoniy nitratdan foydalanilganda);

Keyingi tadqiqotlarimizda PK-turidagi aralash o'g'itlar olish jarayonlari o'rganildi va bu yerdan ham $\text{P}_2\text{O}_5:\text{K}_2\text{O}$ ning 1,0:0,7 va 1,0:1,0 nisbatlarni maqbul nisbat deb hisoblash mumkin. Ushbu maqbul kattaliklarda olingan PK-turidagi aralash o'g'itlardagi asosiy komponentlarning miqdorlari quyidagicha: $\text{P}_2\text{O}_{5\text{umum}}$ - 13,70-15,16%; 2-%li lim. kislota bo'yicha $\text{P}_2\text{O}_{50\text{'zl}}$ - 9,55-10,60%; CaO_{umum} - 29,64-32,81%; 2-%li lim.kislota bo'yicha $\text{CaO}_{0\text{'zl}}$ - 21,03-23,28% va K_2O - 10,39-14,10% (FK

asosidagi olingan FFO‘dan foydalanilganda) va $P_2O_{5\text{umum.}}$ -15,75-17,71%; 2-%li lim. kislotasi bo‘yicha $P_2O_{5\text{o‘zl.}}$ -11,01-12,40%; $CaO_{\text{umum.}}$ - 27,83-31,30%; 2-%li lim.kislotasi bo‘yicha $CaO_{\text{o‘zl.}}$ - 19,76-22,23% va K_2O -12,09-16,28% (MM asosidagi olingan FFO‘ dan foydalanilganda).

Tadqiqotning eng keyingi qismida esa NPK-turidagidagi (to‘liq o‘g‘it) aralash o‘g‘itlar olish bo‘yicha tajribalar olib borildi. N:P₂O₅:K₂Oning 1,0:0,7:0,5 va 1,0:1,0:1,0 nisbatlarida NPK-turidagi aralash o‘g‘itlardagi asosiy komponentlarning miqdorlari quyidagicha: $N_{\text{umum.}}$ -10,24-13,56%; $P_2O_{5\text{umum.}}$ -9,49-10,25%; K_2O -6,78-10,25%; 2-%li lim. kislotasi bo‘yicha $P_2O_{5\text{o‘zl.}}$ -7,22-7,69; $CaO_{\text{umum.}}$ - 20,54-22,16% va 2-%li lim.kislotasi bo‘yicha $CaO_{\text{o‘zl.}}$ 15,81-16,62% (FK asosidagi FFO‘ qo‘llanilganda) va $N_{\text{umum.}}$ - 11,29-14,85%; K_2O -7,42-11,29%; $R_2O_{5\text{umum.}}$ - 10,40-11,30%; 2-%li lim. kislotasi bo‘yicha $P_2O_{5\text{o‘zl.}}$ -8,01-8,58%; $CaO_{\text{umum.}}$ - 18,37-19,95% va 2-%li lim.kislotasi bo‘yicha $CaO_{\text{o‘zl.}}$ 14,31-15,15% (MM asosidagi olingan FFO‘ qo‘llanilganda). Asosiy ozuqa komponentlarning ($N_{\text{umum.}}$ + $P_2O_{5\text{umum.}}$ + K_2O) umumiy qiymatlari 30% dan kam emas (FK dan olingan FFO‘ asosida olingan to‘liq o‘g‘it tarkibida 29,83%) va bunday turdagi o‘g‘itlarni konsentrlangan o‘g‘itlar toifasiga kiritish mumkin. Ammo to‘rtinchi ozuqa komponent sifatida $CaO_{\text{o‘zl.}}$ qiymati ham hisobga olinsa, bunday turdagi o‘g‘itlarning ozuqaviylik darajasini yanada ortishini ko‘rish mumkin.

NPK-turidagi aralash o‘g‘it namunalari ozuqa komponentlari hamda umumiy fosforning o‘zlashuvchan shaklining nisbiy qiymatlari bo‘yicha qishloq xo‘jaligi tomonidan qo‘yiladigan umumiy talablarga to‘liq javob beradi va ularni qishloq xo‘jalik ekinlarining hosildorligini oshirishda muvaffaqiyatli qo‘llash mumkin bo‘ladi. Keyingi holatlarda NP-, PK- va NPK-turidagi aralash o‘g‘itlarni olishning material balanslari hisoblandi va takomillashgan texnologik tizimi taklif etildi.

Dissertatsiyaning oltinchi bobi **“Olingan turli xil o‘g‘itlarni agrokimyoviy sinovlardan o‘tkazish”** ga bag‘ishlangan bo‘lib, O‘P, FFO‘-18, FFO‘-22, FFO‘-31, FFO‘-33, NP-, PK- va NPK-turidagi o‘g‘itlarni paxta va bug‘doy o‘simligi hosildorligiga ta‘sirini o‘rganish bo‘yicha agrokimyoviy sinovlar olib borildi. Ushbu o‘g‘itlar paxta hosilini qo‘shimcha 0,4 dan 2,0 sentnergacha oshirishi va bug‘doy hosilini esa 3,4-5,9 sentnergacha oshirishi mumkinligi aniqlandi.

XULOSALAR

Dissertatsiyasi ishini bajarilishida olingan asosiy ilmiy va amaliy natijalar quyidagicha:

1. MQ FXAlari – MM, OFU, YUKFK va YUQFKlaridan sulfat kislota yordamida klinker usulida EFK olish jarayonlari tadqiq etildi. Ushbu jarayonlarning maqbul kattalıkları aniqlandi. Maqbul kattalıklarda olingan mahsulot EFK quyidagi tarkiblarga ega: P_2O_5 – 17,00-26,89%; CaO – 0,29-0,69% va SO_3 3,23-3,54%.

2. Yiriklashtirilgan laboratoriya uskunasi EFK olish jarayoning asosiy parametrlari o‘rganildi va EFK olish jarayonlarining asosiy texnologik ko‘rsatkichlari aniqlandi. MM, OFU, YUQFK va YUKFK lardan olingan 1 tonna EFK ning tannaxlari Olmaliq “Ammofos-Maxam” AJda ishlab chiqarilayotgan 1 tonna 18,0% P_2O_5 li EFK ga nisbatan mos ravishda 17 208; 53 244; 43 267 va 75 444 so‘mga arzonligi asoslandi.

3. MM va OFU lardan olingan EFK namunalari oddiy fosforli o‘g‘it – o‘g‘itli presipitat (O‘P) olish imkoniyatlari o‘rganildi. Maqbul kattalıklarda olingan O‘P larning asosiy tarkibi quyidagicha (og‘ir.,%): $P_2O_{5\text{umum.}}$ = 33,91-36,14%; 2% li limon kislotasi

(LK) bo'yicha $P_2O_{5o'zl.} = 30,03-34,33$; $CaO_{umum.} = 30,52-36,78$; 2%-li LK bo'yicha $CaO_{o'zl.} = 27,01-33,15$ va $CaO_{suv.} = 1,86-2,70$. Presipitatlanish darajasi 95,94-98,38% oraliqda bo'ladi.

4. Har xil FXA laridan olingan EFK namunalardan kompleks o'g'it – ammos fos olish jarayonlari o'rganildi va uni olishni asosiy texnologik kattaliklari aniqlandi. MM, OFU, YUKFK va YUQFK asosida olingan ammos fos tarkibida mos ravishda 46,25; 46,48; 46,85; va 47,02% $P_2O_{5umum.}$ bo'ladi. Azotning qiymatlari esa mos ravishda 12,01; 12,13; 12,25 va 12,29% ga teng.

5. MM va OFU lar asosidagi EFK dan olingan o'g'itli presipitatlar oddiy superfosfatga qaraganda mos ravishda 3 040 660 va 3 466 356 so'mga arzon. MM va OFU lardan olingan EFK asosidagi ammos foslarning narxlari mos ravishda 5 514 432 va 5 379 018 so'mga teng bo'lib, ular Olmaliq "Ammofos-Maxam" AJ da ishlab chiqarilayotgan an'anaviy ammos fosga nisbatan mos ravishda 2 145 568 va 2 280 982 so'mga arzonligi tasdiqlandi.

6. Fosforit kukuni (FK) va minerallashtirilgan massani (MM) nitrat kislotasi va EFK asosida qayta ishlab faollashtirilgan fosforli o'g'itlar (FFO') olishning asosiy kattaliklari o'rganildi va maqbul kattaliklari aniqlandi. Maqbul kattaliklarda olingan FFO' tarkibi quyidagicha: $P_2O_{5umum.} - 18,12-33,15\%$; $P_2O_{5o'zl.} - 9,68-19,23\%$; $CaO_{umum.} - 22,33-39,57\%$; $CaO_{o'zl.} - 12,20-25,25\%$. FFO' ning $Ca(NO_3)_2$ dan yuvilish darajasi 97,07-97,64% teng. Bunda tarkibida 20,50-24,54% tutgan $Ca(NO_3)_2$ filtratlari hosil bo'lishi va 2,02-2,12% atrofida P_2O_5 ni yo'qotilishi ko'rsatildi.

7. FK va MM lardan nitrat kislotasi hamda EFK yordamida olingan 1 tona FFO'larning tannarxi "Indorama Kokand Fertilizers and Chemicals" AJ da ishlab chiqarilayotgan tarkibida 17,0% P_2O_5 va 1,0% N bo'lgan ammoniyashtirilgan oddiy superfosfat (AOSP) o'g'itiga nisbatan mos ravishda 1,16 va 1,86 marta hamda 1,28 va 1,33 marta arzon ekanligi aniqlandi.

8. FK hamda MMLar asosida olingan faollashtirilgan fosforli o'g'itlar (FFO') hamda azotli va kaliyli birikmalardan foydalanib NP-, PK- va NPK-turidagi aralash o'g'itlar olindi. Olingan NP- turidagi o'g'itning narxi ammos fosga nisbatan 1,27 marta arzon. PK-turidagi o'g'itning narxi "Foskaside" o'g'itiga nisbatan 1,14 marta arzon va NPK-turidagi aralash o'g'itining narxi esa "Smartfert" NPK-turidagi o'g'itga nisbatan 1,81 marta va boshqa shunday turdagi NPK-o'g'itiga nisbatan 1,31 marta arzonligi isbotlandi.

9. O'P, FFO'-18, FFO'-22, FFO'-31, FFO'-33, NP-, PK- va NPK-turidagi o'g'itlarni paxta va bug'doy o'simligi hosildorligiga ta'sirini o'rganish bo'yicha agrokimyoviy sinovlar olib borildi. Ushbu o'g'itlar paxta hosilini qo'shimcha 0,4 dan 2,0 sentnergacha oshirishi va bug'doy hosilini esa 3,4-5,9 sentnergacha oshirishi mumkinligi aniqlandi.

**УЧЕНЫЙ СОВЕТ DSc. 03/29.08.2023.К/Т.66.02 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ
УЧЕНОЙ СТЕПЕНЕ ПРИ НАМАНГАНСКОМ ИНЖЕНЕРНО-
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ИНСТИТУТЕ**

НАМАНГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ХОЛМАТОВ ДИЛШОД СОТТОРЖОНОВИЧ

**ТЕХНОЛОГИИ КИСЛОТНОЙ КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ
МЕСТНЫХ ФОСФОРИТНЫХ И ФОСФАТНЫХ ОТХОДОВ**

02.00.13-Технология неорганических веществ и материалов на их основе

**АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ ДОКТОРА (DSC) ПО
ТЕХНИЧЕСКИМ НАУКАМ**

Наманган–2024

Тема диссертации доктора наук (DSc) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за номером B2024.3.DSc/T814.

Диссертационная работа выполнена в Наманганском государственном университете.

Автореферат диссертации на трёх языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещён на веб-странице Научного совета и Информационно-образовательном портале «ZiyoNet» (www.ziynet.uz).

Научный консультант:

Султонов Боходир Элбекович
доктор технических наук, профессор

Официальные оппоненты:

Тураев Зокиржон
доктор технических наук, профессор

Эркаев Ақтам Улашев
доктор технических наук, профессор

Алимов Умар Кадирбергганович
доктор технических наук, с.н.с.

Ведущая организация:

Навоийский государственный горно-технологический университет

Защита диссертации состоится «11» январь 2024 года в 11⁰⁰ часов на заседании научного совета DSc.03/29.08.2023.K/T.66.02 при Наманганском инженерно-технологическом институте (Адрес: 160115, г. Наманган, ул. Касансай, 7. Тел.: (69) 228-76-71, факс: (69) 228-76-75, e-mail: niei_info@edu.uz, Наманганский инженерно-технологический институт, 3-здание, 1-этаж, ауд. 303).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Наманганского инженерно-технологического института (зарегистрирована за № 345), Адрес: 160115, г. Наманган, ул. Касансайская, 7. Тел: (69) 228-76-71, факс: (69) 228-76-75.

Автореферат диссертация разослан «25» декабря 2024 года.
(реестр протокола рассылки № 19 от «25» декабря 2024 года).




О.К. Эргашев
Председатель научного совета по присуждению учёной степени, доктор химических наук, профессор


Д.Ш. Шеркузиёв
Учёный секретарь научного совета по присуждению учёной степени, доктор технических наук, профессор


И.Д. Эшметов
Заместитель председателя научного семинара при Научном совете по присуждению учёной степени, доктор технических наук, профессор

ВВЕДЕНИЕ (аннотация к диссертации доктора техническим наукам (DSc))

Актуальность и востребованность темы диссертации. На сегодняшний день в мире с увеличением численности населения и дальнейшего истощения земельных ресурсов, необходимых для сельского хозяйства также нарастают проблемы с обеспечением людей достаточным количеством продуктов питания. Эффективное использование земель, имеющих в сельскохозяйственном балансе, является одной из важных задач при решении такого рода задач. Одним из основных способов эффективного использования имеющихся земельных ресурсов является производство минеральных удобрений, применяемых для получения качественных и обильных урожаев сельскохозяйственных культур, в том числе простых и смешанных, а также комплексных удобрений с высоким содержанием питательных компонентов и низкой стоимостью. В связи с этим важно получать и использовать в сельском хозяйстве простые фосфорные, комплексные и смешанные удобрения с более высоким содержанием питательных компонентов и усвояемостью и меньшей себестоимостью на основе доступного фосфатного сырья и отходов.

В мире проводятся научные исследования по расширению объемов и видов производства фосфорных удобрений помимо азотных и калийных, более широкое вовлечение в производство местного фосфатного сырья и фосфорсодержащих промышленных отходов при получении этих удобрений и созданию улучшенных и упрощенных технологий их получения. В связи с этим особое внимание уделено получению экстракционной фосфорной кислоты с низким содержанием фтора и высоким содержанием фосфора из фосфорсодержащих руд и из фосфорсодержащих отходов образующихся при их переработке, а для обработки фосфатного сырья и фосфорсодержащих отходов азотной и фосфорной кислотами на различные удобрения; отделение нитрата кальция, образующегося при обработке фосфоритов азотной кислотой, с помощью оборотных растворов; получению активированных фосфорных удобрений и смешанных удобрений на основе азотистых и калийных компонентов.

В нашей республике проводятся научные исследования по направлениям производства простых фосфорно-азотных, фосфорно-калийных смешанных и сложных удобрений с использованием различных фосфатных отходов, образующихся при термическом обогащении местных фосфоритов. В стратегии развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы определены такие важные задачи, как «Дальнейшее развитие экспортного потенциала местных отраслей промышленности с полной реализацией имеющихся возможностей - разработка и утверждение плана мероприятий в каждом секторе отрасли, в том числе: доведение экспорта минеральных удобрений и продукции химической промышленности до 400 млн. долларов

США...»¹ . В связи с этим важное значение приобретает создание усовершенствованных технологий получения фосфорсодержащих и смешанных удобрений с высоким содержанием питательных компонентов, важных при предпосевной подкормке важнейших сельскохозяйственных культур-хлопчатника и зерновых культур с использованием местного фосфатного сырья.

Данное диссертационное исследование в определенной степени послужит реализации задач, поставленных в постановлениях и указах Президента Республики Узбекистан от 28 января 2022 года УП-60 о «Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы», УП-169 от 12 октября 2023 года о «Дополнительных мерах по ускоренному развитию промышленности и ее базовых отраслей», ПП-391 от 15 декабря 2023 года о «Дополнительных мерах по развитию системы семеноводства в хлопководстве и повышению урожайности хлопка», в постановлениях и указах кабинета Министров Республики Узбекистан от 1 марта 2022 года № 91” «Об утверждении технического регламента о безопасности минеральных удобрений», от 15 декабря 2022 года № 753 о «Мерах по созданию инновационного химического производственного и образовательного кластера для химической промышленности» и других нормативных правовых актах, относящихся к данной деятельности.

Соответствие исследований приоритетным направлениям развития науки и техники Республики. Данное исследование является частью VII Республиканского проекта развития науки и технологий.

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

Обзор иностранных научных исследований по теме диссертации⁴.

Florida Industrial and Phosphate Research Institute (США), Engineering Dobersek GmbH (Германия), Fertilizer Research Institute (Польша), The Chemical Society of Japan (Япония), University of Science and Technology (Китай), Department of Chemistry (Индия), Department of Mining & Metallurgical Engineering (Иран), АО «Научно-исследовательский институт по удобрениям и инсектофунгицидам» при АО «ФосАгро-Череповец» (Россия), а также Институте общей и неорганической химии (Узбекистан).

В результате проводимых в мире исследований по разработке технологий получения клинкера и других способов ЭФК из различных ФС, а также их совершенствованию получен ряд результатов, в том числе

¹ Указ Президента Республики Узбекистан «Стратегия развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы» УП-60 от 28 января 2022 года

² Обзор по теме диссертации разработан на основе зарубежных: <https://www.fipr.state.fl.us>, <https://www.dobersek.com>, <https://www.ichp.pl>, <https://www.csj.jp>, <https://en.ustc.edu.cn>, <https://chem.iitm.ac.in>, [https:// dmpe.aut.ac.ir](https://dmpe.aut.ac.ir), [https:// www.niuif.ru](https://www.niuif.ru), [https:// www.ionx.uz](https://www.ionx.uz) и других источников.

следующие: дигидратный способ получения ЭФК на основе апатитовой руды (Флоридский институт промышленных и фосфатных исследований, США; АО «Научно-исследовательский институт удобрений и инсектофунгицидов» АО «ФосАгро-Череповец», Россия); создан способ получения ЭФК из фосфоритового концентрата, полученного при обогащении фосфоритовых руд при высокой температуре (900-1000°C) (Department of Chemical Engineering, Иордания; Engineering Dobersek GmbH, Германия); разработана технология получения различных простых и сложных удобрений путем переработки фосфорного сырья на основе селитры и ЭФК («Научно-исследовательский институт удобрений и инсектофунгицидов» АО «ФосАгро-Череповец», Россия); созданы научные основы технологии получения активированных удобрений путем механического обогащения фосфоритов (Университет науки и технологий, Китай).

В мире проводится ряд исследований по переработке апатитового и фосфатного сырья в удобрения различными способами, в том числе по следующим приоритетным направлениям: создание способов переработки фосфатного сырья на различные удобрения с помощью минеральных кислот (азотная, соляная и фосфорная кислота); привлечение в ЭФК различных низкосортных фосфатов; использование низкосортных и полусырых фосфатов в обороте фосфатов при клинкерном производстве фосфатов; создание новых технологий переработки двух видов фосфатных отходов, получаемых путем термического обогащения карбонатно-фосфатного сырья, в АФУ и смешанных удобрений.

Степень изученности проблемы. Во всем мире способ получения ЭФК из различных ФО и получение из него различных удобрений, простых АФУ и СУ из различных ФО был предложен ведущими мировыми научными центрами, а также высшими учебными заведениями, включая Флоридский Институт промышленных и фосфатных исследований (США), Engineering Dobersek GmbH (Германия), исследовательский институт плодородия (Польша), The Chemical Society Япония (Япония), университет науки и технологий (Китай), Департамент химии (Индия), Департамент горного и металлургического машиностроения (Иран), Научные исследования ведутся в АО” Научно-исследовательского института удобрений и инсектофунгицидов “АО ФосАгро-Череповец” (Россия), Ташкентском химико-технологическом институте и Наманганском государственном университете (Узбекистан).

В результате проведенных в мире исследований технологии получения ЭФК при переработке фосфатного сырья и их совершенствовании был получен следующий ряд результатов: метод получения ЭФК из апатитовой руды полу- и дигидратным способом (Институт промышленных и фосфатных исследований Флорида, США; Научно-исследовательский институт удобрений и инсектофунгицидов при АО «ФосАгро Череповец», Россия); метод получения кальциево-фосфорных удобрений из фосфатных порошков (суспензий), образующихся в городских системах водоотведения (исследовательский институт плодородия, Польша); метод получения

фосфоконцентрата (Департамент химической инженерии, Иордания; Engineering Dobersek GmbH, Германия), который является основным сырьем для получения ЭФК путем обогащения фосфоритных руд при высоких температурах (900-1000°C); технология получения АФУ на основе механического пути из ФС (университет науки и технологий, Китай); Разработана технология получения гранулированного простого суперфосфата из фосфоритная мука (ФМ) Центральный Кызылкум (ЦК) с двухэтапным действием в присутствии серной кислоты (ИОНХ АН РУз).

Связь темы диссертации с научно-исследовательской работой высшей учебной заведений, в котором выполнена диссертация.

Диссертационные исследования проводились в рамках комплексной темы «Технология неорганических веществ на основе местного сырья» в соответствии с планами научных исследований, утвержденными Советом Наманганского государственного университета и ПП-692205622 «Создание технологии производства жидких азотно-кальциевых удобрений для внесения на засоленные почвы на основе переработки техногенных отходов, образующихся при обогащении фосфоритов Центральных Кызылкумов»

Целью исследования является разработка усовершенствованных технологий получения ЭФК клинкерным способом из различных видов ФС и из него фосфорных и комплексных удобрений, переработка фосфорных отходов, образующихся при термическом обогащении фосфорного сырья азотной кислотой и ЭФК, и получение смешанных удобрений на их основе.

Задачи исследования:

Исследование процессов получения ЭФК клинкерным методом из различных ФС ЦК, а также влияние нормы и концентраций серной кислоты на параметры экстракционной фосфорной кислоты;

усовершенствование процессов разделение экстракционного фосфорного кислоты из фосфорнокислого клинкера с помощью воды и циркулирующих растворов и процессов промывки фосфогипса (ФГ), образующегося при получении ЭФК клинкерного метода;

изучение реологических свойств ЭФК, полученных клинкерным способом, и оптимизация процессов переработки этого ЭФК в фосфорные и комплексные удобрения;

обоснование процессов получения АФУ различного состава на основе азотной кислоты и ЭФК из двух видов ФО – ПФ и ММ (минерализованной массы), образующихся при термическом обогащении фосфатного сырья;

изучение влияния основных технологических величин на качественные и количественные показатели АФУ и доказать процессов получения СУ типа NP -, РК - и NPK- с использованием удобрений, содержащих азотные и калийные компоненты и АФУ на основе ПФ и ММ;

испытание технологий получения ЭФК, АФУ и СУ типа NP-, РК-и NPK - на опытно-испытательной установке и производство испытательной партии этих удобрений, а также определение основных технологических параметров процесса;

определение элементного и солевого состава продуктов (ЭФК, фосфогипс, удобрения на основе ЭФК, ПФ и ММ, а также АФУ на их основе), полученных с помощью современных физико-химических методов исследования;

разработка технологической схемы, расчет материального баланса и экономической эффективности получения ЭФК из различных ФС ЦК, технологической схемы, расчет экономической эффективности материального баланса переработки ЭФК, полученных клинкерным способом на фосфорных и комплексных удобрениях, а также разработка упрощенной технологии получения АФУ из ФО (ПФ и ММ) и СУ (НР-, РК- и НРК-) на его основе, расчет материальных потоков и обоснование экономичности.

В качестве объекта исследования используется рядовая фосфоритная мука (РФМ), промытый сушеный фосфоритный концентрат (МСФК), промытый обожженный фосфоритный концентрат (МОФК), местные фосфатные отходы – ПФ и ММ, серное и азотное кислоты, фосфорнокислый клинкер, ЭФК и его циркулирующие растворы, газообразный аммиак, гидроксид кальция, простое фосфорное удобрение, активированный фосфорное удобрения, смешанные удобрения, суспензия фосфорная удобрения, аммофоса и фосфогипса.

Предметом исследования является получение ЭФК с более высоким содержанием P_2O_5 и меньшим содержанием фтора клинкерным методом из фосфорного сырья (ФС), таких как МОФК, МСФК, РФМ и ММ, и из него простых фосфорных и комплексных удобрений с большей питательной ценностью, а также взаимодействие ФО (ПФ и ММ) с азотной кислотой, в результате чего полученная смесь нейтрализуется с гидроксидом кальция для получения АФУ, получение АФУ путем взаимодействия ПФ и ММ с ЭФК и получение различных смешанных удобрений на их основе.

Методы исследования. При выполнении диссертационной исследовательской работы использован химический (объемный комплексонометрический и количественный анализ) и физико-химический (сканирующий электронный микроскоп SEM – EVO MA 10 (Цейсс, Германия)) методы, элементный анализ (Энергодисперсионный рентгеновский спектрометр (EDS-Oxford Instrument)) и рентгенофазный метод («Panalytical Empyrean» (Нидерланды)), («XRD-6100 Shimadzu» (Япония)).

Научная новизна исследования заключается в следующем:

определены оптимальные параметры получение ЭФК норм и концентраций серной кислотой и величины извлечения ЭФК, содержащего 17,00-26,89% P_2O_5 , из полученного клинкера через циркулирующие растворы воды и ЭФК;

в процессах промывки фосфогипса, образующегося при получении ЭФК клинкерным способом, найдены оптимальные условия для доведения содержания в нем P_2O_5 до минимальных значений, доказано получение

фосфогипса, который легко обрабатывается как по качеству, так и по количеству;

определены основные оптимальные величины межфазного распределения фтора в процессах получения ЭФК клинкерным методом из различных ФС и основные оптимальные величины процесса получения ЭФК из ФС;

определены технологические значения процессов получения АФУ с высоким значением усвояемого P_2O_5 при взаимодействии ПФ и ММ с азотной кислотой и ЭФК;

обоснован процесс получения АФУ с большими значениями общего (18,12-33,15%) и относительного усвояемого содержания (53,42-58,0%) P_2O_5 под воздействием различных факторов (азотной кислоты, концентраций и норм ЭФК, концентрации и количества нитрата кальция);

определены оптимальные пропорции при получении СУ с использованием АФУ, азотных и калийсодержащих удобрений повышение относительных усвояемых количеств фосфора в них с 53,42 до 72,74%, соответственно, научно обосновано, а на основе АФУ, азотных и калийных компонентов получении смешанных удобрений с содержанием 11,18-16,94% N, 9,09-17,71% P_2O_5 и 6,78-16,28% K_2O ;

определены минеральный и элементный состав ЭФК и удобрений на его основе, ФГ, ПФ и ММ, полученных из различных ФС;

Рассчитаны материальные потоки, обосновано экономические эффективность и разработано усовершенствованных технологических схем получения ЭФК из ФС на его основе простых фосфорных и комплексных удобрений с большим количеством питательных компонентов и получение АФУ и СУ (NP-, PK- и NPK) на основе ФО – ПФ и ММ образующихся при получении МОФК из ФС ЦК.

Практические результаты исследования:

Определены оптимальные величины извлечения АФУ на основе азотной кислоты и АФУ из местных фосфатных отходов клинкерным методом из различных АФУ с высоким содержанием P_2O_5 и низким содержанием фтора, а также разработана ресурсосберегающая технология, основанная на экономичности;

Определены оптимальные значения при получении простых фосфорных и аммофосных удобрений с большими питательными компонентами на основе ЭФК, полученных из ЭФК, найдены оптимальные значения основных технологических величин получения СУ типа NP -, PK - и NPK - на основе азотсодержащих и калийсодержащих удобрений, а также разработаны усовершенствованные технологии, основанные на экономической целесообразности.

Достоверность результатов исследования. Приведены результаты химического и современного физико-химического анализа подтвержденные лабораторными опытами и агрохимическими экспериментами, проведенными на полях хозяйств Наманганской области на НИИЗБК Наманганской научно-опытной станции, и опытными партиями,

разработанными СП ООО «Ifoda Agro Kimyo Himoya» и СП АО «Elektrokimyo zavodi», включением его реализация в перспективные планы.

Научно-практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость результатов исследования состоит в том, что в результате воздействия различных видов ЭФК-фосфатного сырья при различных концентрациях и нормах серной кислоты выявлены закономерности разложения этого фосфорного сырья, найдены оптимальные величины разложения, определены технологические показатели извлечения ЭФК из клинкера, созданы технологии получения ЭФК клинкерным способом и получения простых и комплексных удобрений более высоких концентраций, а также выявлены общие закономерности процессов воздействия азотной кислоты и ЭФК в различных концентрациях и нормах ПФ и ММ, определены оптимальные величины воздействия, получены АФУ с высоким содержанием питательного компонента и внесения смешанных удобрений NP -, PK - и NPK-типов. в основу создания легли упрощенные технологии производства.

Практическая значимость результатов исследований состоит в том, что получение ЭФК клинкерным методом различных видов ФО служит для разработки ресурсосберегающих технологий получения из полученных этим методом ЭФК высококонцентрированных и эффективных простых и комплексных удобрений. Кроме того, с целью уменьшения потерь фосфора путем расщепления азотной кислотой и ЭФК нативных фосфатных отходов применяют упрощенные технологии получения АФУ путем нейтрализации полученной смеси гидроксидом кальция, а также СУ с большим содержанием питательных компонентов (NP -, PK - и NPK) с использованием аммиачной селитры и KCl.

Внедрение результатов исследования. На основе полученных научных результатов по получению ЭФК и фосфорных и комплексных удобрений клинкерным способом из различных видов фосфорных удобрений, переработке фосфорных отходов, образующихся при термическом обогащении фосфорного сырья азотной кислотой и ЭФК, и разработке усовершенствованных технологий получения на их основе смешанных удобрений:

технология получения смешанных удобрений на основе АФУ, аммиачной селитры и хлористого калия, полученных из местных фосфатных отходов – ПФ и ММ, включена в “перечень перспективных разработок по внедрению в практику в 2025-2026 гг. СП ООО «Ifoda Agro Kimyo Himoya» (СП ООО «Ifoda Agro Kimyo Himoya» от 28 августа 2024 г. №01/127 справочник). В результате получают питательные компоненты и $P_2O_{5\text{общ}}$, получены смешанные удобрения с высокой абсорбционной усвояемостью;

Технология получения удобрений типов АФУ-18 и АФУ-22 в результате переработки местных ФО - ПФ и ММ азотной кислотой включены в «Перечень перспективных разработок для реализации в 2025-2026 годах» СП АО «Elektrokimyo zavodi» (справка СП АО «Elektrokimyo zavodi» № 01/142 от 23 августа 2024 года). Установлено, что расход азотной кислоты можно

сократить на 10-15%, гидроксида кальция - на 10-12%, фосфатные отходы полностью перерабатывать в удобрение, а его стоимость удешевляется на 10-78%;

технология получения удобрений типов АФУ-31 и АФУ-33, из фосфатных отходов ПФ и ММ с ЭФК включены в «Перечень перспективных разработок для реализации в 2025-2026 годах» СП АО «Elektrokimyozavodi» (справка СП АО «Elektrokimyozavodi» № 01/142 от 23 августа 2024 года). При этом выяснилось, что имеется возможность экономии 12-16% расхода ЭФК, фосфатные отходы ПФ и ММ полностью перевести в удобрения.

Апробация результатов исследования. Результаты данного исследования были обсуждены на 4 международных и 14 республиканских научно-практических конференциях.

Публикация результатов исследования. По теме диссертации опубликовано 32 научные работы. В частности, основные научные результаты диссертации (DsC) были опубликованы в 14 научных статьях, из них 9 в республиканских журналах и 5 в зарубежных журналах, рекомендованных к публикации Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан.

Структура и Объем диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, шести глав, заключения, списка использованной литературы, условных обозначений и приложений. Объем диссертации составил 211 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обосновывается актуальность и необходимость темы диссертации, формулируются цели и задачи исследования, описываются объект и тема исследования, указывается соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики Узбекистан, излагаются научная новизна и практические результаты исследования, дается внедрение результатов в практику, приводятся данные по опубликованным научным работам и структуре диссертации.

В первой главе диссертации под названием **“Пути получения экстракционной фосфорной кислоты и различных удобрений из фосфоритного сырья”** представлены виды фосфорного сырья, фосфатные отходы и их описание, способы получения экстракционной фосфорной кислоты из фосфоритов, ее переработки в фосфорные и комплексные удобрения, представлены и критически проанализированы методы переработки фосфатного сырья и фосфатных отходов с помощью азотной и экстракционной фосфорной кислоты в простое фосфорное, смешанное и комплексное удобрение. Приведены выводы по данному анализу. На основе анализа научного материала формулируются цель и задачи исследования.

Во второй главе диссертации, озаглавленной **“Переработка различного фосфорного сырья клинкерным способом в экстракционную фосфорную кислоту”**, рассматривается влияние норм и концентраций серной кислоты на получение экстракционной фосфорной кислоты с

использованием серной кислоты из различного фосфорного сырья, процессы извлечения экстракционной фосфорной кислоты из фосфорнокислого клинкера через воду и циркулирующие растворы, изучение процессов промывки фосфогипса, получение экстракционной фосфорной кислоты из различного фосфоритного сырья, исследование величин процесса получения экстракционной фосфорной кислоты в лабораторном модельном оборудовании, материальный поток и технологическая схема экстракционной фосфорной кислоты клинкерным методом, экономическая эффективность экстракционной фосфорной кислоты клинкерным методом из фосфоритов.

В начале опытов были взяты нормы серной кислоты: 95, 100, 103, 105 и 110% (по отношению к СаО в фосфоритном сырье). А концентрации серной кислоты: 70, 75, 80, 85, 90 и 93%. Время разложения 30 минут. Полученный клинкер сушили при 250-300°C, а из полученного клинкера фосфорную кислоту с кипящей (80-90°C) 10% ЭФК, смешивали в соотношении ФС:10% ЭФК=1,0:2,5 в течение 5-10 минут и извлекали путем фильтрации под вакуумом. Из-за разложения РФМ высококонцентрированной серной кислотой образования больших объемов пены не наблюдалось. Были рассчитаны коэффициент разложения РФМ ($K_{\text{разл.}}$), процент перехода P_2O_5 в раствор ($K_{\text{выход}}$) и скорости фильтрации суспензий фосфорнокислого гипса. Полученные результаты приведены в таблице 1.

Таблица 1

Влияние скорости и концентрации кислоты на основной химический состав полученных ЭФК и фосфогипса

$N_{H_2SO_4}, \%$	$C_{H_2SO_4}, \%$	Количество веществ, %							$K_{\text{ражл.}}, \%$	$K_{\text{общ.}}, \%$	Скорость фильтрации, $кг/м^2 \cdot с$
		ЭФК			Сухой фосфогипс						
		P_2O_5	СаО	SO_3	P_2O_5 общ.	P_2O_5 в.р.	СаО	SO_3			
95	93	16,25	0,35	3,32	2,58	0,26	29,78	42,45	94,01	93,02	1105
100		16,79	0,32	3,38	2,54	0,24	29,82	42,39	94,96	93,34	1164
103		17,22	0,31	3,46	2,50	0,22	29,87	42,35	95,71	93,71	1207
105		17,35	0,29	3,53	2,47	0,20	29,90	42,31	95,98	93,85	1285
110		17,41	0,28	3,61	2,44	0,19	29,94	42,27	96,05	94,02	1318
103	70	16,02	0,32	3,23	2,32	0,17	29,49	42,01	94,06	93,03	1436
	75	16,21	0,35	3,28	2,36	0,19	29,57	42,09	94,25	93,05	1398
	80	16,42	0,37	3,34	2,41	0,20	29,68	42,18	94,39	93,25	1357
	85	16,70	0,39	3,37	2,44	0,21	29,75	42,24	95,01	93,59	1289
	90	17,11	0,42	3,42	2,48	0,22	29,83	42,29	95,58	93,67	1256
	93	17,22	0,31	3,46	2,50	0,22	29,87	42,35	95,71	93,71	1207

Результаты этой таблицы показывают, что количество P_2O_5 в ЭФК, которое образуется при извлечении фосфорной кислоты из полученного клинкера с 10%-ным ЭФК, намного выше, чем при извлечении водой. Когда концентрация серной кислоты составляет 93% и ее нормы увеличиваются с 95 до 110%, а также когда норма кислоты составляет 103% и ее концентрация увеличивается с 70 до 93%, также наблюдается увеличение количество P_2O_5 в

ЭФК и $K_{\text{разл.}}$. Кроме того, при повышении кислотной нормы наблюдается также увеличение скоростей фильтрации фосфорнокислотно-гипсовых суспензий. Однако при увеличении концентрации кислоты происходит снижение этой скорости. Здесь допустимыми величинами можно считать нормы серной кислоты 103-105% и концентрации 90-93%. ЭФК, полученный в оптимальных количествах, будет содержать 17,11-17,35% P_2O_5 . При этом скорость фильтрации составляет от 1207 до 1285 $\text{кг/м}^2 \cdot \text{с}$ по влажному фосфогипсу. Даже с точки зрения количества P_2O_5 в ЭФК и скорости фильтрации эти величины полностью соответствуют текущим производственным требованиям. Из результатов вышеперечисленных лабораторных опытов следует отметить наличие возможности получения ЭФК непосредственно из обычной фосфоритной муки.

В последующих исследованиях изучалось влияние водных и циркулирующих концентраций ЭФК на концентрацию ЭФК, получаемого клинкерным способом на основе РФМ. При этом концентрация серной кислоты была доведена до 93%, а ее нормы - до 100; 103 и 105%. Количество воды, используемой для извлечения ЭФК из фосфорнокислого и сульфатного кальция клинкера, а также циркулирующего ЭФК было получено как 2,5:1,0 по сравнению с РФМ. Полученные результаты представлены на графике на рисунке 1.

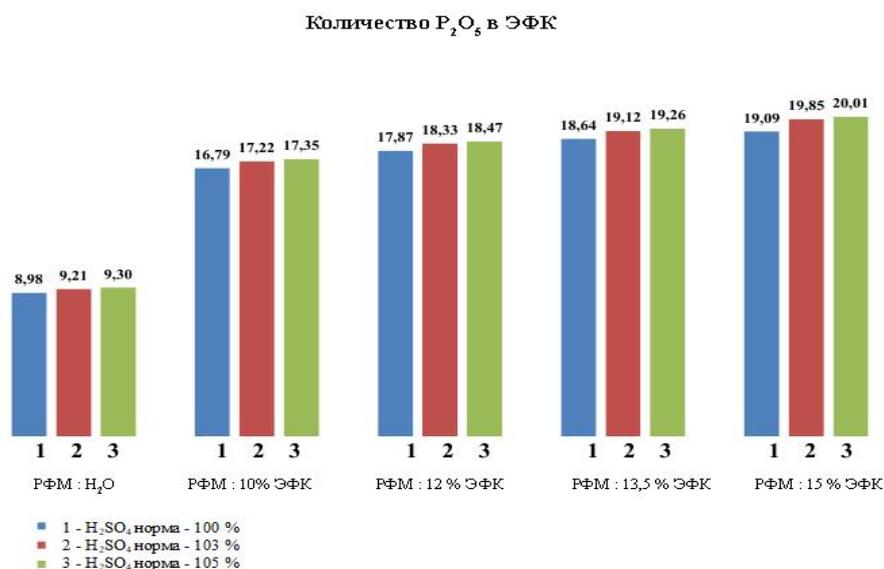


Рис. 1. Влияние концентрации циркулирующего раствора ЭФК на концентрацию продукта ЭФК.

Известно, что при получении ЭФК из фосфоритов также образуются фосфогипсы (ФГ). Фосфогипс, полученный этим методом, содержит 2,50-2,74% $P_2O_{5\text{общ.}}$, 29,80-30,04% CaO и 40,30-42,70% SO_3 . Из этого видно, что остается большое количество $P_2O_{5\text{общ.}}$ в полученном фосфогипсе. В последующих исследованиях были проведены лабораторные эксперименты по минимизации этих количеств. Полученные образцы фосфогипса один раз смешивали с водой в соотношении РФМ: H_2O =1,0:(0,5-2,5) и фильтровали. Полученные результаты приведены в таблице 2.

Таблица 2

Основной химический состав образцов фосфогипса, образовавшихся после одной промывки водой

Состав ФГ	N _{H2SO4} , %	При промывании без перемешивания в РФМ:Н ₂ О= 1,0:2,5	Когда фосфогипс смешивают и промывают				
			Соотношение РФМ:Н ₂ О				
			1,0:0,5	1,0:1,0	1,0:1,5	1,0:2,0	1,0:2,5
P ₂ O ₅	100	2,63	1,01	0,82	0,70	0,66	0,61
	103	2,55	0,92	0,75	0,65	0,62	0,57
	105	2,52	0,80	0,69	0,61	0,55	0,52
CaO	100	29,85	30,41	30,54	30,60	30,73	31,05
	103	29,90	30,34	30,51	30,64	30,70	30,98
	105	29,93	30,28	30,44	30,67	30,68	30,93
SO ₃	100	42,50	43,44	43,63	43,71	43,90	44,36
	103	42,45	43,35	43,58	43,77	43,86	44,26
	105	42,40	43,25	43,49	43,81	43,83	44,19

Из результатов, представленных в таблице 2, видно, что при РФМ:Н₂О=1,0:2,5 и промывке фосфогипса без перемешивания содержание P₂O₅ в фосфогипсе составляет 2,63%, а значения CaO и SO₃ составляют 29,85% и 42,50% соответственно (при норме кислотности 100%). При кислотных нормах 103 и 105% содержание P₂O₅ будет равно 2,55 и 2,52% соответственно, а CaO-29,90 и 29,93% соответственно, а SO₃-42,45 и 42,40% соответственно. Однако при промывке образовавшегося фосфогипса, смешанного с водой, происходит дальнейшая очистка фосфогипса от P₂O₅. Например, при соотношении РФМ:Н₂О 1,0:0,5 и норме кислотности 100% содержание P₂O₅ равно 1,01%, CaO-30,41%, а содержание SO₃-43,44%. Аналогичные случаи наблюдаются при нормах серной кислоты 103 и 105%. По мере уменьшения значения соотношения РФМ:Н₂О, то есть из-за увеличения содержания воды, наблюдается значительное снижение содержания P₂O₅ в фосфогипсе, а также небольшое увеличение чистоты фосфогипса, то есть значений CaO и SO₃ в нем. Например, при дозировании серной кислоты на 100% при увеличении соотношения РФМ:Н₂О с 1,0:0,5 до 1,0:2,5 количество P₂O₅ уменьшается с 1,01 до 0,61%, в то время как значения CaO и SO₃ увеличиваются с 30,41 до 31,05% и с 43,44 до 44,36% соответственно. При норме кислотности 103% содержание P₂O₅ в фосфогипсе снижается с 0,92 до 0,57%, в то время как значения CaO и SO₃ увеличиваются с 30,34 до 30,98% и с 43,35 до 44,26% соответственно. При дозировании серной кислоты 105% наблюдается уменьшение количества вышеперечисленных веществ с 0,80 до 0,52%, увеличение с 30,28 до 30,93% и увеличение с 43,25 до 44,19% соответственно. Из этих приведенных значений видно, что при промывке фосфогипса смешиванием с водой количество P₂O₅, которое остается в нем, уменьшается как минимум в 2,6 раза. Степень чистоты фосфогипса увеличивается с 91,38 до 93,40%. Из приведенных выше обсуждений можно сделать вывод, что для максимального снижения содержания P₂O₅ в образцах фосфогипса желательно, чтобы образцы фосфогипса промывались водой, и при этом соотношение РФМ:Н₂О должно составлять 1,0:1,0 в качестве оптимального

соотношения. Меньше этого соотношения, что означает, что при низком уровне воды возникают трудности с промывкой образцов фосфогипса, а при высоком уровне воды увеличивается расход воды, а также появляются растворы с низким содержанием P_2O_5 в ЭФК. При оптимальном соотношении промытые фосфогипсы имеют высокую вероятность применения в дальнейших процессах переработки. На рисунке 2 показано влияние одновременных норм и концентраций серной кислоты на количество P_2O_5 в ЭФК, полученном на основе ММ, а также концентраций циркулирующих ЭФК, используемых при экстракции.

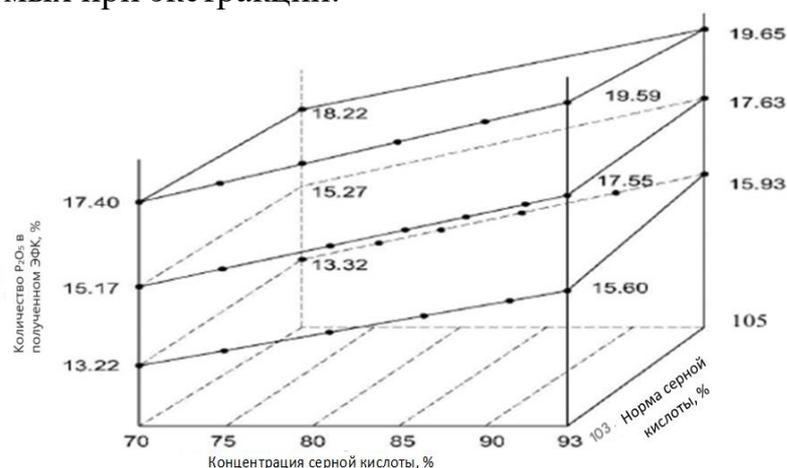


Рис. 2. Влияние нормы и концентрации серной кислоты на количество P_2O_5 в ЭФК и концентрацию циркулирующего раствора ЭФК: 1-10% ЭФК; 2-12% ЭФК и 3-15% ЭФК

Из представленных результатов видно, что на количество P_2O_5 в полученном ЭФК существенно влияет концентрация серной кислоты и циркулирующая концентрация ЭФК, применяемая при экстракции.

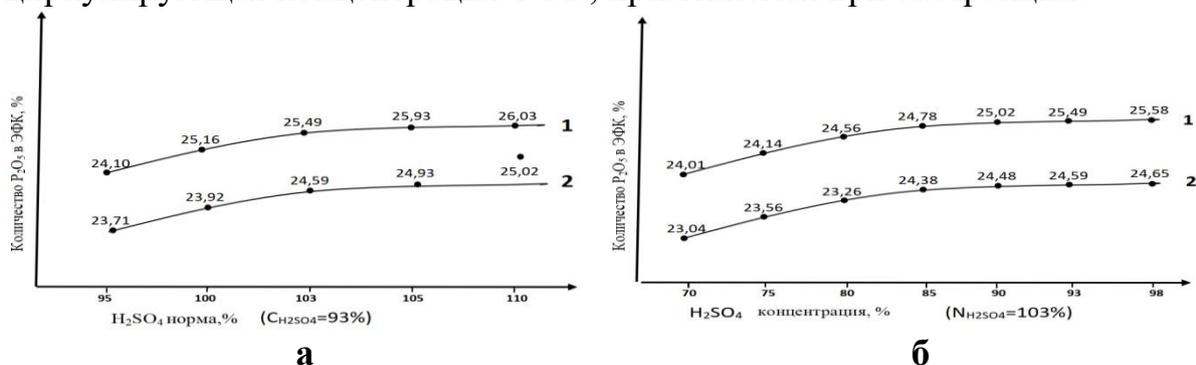


Рис. 3. Влияние нормы (а) и концентрации (б) серной кислоты на количество P_2O_5 в ЭФК, полученного на основе ПВПФ. 1- ПВПФ: 10% ЭФК = 1,0:2,5 и 2- ПВПФ: 10% ЭФК = 1,0:3,0

В последующем исследовании изучалось влияние норм и концентраций серной кислоты на количества P_2O_5 в ЭФК, полученных на основе ПВПФ с циркулирующим ЭФК, и полученные результаты представлены на рисунке 3.

На основании проведенных выше лабораторных исследований рассчитан материальный поток процессов извлечения фосфорной кислоты (ЭФК) клинкерным способом из различных видов фосфорнокислого сырья (ММ, РФМ и ПВПФ) и предложена принципиальная технологическая система (рис.4).

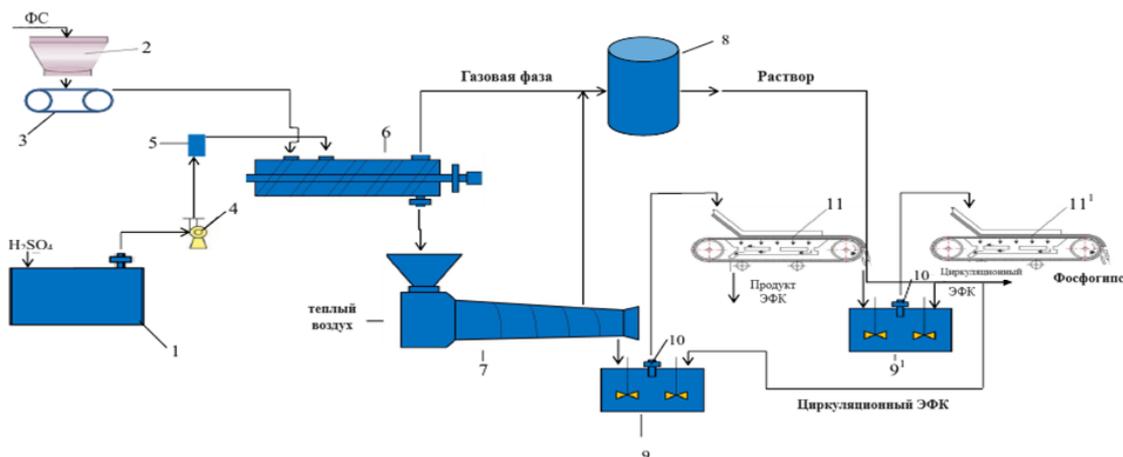


Рис. 4. Принципиальная технологическая схема извлечения фосфорной кислоты из различного фосфоритового сырья клинкерным способом.

1-накопитель серной кислоты; 2-фосфатный бункер для сырья; 3- весы; 4-кислотный насос; 5-весовой счетчик серной кислоты; 6- шнековый реактор расщепления фосфоритов; 7-барabanная сушилка; 8-абсорбер; 9,9¹-смесители; 10-погружные насосы; 11,11¹-ленточные вакуумные фильтры.

Основная сущность получения ЭФК клинкерным способом с использованием серной кислоты из различного фосфоритного сырья состоит в том, что измельченную минерализованную массу или другой вид фосфоритного сырья измельчают 90-93%-ным раствором серной кислоты относительно количества содержащегося в ней СаО сушат полученную смесь сернокислой серной кислоты при 250-300°С получают ЭФК из полученной сухой смеси путем циркуляционного через раствор ЭФК фильтрация влажного фосфогипса, смешанного с циркулирующим раствором ЭФК.

В последующих работах была подсчитана экономическая эффективность технологии высокотемпературного обогащения фосфоритов Центрального Кызылкума с получением экстракционной фосфорной кислоты клинкерным способом из каждой тонны ММ, ПОПФ и ПВПФ, являющихся продуктом обогащения и РФМ. Стоимость 1 тонны ЭФК, полученных из ММ, РФМ, ПВПФ и ПОПФ, на 17 208; 53 244; 43267; и 75 444 сумов дешевле, чем 1 тонна 18% ЭФК, произведенных на предприятии "Алмалык Аммофос-Максам" соответственно.

В третьей главе диссертации **“Процессы получения простых и комплексных удобрений из экстракционной фосфорной кислоты, полученной клинкерным способом”** исследованы реологические свойства ЭФК, полученных клинкерным способом с использованием серной кислоты в ПОПФ, ПВПФ и РФМ, являющихся фосфорными отходами, образующимися на стадии сортировки технологии высокотемпературного обогащения низкокачественных Центрально-Кызылкумских фосфоритов, а также ЭФК, являющихся продуктом обогащения, полученных серной кислотой из различных фосфорных отхода) изучены процессы получения простого фосфорного удобрения-преципитата удобрения и комплексного удобрения-аммофоса из полученных образцов ЭФК, приведены материальный поток и

технологическая схема получения удобрений, а также технико-экономические показатели. При получении простых и комплексных удобрений на основе ЭФК, получаемых из различных ФС, важную роль играют их концентрации и реологические свойства. Поэтому в последующих исследованиях изучалась их реологическая (вязкость и плотность) роль в повышении концентраций P_2O_5 в ЭФК. Потому что возникает необходимость автоматизации, контроля процессов получения ЭФК такого типа и передачи полученных ЭФК с одного оборудования на другое.

Увеличение концентраций P_2O_5 в ЭФК, полученных на основе ММ, и изменение его плотности при различных температурах представлены на рисунке-6. При этом изменение плотности изучалось при температуре в диапазоне 20-80°C. При повышении концентрации P_2O_5 в ЭФК с 15,60 до 35,60% при температуре 20°C наблюдается значительное увеличение его плотности, т. е. увеличение с 1,12 до 1,46 г/см³ (в 1,3 раза). Аналогичные закономерности повторяются и при других температурах. При повышении температуры от 20 до 80°C наблюдается незначительное снижение плотности всех концентрированных ЭФК.

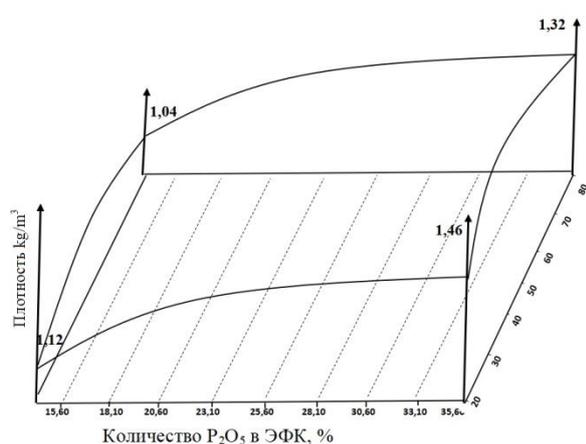


Рис. 5. Увеличение концентрации P_2O_5 в ЭФК, полученного на основе ММ, и изменение его плотности при различных температурах.

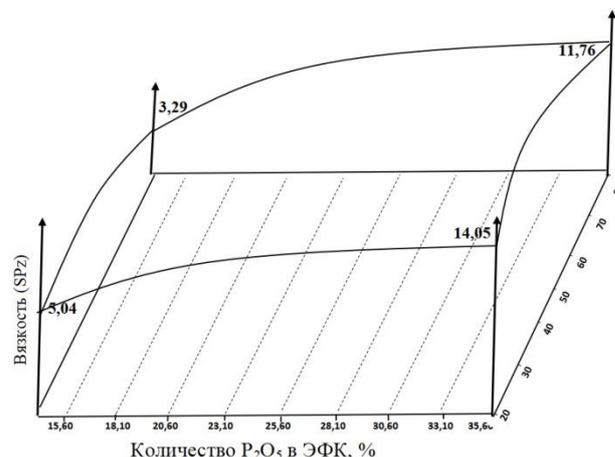


Рис. 6. Увеличение концентрации P_2O_5 в ЭФК, полученного на основе ММ, и изменение его вязкости при различных температурах.

Например, при ЭФК 18,10% можно увидеть снижение его плотности с 1,19 до 1,09 г/см³ (в 1,09 раза). Однако из данных на рисунке-7 видно, что при увеличении концентраций P_2O_5 в этих образцах ЭФК его вязкость увеличивается в достаточной степени. Например, при температуре 20°C вязкость при 15,60% ЭФК равна 5,04 сПз, а вязкость при 35,60% ЭФК равна 14,05 сПз, что в 2,79 раза больше. При этом увеличение вязкости можно объяснить увеличением массы солей в растворе и уменьшением доли воды.

В результатах исследований повышения концентрации P_2O_5 в ЭФК, полученных на основе РФМ и ПВПФ, и изменения его плотности и вязкости при различных температурах также прослеживаются общие закономерности, представленные в образцах ЭФК, полученных на основе ММ.

В дальнейших исследованиях изучалось получение простого фосфорного удобрения – удобрения пресипитата из ЭФК, полученного

клинкерным способом на основе РФМ. Полученные результаты приведены в таблице 3. Из этих полученных результатов видно, что увеличение нормы осадителя оказывает существенное влияние на качество полученных образцов пресной воды с удобрениями. Например, 33,02% $P_2O_{5\text{общ}}$ в образце удобрения преципитат при норме осаждения 80% и концентрации ЭФК будет 10,32%. Содержание абсорбирующей формы P_2O_5 на 2% ной лимонной кислоте в этом образце преципитатного удобрения составляет 29,06%, что составляет 88% от общего количества P_2O_5 . $CaO_{\text{общ}}$ в удобрении а количество абсорбирующей формы CaO на 2%ной лимонной кислоте составляет 24,77 и 21,92% соответственно. $P_2O_{5\text{в.р.}}$ и $CaO_{\text{в.р.}}$ количества водорастворимых форм этих веществ равны 2,78 и 1,69% соответственно. $P_2O_{5\text{общ}}$ в образцах удобрений, полученных из раствора ЭФК с концентрацией 10,32% при увеличении нормы осадителя с 80 до 110% количества от 33,02 до 34,18% и $CaO_{\text{общ}}$ с другой стороны, наблюдается увеличение количества с 24,77% до 34,19%. Аналогичная ситуация и закономерности наблюдаются в образцах удобрения преципитата полученного из 17,35% раствора ЭФК. Однако $P_2O_{5\text{общ}}$ в этих образцах наблюдается, что количества 10,32% ЭФК немного больше, чем в удобрениях преципитатов.

Таблица 3

Основной химический состав преципитатных удобрений

Норма, % $Ca(OH)_2$	Химический состав, %						
	$P_2O_{5\text{общ}}$	$P_2O_{5\text{ув. по 2-}}\%$ ЛИМ. К-ТЫ	$P_2O_{5\text{в.р.}}$	$CaO_{\text{общ}}$	$CaO_{\text{ув. по 2-}}\%$ ЛИМ. К-ТЫ	$CaO_{\text{в.р.}}$	P_2O_5 переход в жидкую фазу, %
Концентрация ЭФК – 10,32%							
80	33,02	29,06	2,78	24,77	21,92	1,69	8,05
90	33,51	29,49	2,31	27,81	24,61	1,55	5,06
100	33,91	29,84	2,02	30,52	27,01	1,34	3,02
110	34,18	30,08	1,50	34,19	30,26	1,26	2,04
Концентрация ЭФК – 17,35%							
80	34,25	30,82	2,82	23,98	21,70	1,78	7,12
90	35,11	31,60	2,36	28,09	25,42	1,67	4,84
100	35,78	32,20	2,07	30,41	27,52	1,41	2,55
110	36,14	32,53	1,55	34,33	31,07	1,30	1,87

Известно, что при нейтрализации растворов ЭФК суспензией $Ca(OH)_2$ важную роль играет количество P_2O_5 , которое переходит в раствор, так как чем меньше его количество переходит в раствор, тем выше не только качество полученного преципитатного удобрения. Содержание относительной абсорбционной формы P_2O_5 в полученных образцах преципитата составляет не менее 88%. Оптимальными нормами можно считать все нормы осаждения, но целесообразно, если за приемлемые нормы брать 100-110% нормы, в зависимости от количества P_2O_5 , прошедшего в раствор. Это 33,91-36,14% $P_2O_{5\text{общ}}$ в образцах преципитат, взятых при приемлемых нормах, 29,84-32,53% $P_2O_{5\text{ув.}}$, 30,52-34,33% $CaO_{\text{общ}}$ и 27,01-

31,07% $\text{CaO}_{\text{усв}}$. 1,87-3,02% от общего P_2O_5 в ЭФК переходит в раствор, то есть расходуется впустую. Но если это полученное преципитатное удобрение высококонцентрированные удобрения по питательным компонентам (питательный компонент 60,92-67,21% $\text{P}_2\text{O}_{5\text{общ}}$ и $\text{CaO}_{\text{усв}}$). Такой вид удобрений содержит в своем составе не только фосфор, но и необходимый растению элемент кальций. На основании полученных результатов были рассчитаны материальные потоки получения простого фосфорного удобрения-преципитата удобрения из ЭФК, полученного в ММ и РФМ, и предложена упрощенная технологическая схема (рис.7).

На заключительном этапе исследования изучались процессы получения комплексного удобрения-аммофоса из ЭФК, полученных из различных ФС. В целом, следует отметить, что общий состав образцов аммофоса, взятых из образцов ЭФК на основе всех типов ФО, не сильно отличается друг от друга.

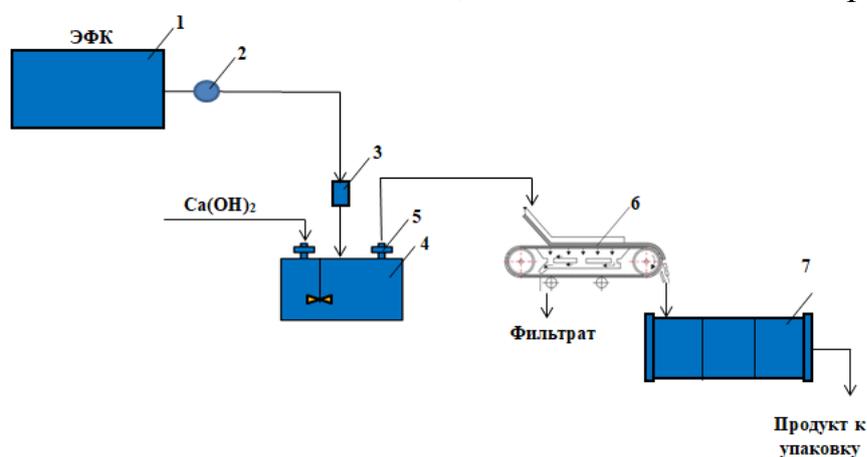


Рис. 7. Технологическая схема получения простого фосфорного удобрения-преципитатного удобрения из ЭФК, полученного на основе различного фосфоритного сырья.

1-емкость-накопитель ЭФК; 2-кислотный насос; 3-весоизмерительный прибор для ЭФК; 4-преципитатный реактор; 5-погружной насос; 6-ленточный вакуумный фильтр; 7-сушилка.

На основе ЭФК, полученных при различных фосфорных удобрениях, сформулирована экономическая эффективность, определяющая целесообразность экономичного производства простого фосфорного удобрения-удобрения преципитат и комплексного удобрения-аммофосного удобрения. Из подсчитанных данных видно, что удобрения преципитата из ЭФК на основе ММ и РФМ дешевле обычного суперфосфата на 3 040 660 и 3 466 356 сум соответственно. Цены на комплексные удобрения на основе ЭФК-аммофосы, полученные из ММ и РФМ, соответственно 5 514 432 и 5 379 013 сум соответственно, что на 2 145 568 и 2 280 982 сум дешевле, чем аммофос, производимый на предприятии Алмалык Аммофос-Махам.

В главе 4 диссертации **“Получение активированных фосфорных удобрений из фосфорного сырья”** исследовано влияние концентрации и норм азотной кислоты, концентрации и количества кальциевой селитры, концентрации и норм экстракционной фосфорной кислоты на получение активированных фосфорных удобрений из фосфорных отходов. На экспериментально-испытательном лабораторном оборудовании проверены

процессы получения активированных фосфорных удобрений и основана материалопоток, принципиальная технологическая схема и экономическая целесообразность получения активированных фосфорных удобрений.

Для проведения опытов в лабораторных условиях сначала использовали фосфатный отход – порошок фосфорита (ПФ) и азотную кислоту различной концентрации, образующиеся при выщелачивании фосфоритов из хлора после сухой сортировки фосфоритов ЦК. Азотная кислота для расщепления ПФ 30,0; 35,0; 40,0; 45,0; 50,0; 55,0 и при концентрациях 58,78% и при 100% умеренном разложении его с образованием дикальций фосфата. По результатам эксперимента было установлено, что концентрация азотной кислоты не оказывает существенного влияния на качественные показатели образцов получаемого активированного фосфорного удобрения (АФУ). Но 22,0-23,0% общего фосфора уходит в раствор, то есть тратится впустую. Кроме того, количество P_2O_5 в образцах удобрений, которые будут взяты, будет низким, а его относительная абсорбция также будет небольшой. Чтобы восполнить эти недостатки, в наших последующих лабораторных экспериментах, чтобы увеличить относительное поглощение P_2O_5 и CaO в обычных фосфорных удобрениях, а также уменьшить перенос P_2O_5 в раствор, норму азотной кислоты увеличили до 110% и нейтрализовали полученную преципитатную суспензию суспензией $Ca(OH)_2$ с pH до 4,5. Полученные результаты представлены в таблице 4 и на рисунке 8.

Таблица 4

Химический состав удобрений, нейтрализованных $Ca(OH)_2$

№	Химический состав, %							
	P_2O_5 общ.	P_2O_5 усв. по 2-% лим. К-ТЫ	P_2O_5 в.р.	CaO общ.	CaO усв. по 2-% лим. К-ТЫ	CaO в.р.	N	Степень перехода P_2O_5 в жидкую фазу, %
Концентрация азотной кислоты – 30,0%								
1	18,22	9,29	2,19	39,50	22,12	2,95	1,07	2,25
Концентрация азотной кислоты – 35,0%								
2	18,28	9,41	2,24	39,58	22,56	3,04	1,15	2,22
Концентрация азотной кислоты – 40,0%								
3	18,32	9,53	2,29	39,69	23,02	3,10	1,21	2,18
Концентрация азотной кислоты – 45,0%								
4	18,37	9,64	2,31	39,78	23,47	3,15	1,25	2,15
Концентрация азотной кислоты – 50,0%								
5	18,42	9,76	2,36	39,89	23,93	3,21	1,29	2,12
Концентрация азотной кислоты – 55,0%								
6	18,47	9,88	2,40	39,95	24,37	3,28	1,34	2,09
Концентрация азотной кислоты – 58,78%								
7	18,58	10,03	2,43	40,01	24,80	3,32	1,36	2,07

Из представленных результатов видно, что относительное количество $P_2O_{5у\text{св}}$ в образцах фосфорных удобрений, полученных в 100% - ной норме азотной кислоты к концентрациям соответственно равны 43,98; 44,57 и 45,48% , в то время как при нормировании 110% кислоты это будет 52,98; 53,49 и 53,98% соответственно. Аналогичная закономерность также наблюдается в $CaO_{у\text{св}}$. Так, примерами фосфорных удобрений получаемых при нормировании азотной кислоты 110%, являются $P_2O_{5о\text{бщ}}$ и $P_2O_{5у\text{св}}$ и $CaO_{у\text{св}}$ по относительным количествам фосфорных удобрений, и этот тип активированного фосфорного удобрения может быть успешно применен в этой области. В последующих исследованиях для получения АФУ использовалась минерализованная масса (ММ), и были получены те же результаты, что и при ПФ. При этом в полученных АФУ будет больше основного питательного компонента (P_2O_5).

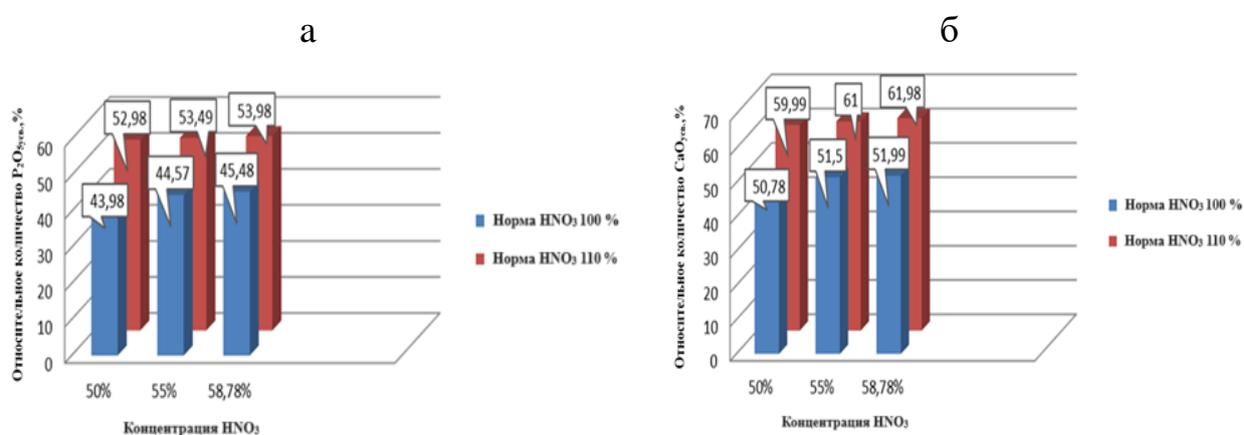


Рис. 8. Влияние норм HNO_3 на относительные количества форм $P_2O_{5у\text{св}}$. (а) и $CaO_{у\text{св}}$. (б) в активированных фосфорных удобрениях. Концентрация HNO_3 , %: 1-50,0; 2-55,0 и 3-58,78.

Однако два типа фосфатных отходов имеют низкую концентрацию раствора нитрата кальция, который образуется при переработке азотной кислоты. Поэтому наши дальнейшие исследования были сосредоточены на более высоких концентрациях растворов нитрата кальция, которые образуются в виде добавок. При этом растворы кальциевой селитры, а не воды, добавлялись в полученную смесь после разложения азотной кислотой ПФ и ММ. Вместо воды из 5, 10, 15, 20, 25 и 30% растворов $Ca(NO_3)_2$ добавляли ПФ: $Ca(NO_3)_2=1,0:2,0$ и $1,0:2,5$ соответственно. Кроме того, было изучено влияние количества раствора $Ca(NO_3)_2$. На рисунке 9 показано влияние на содержание нитрата кальция в фильтратах, образующихся при основном методе и при промывке водой. Из приведенных данных видно, что при увеличении концентрации добавляемого нитрата кальция в обоих образующихся фильтратах возрастают количества $Ca(NO_3)_2$, а при увеличении соотношения раствора ПФ: $Ca(NO_3)_2$ Количество кальциевой селитры в них уменьшается. Аналогичные закономерности наблюдаются при использовании ММ. Только при этом концентрация $Ca(NO_3)_2$ в образующихся фильтратах будет несколько выше.

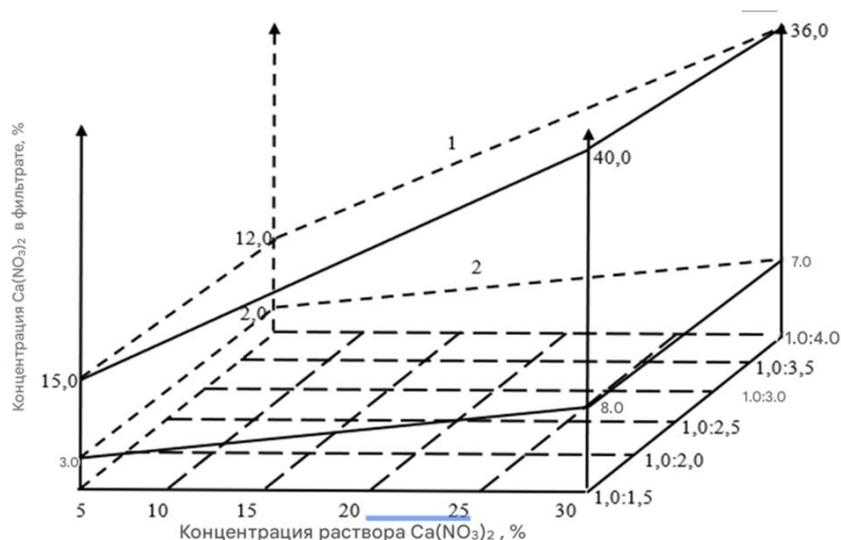


Рис. 9. Влияние различных концентраций раствора нитрата кальция и соотношения ПФ:Ca(NO₃)₂ на содержание Ca(NO₃)₂ в фильтратах. 1-основной фильтрат и 2-дополнительный фильтрат

В лабораторных результатах по получению фосфорных удобрений с активированным восстановлением азотной кислотой фосфорных отходов ПФ и ММ отмечены следующие недостатки: малые количества P₂O₅_{общ.}-основного питательного компонента в полученных АФУ (18,12-22,48%) и появление растворов кальциевой селитры. Следовательно, чтобы получить АФУ, содержащий большое количество основного питательного компонента (P₂O₅_{общ.}) ФО подвергался распаду при различных концентрациях и нормах ЭФК. Основные полученные результаты приведены в таблице 5.

Таблица 5

Основной состав активированных фосфорных удобрений

Основные компоненты	Нормы ЭФК, %											
	100		110		120		130		140		150	
	18%-ЭФК	21%-ЭФК	18%-ЭФК	21%-ЭФК	18%-ЭФК	21%-ЭФК	18%-ЭФК	21%-ЭФК	18%-ЭФК	21%-ЭФК	18%-ЭФК	21%-ЭФК
P ₂ O ₅ _{общ.}	29,25	30,39	30,74	31,27	30,93	31,52	31,64	32,65	32,57	33,72	33,68	34,49
P ₂ O ₅ _{уств. по 2%-лим. кис.}	14,65	15,44	16,27	17,20	16,71	18,29	17,72	19,61	21,18	23,55	25,24	27,53
P ₂ O ₅ _{в.р.}	3,59	4,05	4,45	4,77	5,03	5,31	5,56	5,92	6,01	6,32	6,45	6,71
$\frac{P_2O_{5\text{уств.}}}{P_2O_{5\text{общ.}}}, \%$	50,08	50,81	52,99	55,00	54,02	58,02	56,00	60,06	65,03	69,84	74,94	79,82
CaO _{общ.}	22,85	22,75	22,80	22,72	22,61	22,31	22,49	22,28	22,21	22,17	22,19	22,12
CaO _{уств. по 2%-лим. кис.}	11,88	12,12	12,19	12,70	12,45	13,17	13,04	13,81	15,10	15,95	17,07	17,88
$\frac{CaO_{\text{уств.}}}{CaO_{\text{общ.}}}, \%$	51,99	53,27	53,46	55,90	55,06	59,03	57,98	61,98	67,99	71,94	76,93	80,83
Степень декарбонизации, %	50,87	51,96	52,29	53,98	54,35	58,56	57,01	61,23	66,52	71,04	75,98	80,06

Из результатов представленной таблицы видно, что превышение нормы ЭФК оказывает достаточно большое влияние на качественные и количественные показатели получаемого удобрения, при этом на его концентрацию существенного влияния не оказывает. Например, P₂O₅_{общ.} в

АФУ, полученный, когда норма ЭФК составляет 100,0%, а его концентрации составляют 18,0 и 21,0% количества будут равны 29,25 и 30,39% соответственно.

Полученный АФУ содержит $P_2O_{5\text{усв.}}$ 14,65 и 15,44%, соответственно, и значения будут равны 50,08 и 50,81% соответственно при расчете на относительное количество усвояемости. $P_2O_{5\text{с.е.}}$ в этих образцах удобрений суммы равны 3,59% и 4,05% соответственно. Это $CaO_{\text{общ.}}$ в размерах и $CaO_{\text{усв.}}$ значения составляют 22,85 и 22,75%, а также 11,88 и 12,12% соответственно. Из результатов этой таблицы видно, что относительные значения поглощения CaO составляют 51,99% и 53,27% АФУ, полученные на основе 18,0% и 21,0% ЭФК соответственно. По мере увеличения норм ЭФК вышеуказанные общие закономерности повторяются. Относительные значения $P_2O_{5\text{усв.}}$ и $CaO_{\text{усв.}}$ полученные из АФУ не менее 50%. Из этих результатов следует, что с увеличением норм ЭФК показатели качества полученных АФУ (относительная усвояемость P_2O_5 и CaO) увеличиваются. Приемлемыми величинами можно считать все нормы ЭФК, но с точки зрения экономии величин ЭФК целесообразно считать приемлемыми нормы 110-120,0% от них. Образцы удобрений АФУ, полученные в оптимальных количествах, имеют следующий состав (тяжелый, %): $P_2O_{5\text{общ.}}$ 30,74-31,52; $P_2O_{5\text{усв.}}$ - 16,27-18,29; $P_2O_{5\text{в.р.}}$ - 4,45-5,31; $CaO_{\text{общ.}}$ -22,31-22,80; $Ca_{\text{усв.}}$ -12,19-13,17.

Даже при получении АФУ на основе ММ вышеуказанные величины можно считать оптимальными: концентрация ЭФК – 18,0-21,0%, а ее нормы- 110,0-120,0%. В этом случае получается АФУ (тяжелый, %): $P_2O_{5\text{общ.}}$ -32,58-33,15; $P_2O_{5\text{усв.}}$ -17,26-19,23; $P_2O_{5\text{в.р.}}$ -4,49-5,39; $CaO_{\text{общ.}}$ -29,12-29,29; $CaO_{\text{усв.}}$ - 15,66-17,22. Полученные при этом АФУ-это P_2O_5 и CaO значения относительной усвояемости будут равны 52,98-58,01% и 53,47-59,13% соответственно. Скорость перехода фосфора в раствор его потери 0,80-0,92%.

На основе приведенных выше оптимальных показателей были изучены процессы получения активированных фосфорных удобрений на крупногабаритном оборудовании, то есть в экспериментально-испытательном лабораторном оборудовании. На основе проведенных экспериментов на лабораторном и экспериментально-испытательном оборудовании определены основные технологические показатели получения активированного фосфорного удобрения (АФУ) на основе азотной кислоты и ЭФК из фосфорных отходов (ФО), а основные химические составы активированного фосфорного удобрения, полученные на экспериментально-испытательном лабораторном оборудовании, отличаются от основного химического состава образцов активированного фосфорного удобрения, полученных в лабораторных условиях и что эксперименты, проведенные в лабораторных условиях, а также полученные результаты верны определено.

В последующих исследованиях использованные ПФ и ММ, а также АФУ, полученные на основе ПФ и ММ, были изучены на основе современных физико-химических методов на основе их элементного и солевого состава. Полученные результаты очень близки к результатам химического анализа содержания элементов и солей в ПФ и ММ, а также АФУ. На основании

вышеизложенных результатов были рассчитаны материальные потоки активированных фосфорных удобрений, получаемых обработкой с использованием нитратов ПФ и ММ и экстракционной фосфорной кислоты, предложена принципиальная технологическая схема производства такого вида удобрений (рис. 10 и 11).

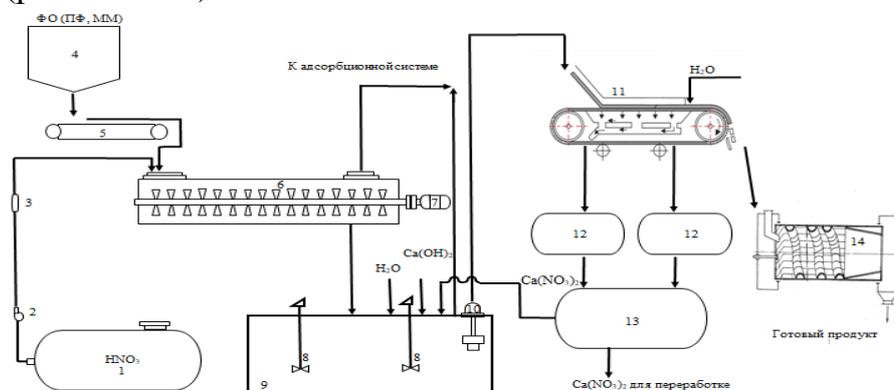


Рис. 10. Принципиальная технологическая схема производства активированных фосфорных удобрений на основе местных фосфорных отходов и азотной кислоты.

1-Емкость хранилища кислоты; 2-кислотный насос; 3-расходомер кислоты; 4-бункер для сырья; 5-весы; 6-винтовой реактор; 7-электродвигатель; 8-смесители; 9-реактор-смеситель; 10-погружной насос; 11-ленточный вакуумный фильтр; 12-емкости для основного и дополнительного фильтров; 13- общая емкость; 14-барabanный гранулятор.

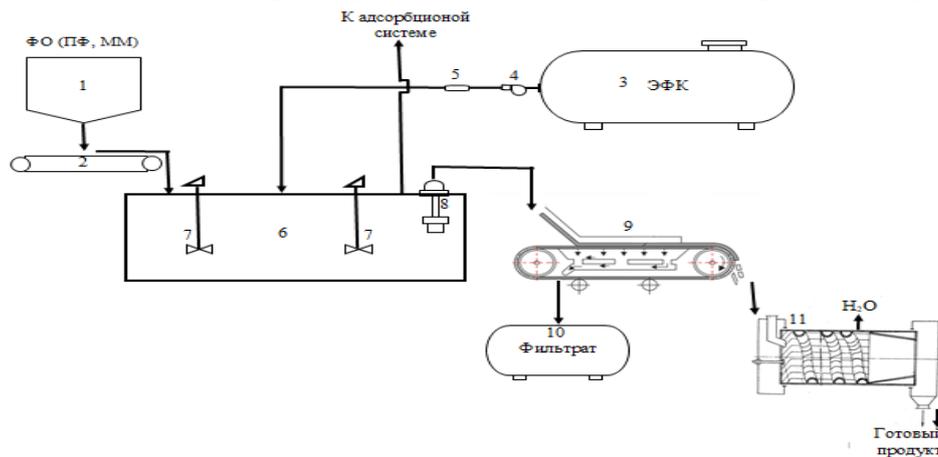


Рис. 11. Усовершенствованная технологическая схема получения активированных фосфорных удобрений на основе местных фосфатных отходов и ЭФК.

1-сырьевой бункер; 2-весы; 6-винтовой реактор; 3-емкость для хранения кислоты; 4-кислотный насос; 5-расходомер кислоты; 6-смесительный реактор; 7-смесители; 8-погружной насос; 9-ленточный вакуумный фильтр; 10-емкость фильтра; 11-барabanный гранулятор.

Следуя вышесказанному, была рассчитана экономическая целесообразность получения активированных фосфорных удобрений, полученных на основе ПФ и ММ. АФУ, полученные с использованием азотной кислоты в размере 1 тонны ПФ и ММ, были бы в 1,16 и 1,86 раза дешевле (на 378 945 и 1 298 157 сумов соответственно), чем удобрение с аммиачным простым суперфосфатом (AOSP), содержащее 17,0% P_2O_5 и 1,0% N в АО Indorama Kokand Fertilizers and Chemicals дешево. Цены на АФУ, полученные на основе ПФ и ММ с использованием фосфорной кислоты, в 1,28 и 1,33 раза дешевле, чем на АOSP, или на 619 447 и 687 316 Сум соответственно.

В пятой главе диссертации, озаглавленной **“Процессы получения смешанных удобрений на основе активированных простых фосфорных удобрений, азотных и калийных удобрений”**, рассматриваются процессы получения различных смешанных удобрений из АФУ, получаемых азотной кислотой из фосфорных отходов – ПФ и ММ, материальные потоки и технологическая схема получения смешанных удобрений типа NP-, PK- и NPK-, а также экономическая эффективность указана. В начале исследования изучались процессы получения смешанных удобрений NP-типа. Для получения смешанных удобрений типа NP применяли активированные фосфорные удобрения и азотные компоненты (аммиачная селитра, хлористый аммоний и сернокислый аммоний), полученные на основе обработки азотной кислотой ПФ и ММ. Основной химический состав активированного фосфорного удобрения, полученного на основе ПФ, следующий: 18,37-18,47% $P_2O_{5\text{общ}}$; 9,64-9,88% $P_2O_{5\text{усв}}$ на 2% лимонной кислоты. 39,78-39,95% $CaO_{\text{общ}}$; 23,37-24,47% $CaO_{\text{усв}}$ по 2%ной лимонной кислоте. Азотсодержащие компоненты (NH_4NO_3 , NH_4Cl и $(NH_4)_2SO_4$) к активированному фосфорному удобрению, полученному на основе ПФ, для получения смешанных удобрений NP-типа N: P_2O_5 1,0:0,3; 1,0:0,5 1,0:0,7 и 1,0: 1,0 добавлен в расчете в соотношении. По полученным результатам было определено $P_2O_{5\text{общ}}$ в образцах смешанных удобрений NP-типа, полученных за счет увеличения соотношения компонентов корма (N: P_2O_5) при использовании азотсодержащей аммиачной селитры. Увеличение значений с 6,72 до 12,31% на 2%ной лимонной кислоте $P_2O_{5\text{усв}}$, а значения увеличатся с 5,64 до 8,17%. И наоборот, наблюдается снижение значений общего азота в взятых образцах удобрений с 22,39 до 12,31%. общий $CaO_{\text{общ}}$ в образцах полученных смешанных удобрений на 2-процентной лимонной кислоте $Ca_{\text{усв}}$ суммы увеличиваются с 14,54 до 26,64% и с 12,25 до 18,52% соответственно. Те же общие закономерности, что и выше, соблюдаются при использовании хлорида аммония и сульфатов аммония в дополнение к аммиачной селитре при получении смешанного удобрения NP-типа, но видно, что в этих случаях количество питательных компонентов значительно меньше, чем в образцах удобрений NP-типа, полученных в присутствии аммиачной селитры. Например, при соотношении N: P_2O_5 1,0:0,3 основные питательные компоненты в образцах удобрений, полученных с использованием аммиачной селитры, хлористого аммония и сульфатов аммония ($N_{\text{общ}}+P_2O_{5\text{общ}}$) значения соответственно 29,11;24,04 и 20,66% соответственно. Число в образцах удобрений, взятых при соотношении N: P_2O_5 1,0:0,5 $N_{\text{общ}}+P_2O_{5\text{общ}}$ значения равны 27,21;23,29 и 20,53% соответственно. Соотношение N: P_2O_5 будет равно 25,93; 22,75 и 20,41%, а также 24,62;22,19 и 20,29% соответственно, при этом 1,0:0,7 и 1,0:1,0. Из этих значений видно, что при увеличении соотношений N: P_2O_5 наблюдается определенная степень уменьшения количества общих компонентов корма. Но такая ситуация не мешает применять эти удобрения в сельском хозяйстве, так как пропорции питательных компонентов этих удобрений подбираются в зависимости от вида растения и состава почвы этой местности. Помимо

вышеперечисленного, важную роль играют значения относительной абсорбционной формы фосфора в этих удобрениях. Потому что эта ситуация является одним из требований к удобрениям, используемым в сельском хозяйстве. При этом относительная абсорбционная форма фосфора не должна быть менее 50%. Кроме того, $\text{CaO}_{\text{усв.}}$ в смешанных удобрениях типа NP также доступен, и теперь он также считается питательным элементом для растений. На рисунках 12а и 12б показано изменение этих двух питательных компонентов в зависимости от соотношения $\text{N}:\text{P}_2\text{O}_5$. Как видно из данных, представленных на рис. 12а, содержание P_2O_5 в смешанных удобрениях типа NP получено при уменьшении соотношения $\text{N}:\text{P}_2\text{O}_5$ относительные значения формы увеличиваются, причем наибольшие значения эти значения имеют в образцах удобрений, приготовленных с аммиачной селитрой.

На рис. 12б представлен $\text{CaO}_{\text{усв.}}$ в смешанных удобрениях типа NP, полученных с уменьшением соотношения $\text{N}:\text{P}_2\text{O}_5$. видно, что относительные значения формы увеличиваются и эти значения имеют наибольшие значения в образцах удобрений, приготовленных с аммиачной селитрой. Из этих результатов можно сделать вывод, что $\text{P}_2\text{O}_{5\text{усв.}}$ в первых полученных образцах АФУ и $\text{CaO}_{\text{усв.}}$ относительные значения существенно возрастают при внесении смешанных удобрений.

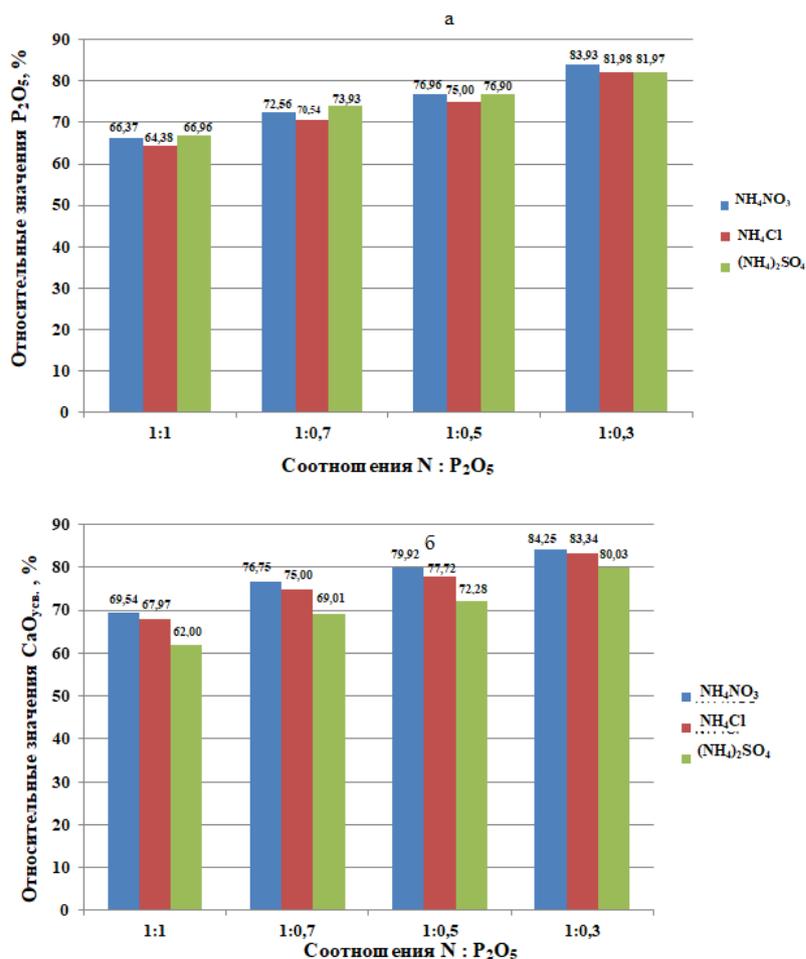


Рис. 12. Зависимость относительных величин форм $\text{P}_2\text{O}_{5\text{усв.}}$ (а) и $\text{CaO}_{\text{усв.}}$ (б) в смешанных удобрениях типа NP от соотношения $\text{N}:\text{P}_2\text{O}_5$.

Учитывая широкое применение в сельском хозяйстве смешанных удобрений с соотношением азота и P_2O_5 1,0:0,7 и 1,0:1,0, основными характеристиками наших смешанных удобрений типа NP являются следующие количества компонентов (мас., %): $P_2O_{5\text{общ.}}$ - 10,68-12,31; 2% лим. кислотой $P_2O_{5\text{усв.}}$ - 7,75-8,17; $CaO_{\text{общ.}}$ - 23,10-26,64; $CaO_{\text{усв.}}$ на 2%-ной лим. кислоте - 17,73-18,52 и $N_{\text{общ.}}$ - 12,31-15,25 (при использовании аммиачной селитры).

В наших дальнейших исследованиях были изучены процессы получения смешанных удобрений типа PK , и здесь приемлемыми соотношениями можно считать 1,0:0,7 и 1,0:1,0. Количество основных компонентов в смешанных удобрениях типа PK , полученных в этих допустимых количествах, составляют: $P_2O_{5\text{общ.}}$ - 13,70-15,16%; 2% лим. кислотой $P_2O_5\%$ - 9,55-10,60%; $CaO_{\text{общ.}}$ - 29,64-32,81%; $CaO_{\text{усв.}}$ - 21,03-23,28% и K_2O - 10,39-14,10% (при использовании АФУ, полученных на основе ФК) и $P_2O_{5\text{общ.}}$ - 15,75 по 2%-ной лим. кислоте - 17,71%; 2% лим. кислотой $P_2O_5\%$ - 11,01-12,40%; $CaO_{\text{общ.}}$ - 27,83-31,30%; $CaO_{\text{усв.}}$ - 19,76-22,23% и K_2O - 12,09-16,28% по 2%-ной лим. кислоте (при использовании АФУ на основе ММ).

В самой последней части исследования проводились эксперименты по получению смешанных удобрений NPK -типа (полное удобрение). Количество основных компонентов в смешанных удобрениях типа NPK в соотношениях $N:P_2O_5:K_2O$ 1,0:0,7:0,5 и 1,0:1,0:1,0 составляет: $N_{\text{общ.}}$ - 10,24-13,56%; $P_2O_{5\text{общ.}}$ - 9,49-10,25%; K_2O - 6,78-10,25%; по 2-% лим. кислота $P_2O_{5\text{усв.}}$ - 7,22-7,69; $CaO_{\text{общ.}}$ - 20,54-22,16% и 2-% лим. кислота $Ca_{\text{усв.}}$ 15,81-16,62% (при применении АФУ на основе ПФ) и $N_{\text{общ.}}$ - 11,29-14,85%; K_2O - 7,42-11,29%; $P_2O_{5\text{общ.}}$ - 10,40-11,30%; 2-% лимонная кислота $P_2O_{5\text{усв.}}$ - 8,01-8,58%; $CaO_{\text{общ.}}$ - 18,37-19,95% и 2-% лимонной кислоты $CaO_{\text{усв.}}$ 14,31-15,15% (при применении производного АФУ на основе ММ). Основные питательные компоненты ($N_{\text{общ.}}+P_2O_{5\text{усв.}}+K_2O$) с общими значениями не менее 30% (29,83% в полном удобрении, полученном на основе АФУ, полученного из ПФ), и этот тип удобрения может быть отнесен к категории концентрированных удобрений. Но четвертым питательным компонентом является $CaO_{\text{усв.}}$. Если также принять во внимание стоимость, можно увидеть дальнейшее повышение уровня питательных веществ этого типа удобрений.

Образцы смешанных удобрений NPK -типа полностью отвечают общим требованиям, предъявляемым сельским хозяйством к относительным значениям питательных компонентов, а также усваиваемой формы общего фосфора, и могут быть успешно применены для повышения урожайности сельскохозяйственных культур. В следующих случаях рассчитаны материальные балансы получения смешанных удобрений типа NP -, PK - и NPK и предложена усовершенствованная технологическая система.

Шестая глава диссертации посвящена "**Проведению агрохимических испытаний полученных различных удобрений**", для изучения влияния удобрений типа ПУ, АФУ-18, АФУ-22, АФУ-31, АФУ-33, NP -, PK - и NPK на продуктивность растений хлопчатника и пшеницы были проведены агрохимические испытания. Установлено, что данные удобрения позволяют

повысить урожайность хлопка на 0,4-2,0 центнера и пшеницы на 3,4-5,9 центнера.

ВЫВОДЫ

Основными научно-практическими результатами, полученными при выполнении диссертационной работы, являются:

1. Изучены процессы получения ЭФК клинкерным методом из ФС ЦК-ММ, РФМ, МОФК и МСФК с использованием серной кислоты. Определены оптимальные параметры этих процессов. Продукт ЭФК, полученный в оптимальных условиях, имеет следующий состав: P_2O_5 – 17,00-26,89%; CaO – 0,29-0,69% и SO_3 – 3,23-3,54%.

2. Изучены основные параметры процесса получения ЭФК в укрупненном лабораторном оборудовании и определены основные технологические показатели процессов получения ЭФК. Исходя из того, что себестоимость 1 тонны ЭФК, произведенной в ММ, РФМ, МОФК и МСФК, была на 17 208; 53 244; 43 267 и 75 444 сумов дешевле, чем 1 тонна ЭФК с 18,0% P_2O_5 , произведенная на АО “Аммофос-Махам” в Алмалыке, соответственно.

3. Были изучены возможности получения простого фосфорного удобрения – удобрительного преципитата (УП) из образцов ЭФК, полученных в ММ и РФМ. Основной состав УП, полученного в оптимальных параметрах, следующий (вес., %): $P_2O_{5\text{общ.}}$ = 33,91-36,14%; $P_2O_{5\text{усв.}}$ = 30,03-34,33 по 2% лимонной кислоты (ЛК); $CaO_{\text{общ.}}$ = 30,52-36,78; $CaO_{\text{усв.}}$ = 27,01-33,15 по 2% ЛК и $CaO_{\text{в.р.}}$ = 1,86-2,70. Уровень преципитирования находится в пределах 95,94-98,38%.

4. Были изучены процессы получения комплексного удобрения – аммофоса из образцов ЭФК, полученных в различных ФС, и определены основные технологические величины его получения. Аммофос, полученный на основе ММ, РФМ, МОФК и МСФК содержит 46,25; 46,48; 46,85; и 47,02% $P_2O_{5\text{общ.}}$ соответственно. С другой стороны, значения азота составляют 12,01; 12,13; 12,25 и 12,29% соответственно.

5. Удобрения преципитата из ЭФК на основе ММ и РФМ дешевле обычного суперфосфата на 3 040 660 и 3 466 356 сум соответственно. Цены на аммофосы на основе ЭФК, полученные из ММ и РФМ, составили 5 514 432 и 5 379 018 сум соответственно, что на 2 145 568 и 2 280 982 сум дешевле, чем на традиционный аммофос, производимый на Алмалыкском АО “Аммофос-Махам” соответственно.

6. Были изучены основные величины получения АФУ из фосфоритного шлама (ФС) и минерализованной массы (ММ) на основе азотной кислоты и ЭФК, а также определены оптимальные величины. АФУ, полученный при оптимальных величинах, имеет следующий состав: $P_2O_{5\text{общ.}}$ – 18,12-33,15%; $P_2O_{5\text{усв.}}$ – 9,68-19,23%; $CaO_{\text{общ.}}$ – 22,33-39,57%; $CaO_{\text{усв.}}$ – 12,20-25,25%. Степень отмывки АФУ от $Ca(NO_3)_2$ составляет 97,07-97,64%. Это показало образование фильтратов $Ca(NO_3)_2$, содержащих 20,50-24,54%, и потерю около 2,02-2,12% P_2O_5 .

7. Стоимость 1 тонны АФУ, полученных с использованием азотной кислоты и ЭФК из ПФ и ММ, оказалась в 1,16 и 1,86 раза, а также в 1,28 и 1,33 раза дешевле, соответственно, по сравнению с удобрением из аммонизированного простого суперфосфата (АПСФ), производимым на АО “Indorama Kokand fertilizers and Chemicals” содержащим 17,0% P₂O₅ и 1,0% N.

8. На основе фосфоритного ФШ и ММ были получены активированные фосфорные удобрения (АФУ), а также смешанные удобрения NP -, PK - и NPK-типов с использованием азотных и калийных соединений. Полученное удобрение типа NP стоит в 1,27 раза дешевле, чем аммофос. Цена на удобрение типа PK оказалась в 1,14 раза дешевле, чем на удобрение типа “Foskasid”, а цена на комбинированное удобрение типа NPK в 1,81 раза дешевле, чем на удобрение типа NPK “Smartfert” и в 1,31 раза дешевле, чем на удобрение типа NPK.

9. Были проведены агрохимические испытания для изучения влияния удобрений АФУ-18, АФУ-22, АФУ-31, АФУ-33, типа NP, PK и NPK на урожайность хлопков и пшеницы. Было обнаружено, что эти удобрения могут увеличить урожай хлопка дополнительно на 0,4-2,0 центнера, а урожай пшеницы на 3,4-5,9 центнера.

**SCIENTIFIC COUNCIL ON AWARDING OF SCIENTIFIC DEGREE
DSc.03/29.08.2023.K/T.66.02 AT THE NAMANGAN INSTITUTE OF
ENGINEERING AND TECHNOLOGY**

NAMANGAN STATE UNIVERSITY

KHOLMATOV DILSHOD

**TECHNOLOGIES FOR ACID COMPLEX PROCESSING OF LOCAL
PHOSPHORITE AND PHOSPHATE WASTE**

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

**DISSERTATION ABSTRACT FOR THE DOCTOR (DSc)
OF SCIENCE TECHNICS**

Namangan - 2024

The subject of the Doctor of Science (DSc) dissertation is registered in the Higher Attestation Commission under the Ministry of Higher Education, Science and Innovation under the number B2024.3.DSc/T814.

The doctoral dissertation was completed at the Namangan State University.

The abstract of the dissertation is three languages (uzbek, russian, english (resume)) is available online (www.nammti.uz) Scientific Council and on the website "ZiyoNet" Information and educational portal (www.ziynet.uz).

Scientific consultants:

Sultonov Bakhodir

doctor of technical sciences, professor

Turaev Zokirjon

doctor of technical sciences, professor

Erkaev Aktam

doctor of technical sciences, professor

Alimov Umar

doctor of technical sciences, senior researcher

Leading organization:

Navoi State University of Mining and Technology

The defense of the dissertation will take place on "11" January, 2024 at 11⁰⁰ at the meeting of Scientific council DSc. 03/29.08.2023.K/T.66.02 at the Namangan engineering and technology institute and Research Center at the following address: 7, Kosonsoy street, Namangan District 160115, Namangan Tel.: (99869) 228-76-71; fax: (99869) 228-76-75, e-mail: nei_info@edu.uz).

Dissertation can be reviewed at the Information-resource Center of the Namangan engineering and technology institute (registered under №. 345). (Address: 7, Kosonsoy street, Namangan District 160115, Namangan Tel.: (99869) 228-76-71; fax: (99869) 228-76-75

Abstract of the dissertation sent out on 25th December 2024 year.
(Mailing report № 19 on 25th December 2024 year.)



O. Ergashev

Chairman of the scientific council awarding scientific degree, doctor of chemical sciences, prof.

D. Sherkuziyev

Scientific secretary of the scientific council awarding scientific degrees, doctor of technical sciences, prof.

I. Eshmetov

Deputy of chairman of the scientific seminar at Scientific council on awarding of scientific degree, doctor of technical sciences, prof.

INTRODUCTION (abstract of DSc dissertation)

The aim of the research work is to develop improved technologies for obtaining EPA using the clinker method from various types of phosphorus and phosphorus and complex fertilizers from it, processing phosphorus waste generated during the thermal enrichment of phosphorus raw materials with nitric acid and EPA, and obtaining mixed fertilizers based on them

Subject of the research work is the production of EPA with a higher P_2O_5 content and lower fluorine content using the clinker method from phosphorus raw materials (PRM), such as WBPC, WBPC, OPR and MM, and from it simple phosphorus and complex fertilizers with greater nutritional value, as well as the interaction of PRM (PP and MM) with nitric acid, as a result of which the resulting mixture is neutralized with calcium hydroxide to obtain APF, obtaining APF by interacting PP and MM with EPA and obtaining various mixed fertilizers based on them.

The scientific novelty of the research is as follows:

the optimal parameters for obtaining EPA standards and concentrations with sulfuric acid and the amount of extraction of EPA containing 17.00-26.89% P_2O_5 from the resulting clinker through circulating solutions of water and EPA were determined;

in the processes of washing phosphogypsum formed during the production of EPA by the clinker method, optimal conditions were found to bring the P_2O_5 content in it to minimum values, the production of phosphogypsum was proven, which is easily processed both in quality and quantity;

the main optimal values of the interphase distribution of fluorine in the processes of obtaining EPA by the clinker method from various PRM and the main optimal values of the process of obtaining EPA from PRM were determined;

the technological values of the processes for obtaining APF with a high value of assimilable P_2O_5 through the interaction of PP and MM with nitric acid and EPA have been determined;

the process of obtaining APF with high values of total (18.12-33.15%) and relative digestible content (53.42-58.0%) of P_2O_5 under the influence of various factors (nitric acid, concentrations and norms of EPA, concentration and amount of nitrate) has been substantiated calcium);

the optimal proportions for the production of MF using APF, nitrogen and potassium-containing fertilizers have been determined; the increase in the relative digestible amounts of phosphorus in them from 53.42 to 72.74%, respectively, is scientifically justified, and based on APF, nitrogen and potassium components, mixed fertilizers containing 11.18-16.94% N, 9.09-17.71% P_2O_5 and 6.78-16.28% K_2O ;

the mineral and elemental composition of EPA and fertilizers based on it, PG, PP and MM, obtained from various PRM, have been determined;

Material flows have been calculated, economic efficiency has been justified and improved technological schemes have been developed for the production of EPA from PRM based on simple phosphorus and complex fertilizers with a large

number of nutritional components and the production of APF and MF (NP-, PK- and NPK) based on PW - PP and MM formed when receiving WBPC from PRM CK.

Implement of research results. Based on the scientific results obtained on the production of EPA and phosphorus and complex fertilizers using the clinker method from various types of phosphorus fertilizers, the processing of phosphorus waste generated during the thermal enrichment of phosphorus raw materials with nitric acid and EPA, and the development of improved technologies for producing mixed fertilizers based on them:

technology for producing mixed fertilizers based on AFU, ammonium nitrate and potassium chloride obtained from local phosphate waste - PP and MM, included in the “list of promising developments for implementation in practice in 2025-2026.” JV LLC "Ifoda Agro Kimyo Himoya" (certificate of JV LLC "Ifoda Agro Kimyo Himoya" dated August 28, 2024 No. 01/127). As a result, nutritional components and P_2O_{5total} are obtained. mixed fertilizers with high absorption capacity were obtained;

The technology for producing fertilizers of the APF-18 and APF-22 types as a result of processing local PW - PP and MM with nitric acid is included in the “List of promising developments for implementation in 2025-2026” by JSC Elektrokimyozavodi JSC (certificate of JSC Elektrokimyozavodi JSC No. 01 /142 dated August 23, 2024). It has been established that the consumption of nitric acid can be reduced by 10-15%, calcium hydroxide by 10-12%, phosphate waste can be completely processed into fertilizer, and its cost is reduced by 10-78%;

technology for producing fertilizers of the APF-31 and APF-33 types, from phosphate waste PP and MM with EPA are included in the “List of promising developments for implementation in 2025-2026” by JSC Elektrokimyozavodi JSC (certificate of JSC Elektrokimyozavodi JSC No. 01/142 dated August 23, 2024). At the same time, it turned out that it is possible to save 12-16% of EPA consumption; phosphate waste PP and MM can be completely converted into fertilizers.

Dissertation structure and volume. The dissertation consists of an introduction, six chapters, a conclusion, a list of used literature, notations and appendices. The volume of the dissertation is 211 pages.

E'LON QILINGAN ISHLAR RO'YXATI
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLICATIONS

I bo'lim (I часть; I part)

1. Xolmatov D., Sulstonov B. Study of the Production of Wetprocessing Phosphoric Acid by Clinker Method on Base of Mineralized Mass. Chemical Science International Journal Volume 33, Issue 5, Page 1-10, 2024; Article no.CSIJ.121302 ISSN: 2456-706X. (Past name: American Chemical Science Journal, Past ISSN: 2249-0205) –B. 10. (02.00.00; №2).

2. Xolmatov D., Xasanov S. Oddiy fasfat unidan olingan fosfogipsni yuvish va uning kimyoviy tarkibi aniqlash. Namangan davlat universiteti Ilmiy axborotnomasi. [2024-6] ISSN: 2181-1458 ISSN: 2181-0427. –B.55-58. (02.00.00; №18).

3. Xolmatov D., Sulstonov B., Nozimov E., Sherqo'ziyev D. Faollashtirilgan fosforli o'g'itlar olishda fosfat kislota me'yorlari va konsentrasiyalarini ta'siri. International Journal of Advanced Technology and Natural Sciences ISSN: 2181-144X. DOI: 10.24412/2181-144X-2024-1-88-94. –B. 88-94.

4. Xolmatov D. Minerallashgan massadan faollashtirilgan fosforli o'g'itlar olish. Buxoro davlat universiteti ilmiy axboroti. Scientific reports of bukhara state university 2024/3 (108). – B. 106-110. (OAK Rayosatining 2019 yil 28 fevraldagi 262/9.2-son qarori bilan OAK ilmiy nashrlar ro'yxatiga kimyo, biologiya, filologiya, tarix fan tarmoqlari bo'yicha milliy nashrlar sifatida kiritilgan).

5. Xolmatov D. Mahalliy fosfat chiqindisi - minerallashgan massani faollashtirilgan fosforli o'g'itlarga qayta ishlash. Namangan davlat universiteti Ilmiy axborotnomasi, [2024-7] issn:2181-1458 issn:2181-0427. 02.00.00-Kimyo fanlari journal.namdu.uz Chemical sciences. – B. 53-58. (02.00.00; №18).

6. Xolmatov D., Sulstonov B., Rasulov A. Утилизация фосфатных отходов, образующихся при термическом обогащении фосфоритов центральных Кызылкумов. Переработка вторичного сырья. 2024. №4. DOI: 10.17580/or.2024.04.06– Б. 18-23. (3) Scopus.

7. Xolmatov D., Sulstonov B., Nodirov A., Abdullajonov O. Оддий фосфорит ундан клинкер усулда олинган экстракцион фосфат кислота катталикларига сульфат кислота меъери ва концентрацияларини таъсири. Qo'qon DPI. Ilmiy xabarlar. 3-2021. Sentyabr. – B . 43-48. (OAK Rayosatining 2021-yil 31-martdagi qarori bilan OAK ilmiy nashrlar ro'yxatiga kimyo, biologiya, filologiya, tarix fan tarmoqlari bo'yicha milliy nashrlar sifatida kiritilgan).

8. Xolmatov D., Sulstonov B., Nodirov A., Abdullajonov O. Марказий кизилкум фосфоритларидан экстракцион фосфат кислота олишнинг кленкер усули. НамДУ илмий ахборотномаси. 2021 йил 7-сон. – Б . 69-75. (02.00.00; №18)

9. Xolmatov D., Sulstonov B., Nodirov A., Namazov Sh. Изучение процесса клинкерного способа получения экстракционной фосфорной кислоты из мытого обезжженного фосфоритового концентрата. O'zbekiston kimyo jurnali, 2022, махсус сони. УДК: 661. 634. 222. – Б . 39-43. (02.00.00; №6)

10. Xolmatov D., Sulstonov B., Nodirov A., Turdaliyeva S. Влияние нормы и концентрации серной кислоты на параметры экстракционной фосфорной кислоты, полученных клинкерным способом из мытого обожженного фосфоритового концентрата. *Universum: технические науки*. Март, 2022 г. № 3 (96). – Б. 6. (02.00.00; №1)

11. Xolmatov D., Sulstonov B., Nozimov E. Recycling of Local Phosphate Waste - mineralized Mass into Activated Phosphorus Fertilizers. *Chemical Science International Journal*. Volume 32, Issue 6, Page 108-114, 2023; Article no.CSIJ.110442. ISSN: 2456-706X (Past name: American Chemical Science Journal, Past ISSN: 2249-0205). –В. 108-114. (02.00.00; №2)

12. Xolmatov D., Sulstonov B., Nozimov E. Fosforit kukunlaridan faollashtirilgan o'g'itlar olishda kaltsiy nitratli aylanma eritma konsentratsiyasi va miqdorini ta'siri. *Qo'qon DPI ilmiy xabarlar*. 4 (12) -2023 dekabr. – В. 107-116. (ОАК Rayosatining 2021-yil 31-martdagi qarori bilan ОАК ilmiy nashrlar ro'yxatiga kimyo, biologiya, filologiya, tarix fan tarmoqlari bo'yicha milliy nashrlar sifatida kiritilgan).

13. Xolmatov D., Sulstonov B., Nozimov E. Исследования процессов получения смешанных удобрений пр-типа на основе активированных фосфорных удобрений. *Innovations in technology and science education scientific journal*. November 2023 in volume # 2 ISSUE # 6. Issn 2181-371X. –В. 270-278. (14) ResearchBib.

14. Xolmatov D., Sulstonov B., Nozimov E. Влияние концентрации и нормы азотной кислоты при получении активированных фосфорных удобрений. *Universum: технические науки*. Март, 2023 г. № 3 (108). – Б. 5-11. (02.00.00; №1)

15. Nozimov E.S., Sulstonov B.E., Kholmatov D.S., Sherkuziev D.Sh., Nodirov A.A. Phosphorus fertilizer technology activated from phosphorus powder and mineralized mass // *Scientific and Technical Journal of Namangan Institute of Engineering and Technology*, 2024. 8(1), P. 129-134. (05.00.00; № 33).

II bo'lim (II часть; II part)

1. Xolmatov D., Sulstonov B. Утилизация фосфоритового шлама, образующихся при термическом обогащении фосфоритов центральных Кызылкумов. 2024-yil 22-may “Kimyo ta'limi, fan va ishlab chiqarish integratsiyalari”, mavzusidagi I-xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya materiallar. IV-sho'ba To'plami. 2024-yil 22 may. Qo'qon – 2024. – В. 70-72.

2. Xolmatov D., Sulstonov B., Nodirov A., Shodiyev G'. Oddiy fosforit unidan klinker usulda olingan ekstraksiya fosfat kislotadan oddiy fosforli o'g'itli presipitat olish. Назарий ва экспериментал кимё ҳамда кимёвий технологиянинг замонавий муаммолари. Халқаро илмий-амалий анжумани материаллари. *Theoretical and experimental chemistry and modern problems of chemical technology*. УДК:665.5:001(575.1). Қарши, 2023. – Б. 249-251.

3. Xolmatov D., Sulstonov B., Nodirov A., Shodiyev G'. Назарий ва экспериментал кимё ҳамда кимёвий технологиянинг замонавий муаммолари. Халқаро илмий-амалий анжумани материаллари. *Theoretical and experimental*

chemistry and modern problems of chemical technology. Қарши, 2023. УДК:665.5:001(575.1). – Б. 254-257.

4. Xolmatov D., Sulstonov B., Nodirov A., Xasanov S. Фосфорит унидан клинбир усулда эхстракцион фосфат кислота олиш жараёнларида сульфат кислота концентрацияларини таъсири. Фан, таълим ва техникани инновацион ривожлантириш масалалари. Хақаро илмий-амалий онлине анжуман материаллари тўплами. 2022 йил 12 апрель, Андижон. – Б. 374-376.

5. Xolmatov D., Sulstonov B., Nodirov A. Клинбирный способ получения эхстракционной фосфорной кислоты из мытого обежжонного фосфоритового концентрата. Труды конференции. 13-14-декабрь 2022 г. Тошкент. – Б. 123-126.

6. Xolmatov D., Sulstonov B., Nodirov A. Эхстракционная фосфорная кислота из мытого обежжонного фосфоритового концентрата. Kimyo va kimyo ta'limi muammolari mavzusidagi Respublika ilmiy-amaliy anjuman materiallari to'plami. 2022-yil 20-sentabr. Qo'qon-2022. – В. 197-199.

7. Xolmatov D., Sulstonov B., Nodirov A., Xasanov S. Фосфорит унидан клинбир усулда эхстракцион фосфат кислота олишга баъзи технологик катталикларни таъсири. Namangan davlat universiteti. Tabiiy fanlar va ekologiyaga oid ayrim muammolar. Ilmiy maqolalar to'plami. XVII. Namangan-2022. – В. 9-11.

8. Xolmatov D., Sulstonov B., Nodirov A., Abdullajanov O. Клинбир усулда эхстракцион фосфат кислота олиш тўғрисида. Mahalliy хомашыолар ва иккиламчи ресурслар асосидagi innovatsion texnologiyalar. Respublika ilmiy-texnik anjumani materiallari to'plami. 2-jild. Urganch 2021 yil 19-20-aprel. – В. 86-88.

9. Xolmatov D., Sulstonov B., Nozimov E. Фаоллаштирилган фосфорли ўғитлар олишда Эхстракцион фосфат кислота меъёрларини таъсири. 20th-TECH-FEST-2023. International Multidisciplinary Conference Hosted from Manchester, England. <https://conferencea.org> 25th November 2023. – В. 36-38.

10. Xolmatov D., Sulstonov B., Nozimov E. Влияние концентрации азотной кислоты при получении активированных фосфорных удобрений. Та'лим, фан ва ишлаб чиқарилшнинг долзарб муаммолари, mavzusidagi respublika ilmiy-amaliy konferensiya materiallari to'plami. Namangan 2023-yil 7-8-noyabr. – В. 178-180.

11. Xolmatov D., Sulstonov B., Nozimov E. Obtaining activated phosphorus fertilizers on the base of local phosphote waste. Prospects of development of science and education. – В. 7-10.

12. Xolmatov D., Sulstonov B., Nozimov E. Об утилизации фосфорсодержащих отходов. Prospects of development of science and education. – В. 63-67.

13. Xolmatov D., Sulstonov B., Nozimov E. Эхстракцион фосфат кислота иштирокида Фаоллаштирилган фосфорли ўғитлар олиш. 20th -ICARHSE. International Conference on Advance Research in Humanities, Applied Sciences and Education Hosted from New York, USA <https://conferencea.org> November, 28th 2023. – В. 52-54.

14. Xolmatov D., Sulstonov B., Nozimov E. Obtaining activated phosphorus fertilizers on the basis of mineralized mass. *Ilm-fan va ta'limning rivojlanish istiqbollari mavzusidagi ilmiy konferensiya to'plami № 45*. 25-dekabr 2023-yil. B. 9-10.

15. Xolmatov D., Sulstonov B., Nozimov E. Фосфорит кукунларидан фаоллаштирилган ўғитлар олишда кальций нитрат концентрацияларининг таъсири. Республиканская научно-практическая конференция с международным участием. Современные аспекты развития фундаментальных наук и вопросы их преподавания 2023 г. 15-ноября. Ташкент-2023. – Б. 114-116.

16. Xolmatov D., Sulstonov B., Nozimov E. Фосфорит кукунларига нитрат кислота тасир этириб фаоллаштирилган ўғитлар олиш. *Globalashuv sharoitida noorganik moddalar va materiallar ishlab chiqarishda innovatsion texnologiyalarni rivojlantirish istiqbollari*. Respublika ilmiy-amaliy konferensiyasi maqolalar to'plami (chet el olimlari ishtirokida) 9-10 noyabr 2023-yil. Toshkent – 2023. UDK 661.66, BBK 35.20. –B. 370-372.

17. Xolmatov D., Sulstonov B., Nozimov E. Abdullajanov O. Пищевые фосфатные добавки. “Integration into the world and connection of sciences” Integrational scientific and practical online conference. January 2021. – B. 7.