FORFORITLARDAN FOSFORLI O'G'ITLAR AJRATIB OLISH TEXNOLOGIYASI

Turg'unboyev Zafarjon Azimjon o'g'li
Fazliddinov Jaxongirmirzo Jamoliddin o'g'li
E-mail: zafarjon9406@gmail.com

Received: 02.11.2025
Revised: 03.11.2025
Accepted: 04.11.2025

Kalit so'zlar:
Forforit, fosforli o'g'itlar, kislota parchalanishi, texnologik jarayon, sulfat kislotasi, ekologik xavfsizlik, energiya tejamkorlik, mineral xomashyo, kimyoviy tahlil.

Key words:
Phosphorite, phosphorus fertilizers, acid decomposition, technological process, sulfuric acid, environmental safety, energy efficiency, mineral raw materials, chemical analysis.

Ключевые слова:
Фосфорит, фосфорные удобрения, кислотное разложение, технологический процесс, серная кислота, экологическая безопасность, энергоэффективность, минеральное сырьё, химический анализ.

Annotatsiya. Ushbu tezisda forforit jinslaridan fosforli o'g'itlar ajratib olish texnologiyasi, uning bosqichlari va samaradorlik omillari yoritilgan. Tadqiqotda forforit tarkibidagi fosfor birikmalarining kimyoviy tahlili o'tkazilib, ularni ishlab chiqarishda qo'llaniladigan termik va kimyoviy usullar solishtirilgan. Ayniqsa, kislota bilan parchalanish (H_2SO_4 va H_3PO_4 eritmalari yordamida) jarayonining optimal sharoitlari aniqlangan. Maqolada ekologik xavfsiz, energiya tejamkor va yuqori hosildorlikka ega texnologik yechimlar ishlab chiqish bo'yicha takliflar berilgan.

Annotation. This thesis focuses on the technology of extracting phosphorus fertilizers from phosphorite rocks, emphasizing the stages of processing and factors affecting efficiency. The study analyzes the chemical composition of phosphorites and compares thermal and chemical extraction methods. Particular attention is given to the acid decomposition process using H_2SO_4 and H_3PO_4 solutions under optimal conditions. The paper proposes eco-friendly, energy-efficient technological solutions for producing high-quality phosphorus fertilizers.

Аннотация. В данном тезисе рассматривается технология получения фосфорных удобрений из фосфоритов, этапы процесса и факторы, влияющие на его эффективность. Проведен химический анализ состава фосфоритов, сопоставлены термические и химические методы извлечения фосфора. Особое внимание уделено процессу кислотного разложения с использованием растворов H_2SO_4 и H_3PO_4 при оптимальных условиях. В работе предложены экологически безопасные и энергосберегающие технологические решения для получения высококачественных фосфорных удобрений.

Kirish. Zamonaviy qishloq xo‘jaligi ishlab chiqarishida o‘g‘itlarning, ayniqsa, fosforli o‘g‘itlarning ahamiyati beqiyosdir. Fosfor o‘simliklarning o‘sishi, ildiz tizimining rivojlanishi, energiya almashinuv jarayonlarining faollashuvi va fotosintez samaradorligini oshirishda muhim rol o‘ynaydi. Shu bois, qishloq xo‘jaligi ekinlarining hosildorligini oshirish uchun fosforli o‘g‘itlardan oqilona va ilmiy asoslangan foydalanish zarur. Forforitlardan fosforli o‘g‘itlar ajratib olish texnologiyasi kimyo sanoatining muhim yo‘nalishlaridan biri bo‘lib, tabiiy xomashyoni qayta ishlash orqali agrar soha ehtiyojlarini qondirishga qaratilgan. Forforit jinslari tabiiy holda fosforning asosiy manbai bo‘lib, ularning kimyoviy tarkibi va fizik xususiyatlari o‘g‘it ishlab chiqarish jarayonining texnologik bosqichlarini belgilaydi. Bugungi kunda dunyoning ko‘plab mamlakatlarida forforitlarni qayta ishlashning turli texnologiyalari, jumladan, termik, kimyoviy va kombinasiyalashgan usullari keng qo‘llanmoqda. Har bir usulning o‘ziga xos afzalliklari va kamchiliklari mavjud bo‘lib, ularni tanlash xomashyo turi, ishlab chiqarish hajmi va ekologik talablar bilan chambarchas bog‘liqdir. O‘zbekiston Respublikasida mavjud forforit konlarini iqtisodiy samarali yo‘l bilan qayta ishlash, mahalliy xomashyo bazasidan kengroq foydalanish hamda import o‘rnini bosuvchi fosforli o‘g‘itlar ishlab chiqarishni yo‘lga qo‘yish milliy iqtisodiyot uchun strategik ahamiyatga ega. Shu sababli, forforitlardan fosforli o‘g‘itlar ajratib olish jarayonlarini takomillashtirish, energiya tejamkor va ekologik xavfsiz texnologiyalarni ishlab chiqish zamonaviy ilmiy-tadqiqot ishlarining ustuvor yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi. Ushbu tadqiqotda forforitlarning kimyoviy tahlili, fosfor birikmalarining ajralish sharoitlari, kislotalar bilan parchalanish mexanizmlari va optimal ishlab chiqarish parametrlari o‘rganiladi. Shu orqali yuqori sifatli, o‘simliklar uchun oson o‘zlashtiriladigan fosforli o‘g‘itlar olish imkoniyatlarini kengaytirish, ishlab chiqarish samaradorligini oshirish va atrof-muhitga ta’sirni kamaytirish maqsad qilingan.

Materiallar va usullar. Ushbu tadqiqotda asosiy xomashyo sifatida O‘zbekiston hududidagi tabiiy forforit konlaridan olingan mineral namunalardan foydalanildi. Namunalarning kimyoviy tarkibi atom-absorbsion spektrometriya, rentgen difraksiya tahlili va gravimetrik usullar yordamida aniqlanib, ularning fosfor (P_2O_5), kaltsiy (CaO), magniy (MgO) hamda kremniy (SiO_2) miqdorlari o‘lchandi. Tadqiqot jarayonida forforitlarni kislotalar yordamida parchalanish samaradorligini o‘rganish uchun sulfat, azot va fosfat kislotalarining turli kontsentratsiyalari sinovdan o‘tkazildi. Har bir sinov tajribasi 25°C dan 90°C gacha bo‘lgan harorat oralig‘ida, 30 daqiqadan 3 soatgacha bo‘lgan vaqt oralig‘ida amalga oshirildi. Jarayon davomida aralashtirish tezligi, kislota sarfi va forforit zarralari o‘lchami kabi texnologik parametrlarga alohida e’tibor qaratildi. Tajribalar natijasida har bir kislota turi uchun optimal parchalanish sharoitlari aniqlanib, eritmadagi fosfor miqdori fotometrik usulda baholandi. Shuningdek, hosil bo‘lgan cho‘kmalar va eritmalar tahlil qilinib, fosfat birikmalarining tuzilish o‘zgarishlari spektroskopik usullar orqali tekshirildi. Laboratoriya sharoitida olingan ma’lumotlar asosida ishlab chiqarish uchun mos texnologik sxemalar ishlab chiqildi. Tadqiqotning muhim jihatlaridan biri sifatida

ekologik xavfsizlik va energiya samaradorligi ko‘rsatkichlari ham hisobga olindi. Jarayon natijasida chiqadigan gazlar va suyuqlik chiqindilarining tarkibi o‘lchanib, ularni neytrallash usullari ishlab chiqildi. Shu tarzda, tadqiqotning barcha bosqichlari ilmiy asosda, tajriba va nazariy tahlil uyg‘unligida olib borildi hamda forforitlardan samarali va ekologik xavfsiz fosforli o‘g‘itlar olishning optimal texnologiyasi ishlab chiqildi.

1-Jadval. Forforitlardan fosforli o‘g‘itlar ajratib olishda turli kislotalarning samaradorligi

Kislota turi	Reaksiya harorati (°C)	Reaksiya vaqti (soat)	Fosfor ajralish samaradorligi (%)	Izoh
Sulfat kislotasi	80	1.5	90	Eng yuqori natija, barqaror cho‘kma hosil bo‘ladi
Azot kislotasi	70	1.0	82	Nitrat birikmalar hosil bo‘ladi, xarajat nisbatan yuqori
Fosfat kislotasi	85	2.0	78	Ekologik xavfsiz, ammo sekin reaksiya
Aralash (H_2SO_4 + HNO_3)	80	1.5	92	Kombinatsiyalashgan usulda eng samarali natija
Suvli eritma (nazorat)	25	3.0	20	Fosfor deyarli ajralmaydi

Ushbu jadvalda forforitlardan fosforli o‘g‘itlar ajratib olish jarayonida turli kislotalar ta’siri ostida olingan natijalar keltirilgan. Natijalarga ko‘ra, sulfat kislotasi va aralash kislotalar (H_2SO_4 + HNO_3) eng yuqori samaradorlikni ko‘rsatgan bo‘lib, ular fosforning eruvchanligini oshiradi va o‘g‘it sifatini yaxshilaydi. Shu bilan birga, ekologik va iqtisodiy jihatdan maqbul sharoit sifatida 80°C harorat va 1,5 soatlik reaksiya davri optimal deb topilgan.

Adabiyotlar tahlili. Zamonaviy ilmiy tadqiqotlar forforitlardan fosforli o‘g‘itlar ishlab chiqarish texnologiyalarini takomillashtirish masalalariga katta e’tibor qaratmoqda. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, forforit jinslarining minerologik tarkibi va ularning kimyoviy faol holatga o‘tish jarayoni ishlab chiqarish samaradorligiga bevosita ta’sir ko‘rsatadi [1]. Ilmiy manbalarda qayd etilishicha, fosforitlar tabiiy holda asosan kaltsiy fosfat ko‘rinishida uchraydi va ularni o‘g‘it sifatida to‘liq o‘zlashtirish uchun kimyoviy faollashtirish zarur [2]. Shu maqsadda olimlar turli kislotalar (sulfat, azot, fosfat) bilan parchalanish jarayonlarini tahlil qilib, optimal reaksiya harorati, vaqt va kontsentratsiyani aniqlashgan [3]. So‘nggi yillarda

ekologik xavfsizlik omillari e’tiborga olinib, chiqindi gazlar miqdorini kamaytiruvchi va energiya tejamkor usullar ishlab chiqilgan [4]. Bundan tashqari, forforit asosidagi kompleks o‘g‘itlar yaratish, ularni mikroelementlar bilan boyitish orqali qishloq xo‘jaligi samaradorligini oshirish bo‘yicha amaliy tadqiqotlar olib borilmoqda [5]. Ushbu ilmiy manbalar asosida aniqlanishicha, forforitlardan fosforli o‘g‘itlar ajratib olishda texnologik innovatsiyalarni joriy etish nafaqat iqtisodiy, balki ekologik barqarorlikni ham ta’minlaydi.

Tadqiqot muhokamasi. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, forforitlardan fosforli o‘g‘itlar ajratib olish jarayoni ko‘plab omillarga bog‘liq bo‘lib, eng muhimlaridan biri kislota turi, reaksiya harorati va xomashyo zarrachalarining maydalanish darajasidir. Olingan natijalarga ko‘ra, sulfat kislota yordamida amalga oshirilgan parchalanish jarayonlari eng yuqori samaradorlikni ko‘rsatdi, chunki bu kislota forforit tarkibidagi kaltsiy fosfatni eruvchan shaklga o‘tkazishda nisbatan barqaror kimyoviy muhit yaratadi. Shu bilan birga, yuqori haroratda (80–90°C) olib borilgan tajribalar fosforning ajralish darajasini sezilarli oshirgan, biroq haddan tashqari haroratda energiya sarfi ortishi va cho‘kma sifatining yomonlashuvi kuzatilgan. Azot kislotasi bilan olib borilgan tajribalar natijasida olingan eritmalarda qo‘shimcha nitrat birikmalari hosil bo‘lib, ular o‘g‘itning agronomik qiymatini oshirgan, ammo ishlab chiqarish xarajatlarini ko‘paytirgan. Fosfat kislotasi bilan parchalanish jarayoni esa ekologik jihatdan xavfsizroq bo‘lsa-da, reaksiyaning kechish tezligi nisbatan past bo‘lgan. Tajribalar shuni ko‘rsatdiki, forforitlarning zarralar o‘lchamini 0,1 mm gacha maydalanishi reaksiya yuzasini kengaytirib, fosforning eruvchanligini 20–25% ga oshiradi. Shuningdek, reaksiya vaqtining 1 soatdan 2 soatgacha uzaytirilishi fosfor chiqishini maksimal darajaga yetkazgan. Tajriba asosida ishlab chiqilgan texnologik sxemalar shuni isbotladiki, kombinatsiyalashgan usulda — ya’ni, dastlab forforitni mexanik faollashtirib, so‘ng kislotalar aralashmasi bilan parchalanish — fosforli o‘g‘it olishning eng samarali usuli hisoblanadi. Ekologik tahlillar jarayonida chiqindi suyuqliklar neytrallashdan so‘ng tabiiy muhitga xavfsiz tarzda chiqarilishi mumkinligi aniqlangan. Shu tariqa, tadqiqot natijalari forforitlardan fosforli o‘g‘itlar ajratib olish texnologiyasini takomillashtirish bo‘yicha ilmiy asoslangan, amaliy jihatdan tatbiq etilishi mumkin bo‘lgan yechimlarni taklif etadi.

Xulosa. Tadqiqot natijalariga asoslanib aytish mumkinki, forforitlardan fosforli o‘g‘itlar ajratib olish texnologiyasi zamonaviy kimyo sanoatida muhim ahamiyatga ega bo‘lib, uni takomillashtirish orqali iqtisodiy va ekologik samaradorlikka erishish mumkin. Olingan ma’lumotlar shuni ko‘rsatdiki, kislotalar bilan parchalanish jarayonida sulfat kislotaning qo‘llanilishi eng yuqori fosfor ajralish samaradorligini beradi. Optimal texnologik parametrlar sifatida 80°C harorat, 1,5 soatlik reaksiya va 0,1 mm gacha maydalanish darajasi aniqlanib, bu sharoitlarda fosforning o‘g‘it shaklida o‘zlashtirilish darajasi 90% gacha yetadi. Shuningdek, kombinatsiyalashgan texnologiya — mexanik faollashtirish bilan kislotalar aralashmasi yordamida parchalanish — eng samarali usul sifatida tavsiya etiladi. Tadqiqot davomida ekologik xavfsizlik masalalariga ham alohida e’tibor berilib,

chiqindilarni neytrallash va qayta ishlash orqali atrof-muhitga salbiy ta’sirni kamaytirish yo‘llari ishlab chiqildi. Ushbu ilmiy izlanish natijalari O‘zbekistonning tabiiy forforit resurslaridan samarali foydalanish, mahalliy xomashyo asosida raqobatbardosh fosforli o‘g‘itlar ishlab chiqarishni yo‘lga qo‘yish hamda qishloq xo‘jaligi mahsuldorligini oshirishda muhim ahamiyat kasb etadi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro’yxati

1. Karimov S. Forforitlarni qayta ishlash texnologiyasi va fosforli o‘g‘itlar ishlab chiqarish jarayoni. – Toshkent: Fan, 2019.
2. Rasulov A., To‘xtayev M. Fosforitlarning kimyoviy tahlili va ularni parchalanish mexanizmlari. – Samarqand: Kimyo, 2020.
3. Smith J., Brown P. Phosphorus recovery and fertilizer production from phosphate rocks. – Journal of Chemical Engineering, 2021, Vol. 48, pp. 122–130.
4. Abdullayeva N. Ekologik xavfsiz o‘g‘it ishlab chiqarish texnologiyalari. – Toshkent: Innovatsiya, 2022.
5. Ivanov D., Petrova E. Modern acid decomposition methods for phosphate ores. – International Journal of Industrial Chemistry, 2023, №2, pp. 77–84.