

UO‘K: 553.674:54-386

 10.70769/3030-3214.SRT.4.3.2026.9

© 2026 Authors. Licensed under CC BY 4.0

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

NAVBAHOR KONI BENTONIT GILINING XLORID KISLOTA YORDAMIDA MODIFIKATSIYALANISHI VA UNING FIZIK-KIMYOVIY XOSSALARINI TADQIQ ETISH



**Husenov Abdurasul
O'ktamovich**

Jizzax politexnika institutining
mustaqil tadqiqotchisi, Jizzax,
O'zbekiston
E-mail:
abdurasulhusenov4@mail.ru
ORCID ID: 0009-0004-4255-6266



**Xadjibayev Diyor
Asadullayevich**

Texnika fanlari bo'yicha falsafa
doktori (PhD), Jizzax politexnika
institut, Jizzax, O'zbekiston
E-mail:
diyorxadjibayev@gmail.com
ORCID ID: 0009-0007-1273-6153



**Sabirov Baxtiyor
To'xtayevich**

Texnika fanlari doktori, professor,
Jizzax politexnika instituti, Jizzax,
O'zbekiston
E-mail: bentosb@rambler.ru
ORCID ID: 0009-0007-1273-6153

Annotatsiya. Maqolada Navbahor koni bentonit gilini xlorid kislota yordamida kislotali modifikatsiyalash jarayoni hamda uning fizik-kimyoviy xossalariga ta'siri tadqiq etilgan. Bentonit namunalari 0,1 M va 1,5 M HCl eritmalari bilan faollashtirilib, ularning kimyoviy tarkibi hamda sirt morfologiyasidagi o'zgarishlar skanerlovchi elektron mikroskop (SEM) yordamida baholangan. Tadqiqot natijalari kislotali ishlov berish natijasida almashinuvchi kalsiy, natriy va magniy ionlari miqdori sezilarli darajada kamayishini, montmorillonitning asosiy kristall tuzilishi esa saqlanib qolishini ko'rsatdi. Shuningdek, bentonit yuzasida yangi g'ovaklar hosil bo'lishi va sorbsion faollikning ortishi aniqlandi. Olingan natijalar modifikatsiyalangan bentonitlarni adsorbent va sorbent material sifatida qo'llash istiqbollari yuqori ekanligini tasdiqlaydi.

Kalit so'zlar: bentonit gili, Navbahor koni, xlorid kislota, kislotali faollashtirish, modifikatsiyalash, montmorillonit, sorbsiya, SEM, fizik-kimyoviy xossalar, adsorbent.

Received: 20.07.2026

Accepted: 06.08.2026

Issue publication: 28.09.2026

ИССЛЕДОВАНИЕ МОДИФИКАЦИИ БЕНТОНитОВОЙ ГЛИНЫ НАВБАХОРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ СОЛЯНОЙ КИСЛОТОЙ И ЕЁ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ

**Хусенов Абдуракул
Уктамович**

Независимый исследователь
Джизакского политехнического
института, Джизак,
Узбекистан

**Хаджибаев Диёр
Асадуллаевич**

Доктор философии по
техническим наукам (PhD),
Джизакский политехнический
институт, Джизак, Узбекистан

**Сабиров Бахтиёр
Тохтаевич**

Доктор технических наук,
профессор,
Джизакский политехнический
институт, Джизак, Узбекистан

Аннотация. В статье исследован процесс кислотной модификации бентонитовой глины Навбахорского месторождения растворами соляной кислоты и её влияние на физико-химические свойства материала. Образцы бентонита активировали растворами HCl концентрацией 0,1 М и 1,5 М, после чего исследовали изменения химического состава и морфологии поверхности методом сканирующей электронной микроскопии (СЭМ). Установлено, что кислотная обработка приводит к существенному снижению содержания обменных ионов кальция, натрия и магния при сохранении основной кристаллической структуры монтмориллонита. Кроме того, на поверхности сорбента формируются новые поры, что способствует повышению его сорбционной активности. Полученные результаты подтверждают перспективность использования модифицированных бентонитов в качестве эффективных адсорбционных материалов.

Ключевые слова: бентонитовая глина, Навбахорское месторождение, соляная кислота, кислотная активация, модификация, монтмориллонит, сорбция, СЭМ, физико-химические свойства, адсорбент.

INVESTIGATION OF HYDROCHLORIC ACID MODIFICATION OF NAVBAHOR BENTONITE CLAY AND ITS PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES

**Husenov Abdurasul
Uktamovich**

Independent Researcher, Jizzakh
Polytechnic Institute, Jizzakh,
Uzbekistan

**Xadjibayev Diyor
Asadullayevich**

Doctor of Philosophy (PhD) in
Technical Sciences, Jizzakh
Polytechnic Institute, Jizzakh,
Uzbekistan

**Sabirov Baxtiyor
Toxtayevich**

Doctor of Technical Sciences,
Professor, Jizzakh Polytechnic
Institute, Jizzakh, Uzbekistan

Abstract. This study investigates the acid modification of bentonite clay from the Navbahor deposit using hydrochloric acid and evaluates its effect on the physicochemical properties of the material. Bentonite samples were activated with 0.1 M and 1.5 M HCl solutions, and changes in their chemical composition and surface morphology were examined using scanning electron microscopy (SEM). The results indicate that acid treatment significantly reduces the content of exchangeable calcium, sodium, and magnesium ions while preserving the primary crystal structure of montmorillonite. In addition, the formation of new pores on the bentonite surface enhances its sorption performance. The obtained findings demonstrate the potential of acid-modified bentonite as an effective adsorbent material for environmental and industrial applications.

Keywords: bentonite clay, Navbahor deposit, hydrochloric acid, acid activation, modification, montmorillonite, sorption, SEM, physicochemical properties, adsorbent.

Kirish. Bentonit gillari - dispersligi yuqori bo'lgan, asosan mayda zarrachalardan (0,01 mm dan kichik) tashkil topgan tabiiy materiallardir. Ular murakkab mineral va kimyoviy tarkibga, tartibsiz strukturaviy xususiyatlarga hamda turli xususiyatlarga, jumladan kation almashinuv qobiliyati va adsorbsiya (ham kimyoviy, ham fizik) xususiyatlariga ega [1-7]. Gillarning tarkibi juda xilma-xil bo'lib, turli xususiyatlarga ega bo'lgan minerallarning keng doirasini o'z ichiga oladi: tuzlar, (noorganik) moddalar, gilli minerallar, eritmadagi kationlar va boshqalar [8-9]. Shu tufayli

gillar eng ko'p funksiyali va xilma-xil minerallardan biridir. Gilli minerallarning hosil bo'lishi uzluksiz davom etadi va kolloid jarayonlar ushbu guruh minerallarining shakllanishi hamda o'zgarishida asosiy rol o'ynaydi [10, 11].

Ko'plab tadqiqotlar natijasida loy tarkibida qatlamli tuzilishga ega bo'lgan kristall materiallar aniqlandi. Ular xloritlar, slyudalar va boshqa minerallar bilan bir qatorda kremniy-kislorodli tetraedrlar va alyuminiy-kislorodli oktaedrlardan tashkil topgan qatlamli silikatlarining keng guruhiga kiradi. Bu strukturalar ichida Al^{3+} , Fe^{3+} va Mg^{2+}

kationlari, cho‘qqilarida esa O^{2-} va OH^- anionlari joylashadi [12-14].

Bentonit gillari og‘ir metall ionlari [15], organik bo‘yoqlar [16] kabi turli moddalar uchun yaxshi va arzon sorbentlar hisoblanadi. Gillar tarkibida montmorillonit, paligorskit, illit kabi qatlamli silikatlar (fillosilikatlar, smektitlar) mavjudligi tufayli sorbsiya sodir bo‘ladi.

Bentonit gillarining asosiy tarkibiy qismini tashkil qiluvchi minerali montmorillonit bo‘lib, uning tuzilishi kremniy-kislorodli tetraedrlar qatlamlarini o‘z ichiga oladi, ular orasida esa alyuminiy-kislorodli oktaedrlar joylashgan. Al^{3+} ionlarining Mg^{2+} ionlari bilan, shuningdek, Fe^{2+} / Fe^{3+} ionlari va kamroq Si^{4+} ionlarining Al^{3+} ionlari bilan qisman izomorf almashinishi strukturaviy manfiy zaryadning paydo bo‘lishiga olib keladi, bu esa qatlamlararo (almashinuvchi) kationlar bilan kompensatsiyalanadi. Odatda, almashinuvchi kationlar Ca^{2+} va Na^+ bo‘ladi. Montmorillonit eng ko‘p o‘rganilgan mineraldir [17]. Montmorillonit tuzilishining o‘ziga xos xususiyati kengayib boruvchi kristall panjarasi bo‘lib, u tufayli mineral yirik organik molekulalar bilan modifikatsiyalanishi mumkin [18], natijada bentonit gillarining amaliy qo‘llanish sohasi keskin kengayadi.

Bentonit gilini kislotali faollashtirish organik va noorganik moddalar uchun g‘ovakli sorbentlar [19, 20], kislotali katalizatorlar [18, 21] olishning keng tarqalgan usuli hisoblanadi. Bundan tashqari, qatlamli tuzilishni saqlab qolgan holda kislotali faollashtirish fillosilikatlarni kimyoviy modifikatsiyalashning dastlabki bosqichi sifatida zarurdir [22].

Kislotali faollashtirishning asosiy parametrlari, masalan, kislotalarning tabiati va konsentratsiyasi, faollashtirish harorati va vaqti, gil/kislota eritmasi nisbati maqsadli mahsulotning keyingi qo‘llanilishiga qarab o‘zgaradi. Ma’lumki, kislotali faollashuvning boshlang‘ich bosqichida almashinuvchi kationlar vodorod ionlariga almashinadi va N-bentonit hosil bo‘ladi. Keyinchalik, kislotalarning konsentratsiyasiga qarab, quyidagi ketma-ketlikda strukturaviy kationlarning yuvilishi sodir bo‘ladi: $Mg^{2+} > Fe^{2+} > Fe^{3+} > Al^{3+}$ [23]. Shunday qilib, tarkibida magniy ionlari ko‘p bo‘lgan gil minerallari kislotalar ta’sirida tezroq parchalanadi.

Shuni ta’kidlash kerakki, faollashtirish

iqtisodiy jihatdan samarali bo‘lishi kerak. Iloji boricha, kislotalarning suyultirilgan eritmaları, nisbatan yuqori bo‘lmagan harorat va faollashtirish vaqti afzal ko‘riladi. Shuni ham hisobga olish kerakki, loyni ortiqcha kislotalardan yuvish ancha ko‘p mehnat talab qiladigan jarayon hisoblanadi, shuning uchun ko‘p hollarda tabiiy loyni kimyoviy tarkibi xususiyatlarini, aralashmalar mavjudligini hisobga olgan holda kislotalarning optimal konsentratsiyasini oldindan hisoblab chiqish maqsadga muvofiqdir. Turli kislotalar bilan faollashtirilgan turli konlar gillarining fizik-kimyoviy parametrlarini o‘rganishga yetarlicha ishlar bag‘ishlangan [22-25].

Turli haroratlarda (80 dan 100 °C gacha) 0,5 M dan 6 M gacha konsentratsiya oralig‘ida fosfat, sulfat, xlorid kislota eritmaları ta’siri natijasida gilli minerallarning kimyoviy tarkibi va tuzilishining o‘zgarish xususiyatlari o‘rganildi. Masalan, [25]-ishda rentgenfazaviy tahlil va infraqizil spektroskopiya yordamida 80 °C haroratda 0,5-12 soat davomida 2 M xlorid kislotali bilan kislotali faollashtirilgan Tulant (Mo‘g‘uliston) konining bentonit gili namunalari o‘rganildi. Kislotali faollashtirishning 2 soati davomida Ca^{2+} ionlarining 82,2% ga yo‘qotilishi, shu bilan birga Mg^{2+} ionlarining 30,6% ga va Fe^{3+} ionlarining 30,1% ga kamayishi aniqlandi. Ish mualliflarining xulosasiga ko‘ra, faollashuvning dastlabki bosqichlaridayoq almashinuvchi ionlarning sezilarli miqdori yo‘qotiladi, shuningdek, smektitning kristall panjarasidan strukturaviy kationlarning ajralib chiqishi boshlanadi. Mualliflarning ta’kidlashicha, dala shpati, kalsit kabi aralashmalarining mavjudligi gil namunalaridan Ca^{2+} va K^+ ionlarini to‘liq yo‘qotishni qiyinlashtiradi.

Shuni ta’kidlash kerakki, kislotalarni tanlash tabiiy gilning kimyoviy tarkibiga va faollashtirilgan namunalarning keyingi qo‘llanilishiga bog‘liq. Nitrat va sulfat kislotalar gil namunalaridagi alyumosilikatlar strukturasi samarali ta’sir qiladi va sorbsion minerallarning kristall panjaralarida defektlar hosil qilib, faolligini oshiradi. Bundan tashqari kislotali faollantirilganda mineral strukturasi anchagina o‘zgarishlar kuzatiladi. Shu sababli gilni kislotali faollashtirish uchun ko‘p hollarda HCl ishlatiladi.

Turli konlarning bentonit gillariga kislota bilan ishlov berish parametrlari muhim ahamiyatga ega, shuning uchun turli xil konlardan olingan

bentonit gilini kislota yordamida ishlov berishni o'rganish muhim ahamiyat kasb etadi. Ushbu ishda Navoiy viloyati Navbahor koni bentonit gilining kimyoviy tarkibi va tuzilishiga suyultirilgan xlorid kislota eritmalarining ta'siri o'rganildi.

Metodologiya. Laboratoriya tadqiqotlari va tajribalarni o'tkazishda zamonaviy fizik-kimyoviy tahlilning vizual va analitik usullari hamda "JEOL JSM 7001 F" skanerlovchi elektron mikroskopda o'tkazildi.

Tadqiqot obyektlari. Laboratoriya tajribalarini o'tkazish uchun boshlang'ich xomashyo sifatida Navoiy viloyatidagi Navbahor konining bentonit gili namunasi tanlab olindi hamda boyitilgan va xlorid kislota bilan modifikatsiyalangan bentonit gili namunalari o'rganildi.

Natijalar va ularning muhokamasi. Dastlab laboratoriya sharoitida bentonit gilining boyitilgan fraksiyasidan foydalanildi, u quyidagicha olindi: 50 g tabiiy gil 500 ml distillangan suvda yaxshilab aralashtirilgan holda suspenziya tayyorlandi; bunda gil tarkibiga kiruvchi barcha minerallarning zarrachalari fraksiyalarga bo'lindi. Olingan suspenziya bir sutka davomida qoldirildi. So'ngra gilning boyitilgan fraksiyasi 10 daqiqa davomida 5000 ayl/min tezlikda sentrifugalash orqali ajratib olindi. Olingan fraksiya 12 soat davomida ochiq havoda, so'ngra 70 °C haroratda 12 soat davomida quritildi.

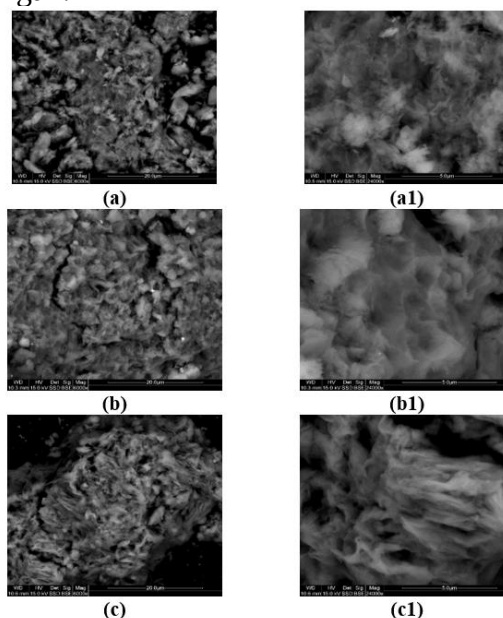
1-jadval

Navbahor koni bentonit gili namunalarining kimyoviy tarkibi

Kimyoviy tarkibi	Navbahor koni bentoniti	Boyitilgan Navbahor koni bentoniti	0,1 M li HCl kislota bilan modifikatsiyalangan	1,5 M li HCl kislota bilan modifikatsiyalangan
SiO ₂	56,95	53,33	53,83	54,83
TiO ₂	0,48	0,40	0,43	0,20
Al ₂ O ₃	14,59	15,46	16,46	15,46
Fe ₂ O ₃	9,03	9,1	10,5	8,5
MgO	2,24	2,96	1,39	1,15
CaO	2,4	2,3	0,87	0,23
Na ₂ O	1,2	0,9	0,43	0,1
K ₂ O	1,54	1,14	1,14	1,09
SO ₃	0,10	0,07	0,07	0,1

Faollashtirish 0,1 M va 1,5 M konsentratsiyali xlorid kislota bilan 80 °C haroratda 2 soat davomida amalga oshirildi. Faollashtirilgandan so'ng gil suspenziyasi darhol 500 ml distillangan suvga quyib sovutildi. So'ngra bentonit gili bir necha marta distillangan suv bilan yuvildi hamda L-450 markali sentrafuga yordamida fraksiyalarga ajratildi. 12 soat

davomida xona haroratida, so'ngra 12 soat davomida 70 °C haroratda quritildi, hovonchada maydalandi va maxsus idishlarda saqlandi. Bentonit gili namunalarining kimyoviy tarkibi 1-jadvalda keltirilgan.



1-rasm. Navbahor koni bentonitining xlorid kislota bilan modifikatsiyalashdan oldingi va keyingi SEM tasvirlari:

a, a1 - dastlabki bentonit gili namunasi; b, b1 - 0,1 M li kislota bilan ishlov berilgan; c, c1 - 1,5 M li kislota bilan ishlov berilgan.

Jadval ma'lumotlaridan xulosa qilish mumkinki, 0,1 M konsentratsiyali xlorid kislota (HCl) bilan ishlov berish natijasida kalsiy va natriy kationlari miqdori kamayadi, bunda Ca/Na nisbati 2:1 ko'rinishida barqaror saqlanib qoladi. Kalsiy va natriy ionlari konsentratsiyasi mos ravishda 63,8% va 64,3% ga kamayadi. Shu bilan birga, magniy ionlari miqdori 35,2% ga qisqaradi, bu esa, ehtimol, strukturaviy kationlarning dastlab yuvilib chiqishi boshlanganini ko'rsatadi. Kaliy ionlari miqdori esa o'zgarmaydi, bundan ushbu kation kislotalar ta'siriga nisbatan barqaror bo'lgan dala shpati tarkibiga kirishi mumkin, degan xulosaga kelish mumkin. 1,5 M konsentratsiyali xlorid kislota bilan ishlov berilgandan so'ng kalsiy ionlari miqdori deyarli eng minimal darajagacha kamayadi. Kalsiy va natriy ionlari miqdori mos ravishda 90,5% va 91,5% ga kamayadi, magniy ionlari miqdori esa 48,5% ga qisqaradi. Alyuminiy va kremniy kationlari miqdori o'zgarmasdan qoladi. Demak, umumiy holda gil minerallarining kristall tuzilishi

saqlanib qoladi.

Bentonit sirtining morfologiyasini o'rganish uchun (1-rasm) SEM tasvirlari olindi.

1-rasmda a, a1 tabiiy bentonitning morfologiyasi keltirilgan. Unda smektitga xos bo'lgan to'qimasimon (qatlamsimon) tuzilish kuzatiladi, biroq qatlamlarning ajralish zonalari aniq ifodalanmagan. b, b1-rasmda 0,1 M li HCl bilan modifikatsiyalangan bentonit morfologiyasida yaqqol o'zgarishlarni yuzaga keltirgan. c, c1-rasmda 1,5 M li HCl bilan modifikatsiyalangan bentonitning morfologiyasi ko'rsatilgan. To'qimasimon tuzilish saqlanib qolgan bo'lsada, ayrim morfologik o'zgarishlar kuzatiladi. Qatlamsimon tuzilish tabiiy bentonitga nisbatan ancha tartibli yo'nalishga ega bo'ladi.

Tabiiy va ishlov berilgan bentonitning morfologiyasi skanerlovchi elektron mikroskop yordamida o'rganilganda, namunalarda montmorillonit strukturasidagi yumaloq kvars donachalari,

slyuda bo'laklari hamda mikroorganizmlarning kremniyli skelet qoldiqlari aniqlandi.

Xulosa. Navbahor konidan olingan bentonit gilining tarkibidagi montmorillonit kalsiyli montmorillonit shaklida mavjud.

Bentonit gilini 0,1 M xlorid kislota eritmasi bilan kislotali faollashtirish kalsiy va natriy ionlarini mos ravishda 63,8 va 64,3% ga, magniy ionlarini esa 35,2% ga yuvilishiga olib keladi.

Bentonit gilini 1,5 M xlorid kislota eritmasi bilan faollashtirish kalsiy ionlari konsentrat-siyasining 90,5% ga, natriy ionlari konsentrat-siyasining 91,3% ga kamayishiga olib keladi, magniy ionlari konsentrat-siyasining 48,5% ga yo'qolishi sodir bo'ladi.

Shunday qilib, o'rganilayotgan bentonit gilining qatlamlararo bo'shlig'idan almashinuvchi Ca^{2+} va Na^{+} kationlarini deyarli to'liq yo'qotish uchun 1,5 M xlorid kislota bilan 2 soat davomida 80°C haroratda faollashtirish tavsiya etiladi.

REFERENCES

- [1] Алванян, К. А., Андрианов, А. В., & Селезнева, Ю. Н. (2020). Закономерности изменения гранулометрического состава бентонитовой глины Зырянского месторождения, активированной давлением. Вестник Пермского университета, 19(4), 380–387.
- [2] Анюхина, А. В., & Федоров, М. В. (2017). Изменение содержания воды в глинах при высоких давлениях. В Современные технологии в строительстве. Теория и практика (с. 100–101).
- [3] Везенцев, А. И., Трубицын, М. А., & Кормош, Е. В. (2012). Монтмориллонитовые глины как потенциальный сорбент патогенных веществ и микроорганизмов. Сорбционные и хроматографические процессы, 12(6), 998–1004.
- [4] Манучаров, А. С., Черноморченко, Н. И., Карпачевский, Л. О., & Зубкова, Т. А. (2004). Влияние обменных катионов на гидросорбционные свойства минералов. Почвоведение, (9), 1126–1133.
- [5] Бельчинская, Л. И., Бондаренко, А. В., Губкина, М. Л., и др. (2006). Влияние термического модифицирования на адсорбционные свойства природных силикатов. Сорбционные и хроматографические процессы, 6(1), 80–88.
- [6] Анюхина, А. В., Середин, В. В., Андрианов, А. В., & Хлуденева, Т. Ю. (2021). Влияние термической обработки глин на их адсорбцию по красителю метиленовый голубой. Недропользование, 21(2), 52–57.
- [7] Гальперина, М. К., & Павлов, В. Ф. (1971). Глины для производства керамических изделий. ВНИИЭСМ.
- [8] Кормош, Е. В., Алябьева, Т. М., & Погорелова, А. Г. (2011). Химико-минералогические аспекты возможности использования глин Белгородской области в разработке сорбентов для очистки сточных вод. Фундаментальные исследования, (8), 131–136.
- [9] Осипов, В. И., & Соколов, В. Н. (2013). Глины и их свойства. ГЕОС.
- [10] Семериков, И. С., & Герасимова, Е. С. (2015). Физическая химия строительных материалов. Издательство Уральского университета.

- [11] Трофимов, В. Т., Королев, В. А., Вознесенский, В. А., и др. (2005). Грунтоведение (6-е изд.). Издательство Московского государственного университета.
- [12] Дудина, С. Н. (2010). Сорбция из растворов ионов Fe^{3+} и Ni^{2+} природными и активированными глинами. Научные ведомости. Серия: Естественные науки, (9), 131–136.
- [13] Тарасевич, Ю. И., & Овчаренко, Ф. Д. (1975). Адсорбция на глинистых минералах. Наукова думка.
- [14] Naseem, R., & Tahir, S. S. (2001). Removal of Pb(II) from aqueous/acidic solutions by using bentonite as adsorbent. *Water Research*, 35(16), 3982–3986.
- [15] Eren, E., & Afsin, B. (2009). Removal of basic dyes using raw and acid-activated bentonite samples. *Journal of Hazardous Materials*, 166(2–3), 830–835.
- [16] Meunier, A. (2005). *Clays*. Springer.
- [17] Breen, C., & Watson, R. (1998). Acid-activated organoclays: Preparation, characterization and catalytic activity of polycation-treated bentonites. *Applied Clay Science*, 12(6), 479–494.
- [18] Christidis, G. E., Scott, P. W., & Dunham, A. C. (1997). Acid activation and bleaching capacity of bentonites from the islands Milos and Chios, Aegean, Greece. *Applied Clay Science*, 12(4), 329–347.
- [19] Eloussaief, M., & Benzina, M. (2010). Efficiency of natural and acid-activated clays in the removal of Pb(II) from aqueous solutions. *Journal of Hazardous Materials*, 178(1–3), 753–757.
- [20] Hart, M. P., & Brown, D. R. (2004). Surface acidities and catalytic activities of acid-activated clays. *Journal of Molecular Catalysis A: Chemical*, 212(1–2), 315–321.
- [21] Suarya, R., Bawa Putra, A. A., & Wisudawan, D. (2010). Interkalasi tetraetil ortosilikat (TEOS) para lempung teraktifasi asam sulfat dan pemanfaatannya sebagai adsorben warna limbah garmen. *Jurnal Kimia*, 4(1), 43–48.
- [22] Novaković, T., Rozić, L., Petrović, S., et al. (2008). Synthesis and characterization of acid-activated Serbian smectite clays obtained by statistically designed experiments. *Chemical Engineering Journal*, 137(2), 436–442.
- [23] Бельчинская, Л. И., Козлов, К. А., Читечан, С. С., и др. (2008). Адсорбционные характеристики нанопористого монтмориллонита, активированного фосфорной кислотой. *Физикохимия поверхности и защита металлов*, 44(3), 295–299.
- [24] Salem, A., & Karimi, L. (2009). Physicochemical variation in bentonite by sulfuric acid activation. *Korean Journal of Chemical Engineering*, 26(4), 980–984.
- [25] Temuujin, J., Jadambaa, Ts., Burmaa, J., et al. (2004). Characterization of acid activated montmorillonite clay from Tuulant (Mongolia). *Ceramics International*, 30(2), 251–255.

Maqolaga iqtibos keltirish | Как цитировать статью | How to cite this article

Husenov, A. O., Xadjibayev, D. A., & Sabirov, B. T. (2026). Navbahor koni bentonit gilining xlorid kislota yordamida modifikatsiyalanishi va uning fizik-kimyoviy xossalarini tadqiq etish. *Sanoatda raqamli texnologiyalar*, 4(3). <https://doi.org/10.70769/3030-3214.SRT.4.3.2026.9>
