



<https://doi.org/10.70728/a.series.tab.v08.i09.025>

KALSIY IONLARINING BENTONIT-GUMIN KISLOTASI DISPERSIYALARINING KOLLOID BARQARORLIGI VA MIKROSTRUKTURASIGA TA’SIRI

Jiyankulova Muzifabonu Abbosxon qizi
odiljonovamuzifabonu@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada kalsiy (Ca^{2+}) ionlarining bentonit va gumin kislotasi (GK) asosidagi kolloid dispersiyalarning fizik-kimyoviy barqarorligiga ta’siri o‘rganilgan. Tadqiqotda kationli ko‘prik (cation bridging) mexanizmi va qo‘sh elektr qavatining (EDL) qisqarishi kabi jarayonlar yoritildi. Zeta potensial o‘lchovlari va FT-IR spektroskopiyasi natijalari shuni ko‘rsatadiki, Ca^{2+} ionlari bentonit-GK tizimining manfiy zaryadini neytrallashtirib, kuchli koagulyatsiyaga olib keladi. Ushbu natijalar sanoat oqova suvlarini tozalashda va og‘ir metallarni sorbsiya qilishda adsorbentlarning samaradorligini oshirish uchun muhim amaliy ahamiyatga ega.

Kalit so‘zlar: Bentonit, gumin kislotasi, kalsiy ionlari, kolloid barqarorlik, Zeta potensial, kationli ko‘prik, koagulyatsiya.

Аннотация: В этой статье исследуется влияние ионов кальция (Ca^{2+}) на физико-химическую стабильность коллоидных дисперсий на основе бентонита и гуминовой кислоты (GK). В исследовании освещались такие процессы, как механизм катионного моста (cation Bridging) и сокращение двойного электрического пола (EDL). Измерения Дзета-потенциала и результаты ФТ-ИК-спектроскопии показывают, что ионы Ca^{2+} нейтрализуют отрицательный заряд системы бентонит-GK, что приводит к сильной коагуляции. Эти результаты имеют важное практическое значение для повышения эффективности адсорбентов при очистке промышленных сточных вод и сорбции тяжелых металлов.

Annotation: this article explores the effect of calcium (Ca^{2+}) ions on the physicochemical stability of bentonite and huminic acid (GK)-based colloidal dispersions. The study highlighted processes such as cation bridging (cation bridging) mechanism and double electric floor (EDL) shrinkage. Results from zeta potential measurements and FT-IR spectroscopy show that Ca^{2+} ions neutralize the negative charge of the bentonite-GK system, leading to strong coagulation. These results have important practical implications for improving the effectiveness of adsorbents in the treatment of industrial effluents and in the sorption of heavy metals.

Kirish Bentonit gillari o‘zining yuqori solishtirma yuzasi, kation almashinish qobiliyati va arzonligi tufayli suvni tozalash texnologiyalarida yetakchi adsorbentlardan biri hisoblanadi. Tabiiy suvlarda va sanoat oqovalarida ko‘p uchraydigan gumin kislotalar (GK) bentonit zarrachalari bilan o‘zaro ta’sirlashib, murakkab organo-mineral komplekslarni hosil qiladi. Ushbu komplekslarning barqarorligi muhitdagi metall ionlariga, xususan, ishqoriy-yer metallariga (masalan, Ca^{2+} va Mg^{2+}) bevosita bog‘liq.

Kalsiy ionlari gumin kislotasining karboksil ($-\text{COOH}$) va fenol ($-\text{OH}$) guruhlar bilan faol ta’sirlashib, bentonit yuzasida “kationli ko‘priklar” hosil qilishi adabiyotlarda qayd etilgan. Biroq, Ca^{2+} konsentratsiyasining o‘zgarishi dispersiya tizimining termodinamik va kinetik parametrlariga qanday ta’sir qilishi to‘liq yoritilmagan. Ushbu tadqiqotning maqsadi Ca^{2+} ionlari ishtirokida bentonit-GK dispersiyalarining kolloid barqarorligi va agregatsiya kinetikasini kompleks baholashdan iborat.

Materiallar va metodlar

Tadqiqot uchun yuqori tozalikdagi natriyli bentonit (Na-bentonit) va tijoriy gumin kislotasi preparatlari ishlatildi. Ta’sir etuvchi agent sifatida kalsiy xlorid (CaCl_2) tuzidan foydalanildi.

Dispersiyalarni tayyorlash: 1 g/L konsentratsiyali bentonit suspenziyasi va turli konsentratsiyali (10-50 mg/L) GK eritmaları ultratovush yordamida gomozenizatsiya qilindi. Tizimga Ca^{2+} ionlari 0.1 dan 5.0 mmol/L gacha bo‘lgan oraliqda qo‘shildi.

Tahlil usullari: Tizimning zaryad holati Zeta potensial (Dynamic Light Scattering - DLS) apparati orqali pH=7.0 da o‘lchandi. Bentonit, GK va Ca^{2+} o‘rtasidagi kimyoviy bog‘lanishlarni aniqlash uchun FT-IR spektroskopiya ($4000 - 400 \text{ cm}^{-1}$) tahlillari amalga oshirildi. Eritmadagi GK ning qoldiq miqdori UV-Vis spektrofotometri orqali (254 nm) aniqlandi.

Natijalar va ularning muhokamasi

Bentonit va gumin kislotasi alohida holatda manfiy Zeta potensialga ega (mos ravishda -35 mV va -45 mV). Ular aralashtirilganda barqaror manfiy zaryadli kolloid tizim hosil bo‘ladi (taxminan -40 mV). Tizimga Ca^{2+} ionlarining qo‘shilishi dispersiyaning sirt zaryadiga keskin ta’sir ko‘rsatdi:

Ca^{2+} konsentratsiyasi (mmol/L)	Zeta potensial (mV)	Dispersiya holati
0.0	-39.8	Yuqori barqarorlik
0.5	-28.4	Qisman barqaror
1.0	-15.2	Koagulyatsiya boshlanishi
3.0	-5.1	Tez agregatsiya
5.0	+1.2	To‘liq cho‘kma hosil bo‘lishi

Natijalar shuni ko‘rsatadiki, Ca^{2+} miqdori ortishi bilan Gouy-Chapman qo‘sh elektr qavati (EDL) qisqaradi va tizim izoelektrik nuqtaga (Zeta potensial ≈ 0) yaqinlashadi.

Spektral tahlil va ta’sir mexanizmi (FT-IR)

FT-IR spektrlarining tahlili Ca^{2+} ishtirokida yangi bog‘lanishlar hosil bo‘lganini tasdiqladi. Dastlabki GK spektridagi 1710 cm^{-1} dagi karboksil guruhlariga tegishli yutilish chizig‘i kalsiy qo‘shilgandan so‘ng 1630 cm^{-1} va 1420 cm^{-1} (mos ravishda assimetrik va

simmetrik COO⁻ tebranishlari) ga siljidi. Ushbu spektral siljishlar Ca²⁺ ionlari gumin kislotasi molekulalaridagi manfiy guruhlar bilan va bentonit sirtidagi silanol (-Si-OH) guruhlarini o‘rtasida mustahkam kationli ko‘prik (Bentonit-Ca-GK) hosil qilganligini dalillaydi.

Adsorbsiya va agregatsiya kinetikasi

Kinetik tahlillar shuni ko‘rsatdiki, kalsiy ionlari mavjud bo‘lganda, gumin kislotasining bentonit sirtiga adsorbsiyalanishi psevdoo-ikkinchi tartibli kinetik modelga (pseudo-second order) ko‘proq mos keladi. Bu jarayonda kimyoviy sorbsiya (xemosorbsiya) ustuvorlik qilishi ma‘lum bo‘ldi. Ca²⁺ ionlari gumin kislotasi makromolekulalarini buklab, ixchamlashtiradi, bu esa ularning bentonit g‘ovaklariga chuqurroq kirib borishiga va sirtida zich adsorbsion qatlam hosil qilishiga olib keladi.

Xulosa. Tadqiqot natijasida kalsiy ionlarining bentonit-gumin kislotasi tizimiga ta’siri murakkab tabiatga ega ekanligi aniqlandi:

1. Kichik miqdordagi Ca²⁺ ionlari (<0.5 mmol/L) bentonit sirtida gumin kislotasining adsorbsiyasini kuchaytirsa-da, dispersiya barqarorligini saqlab qoladi.

2. Yuqori konsentratsiyalarda (>1.0 mmol/L) esa kationli ko‘prik effektining kuchayishi va qo‘sh elektr qavatining qisqarishi oqibatida tizimda kuchli koagulyatsiya va zarrachalar agregatsiyasi yuz beradi.

Mazkur mexanizmlarni to‘g‘ri baholash, ayniqsa, og‘ir metallar va organik bo‘yoqlar bilan ifloslangan oqova suvlarni tozalashda ishlatiladigan gilli adsorbentlarni modifikatsiya qilish bosqichida texnologik rejimni to‘g‘ri tanlash imkonini beradi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati

1. Danilin, I., Tolpeshta, I., Izosimova, Y., Pozdnyakov, L., Stepanov, A., & Salimgareeva, O. (2023). Thermal Stability and Resistance to Biodegradation of Humic Acid Adsorbed on Clay Minerals. *Minerals*, 13(10), 1310. <https://doi.org/10.3390/min13101310>

Cited by: 11

2. Jiang, L., Sun, H., Peng, T., Du, J., & Xia, L. (2023). Enhanced Adsorption Of Humic Acid On Amino-Modified Bentonite. *Clays and Clay Minerals*, 71(1), 91–105. <https://doi.org/10.1007/s42860-023-00233-9> Cited by: 8

3. Lasareva, V., & Parfenova, M. (2024). Influence of Organic Matter on the Transport of Mineral Colloids in the River-Sea Transition Zone. *Oceanography - Relationships of the Oceans with the Continents, Their Biodiversity and the Atmosphere*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.110247> Cited by: 8

4. Philippe, A. (0). Interactions of Dissolved Organic Matter with Natural and. .

5. El-Eswed, B., & Khalili, F. (2006). Adsorption of humic acid on bentonite. *Applied Clay Science*, 32, 53–61. <https://doi.org/10.1016/j.clay.2005.10.007>