

SUN'iy INTELLEKT ASOSIDA SHOLI QOBIG'IDAN TEXNIK KREMNIY OLISH JARAYONINING KINETIK PARAMETRLARINI OPTIMALLASHTIRISH VA UNING FIZIK-KIMYOVIY XOSSALARINI O'RGANISH

**Jiyanova Sayyora Ibragimovna¹, Xurramov Baxriddin Baxtiyor o'g'li²,
Abdurasulova Aziza Shuhratjon qizi³**

¹*Termiz davlat universiteti, t.f.f.d. (PhD)*

²*Termiz davlat universiteti, Fizika yo'nalishi 1-kurs magistranti*

³*Termiz davlat universiteti, Fizika yo'nalishi 2-kurs magistranti*

E-mail: jiyanovasayyora2021@gmail.com

E-mail: baxriddinxurramov0510@gmail.com

E-mail: azizaabdurasulova88@gmail.com

ANNOTATSIYA. Kremniy olish jarayonining kinetik parametrlarini optimallashtirishda intellektual algoritmlar qo'llanilgan.

Zamonaviy materialshunoslikning eng dolzarb muammolaridan biri-sanoat chiqindilarini chuqur qayta ishlash orqali yuqori texnologiyali xomashyo olishdir. Xususan, sholi qobig'i tarkibidagi biogen kremniy dioksidi (SiO_2) o'zining g'ovakdor tuzilishi va yuqori dispersligi bilan ajralib turadi. Biroq, an'anaviy termokimyoviy sintez jarayonlarida mahsulotning fizik-kimyoviy xossalarini (tozalik darajasi, kristallik indeksi, solishtirma sirt yuzasi) barqaror saqlash murakkab texnologik vazifa bo'lib qolmoqda. Bu jarayonlarni boshqarishda inson omilini kamaytirish va resurs tejash samaradorligini oshirish uchun raqamli texnologiyalarni tatbiq etish zarurati tug'ilmoqda. Ushbu tadqiqot ishi qishloq xo'jaligi chiqindilaridan oqilona foydalanish va qayta tiklanuvchi xomashyo manbalaridan yuqori texnologik materiallar olishning dolzarb muammolariga bag'ishlangan. Mazkur ishda sun'iy intellekt usullaridan foydalanish orqali sholi qobig'idan texnik kremniy olish jarayonining kinetik parametrlarini optimallashtirish hamda olingan mahsulotning fizik-kimyoviy xossalarini o'rganish natijalari bayon etilgan.

Sholi qobig'i o'zining mineral tarkibida yuqori miqdorda kremniy dioksidi (SiO_2) saqlashi bilan boshqa o'simlik chiqindilaridan ajralib turadi. Tadqiqotning birinchi bosqichida sholi qobig'i oddiy suvda yuvilib, begona aralashmalardan tozalandi. Ikkinchi bosqichda xomashyo kislotali muhitda tozalandi va 600–700°C harorat oralig'ida termik ishlov berish orqali amorf tuzilishga ega bo'lgan yuqori tozalikdagi silika kukuni olindi.

Uchinchi bosqichda esa olingan silika magniy-termik qaytarish usuli yordamida texnik kremniy (Si) holatiga o'tkazildi hamda jarayonning kinetik parametrlarini sun'iy intellekt asosidagi tahlil va modellashtirish usullari yordamida optimallashtirish imkoniyatlari o'rganilgan. Olingan mahsulotning fizik-kimyoviy xossalari kompleks tahlil qilinib, uning texnologik qo'llanish imkoniyatlari baholandi.

Natijalar shuni ko'rsatadiki, magniy va silika nisbatini optimallashtirish orqali tozalik darajasi 98.5-99.2% bo'lgan kremniy kukunini olish imkoniyati mavjud. Olingan namunaning fizik-kimyoviy tahlillari, xususan, rentgenfazaviy tahlil (XRD) va skanerlovchi elektron mikroskopiya (SEM) usullari yordamida mahsulotning kristallik darajasi va g'ovakli morfologiyasi aniqlangan. Tadqiqot xulosalari sholi chiqindilarini sanoat miqyosida qayta ishlashning texnik-iqtisodiy asoslarini va atrof-muhitga salbiy ta'sirni kamaytirishning samarali yo'llarini belgilab beradi.

Kalit so'zlar: Sholi qobig'i, silika kukuni, texnik kremniy, magniy-termik qaytarish, sun'iy intellekt, kinetik parametrlarni optimallashtirish, fizik-kimyoviy xossalar.

Sholi qobig'idan texnik kremniy olish jarayoni murakkab ko'p bosqichli fizik-kimyoviy o'zgarishlardan iborat bo'lib, u xomashyoni tayyorlashdan boshlab tayyor mahsulotning strukturaviy xususiyatlarini o'rganishgacha bo'lgan jarayonlarni qamrab oladi. Mazkur jarayonning samaradorligini oshirish va optimal sharoitlarini aniqlashda sun'iy intellekt asosidagi modellashtirish va tahlil usullaridan foydalanish muhim ahamiyat kasb etadi.

Jarayon sholi qobig'ini turli aralashmalardan (chang, qum va tuproq zarralari) tozalash bilan boshlanadi. Sholi qobig'i tarkibida kremniy oksidi bilan bir qatorda kaliy, kalsiy, magniy va temir kabi metall oksidlari ham mavjud bo'lib, ular keyinchalik olinadigan kremniyning tozaligiga salbiy ta'sir ko'rsatishi mumkin. Shu sababli xomashyoni oldindan kimyoviy tozalash muhim bosqich hisoblanadi. Hozirgi vaqtda sanoat miqyosida kremniy (Si) olish asosan kvars qumini yuqori haroratli elektr yoy pechlarida qaytarish orqali amalga oshiriladi. Biroq ushbu usul katta miqdorda energiya talab qilishi va atrof-muhitga sezilarli darajada karbonat ангидрид chiqarilishi sababli muqobil xomashyo manbalarini izlash dolzarb masalalardan biri hisoblanadi. Sholi qobig'i esa mineral qismining 95% gacha qismi silika (SiO_2) dan iborat bo'lgan qayta tiklanuvchi xomashyo manbasi sifatida katta ilmiy va amaliy qiziqish uyg'otadi. Ushbu tadqiqotda sholi qobig'ini xlorid kislota (HCl) eritmasi bilan yuvish orqali metall kationlarini (K, Ca, Mg, Fe) olib tashlash jarayoni hamda yuqori sirt yuzasiga ega ($235 \text{ m}^2/\text{g}$) silika olish mexanizmi o'rganildi. Shuningdek, jarayonning kinetik parametrlarini aniqlash va ularni optimallashtirish imkoniyatlari sun'iy intellekt asosidagi tahlil usullari yordamida baholandi [1].

Jarayonning birinchi bosqichida sholi qobig'i oddiy suvda yuviladi. Bunda chang, qum va organik qoldiqlar ajratib olinadi. Agar qobiq kuydirishdan oldin kislota bilan ishlanmasa, tarkibdagi

kaliy oksidi silika bilan reaksiyaga kirishib, g'ovaklarni yopib qo'yadigan shishasimon qatlam hosil qiladi [2]. Shuning uchun tozalangan qobiqlar 1M li HCl eritmasida 90°C haroratda ishlanadi:



Bu bosqichda metallar eruvchan tuzlar holiga o'tib, mahsulotning keyingi tozaligini ta'minlaydi.

Sholi qobig'idan amorf silika (SiO₂) ajratib olish jarayonining ikkinchi bosqichi murakkab termokimyoviy jarayon bo'lib, u asosan piroliz va oksidlanish reaksiyalariga asoslanadi. Ushbu bosqichda jarayon samaradorligini oshirish hamda optimal kinetik parametrlarni aniqlash maqsadida sun'iy intellektga asoslangan modellashtirish va tahlil usullaridan foydalanilgan. Avvalgi bosqichda kislotali ishlov berilgan va yaxshilab quritilgan sholi qobig'i maxsus gorizontall quvurli pechga (mufel pechi) joylashtiriladi. Ushbu qurilma yuqori haroratda barqaror muhitni ta'minlashi bilan ajralib turadi. Jarayon davomida harorat asta-sekin 700°C gacha ko'tariladi va bu ko'rsatkich amorf tuzilmani saqlab qolish uchun muhim shart hisoblanadi.

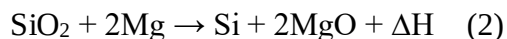
Termik ishlov jarayonida organik moddalar parchalanib, karbonat angidrid (CO₂) va suv bug'lari (H₂O) shaklida gaz holatiga o'tadi va tizimdan chiqarib yuboriladi. Ushbu bosqichda harorat rejimini aniq nazorat qilish katta ahamiyatga ega. Agar harorat haddan tashqari oshib ketsa, silika amorf holatdan kristall holatga o'tishi mumkin, bu esa uning keyingi reaksiya faolligini pasaytiradi. Barcha organik komponentlar to'liq parchalangach, reaktor idishida sof, oq rangli kukunsimon modda-silika kul qoldig'i hosil bo'ladi. Hosil bo'lgan ushbu kul mayda zarrachalardan iborat bo'lib, uning ichki tuzilishida ko'plab mikrog'ovaklar mavjud. Yuqori sirt yuzasi va g'ovak tuzilishi ushbu materialni magniy-termik qaytarish bosqichi uchun qulay xomashyo sifatida qo'llash imkonini beradi. Jarayonning harorat, vaqt va muhit kabi kinetik parametrlarini sun'iy intellekt asosida tahlil qilish esa amorf silika olish samaradorligini yanada oshirish imkonini beradi.

Jarayonning uchinchi bosqichi magniy-termik qaytarish jarayoni bo'lib, unda olingan silika oksidi metall kremniyga aylantiriladi. Mazkur bosqichda jarayonning kinetik parametrlarini aniqlash va ularni optimallashtirishda sun'iy intellektga asoslangan tahlil hamda modellashtirish yondashuvlari qo'llanildi. Buning uchun amorf silika kukuni ma'lum nisbatda magniy (Mg) kukuni bilan aralashtiriladi va inert muhit hosil qilish maqsadida argon (Ar) gazi bilan to'ldirilgan reaktor muhitida 650°C haroratda qizdiriladi. Argon gazi kremniyning qayta oksidlanishini oldini oluvchi himoya muhiti vazifasini bajaradi.

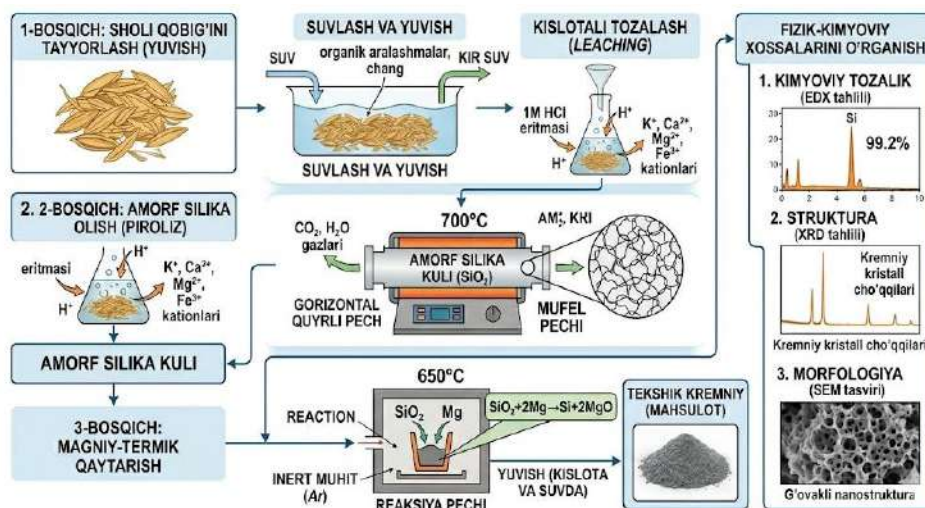
Reaksiya jarayonida silika magniy yordamida qaytarilib, kremniy elementar holatga o'tadi va magniy oksidi (MgO) hosil bo'ladi. Mazkur jarayonning muhim xususiyati shundaki, u nisbatan past haroratda (650°C) amalga oshadi va hosil bo'ladigan mahsulotning nanostrukturasini saqlab qolish imkonini beradi [3]. Harorat, reaksiya vaqti hamda reagentlar nisbatining o'zgarishi jarayon

kinetikasiga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Shu sababli ushbu parametrlarni sun'iy intellekt asosida tahlil qilish va optimallashtirish yuqori samarali kremniy olish imkonini yaratadi.

Reaksiya quyidagi tenglama asosida amalga oshadi:



Olingan kremniy kukuni 10% li HCl eritmasida yuviladi, natijada 99% gacha tozalikka ega texnik kremniy ajratib olinadi.



1-rasm. Sholi qobig'idan texnik kremniy olish jarayoni va uning fizik-kimyoviy tahlili

Keltirilgan texnologik sxema asosida sholi qobig'idan texnik kremniy olish jarayoni uch bosqichda — yuvish va kislotali tozalash, amorf silika hosil qilish hamda magniy-termik qaytarish orqali amalga oshiriladi. Jarayon yakunida olingan mahsulotning sifat ko'rsatkichlari uchta asosiy fizik-kimyoviy tahlil orqali tasdiqlanadi.

1. Kimyoviy tozalik bo'yicha EDX natijalari mahsulot tarkibida kremniy miqdori ~99.2% ekanligini ko'rsatgan. Spektrda Si cho'qqisining dominantligi va begona elementlarning minimal miqdori dastlabki kislotali tozalash bosqichi samaradorligini tasdiqlaydi.

2. Kristall tuzilma bo'yicha XRD difraktogrammasida aniq va keskin kristall cho'qqilarining mavjudligi amorf SiO₂ ning metallik kristall Si ga to'liq aylanganini bildiradi. Bu magniy-termik qaytarish jarayoni to'liq amalga oshganini va yuqori darajada kristallangan mahsulot hosil bo'lganini tasdiqlaydi.

3. Morfologik tuzilma bo'yicha SEM tasvirlarda mahsulotning g'ovakli nanostrukturaga ega ekani kuzatilgan. Bunday struktura katta sirt maydonini ta'minlab, materialni litiy-ion akkumulyator anodlari hamda katalitik tizimlar uchun istiqbolli xomashyo sifatida ko'rsatadi.

Demak, sholi qobig'idan olingan kremniy yuqori kimyoviy tozalik, yaxshi kristallik va rivojlangan g'ovakli morfologiyaga ega bo'lib, u energiya saqlash va elektrokimyoviy qo'llanmalar uchun mos material hisoblanadi.

Adabiyotlar

- [1] Tzong-Horng Liou. (2004). Preparation and characterization of nano-structured silica from rice husk. , 364(1-2), 313-323. doi:10.1016/j.msea.2003.08.045
- [2] Naghiloo, Ahmad; Abbaspour, Majid; Mohammadi-Ivatloo, Behnam; Bakhtari, Khosro . (2015). GAMS based approach for optimal design and sizing of a pressure retarded osmosis power plant in Bahmanshir river of Iran. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 52, 1559-1565. doi:10.1016/j.rser.2015.08.018
- [3] Favors, Zachary; Wang, Wei; Bay, Hamed Hosseini; George, Aaron; Ozkan, Mihrimah; Ozkan, Cengiz S. . (2014). Stable Cycling of SiO₂ Nanotubes as High-Performance Anodes for Lithium-Ion Batteries. Scientific Reports. doi:10.1038/srep04605