



QR-kod
maqolaning DOI
sahifasini
ochadi

Aymurzaeva Liza Gulmurzaevna,
Jumayeva Dilnoza Jo'rayevna,
Abduraxmanova Barno Maxsad qizi,
Aytbaeva Hurliman Berdax qizi,
Saparbaeva Aynuraxan Qallibek qizi.
Kaolin va mirabilit asosida
kompozitsion adsorbent olish va uning
kolloid-kimyoviy xossalarini o'rganish
// «O'zbekiston olim ayollarining
mamlakat taraqqiyotiga qo'shayotgan
hissasi» mavzusidagi xalqaro ilmiy-
amaliy konferensiya materiallari
(Nukus, 2026-yil 9–10-oktyabr). –
Nukus, 2026. – B. 387–391. – DOI:
<https://doi.org/10.66073/ReFocus-Conf/0910072>

KAOLIN VA MIRABILIT ASOSIDA KOMPOZITSION ADSORBENT OLIISH VA UNING KOLLOID-KIMYOVIY XOSSALARINI O'RGANISH

¹**Aymurzaeva Liza Gulmurzaevna**

texnika fanlari falsafa doktori (PhD), docent

²**Jumayeva Dilnoza Jo'rayevna**

texnika fanlari doktori (DSc), professor

¹**Abduraxmanova Barno Maxsad qizi**

magistrant

¹**Aytbaeva Hurliman Berdax qizi**

talaba

¹**Saparbaeva Aynuraxan Qallibek qizi**

talaba

E-mail: aymurzaevaliza591@gmail.com

¹Ajiniyoz nomidagi Nukus davlat pedagogika instituti

²O'zR FA Umumiy va noorganik kimyo instituti

Annotatsiya: Ushbu maqolada tabiiy mineral xomashyolar – kaolin va mirabilit asosida kompozitsion adsorbent olish imkoniyatlari hamda olingan materialning kolloid-kimyoviy xossalarini o'rganish masalalari yoritilgan. Tadqiqotda kaolin va mirabilitni mexanik aralashtirish, quritish hamda termik ishlov berish orqali kompozitsion adsorbent olishning prinsipial sxemasi taklif etiladi. Materialning kolloid-kimyoviy xususiyatlarini baholashda adsorbsion sig'im, solishtirma sirt va ion almashinish xususiyatlarini aniqlash muhimligi ko'rsatilgan. Kaolinning sirt zaryadi pH ga bog'liq bo'lib, bu holat adsorbsiya mexanizmiga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Olingan kompozitsion adsorbent suvli eritmalaridan turli ionlar va ifloslantiruvchi moddalarni ajratishda istiqbolli material sifatida baholanishi mumkin.

Kalit so'zlar: kaolin, mirabilit, kompozitsion adsorbent, kaolinit, kolloid kimyo, adsorbsiya, termik aktivatsiya.

Kirish. Hozirgi vaqtda tabiiy suvlarning turli sanoat chiqindilari, og'ir metall ionlari, mineral tuzlar, bo'yoqlar va boshqa kimyoviy moddalar bilan ifloslanishi ekologik muammolardan biri hisoblanadi. Bunday ifloslantiruvchi moddalarni suvdan chiqarib tashlash uchun adsorbsiya, ion almashinish, koagulyatsiya, membranali ajratish va boshqa fizik-kimyoviy usullardan foydalaniladi. Ushbu usullar orasida adsorbsiya o'zining soddaligi, yuqori samaradorligi va turli tabiiy xomashyolarni adsorbent sifatida qo'llash imkoniyati bilan ajralib turadi.

Tabiiy alyumosilikat minerallar, xususan, kaolin adsorbent sifatida katta amaliy ahamiyatga ega. Kaolinning asosiy minerali kaolinit bo'lib, u bir tetraedrik kremniy-oksidi va bir oktaedrik alyuminiy-gidroksid qatlamidan tashkil topgan 1:1 tipdagi qatlamli tuzilishga ega. Kaolinitning sirtida bazal va chekka tekisliklarning mavjudligi uning sirt zaryadi va adsorbsion xususiyatlarini belgilaydi. Tadqiqotlarda kaolinit sirtining zaryadi eritma pH qiymatiga bog'liq ekanligi, ayniqsa chekka guruhlarning



protonlanishi va deprotonlanishi sirtning elektrokinetik xususiyatlarini o'zgartirishi ko'rsatilgan.

Kaolinning adsorbsion xususiyatlarini yaxshilash maqsadida uni termik, kimyoviy yoki mexanik usulda modifikatsiyalash mumkin. Shuningdek, ikki yoki undan ortiq komponentdan tashkil topgan kompozitsion adsorbentlar olish orqali materialning sirt xossalari boshqarish imkoniyati mavjud.

Mirabilit – tabiiy mineral bo'lib, uning asosiy komponenti natriy sulfat dekagidrat, ya'ni $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ hisoblanadi. Tabiiy mirabilit tarkibida asosiy natriy sulfatdan tashqari oz miqdorda NaCl , CaSO_4 , MgSO_4 va boshqa mineral qo'shimchalar ham uchrashi mumkin [3].

O'zbekistonda kaolin va tabiiy mirabilit kabi mineral xomashyolarning mavjudligi ulardan yangi funksional materiallar olish imkoniyatini oshiradi. Xususan, Angren kaolini va tabiiy mirabilit asosida koagulyant-adsorbent materiallar olish bo'yicha tadqiqotlar olib borilgan bo'lib, termokimyoviy aktivatsiya natijasida mineral tarkib va strukturaning o'zgarishi kuzatilgan.

Shu sababli kaolin va mirabilit asosida kompozitsion adsorbent olish, uning sirt va kolloid-kimyoviy xususiyatlarini aniqlash hamda adsorbsion jarayondagi rolini baholash ilmiy va amaliy jihatdan muhimdir.

Tadqiqotning maqsadi

Tadqiqotning asosiy maqsadi kaolin va mirabilit asosida kompozitsion adsorbent olishning maqbul usulini ishlab chiqish hamda hosil bo'lgan materialning kolloid-kimyoviy xususiyatlarini o'rganishdan iborat.

Ushbu maqsadga erishish uchun quyidagi vazifalar belgilandi:

1. Kaolin va mirabilitning fizik-kimyoviy xususiyatlarini o'rganish.
2. Mineral komponentlarni dastlabki tayyorlash va maydalash sharoitlarini aniqlash.
3. Kaolin va mirabilit asosida kompozitsion adsorbent olish.
4. Termik ishlov berishning material xossalari ta'sirini baholash.
5. Olingan materialning adsorbsion xususiyatlarini baholash.

Materiallar va tadqiqot usullari

Tadqiqot obyekti sifatida tabiiy kaolin va mirabilitdan foydalanish mumkin. Dastlab kaolin namunasi mexanik aralashmalardan tozalanadi, quritiladi va kerakli disperslikka qadar maydalanadi. Mirabilit ham quritilib, yirik kristallardan xalos qilinadi. Kompozitsion adsorbent olishning umumiy texnologik ketma-ketligi quyidagicha tavsifa etiladi:

kaolin → quritish → maydalash → elash → mirabilit bilan aralashtirish → homogenlashtirish → termik ishlov → sovitish → maydalash → tayyor adsorbent.

Kaolin va mirabilitning massa nisbatlari tajribada turlicha olinib, masalan, 90:10, 80:20, 70:30 va 60:40 nisbatlarda kompozitsiyalar tayyorlanishi mumkin. Bunday qator orqali komponentlar nisbatining adsorbsion va kolloid-kimyoviy xususiyatlarga ta'sirini aniqlash mumkin.

Termik ishlov berish sharoitlari tajriba maqsadiga qarab tanlanadi. Kaolin asosidagi materiallarda termik aktivatsiya mineral strukturaning o'zgarishiga olib kelishi mumkin. Angren kaolini va mirabilit asosidagi material bo'yicha

tadqiqotlarda 600–650°C oralig'idagi termokimyoviy aktivatsiya mineral tarkibdagi o'zgarishlarni o'rganish uchun qo'llangan [1].

Olingan materialning mineralogik tarkibini rentgen-fazaviy tahlil (XRD), morfologik tuzilishini skanerlovchi elektron mikroskopiya (SEM), kimyoviy tarkibini esa rentgen-fluoresans yoki boshqa instrumental usullar yordamida aniqlash mumkin.

Adsorbentning kolloid-kimyoviy xossalarini aniqlash

Kolloid-kimyoviy xususiyatlarni baholashda, avvalo, suvli suspenziyaning pH qiymati aniqlanadi. Kaolinit sirtidagi gidroksil guruhlar protonlanishi yoki deprotonlanishi natijasida sirt zaryadi o'zgaradi. Shu sababli adsorbentning adsorbsion faolligi muhitning kislotalilik darajasiga bog'liq bo'ladi. Ilmiy adabiyotlarda kaolinitning zeta-potensialini pH oshishi bilan ko'proq manfiy

Adsorbent suspenziyasining sedimentatsion barqarorligi ham muhim ko'rsatkichlardan biridir. Buning uchun ma'lum konsentratsiyadagi suspenziya tayyorlanib, ma'lum vaqt oralig'ida cho'kma hajmi yoki optik zichlikning o'zgarishi kuzatiladi. Zarrachalar orasidagi elektrostatik itarilish kuchlari katta bo'lsa, suspenziya nisbatan barqaror bo'lishi mumkin; ion kuchining ortishi esa elektr ikki qavatining siqilishiga va flokulyatsiya jarayonining kuchayishiga olib kelishi mumkin.

Natijalar va ularning muhokamasi

Kaolin va mirabilit asosida kompozitsion adsorbent hosil bo'lishida ikkala komponentning fizik-kimyoviy xususiyatlari o'zaro ta'sirlashadi. Kaolinning asosiy faol komponenti bo'lgan kaolinit qatlamli tuzilishga ega bo'lib, uning sirtida turli adsorbsion markazlar mavjud. Gil minerallarining adsorbsion xususiyatlari ion almashinish, sirt komplekslari hosil bo'lishi, vodorod bog'lari va elektrostatik o'zaro ta'sirlar bilan bog'liq bo'lishi mumkin [1].

Kaolinitning bazal sirlari nisbatan barqaror zaryadga ega bo'lsa, chekka sirtlarida joylashgan gidroksil guruhleri eritmaning pH qiymatiga qarab protonlanishi yoki deprotonlanishi mumkin. Natijada adsorbentning musbat yoki manfiy zaryadlangan markazlari miqdori o'zgaradi. Shu sababli kompozitsion adsorbentning pH ga bog'liq zeta-potensialini o'rganish uning adsorbsiya mexanizmini tushuntirishda muhim ahamiyatga ega.

Mirabilitning tarkibidagi Na_2SO_4 suvli muhitda ionlarga dissotsilanadi:



Hosil bo'ladigan Na^+ va SO_4^{2-} ionlari eritmaning ion kuchiga ta'sir ko'rsatadi. Ion kuchining o'zgarishi esa kaolin zarrachalarining elektr ikki qavatiga ta'sir qilib, ularning o'zaro elektrostatik ta'sirlashuvini o'zgartirishi mumkin. Shuning uchun mirabilitning kompozitsion adsorbent tarkibiga kiritilishi nafaqat kimyoviy, balki kolloid-kimyoviy jarayonlarga ham ta'sir ko'rsatishi mumkin.

Kompozitsion materialning adsorbsion qobiliyatini aniqlash uchun model eritmalaridan foydalanish mumkin. Masalan, metilen ko'ki, kationik bo'yoqlar yoki Pb^{2+} , Cu^{2+} , Cd^{2+} kabi metall ionlari tanlanishi mumkin. Adsorbsiya jarayonidan oldin va keyin eritmadagi modda konsentratsiyasi aniqlanadi.

Adsorbsiya sig'imi quyidagi tenglama orqali hisoblanadi:

$$q_e = (C_0 - C_e)V / m$$

bu yerda:

- q_e — adsorbentning muvozanatdagi adsorbsiya sig'imi, mg/g;
- C_0 — boshlang'ich konsentratsiya, mg/L;
- C_e — muvozanat konsentratsiyasi, mg/L;
- V — eritma hajmi, L;
- m — adsorbent massasi, g.

Adsorbsiya samaradorligi esa:

$$R = [(C_0 - C_e)/C_0] \times 100 \%$$

formula yordamida aniqlanishi mumkin.

Adsorbsiya jarayonining mexanizmini chuqurroq o'rganish uchun Langmyur va Freyndlix izotermalaridan foydalanish mumkin. Langmyur modeli adsorbent sirtida bir xil tipdagi faol markazlar mavjudligi va monoqatlamli adsorbsiyani nazarda tutadi. Freyndlix modeli esa sirtning energetik jihatdan geterogenligini hisobga oladi.

Kaolin asosidagi adsorbentlarning og'ir metall ionlarini yutish qobiliyati ularning sirtidagi faol markazlar, ion almashinish va kompleks hosil qilish jarayonlari bilan bog'liq. Adabiyotlarda kaolinitning sirtida Brønsted va Lewis tipidagi faol markazlar mavjudligi hamda ion almashinish mexanizmlari adsorbsiya jarayonida muhim rol o'ynashi qayd etilgan.

Kompozitsion adsorbentning afzalligi shundaki, alohida komponentlarda mavjud bo'lgan xususiyatlarni bir materialda birlashtirish mumkin. Kaolin mexanik karkas va adsorbsion sirtini ta'minlash, mirabilit ionli muhit va sirtning elektrokinetik holatiga ta'sir etuvchi komponent vazifasini bajarishi mumkin. Biroq mirabilitning suvda yuqori eruvchanligi sababli uning kompozitsiya tarkibidagi miqdori va termik ishlov sharoitlarini alohida optimallashtirish talab etiladi.

Shuni ham ta'kidlash kerakki, haqiqiy tajriba natijalarini baholashda faqat adsorbsiya sig'imi emas, balki zeta-potensial, pH, zarracha o'lchami, solishtirma sirt, namlanish xususiyati va sedimentatsiya tezligi kabi ko'rsatkichlarni birgalikda tahlil qilish zarur. Chunki adsorbentning samaradorligi uning faqat kimyoviy tarkibiga emas, balki zarracha dispersligi va sirtning kolloid-kimyoviy holatiga ham bog'liq.

Kaolin va mirabilit asosidagi kompozitsion adsorbentlardan suv va oqova suvlarni tozalash jarayonlarida foydalanish istiqbolli yo'nalishlardan biri hisoblanadi. Ayniqsa, mahalliy mineral xomashyolardan foydalanish adsorbent tannarxini kamaytirish va import qilinadigan sintetik materiallarga bo'lgan ehtiyojni qisqartirish imkonini berishi mumkin.

Bunday materiallarni quyidagi yo'nalishlarda tadqiq qilish mumkin:

- og'ir metall ionlarini suvdan chiqarish;
- bo'yoq va organik birikmalarni adsorbsiyalash;
- mineral ionlarni ushlab qolish;
- oqova suvlarni dastlabki tozalash;
- koagulyatsiya-adsorbsiya jarayonlarini birlashtirish;
- sanoat chiqindilaridan ikkilamchi mineral xomashyo sifatida foydalanish.

Mahalliy Angren kaolini va tabiiy mirabilit asosida koagulyant-adsorbent olish bo'yicha tadqiqotlarning mavjudligi ushbu yo'nalishning O'zbekiston mineral xomashyolari uchun ham dolzarbligini ko'rsatadi [3].

Xulosa

Kaolin va mirabilit asosida kompozitsion adsorbent olish mahalliy mineral xomashyolardan samarali foydalanish imkonini beruvchi istiqbolli yo'nalishlardan biridir. Kaolinning qatlamli alyumosilikat tuzilishi, sirtidagi faol markazlar va pH ga bog'liq elektrokinetik xususiyatlari uning adsorbent sifatidagi asosiy afzalliklarini belgilaydi. Mirabilitning asosiy komponenti bo'lgan $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ esa suvli muhitda ionlarga dissotsilanib, kompozitsion materialning ion kuchi va kolloid xususiyatlariga ta'sir ko'rsatishi mumkin [2].

Kompozitsion adsorbentning xossalarini baholashda pH, zeta-potensial, sedimentatsion barqarorlik, solishtirma sirt, ion almashinish sig'imi va adsorbsiya sig'imini kompleks ravishda o'rganish maqsadga muvofiq. Ayniqsa, zeta-potensialning pH va elektrolit konsentratsiyasiga bog'liqligini aniqlash adsorbent zarrachalarining agregatsiya-dispersiya holatini tushuntirish imkonini beradi.

Kelgusidagi tadqiqotlarda kaolin: mirabilit massa nisbatining, termik aktivatsiya haroratining va zarracha dispersligining adsorbsion xususiyatlarga ta'sirini tajribaviy ravishda aniqlash, shuningdek, adsorbsiya kinetikasi va izotermalarini hisoblash muhimdir. Shu asosda suvni tozalash uchun optimal tarkibga ega, iqtisodiy jihatdan samarali va mahalliy xomashyoga asoslangan kompozitsion adsorbent yaratish mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Аймурзаева Л.Г., Жумаева Д.Ж. Технология получение адсорбента-коагулянта на основе ангренского каолина и мирабилита// Журнал Universum: Химия и биология: электронный научный журнал. - Москва, 2022- №2 (92).
2. Эффективное осветление стоков текстильных предприятия с применением коагулянтов-адсорбентов серии АПАК / Л.Г. Аймурзаева, Д.Ж. Жумаева, И.Д. Эшметов, У.Ю. Рахимов // Universum: Химия и биология: электронный научный журнал. – 2022. – № 3 (93).
3. Аймурзаева Л.Г., Жумаева Д.Ж., Эшметов И.Д., Фузайлова Ф.Н., Абдурахимов А.Х., Барноева С.Б. Минералогический состав и физико-химические характеристики каолинов Ангренского месторождения // Журнал Universum: Химия и биология: электронный научный журнал. -Россия, 2022 г. выпуск №9 (99).
4. Аймурзаева, Л. Г., Жумаева, Д. Ж., & Зарипбаев, К. Ш. (2023). Изучение минералогического состава коагулянта-адсорбента АПАК.
5. Жумаева, Д. Ж., Аймурзаева, Л. Г., & Зарипбаев, К. Ш. (2020). Технология очистки сточных вод текстильного предприятия. In Высшая школа: научные исследования (pp. 111-114).
6. Аймурзаева, Л., Айтбаева, Г., & Зарипбаев, К. (2026). Изучение минералогического состава коагулянта-адсорбента апак. Наука и общество, 1-1, 59-61. <https://journal.ndpi.uz/ss/article/view/2026-1-1-017>