



INVESTIGATION OF THE EFFECT OF ENRICHMENT AND ALKALINE MODIFICATION OF LOCAL BENTONITES ON THE COLLOID-CHEMICAL PROPERTIES OF THEIR SUSPENSIONS

Saburova Raykhan Robertovna

PhD student of Karakalpak State University named after Berdakh

<https://doi.org/10.5281/zenodo.20557303>

ARTICLE INFO

Received: 25th May 2026

Accepted: 30th May 2026

Online: 31st May 2026

KEYWORDS

Ca-bentonite (calcium bentonite), Sodium carbonate, alkaline activation (or alkaline modification), rheological properties.

ABSTRACT

This article, the effects of sodium carbonate Na_2CO_3 addition, combined with subsequent simultaneous heating and stirring processes, on the rheological properties of calcium bentonite (Ca-bentonite) colloidal dispersions were investigated. Ca-bentonite dispersions were treated with Na_2CO_3 at various ratios (2, 4, and 12 g per 100 g of bentonite) and then subjected to heating and stirring for different periods of time. It was found that the swelling capacity and viscosity of the treated bentonite samples increased with higher Na_2CO_3 content, and the optimum amount of Na_2CO_3 was determined to be 4 g/100 g (4%) relative to the Ca-bentonite content.

MAHALLIY BENTONITLARNI BOYITISH VA ISHQORIY MODIFIKATSIYA QILISHNING ULARNING SUSPENZIYALARINING KOLLOID-KIMYOVIY XUSUSIYATLARIGA TA'SIRINI TADQIQ ETISH

Saburova Raykhan Robertovna

Qoraqalpoq davlat universiteti tayanch doktoranti

<https://doi.org/10.5281/zenodo.20557303>

ARTICLE INFO

Received: 25th May 2026

Accepted: 30th May 2026

Online: 31st May 2026

KEYWORDS

Ca-bentonit (kalsiyli bentonit), Natriy karbonat (Na_2CO_3), ishqoriy aktivatsiya (yoki ishqoriy modifikatsiya), reologik xossalari.

ABSTRACT

Ushbu tadqiqotda natriy karbonat (Na_2CO_3) qo'shilishi hamda undan keyingi bir vaqtda amalga oshirilgan qizdirish va aralashtirish jarayonlarining kalsiyli bentonit (Ca-bentonit) kolloid dispersiyalarining reologik xususiyatlariga ta'siri o'rganildi. Ca-bentonit dispersiyalari turli nisbatlarda (100 g bentonitga 2, 4, 12 g) Na_2CO_3 bilan qayta ishlandi va so'ngra turli vaqt davomida qizdirish va aralashtirish jarayoniga bo'ysundirildi. Qayta ishlangan bentonit namunalarining shishishi va yopishqoqligi Na_2CO_3 miqdori ortishi bilan oshishi aniqlandi va Na_2CO_3 ning eng maqbul (optimal) miqdori Ca-bentonit tarkibiga nisbatan 4 g/100 g (4%) ekanligi ma'lum bo'ldi.

Kirish. Bentonitlarning xomashyo sifatidagi tijoriy qiymati juda yuqori bo'lib, bu ularning kosmetika va tibbiyot

mahsulotlari, buyoqlar, suvni tozalash, farmatsevtika pigmentlar/bo'yoq moddalar va qog'oz sanoati kabi ko'plab



IF = 9.2

tarmoqlarda qo'llanilishi bilan bog'liqdir. Bentonitlar, shuningdek, o'zining favqulodda reologik xususiyatlari tufayli burg'ulash eritmalarida ham keng ishlatiladi [1]. Burg'ulash ishlarida yuqori sifatli bentonit zaruriy yopishqoqlikni (viskozitet) va maqbul darajadagi filtratsiya yo'qotishlarini (suv beruvchanlikni) ta'minlaydi.

Bentonit asosan montmorillonit mineralidan $[(Al,Mg)_2(OH)_2(Si,Al)_4O_{10}(Ca)_x \cdot nH_2O]$ hamda ma'lum miqdordagi boshqa minerallar — kvarts (SiO_2), kalsiyli va natriyli dala shpatlaridan $[(CaAl_2Si_2O_8), (NaAl_3Si_2O_8)]$ tashkil topgan. Bentonitning ikkita turi mavjud: yuqori shishish qobiliyatiga ega bo'lgan natriyli bentonit (Na-bentonit) hamda shishmaydigan va suvda o'z-o'zidan kolloid dispersiyalar hosil qilmaydigan kalsiyli bentonit (Ca-bentonit) [2]. Bentonit, asosan, o'zaro bog'langan va bir-birining ustiga joylashgan kremniy (silika) va alyuminiy (alyumina) qatlamlaridan iborat varaqalardan tashkil topgan. Bentonitning plastinkasimon yassi zarrachalari (plastinkalari) elektrokimyoviy kuchlar ta'sirida o'zaro zich joylashib, qatlamlararo suvni saqlovchi agregatlarni hosil qiladi. Ushbu plastinkalar markaziy oktaedrik alyuminiy oksidi (Al_2O_3) qatlami va ikkita tetraedrik kremniy dioksidi (SiO_2) qatlamlaridan iborat. Bentonit zarrachasining yuzasi (tekisligi) manfiy zaryadga ega; ushbu anionlar strukturaviy plastinkalar/varaqalar orasiga joylashgan Ca^{2+} , Mg^{2+} yoki Na^+ kabi ishqoriy-yer va ishqoriy metallar kationlari hisobiga neytrallanadi (kompensatsiyalanadi). Manfiy

zaryadlangan varaqalar orasida kationlarning joylashishi bog'lovchi kationlar (odatda Na^+) orqali amalga oshadi, ular strukturaviy plastinkalarni/varaqalarni elektrostatik kuchlar yordamida o'zaro ushlab turadi [3]. Agar montmorillonit yuzasida Na^+ kationi ustunlik qilsa, ushbu gil Na^+ -bentonit sifatida tasniflanadi. Na-bentonit uchun xarakterli kimyoviy formula quyidagicha: $Na_{0.33} [(Al_{1.67}Mg_{0.33})(O(OH))_2(SiO_2)_4]$.

Bentonit yuzasiga suv qo'shilganda, gil qatlamlararo bo'shliqda suvni adsorbsiya qiladi va bu adsorbsiya jarayoni shishishni boshlab beradi. Plastinkalarning shishish darajasi qatlamlararo bo'shliqdagi kationlarning turiga bog'liq. Agar qatlamlararo kationlar bir valentli va Na^+ yoki Li^+ kabi kuchli gidratatsiyalanuvchi bo'lsa, plastinkalararo itarish kuchi yuqori bo'ladi va shishish qobiliyati ortadi. Bentonit tarkibidagi Na^+ miqdori gilmoyalarining reologik xususiyatlarini yaxshilashda eng ta'sirchan omil ekanligi aniqlangan. Bentonit tarkibidagi Na^+ ionlari suvni adsorbsiya qilish qobiliyatidan tashqari, tizim yopishqoqligini ham oshiradi va yaxshi gel mustahkamligiga ega bo'lgan tiksootropik suspenziyalarni hosil qiladi. Na-bentonitlardan farqli ravishda, Ca-bentonitlar past shishish qobiliyatiga ega bo'lib, cho'kish tezligi yuqori bo'lgan beqaror suspenziyalarni hosil qiladi [4].

Natriyli aktivlashtirish tarixi va rivojlanishi

Kimyoviy modifikatsiyaning bir misoli bo'lgan natriyli aktivlashtirish jarayoni 1930-yillarda ishlab chiqilgan [5,6]. Bu kashfiyot faqat Na-smektitlarga boy bentonitlarga quyuv qoliplari



qumlarida bog'lovchi sifatida foydalanishga yaroqliligi, tarkibida Ca-smektit bo'lgan bentonitlar esa bu maqsad uchun yetarsiz ekanligi to'g'risidagi kuzatuvlar natijasida yuzaga kelgan. Natriy va kalsiy montmorillonitlari sezilarli darajada farq qiluvchi xossalarni namoyon etadi.

Ca²⁺ kationi yuqoriroq ion potentsiali (zaryadning ion radiusiga nisbati) bilan tavsiflanadi, shuning uchun uning qatlamlararo bog'lanishi kuchliroq va gidratatsiya qobig'i Na⁺ ioniga qaraganda qalinroq bo'ladi. Natijada, Na-ga boy bentonitlar Ca-shakllariga qaraganda yuqoriroq kation almashinish sig'imi, yuqori shishish xususiyati va suvda yaxshiroq disperslanish (tarqalish) qobiliyati bilan ajralib turadi.

Nemis olimlari Hofmann va Endell ixtirosiga asoslangan 1935-yildagi patentda Ca-ga boy bentonitlarni natriy karbonat bilan ishlov berish orqali Na-shakliga o'tkazish usuli tasvirlangan [7]. Natriyli aktivlashtirish suyultirilgan suvli shlamdagi Ca-ga boy bentonitga 2–2.5 wt.% (guruh vazniga nisbatan foiz) Na₂CO₃ qo'shish, so'ngra yuvish va quritish jarayonlarini o'z ichiga olgan. Keyinchalik, yuqori xarajatli va ko'p vaqt talab qiladigan quritish bosqichidan qochish uchun ushbu jarayon modifikatsiya qilindi. Shu maqsadda, dastlabki xom loy vaznining 20–30 wt.% miqdorida suv bilan namlangan Ca-smektitga boy bentonitga quruq Na₂CO₃ qo'shildi, Na-aktivlashtirilgan shaklni olish uchun u jadal ravishda aralashtirildi va maydalab tuyildi.

Zamonaviy amaliyot va ahamiyati

Hozirgi kunda Ca-smektitga boy bentonitni soda bilan aktivlashtirish burg'ulash qorishmalari, bog'lovchilar,

uy hayvonlari uchun qum (tualet to'ldirgichlari), adsorbentlar, gidrozolyatsiya loylari (to'siq loylar) va boshqalarni ishlab chiqarishda standart sanoat amaliyoti hisoblanadi. Na-shakliga o'tkazish, shuningdek, ilg'or loy asosidagi materiallarni loyihalashda qo'llaniladigan ko'p bosqichli modifikatsiyalarda jarayonning keyingi bosqichlarini osonlashtiruvchi birinchi qadam sifatida keng qo'llaniladi [8]. O'zining muhimligi va keng tarqalganligi sababli, bentonitlarni Na-aktivlashtirish ko'plab tadqiqotchilarning e'tiborini tortdi va ushbu masalaga bag'ishlangan qator ilmiy ishlar nashr etildi. Adabiyotlarda tasvirlangan aktivlashtirish muolajalari tadqiqotning maqsadiga qarab bentonit, natriy karbonat va suv aralashmalarini turli nisbatlarda, har xil haroratlarda hamda turlicha vaqt davomida o'zaro ta'sirlashtirishni o'z ichiga oladi; ba'zan namunalar ortiqcha Na₂CO₃dan tozalash uchun yuviladi, quritiladi yoki suspenziya holatida qoldiriladi.

Aktivlashtirishning yangi usuli

Tadqiqot ishi bentonitni Na-aktivlashtirishga qaratilgan yangi yondashuv taklif etilgan bo'lib, u suvsizlantirilgan (degidratatsiyalangan) montmorillonitning namlik bilan aloqa qilganda o'z-o'zidan qayta gidratlanishi (rekonstruktiv namlanishi) va shishishi to'g'risidagi ma'lum effektlarga asoslangan.

Ushbu konsepsiyaning mohiyati bentonit tarkibidagi suvsizlantirilgan montmorillonit komponentini Na₂CO₃ning suvli eritmasi yordamida qayta gidratlashdan iborat. Bunda ushbu eritma bir vaqtning o'zida ham montmorillonitni qayta gidratlashga



IF = 9.2

qodir muhit, ham ion almashinuvi jarayoni uchun Na^+ tashuvchisi vazifasini bajaradi [9].

Bu usul montmorillonitning qatlamlararo bo'shlig'idan suvni haydashga imkon beradigan haroratda, dastlabki Ca-ga boy bentonitga termik ishlov berish orqali oldindan quritishni talab qiladi. Keyingi bosqichda Na_2CO_3 suvli eritmasi bilan shimdirish (impregnatsiya qilish) jarayoni amalga oshiriladi, bu esa ham loy qatlamlarining qayta gidratatlanish hisobiga kengayishini (shishishini), ham Ca^{2+} ionlarining Na^+ ionlariga almashinishini ta'minlashni maqsad qiladi. Shimdirish jarayoni shunday loyihalashtirilganki, unda aktivlashtirilgan loy makroskopik jihatdan quruq holatda qoladi va to'g'ridan-to'g'ri amaliyotda qo'llash uchun tayyor hisoblanadi.

Xulosa. Ushbu tadqiqotda Ca-bentonitni natriy karbonat Na_2CO_3 yordamida aktivlashtirishning suvsizlantirilgan montmorillonitning o'z-

o'zidan qayta gidratatlanishi va shishishi xossasiga asoslangan yangi va samarali yondashuvi ishlab chiqildi. Olingan natijalar asosida quyidagi xulosalarga kelindi:

Samarali kation almashinuvi: Dastlabki termik ishlov berish (200°C) qatlamlararo suvni muvaffaqiyatli haydash imkonini berdi. Keyinchalik Na_2CO_3 eritmasi bilan shimdirish jarayoni loy qatlamlarining qayta gidratatlanishi hisobiga kengayishini ta'minladi va Ca^{2+} ionlarining Na^+ kationlariga almashinishini sezilarli darajada tezlashtirdi. **Sodaning konsentratsiyasiga bog'liqlik va reaksiya kinetikasi:** * 1.0 CEC miqdordagi soda bilan ishlov berilganda kation almashinuvi sekinroq kechdi va jarayon saqlash (eskitish) davomida 2–4 hafta ichida yakunlandi. Bunda tizimda past darajada kristallangan kalsiy CaCO_3 o'lchami 60–100 nm) cho'kmasi hosil bo'ldi.

References:

1. Bahranowski, K.; Klimek, A.; Gawel, A.; Serwicka, E.M. Rehydration Driven Na-Activation of Bentonite—Evolution of the Clay Structure and Composition. *Materials* **2021**, *14*, 7622. <https://doi.org/10.3390/ma14247622>
2. Murray, H.H. *Applied Clay Mineralogy: Occurrences, Processing and Applications of Kaolins, Bentonites, Palygorskite-Sepiolite, and Common Clays*; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands, 2006.
3. Komadel, P. Chemically modified smectites. *Clay Minerals* 2016.
4. Kaufhold, S.; Dohrmann, R. Detachment of layers from smectite particles during sodium carbonate activation. *Applied Clay Science* 2010..
5. Hofmann, U.; Endell, K. Die Aktivierung von Rohton. *German Patent No.*
6. Taylor, W.H. Industrial sodium activation of bentonite. *Mining Engineering*.
7. Lagaly, G. From clay mineral crystals to colloidal clay solutions and gels. *Applied Clay Science* 1989.
8. Zhou, C.H. An overview on modification of clay minerals for multi-functional materials. *Applied Clay Science* 2011.



9. Theodoridis, G.; Christidis, G.E. Mechanism of activation of bentonites with sodium carbonate. *Clays and Clay Minerals* 2015.