MODIFIKATSIYALANGAN BENTONIT VA LAPONIT ASOSIDAGI QATLAMLI MATERIALLARNING ADSORBSION XOSSALARINI O‘RGANISH

Kalbaev Alisher,
O‘zR FA Umumiy va noorganik kimyo instituti
E-mail: qalbaev.alisher.98@gmail.com
Abdikamalova Aziza,
O‘zR FA Umumiy va noorganik kimyo instituti
Mamataliyev Nozim,
O‘zR FA Umumiy va noorganik kimyo instituti
Nurjonova Gulnoza
O‘zR FA Umumiy va noorganik kimyo instituti

Annotatsiya: Ushbu maqolada tabiiy va sintetik montmorillonitlarning kationli va anionli bo‘yoqlarga nisbatan adsorbsion xossalari o‘rganilgan. Tajriba sinovlari natijasida interkalatsiyadan so‘ng namunalar metilen ko‘ki va kongo qizili bo‘yicha yuqori adsorbsion sig‘im namoyon etgani, ayniqsa anionli bo‘yoqqa nisbatan sezilarli o‘sish kuzatilgani aniqlangan. Lengmuir izotermasi parametrlari asosida dastlabki hamda interkalatsiyalangan namunalar uchun nisbiy sirt yuzasi va umumiy g‘ovaklar hajmining oshishi qayd etilgan. Tadqiqot natijalari qatlamli silikatlarning adsorbsion faolligini tahlil qilish va ularni samarali sorbent sifatida qo‘llash imkoniyatlarini ko‘rsatgan.

Kalit so‘zlar: *bentonit, laponit, adsorbsiya, modifikatsiya, xrom polioksokation.*

Abstract: This article investigates the adsorption properties of natural and synthetic montmorillonites with respect to cationic and anionic dyes. Experimental results revealed that, after intercalation, the samples exhibited a high adsorption capacity for methylene blue and Congo red, with a particularly pronounced increase observed for the anionic dye. Based on the parameters of the Langmuir isotherm, an increase in the specific surface area and total pore volume was recorded for both the initial and intercalated samples. The results of the study demonstrate the potential of layered silicates as effective adsorbents and provide insights into their adsorption activity.

Keywords: bentonite, laponite, adsorption, modification, chromium polyoxocations.

Аннотация: В данной статье исследованы адсорбционные свойства природных и синтетических монтмориллонитов по отношению к катионным и анионным красителям. В результате экспериментальных испытаний установлено, что после интеркаляции образцы проявляют высокую адсорбционную ёмкость по метиленовому синему и конго красному, причём наблюдается особенно значительное увеличение адсорбции в отношении

ISSN 3030-3907

анионного красителя. На основе параметров изотермы Ленгмюра отмечено увеличение относительной удельной поверхности и общего объёма пор для исходных и интеркалированных образцов. Полученные результаты показывают возможности анализа адсорбционной активности слоистых силикатов и их применения в качестве эффективных сорбентов.

Ключевые слова: бентонит, лапонит, адсорбция, модификация, хромовые полиоксокатионы.

Kirish.

Suv va havo ifloslanishining ortib borishi, shuningdek sanoat chiqindilari hajmining ko‘payishi atrof-muhit muammolarining dolzarbligini yanada oshirmoqda. Ushbu muammolarni bartaraf etishda samarali hamda iqtisodiy jihatdan maqbul adsorbentlardan foydalanish tobora muhim ahamiyat kasb etmoqda. Shu nuqtai nazardan, qatlamli silikatlar, xususan bentonit va laponit asosida yaratilgan materiallar istiqbolli adsorbentlar sifatida keng o‘rganilmoqda. Ularning yuqori sirt yuzasi, ion almashinish qobiliyati va strukturaviy moslashuvchanligi turli xil organik hamda noorganik moddalarning adsorbsiyasi uchun keng imkoniyat yaratadi.

Bentonit — tabiiy manbalardan olinadigan, tarkibining asosiy qismini montmorillonit minerali tashkil etuvchi qatlamli silikat hisoblanadi. Laponit esa sintetik yo‘l bilan sintez qilingan, strukturasi jihatidan bentonitga yaqin, biroq kristall panjarasi, zarracha morfologiyasi va o‘lcham ko‘rsatkichlari bilan farqlanadi. Ushbu ikki materialning sirt energiyasi, zaryad taqsimoti, disperslik darajasi hamda g‘ovakli tuzilishi ularning adsorbsion faolligini belgilovchi asosiy omillar sirasiga kiradi. Shuning uchun bentonit va laponit asosidagi tizimlarni taqqoslab o‘rganish ekologik tozalash texnologiyalarini takomillashtirish uchun ilmiy asos bo‘lib xizmat qiladi.

Qatlamli tizimlarni o‘rganish va ularni modifikatsiyalash orqali yangi adsorbsion materiallar yaratish yo‘nalishining dolzarbligi bir qator o‘zaro bog‘liq omillar bilan belgilanadi. So‘nggi yillarda suv va gaz muhitlarining toksik organik bo‘yoqlar, neftkimyo mahsulotlari hamda og‘ir metall ionlari bilan ortib borayotgan ifloslanishi ekologik xavfsiz, yuqori samarali va iqtisodiy jihatdan maqbul sorbentlarni ishlab chiqishni talab qilmoqda. Tabiiy montmorillonit hamda sintetik laponit o‘zining noyob qatlamli tuzilishi, yuqori kation almashinish sig‘imi va interkalatsiyalanish qobiliyati bilan ajralib turadi. Ushbu xususiyatlar ularning tuzilmasi, kislota-ishqoriy hamda katalitik faolligini maqsadli shakllantirish imkonini beruvchi keng modifikatsiya salohiyatini yuzaga chiqaradi.

ADABIYOTLAR TAHLILI.

Yangi avlod sorbentlarini yaratish, avvalo, montmorillonit kabi tabiiy va sintetik gil materiallarini hamda ularning noorganik va organik modifikatsiya

ISSN 3030-3907

usullarini chuqur o‘rganishni talab etadi. Qatlamlararo bo‘shliqlarga kationli komplekslarni joylashtirish orqali bunday tizimlarning ion almashinish va adsorbsion sig‘imi sezilarli darajada ortadi, bu esa oqava suvlar va gazli chiqindilarni samarali tozalash jarayonlarida ularning amaliy ahamiyatini yanada oshiradi.

Gil materiallari suv bilan ta’sirlashganda shishish va plastiklik xususiyatlarini namoyon qiluvchi, yuqori dispersli qatlamli silikatlar hisoblanadi. Ular asosan gidratlangan alyumosilikatlar va kolloid zarrachalardan tashkil topgan bo‘lib, organik modda, namlik va havo bilan birgalikda tuproqning asosiy strukturaviy qismini tashkil etadi [1].

Olib borilgan tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, gilli minerallarning kristall panjarasida yacheyka o‘lchamlarining o‘zgarishi ko‘pincha lokal panjara deformatsiyalari hisobiga kompensatsiyalanadi, ayniqsa kationlarning qatlamlararo fazaga interkalatsiyalanishi jarayonida [2–3]. Qatlamlar orasida neytral yoki zaryadlangan oraliq fazaning mavjudligi mumkin. Agar qatlamlararo fazada ortiqcha manfiy zaryad hosil bo‘lsa, uni K^+, Na^+, Mg^{2+}, Ca^{2+} kabi kationlar muvozanatlashtiradi va natijada qatlamli tuzilmaning elektrostatik barqarorligi ta’minlanadi.

Interkalatsiya — qatlamli minerallarning tuzilishini maqsadli boshqarishga qaratilgan zamonaviy va samarali yondashuvlardan biridir. Uning mohiyati qatlamlararo bo‘shliqlarga ionlar, molekulalar yoki nanozarrachalarni kiritishdan iborat bo‘lib, bu jarayon kristall panjaraning yaxlitligini saqlagan holda bazal masofa, sirt zaryadi va matritsaning teksturaviy xossalarini tartibga solish imkonini beradi. Natijada interkalatsiyalangan tizimlar adsorbsion va katalitik xossalarning yangi majmuasiga ega bo‘lib, suv va havo tozalash texnologiyalari, funksional nanokompozitlar hamda katalizatorlar yaratishda dolzarb ahamiyat kasb etadi [4].

Interkalatsiyaning klassik yo‘nalishlaridan biri — ion almashinuvi bo‘lib, unda dastlabki kationlar (Na^+, K^+, Ca^{2+}) maqsadli kationlar yoki ularning kompleks shakllariga almashtiriladi. Masalan, montmorillonit tarkibidagi Na^+ ionini Cu^{2+}, Fe^{3+}, Cr^{3+} yoki Zn^{2+} ionlariga almashtirish bazal masofani odatda 12–15 Å dan 18–20 Å gacha kengaytiradi; bu esa katalitik faollik yoki antibakterial xossalarga ega fazalarning shakllanishiga zamin yaratadi [5].

Interkalatsiyalangan montmorillonit asosidagi kompozitlar mustahkam noorganik asos bilan birga funksional qo‘shimchalarni uyg‘unlashtirgan holda yuqori adsorbsion sig‘im, katalitik faollik, mexanik mustahkamlik va termik barqarorlikni namoyon etadi. So‘nggi yillarda tarkibida organik birikmalar, nodir yer metallari kationlari, polimerlar, oksidlar hamda uglerodli nanokomponentlar mavjud bo‘lgan o‘nlab gibrid tizimlar sintez qilinib, batafsil tavsiflangan [6–7].

TADQIQOT METODOLOGIYASI.

ISSN 3030-3907

Polioksokationlarning tabiiy montmorillonit va sintetik laponitning qatlamlararo fazasiga kiritilishini o‘rganish, ushbu qatlamli minerallarning yuqori kation almashinish sig‘imi, strukturaviy moslashuvchanligi hamda ularning teksturaviy va adsorbsion xossalarini maqsadli tarzda o‘zgartirish imkoniyati bilan ilmiy asoslanadi.

Interkalatsiya jarayonlari uchun boshlang‘ich xomashyo sifatida Qrantau koniga mansub tabiiy montmorillonit hamda Shandong Honrel Co. (Xitoy) kompaniyasi tomonidan ishlab chiqarilgan sintetik laponit namunalari tanlab olindi. Qrantau konining gil materiallari boshqa Qoraqalpog‘iston konlariga nisbatan yuqori ishqoriylik darajasi va kation almashinish potensiali bilan ajralib turadi, bu esa ularni modifikatsiya jarayonlari uchun istiqbolli ob’ekt sifatida tavsiflaydi.

Interkalatsiya sinovlari $CrCl_3 \cdot 6H_2O$ polioksokationlari ishtirokida olib borildi. Jarayonda ≥ 35 % vodorod peroksid oksidlovchi komponent sifatida, HCl, H_2SO_4 va HNO_3 kislotalari esa muhitning kislotaliligini tartibga solish uchun qo‘llanildi. Eritmaning pH muvozanatini saqlash maqsadida NaOH ishlatildi.

Gil namunasi dastlab elakdan o‘tkazilib, suv bilan yuvildi, yirik fraksiyalar va mexanik aralashmalardan tozalandi hamda doimiy massagacha quritildi. Keyingi bosqichda u 1:10 nisbatda ikki marta distillangan suvda dispersiyalanib, uzluksiz aralashtirish sharoitida Na_2CO_3 qo‘shildi. Muhitning pH qiymati 10 ± 0,2 gacha oshirilib, namunalar barqaror natriyli shaklga o‘tkazildi. Kation almashinish jarayonini faollashtirish maqsadida suspenziyaga 15–20 daqiqa davomida ultratovushli ishlov berildi, so‘ngra tindirish jarayoni 1 dan 10 kungacha davom ettirildi.

Xrom polioksokationlari $CrCl_3 \cdot 6H_2O$ eritmalarini 0,1–1,0 M konsentratsiyada, NaOH (0,1–0,5 M) ishtirokida pH = 5,0 ± 0,2 sharoitida bosqichma-bosqich gidrolizlash orqali sintez qilindi. Gidroliz doimiy aralashtirish sharoitida olib borilib, harorat ketma-ket 20 °C (1 soat), 40 °C (2 soat), 60 °C (2 soat) va 70 °C (1 soat) gacha oshirildi, natijada bir jinsli polioksokation yadrolarining shakllanishi ta’minlandi.

Hosil bo‘lgan zolllar 50 °C da 12–24 soat davomida aralashtirilib, so‘ng xona haroratigacha sovitildi va 6000 ayl/min tezlikda sentrifugalash orqali fazalar ajratib olindi. Cho‘kma ikki marta distillangan suvda yuvilib, suspenziya elektr o‘tkazuvchanligi 50 μS/sm dan past qiymatga yetgach, 40 °C da quritildi. Tayyorlangan namunalar interkalatsiya bosqichigacha germetik sharoitda saqlandi.

Xrom polioksokationlarini montmorillonit va laponit qatlamlariga interkalatsiyalash jarayoni gilning suvda 1:20 nisbatda dispersiyalanishi orqali tayyorlangan suspenziyalarda amalga oshirildi. Dispersiyani bir jinsli holatga

ISSN 3030-3907

keltirish uchun 40 kHz chastotali ultratovushli ishlov 15 daqiqa davomida qo‘llanildi.

Hosil bo‘lgan gil suspenziyasiga 50–60 °C haroratda tayyorlangan polioksokation zollari qo‘shildi. Gil va polioksokationning nisbati 1 g gilga 1–15 mmol faol kationga to‘g‘ri keladigan tarzda tanlandi. Aralashma 25 °C da sekin aralashtirish sharoitida 48 soat davomida inkubatsiya qilindi, bunda komplekslarning barqarorligini ta’minlash maqsadida pH qiymati 5,0–6,0 oralig‘ida davriy ravishda sozlab turildi.

Dastlabki va interkalatsiyalangan namunalarning adsorbsion xossalarini o‘rganish maqsadida kationli va anionli bo‘yoqlar bo‘yicha tajribalar o‘tkazildi. Kationli adsorbtiv sifatida metilen ko‘ki, anionli adsorbtiv sifatida esa kongo qizili tanlandi. Bo‘yoqlarning adsorbsiyasini miqdoriy tahlil qilish uchun UV–Vis spektrofotometr (UV-5100) qo‘llanildi. Tajriba boshlanishidan oldin har bir bo‘yoq uchun 1–50 mg/l konsentratsiya oralig‘ida standart eritmalar distillangan suvda tayyorlandi. Adsorbsiya maksimumlari spektral ma’lumotlar asosida aniqlanib, metilen ko‘ki uchun $\lambda_{max} \approx 664$ nm, kongo qizili uchun esa $\lambda_{max} \approx 497$ nm qiymatlar olingan. Shu to‘lqin uzunliklarida optik zichlikning bo‘yoq konsentratsiyasiga bog‘liqligi asosida kalibrovka grafigi tuzildi; bunda chiziqli regressiya koeffitsiyenti kamida $R^2 \geq 0{,}999$ bo‘lishi ta’minlandi.

Adsorbsion tajribalar uchun 0,05–0,1 g miqdordagi namunalar 50 ml hajmdagi probirkalarga joylashtirilib, ularga 25 ml (10–30 mg/l) konsentratsiyadagi bo‘yoq eritmalari qo‘shildi. Aralashmalar 25 °C da 24 soat davomida aralashtirilib, adsorbsion muvozanat holatiga erishildi. So‘ngra suspenziya 5000 ayl/min tezlikda 10 daqiqa davomida sentrifugalandi va tahlil uchun 3–5 ml ustki eritma ajratib olindi. Qolgan bo‘yoqning eritmadagi konsentratsiyasi UV–5100 spektrofotometrida mos λ_{max} qiymatlarida optik zichlikni o‘lchash orqali aniqlanib, natijalar oldindan tuzilgan kalibrovka grafigi asosida hisoblab chiqildi.

Adsorbsion sig‘im quyidagi formula bo‘yicha hisoblab chiqildi:

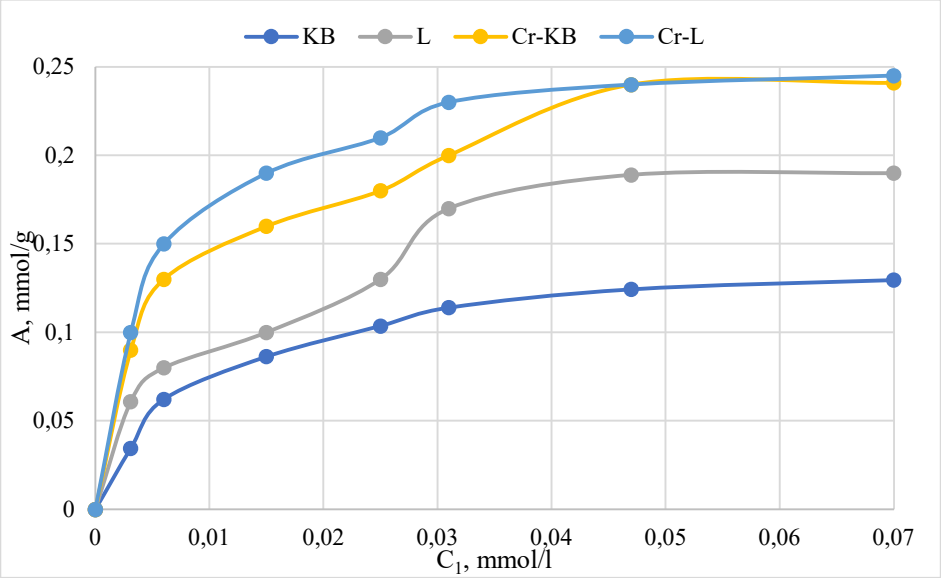
$$A = \frac{(C_0 - C_1) * V}{m}$$

Bu yerda C_0 va C_1 – bo‘yoqning boshlang‘ich va muvozanat konsentratsiyalari (mg/l), V – eritma hajmi (l), m – adsorbent massasi (g) ni anglatadi. Barcha eksperimentlar kamida uch marta takrorlab bajarildi. Metilen ko‘ki va kongo qizili asosida o‘tkazilgan tajribalar kationli va anionli ifloslantiruvchilarga nisbatan selektivligini baholash, shuningdek modifikatsiyaning qatlamli materiallarning adsorbsion xossalariga ta’sirini tahlil qilish imkonini berdi.

MUHOKAMA VA NATIJALAR.

ISSN 3030-3907

1-rasmda keltirilgan metilen ko‘ki (MK) adsorbsiyasi izotermalari boshlang‘ich va interkalatsiyalangan laponit hamda montmorillonit namunalari o‘rtasida adsorbsion sig‘imning sezilarli farqlanishini ko‘rsatadi. Barcha materiallar uchun olingan izotermalar eksponensial shaklga ega bo‘lib, MK konsentratsiyasi oshgani sayin egri chiziqning platoga chiqishi kuzatildi. Ushbu holat adsorbsion markazlarning to‘yingan holatga yetganligini, ya’ni adsorbsiya jarayonining muvozanat bosqichiga o‘tganligini bildiradi.



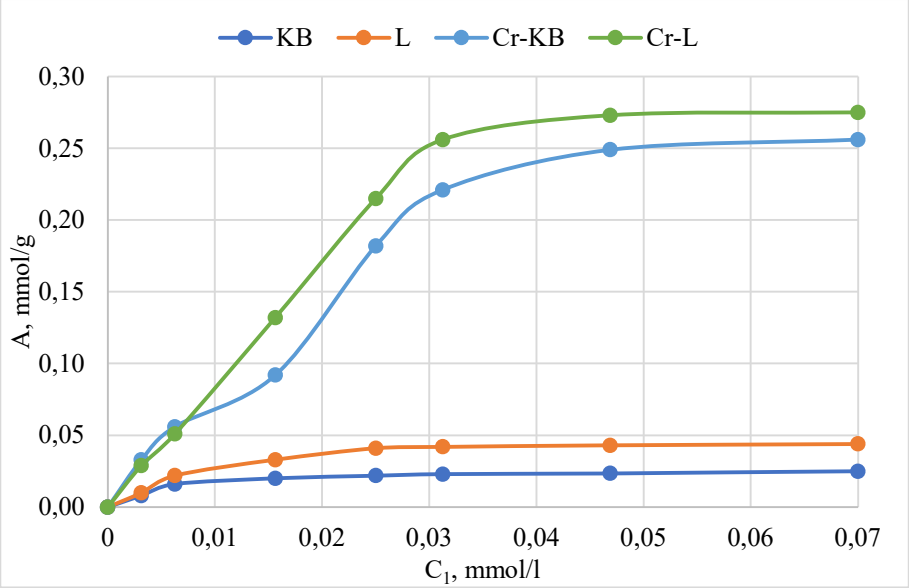
1-rasm. Metilen ko‘ki adsorbsiyasi izotermalari

1-rasmda metilen ko‘ki (MK) ning dastlabki KB (Krantau bentoniti) va L (laponit) hamda xrom polioksokationlar bilan interkalirlangan shakllari (Cr-KB va Cr-L) bo‘yicha adsorbsiyasi izotermalari keltirilgan. Ko‘rinib turibdiki, barcha izotermalar aniq ifodalangan Lengmuir tipida bo‘lib, muvozanat konsentratsiyasi (C_1) ortishi bilan adsorbsiyalangan miqdor C_1 (A, mmol/g) qiymatlarida keskin oshadi va so‘ngra adsorbsion markazlarning to‘yinganligini ifodalovchi plato holatiga o‘tadi. Eng yuqori adsorbsion sig‘im interkalirlangan namunalar uchun 0,25–0,27 mmol/g atrofida aniqlangan. Bunga qarama-qarshi, modifikatsiyalanmagan laponitning adsorbsion sig‘imi ancha past bo‘lib, to‘yinganlik atigi 0,18 mmol/g ni tashkil qiladi. Bu holat uning montmorillonitga nisbatan past ion-almashinish sig‘imi va kichik sirt maydoni bilan izohlanadi. Xrom bilan interkalatsiyalangan laponit (Cr-L) esa sezilarli darajada yuqori adsorbsion sig‘im namoyon etadi. U metilen ko‘kini boshlang‘ich laponitga nisbatan qariyb 50 % ko‘proq adsorbsiyalaydi va natijada montmorillonit darajasiga teng yoki biroz yuqori (~0,27 mmol/g) qiymatga erishadi.

Adsorbsiyalangan miqdor bo‘yicha namunalar quyidagi ketma-ketlikda joylashadi: Cr-L > Cr-KB > L > KB. Ushbu tartib ilgari olingan nisbiy sirt yuza, g‘ovaklik va sirt zaryadi haqidagi ma’lumotlarga to‘liq mos keladi. Cr-polioksokationlar bilan interkalatsiyalash faol markazlar sonini oshirib,

ISSN 3030-3907

qo‘shimcha tor qatlamlararo g‘ovklar hosil qiladi. Bu esa maksimal adsorbsion sig‘imdi oshiradi hamda kationli bo‘yoqlar bilan elektrostatik tortishuvni kuchaytiradi. Izotermalarning boshlang‘ich tik qismi adsorbsiyaning monoqavatli xarakterga egaligini bildiradi, platoga chiqishi esa faol markazlar sonining chegaralanganligini va jarayonning Lengmuir turidagi adsorbsiyaga xos ekanini ko‘rsatadi.



2-rasm. Kongo qizili adsorbsiyasi izotermalari

Anionli bo‘yoq – kongo qizili (KQ) ning adsorbsiyasi boshlang‘ich gil namunalarida (KB va L) metilen ko‘kiga (MK) nisbatan ancha past bo‘lib, izotermalar shakli ham keskin farqlanadi. Maksimal konsentratsiyada adsorbsiyalangan miqdor atigi 0,04–0,06 mmol/g ni tashkil etadi. Izotermalar deyarli chiziqli yoki ozgina pastga egilgan ko‘rinishda bo‘lib, platoning yo‘qligi sirtning manfiy zaryadlangan yuzalari yetarli emasligini va to‘yinganlikka erishilmaganini ko‘rsatadi.

Gilning xrom polioksokationlari bilan interkalatsiyasi KQ (kongo qizili) ning adsorbsiyasini sezilarli darajada oshiradi. Baholashlarga ko‘ra, Cr-KB va Cr-L namunalarining sig‘imi 0,26–0,28 mmol/g gacha yetadi, bu esa boshlang‘ich namunalardan 5–6 baravar yuqoridir. Bunda izotermalarning shakli ham o‘zgaradi: Cr-KB/Cr-L namunalarida KQ izotermalari pastga egilgan ko‘rinishga ega bo‘lib, chiziqli adsorbsiyadan to‘yinganlikka o‘tishini bildiradi. Bu esa yangi faol markazlar – qatlamlararo sohada fiksatsiyalangan musbat zaryadli Cr(III) polioksokationlar (masalan, $[Cr_3O(OH)_6]^+$ va boshqa oligomerlar) hosil bo‘lganini ko‘rsatadi. Bu kationli “ustunlar” ikki funksiyani bajaradi: (1) qatlamlararo zaryadni neytrallab, pH_{NZN} ni oshiradi va sirtni anionlarga nisbatan sorbsion qiladi; (2) qatlamlararo bo‘shliqlarni kengaytirib, g‘ovaklik va sirt maydonini oshiradi. Natijada Cr-modifikatsiyalangan namunalar KQ molekulalarini samarali adsorbsiyalaydi. Har ikki interkalatsiyalangan namuna yuqori adsorbsion sig‘imga

ISSN 3030-3907

ega bo‘lsa-da, eng yuqori qiymat xrom laponit (Cr-L) namunasi uchun aniqlangan. Bu, laponitdagi pastroq zaryad zichligi tufayli polioksokationlarning qatlamlararo fazani samaraliroq egallashi va natijada nisbiy sirt yuzaning Cr-KB ga nisbatan sezilarli ortishi bilan izohlanadi.

1-jadval.

MK adsorbsiyasi bo‘yicha Lengmyur tenglamasi parametrlari

Namuna	A_0, mmol/g	K	S_{sol}, m^2/g	ΣV, sm^3/g	R^2
KB	0,152	42,3	95,988	0,151	99,86
Cr-KB	0,263	51,6	166,08	0,296	98,92
L	0,196	36,5	123,77	0,191	96,11
Cr-L	0,356	82,2	224,81	0,305	99,39

Xrom polioksokationlar bilan interkalirlashdan keyin har ikkala namunada ham monomolekulyar qatlamning sig'imi (A_0) sezilarli darajada ortadi. Bu esa maksimal adsorbsion sig‘imning oshganini bildiradi, chunki kengaygan qatlamlararo sohalar va yangi hosil bo‘lgan g‘ovaklarda MK molekulalari ko‘proq sorbsiyalanadi. Lengmuir konstantasi (K) ham modifikatsiyadan so‘ng ortadi. K qiymatining oshishi adsorbatning sirtga nisbatan kuchliroq tasirlashishga ega bo‘lganini anglatadi.Bu esa qo‘shimcha faol markazlar (masalan, Cr–OH gidroksokomplekslari) hosil bo‘lishi va MK bilan elektrostatik o‘zaro ta’sirlarning kuchayishi bilan bog‘liq bo‘lishi mumkin.

Interkalatsiyadan so‘ng umumiy g‘ovak hajmi (ΣV) sezilarli darajada ortadi. Cr-KB namunasi uchun ΣV ≈ 0,22 sm^3/g, g‘ovak kengligi esa ~18–22 Å ni tashkil etib, boshlang‘ich KB ga nisbatan ancha yuqoridir. Cr-L namunasi uchun esa ΣV ikki baravar ortib, ~0,03 dan ~0,06 sm^3/g gacha yetadi.

1-jadval.

KQ adsorbsiyasi bo‘yicha Lengmyur tenglamasi parametrlari

Namuna	A_0, mmol/g	K	S_{sol}, m^2/g	ΣV, sm^3/g	R^2
KB	0,025	45,5	31,625	0,023	98,88
L	0,057	56,2	72,105	0,053	99,12
Cr-KB	0,496	61,3	627,44	0,431	95,2
Cr-L	0,538	62,5	680,57	0,535	94,3

Boshlang‘ich montmorillonit (KB) va laponit (L) namunalarida metilen ko‘kiga (MK) nisbatan kuchli selektivlik kuzatiladi: konqo qizili (KQ) uchun monomolekulyar qatlam sig‘imi KB da 0,025 mmol/g, L da esa 0,057 mmol/g ni

ISSN 3030-3907

tashkil qiladi, bu MK bo‘yicha qiymatlardan 3–6 baravar pastdir. Bunday farq smektit qatlamlarining manfiy zaryadi hamda yoriqsimon agregatlararo g‘ovaklarning ustunligi bilan izohlanadi. Bu holat kationlarning elektrostatik tortilishini, anionlarning esa itarilishini bilan izohlanadi. Shuningdek, KQ uchun Lengmuir konstantasi K (45–56) o‘rtacha qiymatda bo‘lib, bu holat anionli bo‘yoqning manfiy zaryadlangan sirtga kuchsiz tortilish xususiyatini ko‘rsatadi. KB va L namunalarining g‘ovaklar hajmi (0,023 va 0,053 sm^3/g) va nisbiy sirt yuzasi (32 va 72 m^2/g) past bo‘lib, bu holat monomolekulyar qatlam sig‘imini yanada cheklaydi. Shu sababli, Cr-L hatto Cr-KB ga nisbatan ham KQ ni biroz ko‘proq adsorbsiyalay oladi.

Cr-interkalatsiyalangan namunalar kongo qizili bo'yicha adsorbsion sig'imi metilen ko'kiga nisbatan ancha yuqoridir. KB namunasi uchun KQ bo‘yicha A_0 deyarli 20 barobar ortadi (0,025 dan 0,496 mmol/g gacha), MK bo‘yicha esa atigi 1,7 barobar (0,152 dan 0,263 mmol/g gacha). L namunasi uchun KQ bo‘yicha A_0 ning o‘sishi taxminan 9,5 barobarni tashkil etadi (0,057 dan 0,538 mmol/g gacha), MK bo‘yicha esa 1,8 barobar (0,196 dan 0,356 mmol/g gacha). Bu holat interkalatsiyalangan qatlamli silikatlarda sirt zaryadining qayta taqsimlanishi hamda Cr(III) polioksokomplekslari hisobiga yangi faol markazlarining shakllanishi natijasida materialning anionofil xossalari sezilarli darajada ortganini ko‘rsatadi.

HULOSA VA TAKLIFLAR

Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, tabiiy montmorillonit (Qrantau koni) va sintetik laponit asosidagi qatlamli silikatlar xrom polioksokationlar bilan interkalatsiyalash orqali sezilarli darajada o‘zgartirilgan strukturaviy va adsorbsion xossalarga ega bo‘ladi. Interkalatsiya jarayoni natijasida materiallarning nisbiy sirt yuzasi, umumiy g‘ovak hajmi va ion almashinish sig‘imi oshgan, bu esa ularning sorbsion faolligini kuchaytirgan.

Metilen ko‘ki (MK) va kongo qizili (KQ) bo‘yicha o‘tkazilgan adsorbsion tajribalar modifikatsiyalangan namunalar yuqori sig‘imga ega ekanligini ko‘rsatdi. Xususan, Cr(III) polioksokationlari bilan interkalatsiyalangan montmorillonit (Cr–KB) va laponit (Cr–L) namunalarida MK uchun maksimal adsorbsion sig‘im mos ravishda 0,26–0,27 mmol/g, KQ uchun esa 0,49–0,54 mmol/g ni tashkil etdi. Bu qiymatlar boshlang‘ich namunalarga nisbatan 1,7–20 barobar yuqoridir.

Kongo qizili bo‘yicha adsorbsion sig‘imning keskin oshishi qatlamlararo fazada musbat zaryadlangan Cr(III) polioksokomplekslarning hosil bo‘lishi bilan bog‘liq bo‘lib, ular sirtning anionofil xususiyatini kuchaytiradi va yangi faol markazlar paydo bo‘lishiga olib keladi. Shu bilan birga, bazal masofa va g‘ovaklikning kengayishi ham adsorbsion sig‘imning ortishiga xizmat qiladi.

ISSN 3030-3907

Lengmyur modeli asosida olingan parametrlarga ko‘ra, adsorbsiya jarayonlari monoqavatli xarakterga ega bo‘lib, interkalatsiyalangan namunalarda adsorbat va sirt o‘rtasidagi o‘zaro ta’sir kuchi (K) ortgan. Bu esa modifikatsiya jarayonida Cr–OH gidroksokomplekslari va boshqa faol markazlarning hosil bo‘lganligini tasdiqlaydi.

Umuman olganda, o‘rganilgan Cr(III) polioksokationlari bilan interkalatsiyalangan bentonit va laponit namunalarining yuqori adsorbsion sig‘imi, sirt energiyasi va anionofil xususiyatlari ularni oqava suvlar tarkibidagi organik bo‘yoqlarni samarali adsorbsiyalovchi ekologik xavfsiz sorbentlar sifatida qo‘llash imkonini beradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Gupta S. Sen. Claymetal interactions a study with respect to kaolinite and montmorillonite with and without pillaringGauhati University, 2006. 411 c.
2. Newnham R.E., Brindley G.W. The crystal structure of dickite // Acta Crystallographica. 1956. № 9(9). C. 759–764. DOI:10.1107/S0365110X56002060.
3. Dixon J.B. Kaolin and Serpentine Group Minerals // Minerals in Soil EnvironmentsJohn Wiley & Sons, Ltd, 2018. C. 467–525.
4. Kim Y., Park J. Ag^{+}-intercalated polymer composites for antibacterial applications // Environmental Science and Pollution Research. - 2021. - Vol. 28. - P. 172-178.
5. Liu Z., Wang D. Lanthanum-intercalated montmorillonite for esterification catalysis // Chemical Engineering Research and Design. - 2020. - Vol. 154. - P. 67-73.
6. Zhou X., Liu W. ZnO intercalated montmorillonite nanocomposites: synthesis and photocatalytic activity // Chemical Engineering Journal. - 2023. - Vol. 458. - P. 385-390.
7. Li H., Chen S. Graphene-intercalated montmorillonite for enhanced adsorption of organic compounds // Journal of Cleaner Production. - 2022. - Vol. 374. - P. 221-227.

ISSN 3030-3907