ISNN 3030-3907

2026/2
VOLUME 4

DEVELOPMENT OF SCIENCE

ILMIY JURNAL



Development of science

Ilmiy jurnal

2026/2 VOLUME 4

ISSN 3030 -3907

Ilmiy jurnal OAK rayosatining 2024 yil 27 sentabrdagi 361-son qaroriga asosan 02.00.00 kimyo fanlari hamda 2025 yil 12 fevral 367- son qaroriga asosan 05.00.00 texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) va fan doktori (DSc) ilmiy darajasiga talabgorlarning dissertatsiya ishlari yuzasidan dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro‘yxatiga kiritilgan.

BOSH MUHARRIR:
Temirov Alisher Hoshim o‘g‘li – texnika fanlari falsafa doktori (PhD),Dotsent.
TAHRIRIYAT KENGASH RAISI:
Fozilov Sadriddin Fayzullayevich – texnika fanlari doktori, professor
TAHRIRIYAT KENGASH A’ZOLARI

TEXNIKA FANLARI/ TECHNICAL SCIENCES/ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Bozorov G‘ayrat Rashidovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Abdurahmonov Olim Rustamovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Adizov Bobur Zamirovich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, professor
Hayitov Ruslan Rustamjonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Jumayev Qayum Karimovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Berdiyev Dorob Murodovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor
Maxmudov Rafiq Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Tilloyev Lochin Ismatilloyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Raxmonov Qahramon Sanakulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Barakayev Nusratullo Rajabovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor.
Jo‘rayev Xayrullo Fayziyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Panoyev Erali Rajabboyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Ataullayev Sherzod Nabiullyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Malik Negmurodovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Axmedova Ozoda Bahronovna
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti.
Safarov Bahri Jumayevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Xaydarov Axtam Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Safarov Jasur Alijon o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

KIMYO FANLARI/ CHEMICAL SCIENCES/ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Axmedov Voxid Nizomovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Umarov Baqo Bafoyevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Kodirov Abduaxad Abduraximovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Qurbonov Mingniqul Jumagulovich
Qarshi davlat Universiteti, dotsent
Turemuratov Sharibay Naurizbaevich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Qoraqalpog‘iston bo‘limi Bosh ilmiy kotibi, professor
Tursunov Kaxor Shonazarovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Do‘stov Hamro
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Panoyev Nodir Shavkatovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Olimov Bobur Bahodir o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Kasimov Sherzod Abduazimovich
Termiz Davlat Universiteti, professor.
Aliqulov Rustam Valiyevich
Termiz Davlat Universiteti, professor
Tropov Xamza Tursunovich
Samarqand Davlat Universiteti, professor

IQTISODIYOT FANLARI/ ECONOMICS/ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Nizamov Aslitdin Badreddinovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Boboyev Akmal Choriyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Ergashxojayeva Shaxnoza Djasurovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Saidaxmedova Nodira Ilxomovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Muxsinov Bekzod Toxirovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shakarov Qulmat Ashirovich
Renessans ta'lim universiteti,dotsent.
Jumaeva Zulfiya Qayumovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Norova Salomat Yusupovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Avezova Shaxnoza Maxmudjonovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Jalilov Jamshid G‘anijonovich
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, dotsent
Xasanova Gulruh Djumanazarovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

PEDAGOGIKA FANLARI/ PEDAGOGICAL SCIENCES / ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Siddiqova Sadoqat G‘afforovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Zoyirov Erkin Xalilovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, DSc, professor
Gaffarov Feruz Hasanovich
Puchon Universiteti, *professor*
Ruziyev Davron Yuldashevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Muradova Firuza Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Yunusova Gulandon Samiyevna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
To‘xtayeva Zebo Sharifovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Navro‘zova Gulchixra Nigmatovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Uzoqova Laylo Polvonovna
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.
To‘raqulova Marjona Qiyom qizi
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Muradova Zarina Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Sanjar Aslonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shodiyev Jahongir Jo‘raqulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent
Gaffarov Laziz Hasanovich
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.

Tahririyat a’zolarning to‘liq ro‘yxati jurnalning www.devos.uz saytida keltirilgan.

Tahririyat hay’ati a’zolarining tarkibini o‘zgartirish hamda qo‘shimcha kiritish yoki tahririyat a’zoligidan chiqarish bosh muharrir tomonidan amalga oshiriladi.

ISSN 3030-3907

Development of science ilmiy jurnali 2024 yil 15 aprel kuni №256445 sonli guvohnoma bilan Davlat ro‘yxatidan o‘tgan.

To‘plam elektron ko‘rinishda (pdf formatida) mualliflarga taqdim etiladi. To‘plamga kiritiladigan maqolalarning mazmuni, ulardagi statistik ma’lumotlar va me’yoriy hujjatlarning to‘g‘riligiga hamda har qanday fikr - mulohazalarga mualliflarning o‘zlari mas’ul hisoblanadilar. Talablarga javob bermaydigan maqolalar to‘plamga kiritilmaydi. Tashkiliy qo‘mita maqola matnini qisqartirish, qisman tuzatish kiritish, seksiyalarga joylashtirish huquqiga ega.

ISSN 3030-3907

ADSORBENTLAR TAYYORLASH UCHUN NAVBAHOR BENTONITINING TARKIBI VA STRUKTURASI O‘ZIGA XOSLIGINI O‘RGANISH

Abdikamalova Aziza Baxtiyarovna.
O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti bosh ilmiy xodimi, Kimyo fanlari doktori, professor aziza.abdik@gmail.com;
Mamadoliyev Ikromjon Ilxomidinovich.
Toshkent Kimyo xalqaro universiteti, Samarqand filiali, dotsent, I.Mamadoliyev@kiut.uz;
Sitora Sirojiddinova Dilshodovna.
Toshkent Kimyo xalqaro universiteti, Samarqand filiali stomatologiya yo’nalishi 251-guruh talabasi, sitorasirojiddinova01@gmail.com
Xaydarov Dilshod Mamarasulovich
“DM CHEMISTRY SCHOOL” maktabining direktori, kimyo fanlari bo‘yicha (PhD),

Annotatsiya. Navbahor koni (Navoiy viloyati) bentonit gillari (B1 va B2 namunalari) adsorbentlar tayyorlash maqsadida kimyoviy, mineralogik va struktura xususiyatlari bo‘yicha kompleks tadqiq etildi. Rentgenofazali, IQ spektroskopik, SEM, termogravimetrik va azot adsorbsiya tahlillari natijasida gillarda montmorillonit miqdori 54-57% aniqlandi, SiO_2 (59-64%) va Al_2O_3 (15-16%) asosiy komponentlar ekanligi, B1 namunasida Na^+ kationlari ustunlik qilgani (80,6 mgekv/100 g), B2 da esa Ca^{2+} (65,5 mgekv/100 g) ko‘proq ekanligi ma’lum etildi. B1 ning sirt yuzasi marfologiyasi 56-65 m^2/g ga teng, mikrogovaklar ko‘proq bo‘lib, Cu^{2+} va Pb^{2+} ionlarini adsorbsiyalashda yuqori samaradorlik (maks. 120 mg/g) namoyon etdi. kinetik va izoterma modellar farqlarni tasdiqladi va unga mos keladigan adsorbsion tenglamalar bilan tavsiflanadi. Tadqiqot natijalari ishqoriy va ishqoriy er bentonit gil minerali modifikatsiyalanish natijasida og‘ir metallarni tozalashda qo‘llash potentsialini ko‘rsatib, B1 ni optimal sorbent sifatida tavsiya etadi.

Kalit so‘zlar: Ishqoriy va ishqoriy-er bentonit, montmorillonit, adsorbent, termogravimetrik tahlil, struktura xususiyatlari, og‘ir metallar adsorbsiyasi

Аннотация. Бентонитовые глины из месторождения Навбахор (Навоийская область) (образцы B1 и B2) были всесторонне изучены на предмет химических, минералогических и структурных свойств для приготовления адсорбентов. В результате рентгенофазового анализа, ИК-спектроскопии, СЭМ, термогравиметрического анализа и анализа адсорбции азота было установлено, что содержание монтмориллонита в глинах составляет 54-57%,

ISSN 3030-3907

основными компонентами являются SiO_2 (59-64%) и Al_2O_3 (15-16%), в образце B1 преобладают катионы Na^+ (80,6 мгэкв/100 г), а в образце B2 Ca^{2+} (65,5 мгэкв/100 г). Поверхностная морфология образца B1 составляла 56-65 $м^2$/г, в нем было больше микропор, и он продемонстрировал высокую эффективность (макс. 120 мг/г) в адсорбции ионов Cu^{2+} и Pb^{2+}. Кинетические и изотермические модели подтвердили различия и были описаны соответствующими уравнениями адсорбции. Результаты исследования указывают на потенциал щелочных и щелочноземельных бентонитовых глинистых минералов для удаления тяжелых металлов путем модификации и рекомендуют B1 в качестве оптимального сорбента.

Ключевые слова: Щелочной и щелочноземельный бентонит, монтмориллонит, адсорбент, термогравиметрический анализ, структурные свойства, адсорбция тяжелых металлов

Abstract. Bentonite clays from the Navbahor deposit (Navoi region) (samples B1 and B2) were comprehensively studied for chemical, mineralogical and structural properties for the preparation of adsorbents. As a result of X-ray phase, IR spectroscopic, SEM, thermogravimetric and nitrogen adsorption analyses, the content of montmorillonite in the clays was determined to be 54-57%, SiO_2 (59-64%) and Al_2O_3 (15-16%) were the main components, and Na^+ cations predominated in sample B1 (80,6 mgeq/100 g), while Ca^{2+} (65,5 mgeq/100 g) was more abundant in B2. The surface morphology of B1 was 56-65 m^2/g, with more micropores, and it demonstrated high efficiency (max. 120 mg/g) in adsorbing Cu^{2+} and Pb^{2+} ions. Kinetic and isotherm models confirmed the differences and were described by the corresponding adsorption equations. The results of the study indicate the potential of alkaline and alkaline earth bentonite clay minerals for heavy metal removal by modification, and recommend B1 as the optimal sorbent.

Keywords: Alkaline and alkaline-earth bentonite, montmorillonite, adsorbent, thermogravimetric analysis, structural properties, heavy metal adsorption

KIRISH.

Hozirgi vaqtda ham sintetik, ham tabiiy materiallar sorbsiy jarayonlarida qo‘llaniladi [1,2]. Tarmoqlangan g‘ovakli tuzilishi va yuqori sorbsion qobiliyati bilan ajralib turadigan gil minerallari katta qiziqish uyg‘otadi. Alyumosilikatlar yuqori yutish qobiliyatiga, atrof-muhit ta’siriga chidamliligiga ega va ularning yuzasida turli xil birikmalarni ushlab turish uchun ishlatilishi mumkin, bu ularni modifikatsiyalash istiqbollarini ochadi [3]. Biroq, ko‘pchilik gillar qo‘shimcha ishlov berishni talab qiladi. Gillarni modifikatsiyalashning mashhur usullaridan biri bu ma’lum sharoitlarda sulfat kislotasi kabi mineral kislotalar ta’sirida gillarni,

ISSN 3030-3907

ayniqsa montmorillonit gillarini faollashtiradigan kislota bilan ishlov berishdir. Ushbu jarayon davomida mikro va mezog‘ovaklar hajmi ortadi.

Tanlangan gillarning kimyoviy va mineralogik tarkibini o‘rganish maskur sorbentlik darajasini aniqlash maqsadida Navbahor konidan (Navoiy viloyati) montmorillonit gillari o‘rganildi. Ushbu kon O‘zbekistondagi boshqa konlarga nisbatan gillari tarkibida montmorillonit [4] ga boy bo‘lishi va juda katta umumiy zahiraga ega ekanligi bilan tanlab olingan. Bu konda avvaldan ishlab turgan gil-tuproq shaxtasi mavjud. Namuna olish faqat shaxta xududida qayta ishlaridan so‘ng amalga oshirildi. Kon yuzasi tozalangandan so‘ng kesimi 10x10 sm qatlamdagi na’munalar olinadi. Gillar qatlam bo‘ylab taxlildan o‘tkazildi. Namuna olish 3-4 m oraliqdagi qatlamdan oshmagan holda olinadi[5]. Karerda ishqoriy (B1) va ishqoriy-yer(B2) bentonitlari uchraydi. B1gil namunasi yashil-kulrang bo‘lib, B1 gillarining namunalari yashil-kulrang, ushlab ko‘rilganda yog‘li va quritganda zich qatlam hosil qiladi, B2 gili to‘q-yashil rangda bo‘lib, yaxshilab ko‘zdan kechirilganda qattiq qatlama ko‘rinishda bo‘lib, tarkibiga dala shipati aralashgan bo‘ladi.

Materiallar va usullar Ushbu bentonit namunalarining tuzilishi va tarkibini aniqlash uchun rentgenofazali, elektron mikroskopik, termik va spektral kabi tahlillar o‘tkazildi[6]. Rentgen diffraktogramma XRD Empyrean PANanalytical rentgen difraktometrida 0,0001 ° minimal skanerlash bosqichining imkoniyati va burchakni o‘rnatishning takrorlanishi <0,0002 ° bilan oralig’ida olingan. Zamonaviy difraktometr tadqiqot jarayonini avtomatlashtirish, diffraksiya chizmalarini qayta ishlash va polikristalli materiallar uchun turli kristallografik masalalarni hal qilish uchun mo‘ljallangan PDWin va PELDos dasturiy paketlaridan foydalangan holda shaxsiy kompyuter yordamida ma’lumotlarni yozib olish va qayta ishlash imkonini beradi. Sintezlangan material IQ spektrlari Avatar 360 FT-IR Nicolet iS50 Thermo Fisher Scientific spektrometrda 400-4000 sm-1 chastota diapazonida Fure konvertatsiyasi bilan olindi. IQ spektrlarini qayd etish uchun gil namunalari ikki usulda tayyorlandi[7]. Birinchi usul - standart bo‘lib, namunalarni kaliy bromid kukuni bilan chini kelida maydalash va tabletkalar qolipda preslab tayyorlashni o‘z ichiga oladi. Ikkinchi usul – bunda gilning kukun ko‘rinishdagi namunasidan spektr chiziqlari olishdan avval 10 soat davomida 120°C haroratda quritildi, diffuzion aks ettirish usuli yordamida vakuum qurilmasida 1 sm-1 qiymatda kaliy bromid eritmasi bilan ishlandi. Namunalarning elektron mikroskopik tasvirlari va elementar tarkibi haqidagi ma’lumotlar EVO MA10 SEM skanerlash elektron mikroskopi yordamida olingan. Integratsiyalashgan Pegasus 2000 asbobi kimyoviy tarkibni aniqlash, kristall panjara turini va uning materiallarning o‘tish (1 mkm dan kam) chegaralarida

ISSN 3030-3907

yo‘nalishini aniqlash imkonini beradi. Shu bilan birga, namunani kimyoviy tahlil qilish uchun Al 1200 atom adsorbsion spektrofotometridan foydalangan. Termogravimetrik va differensial termik tahlil Q-1500 D derivatografiyasida 20-1000 °C harorat oralig‘ida havo atmosferasida 5 °C/min tezligi isitish bilan amalga oshirildi. Tabiiy gilning kimyoviy tarkibi analitik kimyo usulida quydagi oksidlar borligi aniqlandi (1 jadval)

Tabiiy bentonit gili namunalarini kimyoviy tarkibi massa % og‘irligida

1-Jadval

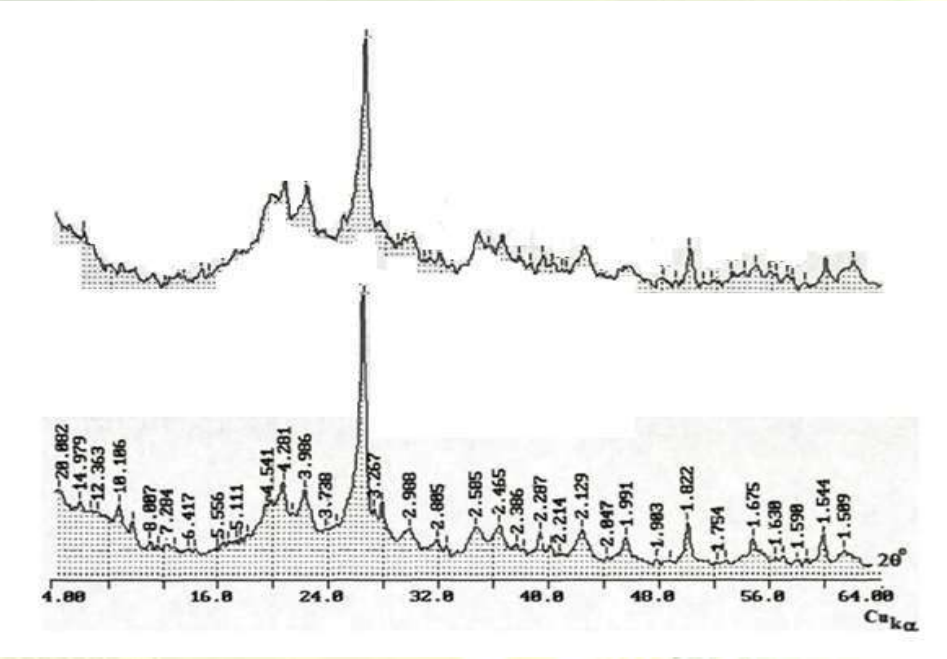
Birikmalar	**Tabiiy bentonit gili moddaga nisbatan % tarkibi**	
	B1	B2
SiO2	59,17	64,13
Al2O3	16,18	14,98
Fe2O3	2,71	2,29
FeO	2,28	3,08
CaO	0,9	3,33
MgO	1,5	3,17
Na2O	3,25	1,125
K2O	1,32	0,59
P2O5	0,35	0,42
SO3	0,38	0,54
CO2	0,51	0,32
b/b	15,5	9,65

Ikkala bentonit namunasi, B1 va B2, o‘xshash oksidlarni o‘z ichiga oladi, bu bentonit gillarining odatiy tarkibini aks ettiradi. Biroq, ikkala namuna ham bir biridan ba’zi oksidlarning konsentratsiyasida farq qiladi. Ularda asosiy komponentlar sifatida SiO2 va Al2O3 bor, bu bentonit gillari uchun xosdir. Ikkala namunada ham Fe2O3, FeO, P2O5, SO3 va CO2 ma’lum miqdorda mavjud[8].

B2 (62,31%)da SiO2 miqdori B1 (58,82%) ga nisbatan yuqori. B2 tarkibida CaO (3,3%) miqdori B1 (0,9%) ga qaraganda ancha ko‘proq. Bu ishqoriy-yer bentonitida kalsiy miqdori yuqori ekanligini ko‘rsatadi.

Boshqa oksidli birikmalar B1(15,5%) ko‘rsatgichlari B2(9,5%)ga nisbatan ancha katta. Shunday qilib, ma’lum bir ish uchun ushbu ikkala namunani tanlashda ularning kimyoviy tarkibini, ayniqsa, bentonitning xususiyatlariga sezilarli ta’sir ko‘rsatishi mumkin bo‘lgan kalsiy, magniy va natriy tarkibini hisobga olish kerak bo‘ladi. 1-rasmda O‘rganilayotgan namunalarning mineralogik tarkibi rentgen fazali tahlil (RFT) asosida aniqlandi.

ISSN 3030-3907

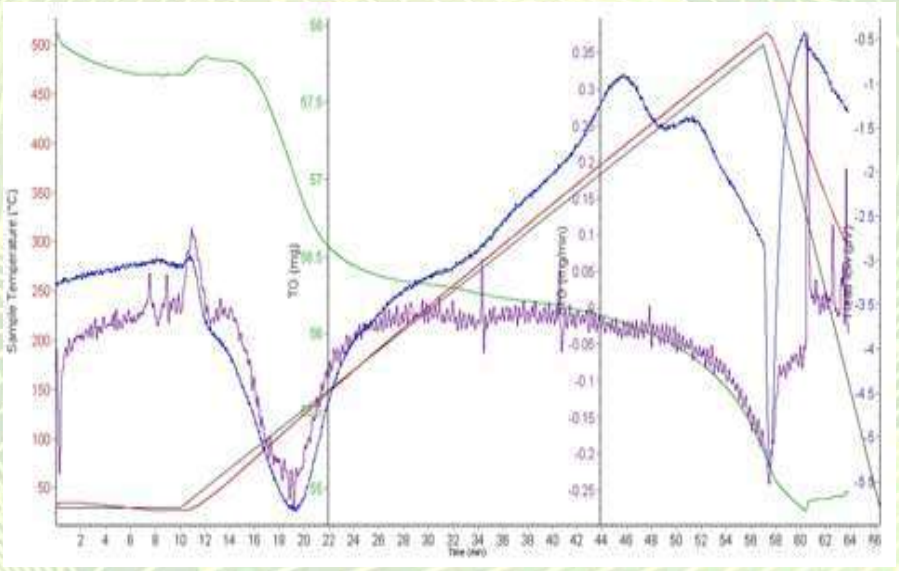


1.rasm. 1) B1; 2) B2 Bentonit namunalarining difraktorgrammsi.

B1 uchun montmorillonit 1,781; 1,413; 0,455; 0,169; 0,166; 0,150 nm qiymatlar bilan aniqlanadi. B1 montmorillonit uchun 1,23 nm oraliq bilan d001 refleks qaytgan nurlar asosida identifikatsiya qilingan edi, bu montmorillonit qatlamlarining xarakterli tuzilishi haqida guvohlik beradi. Tabiiy sharoitda montmorillonit qatlamlari orasida suv molekulalari bo‘lishi mumkin va bu 1,23 nm oralig‘i ehtimol, struktura tarkibda mavjudligini aks ettiradi.

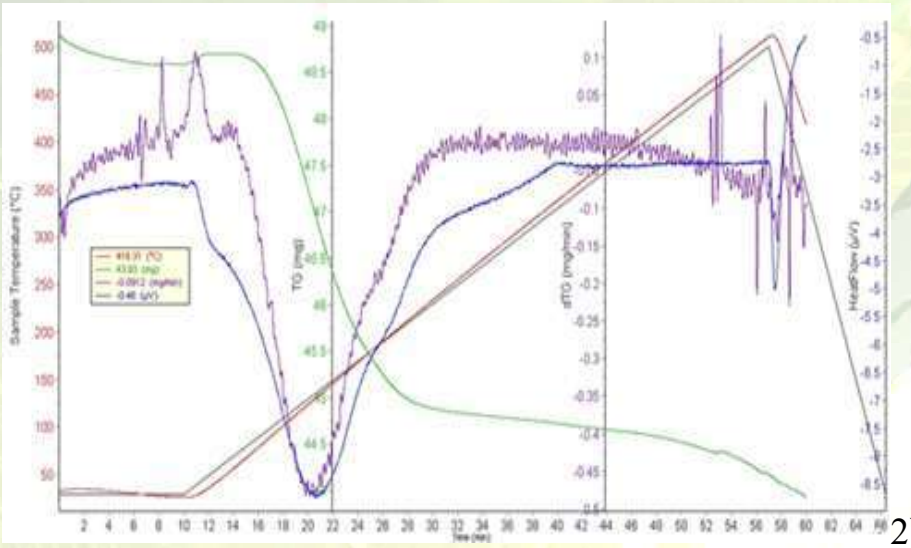
B1 va B2 termogrammasi endotermik effektning joylashishi va egriligi bilan farqlanadi(2.rasm).

Olingan derivatogramma 4 ta egri chiziqdan iborat. Dinamik termogravimetrik tahlil (DTGA) egri chiziq(2-egrilik) tahlil shuni ko‘rsatdiki, egrilikning 2 ta cho‘qqisi mavjud bo‘lib ular 63-148 ºC va 159-477 ºC harorati mos keladi.



1)

ISSN 3030-3907

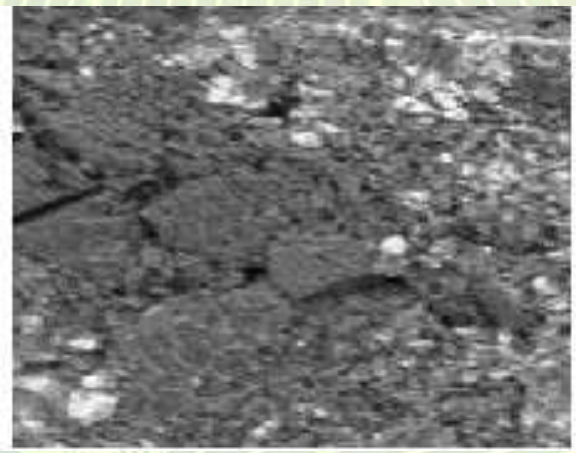


2)

2. rasm 1) B1; 2) B2.Gilmoyalarning termik tahlil natijalari.

Shuningdek, namunalar 2-jadvalda ko‘rsatilgandek, bentonit tarkibidagi kimyoviy bog‘lanishlarni uzish uchun parchalanish tezligi (mg/min) va energiya sarfi miqdori (μV*s/mg) bilan farqlanadi.

B1 namunasining mikrotasvirlarida montmorillonit asosan mikro va ultramikroagregat shakllari ko‘rinishda ekanligi ma’lum bo‘ldi. Ma’lum oraliqlarda bir-biridan ma’lum masofada joylashgan qirralari va uchlari boshoqsimon bo‘lgan yirik zarrachalar borligini ko‘rish mumkin. B2 namunasida montmorillonit kristallarining xarakterli tuzilishi boshqacha bo‘lib, ular boshqa minerallarga to‘g‘ri keladi. Bunday agregatlar odatda 20 dan 80 mikron oralig‘ida bo‘lib, shakli har xil zichlikdagi quritilgan barglarni eslatadi. Montmorillonit kristallarining aniq morfologik xususiyatlari rentgen fazali va termak tadqiqot natijalari bir biridan farqlanadi (3 va 4 rasm). B1 va B2 namunalarining energiya dispersiv tahlili elementlarning quyidagi ketma-ketligini aniqladi: O, Si, Al, Na, Ca va ularning konsentratsiyasi o‘ziga xos gil namunasiga qarab o‘zgaradi. Montmorillonit minerali asosiy sorbsion aktivligi B1 gil namunasida 54-56 mos%, B2 namuna esa taxminan 54-57 mas% tashkil qiladi.



3.rasm B1Mikrofotosurati.



4.rasm B2

ISSN 3030-3907

Mikrofotosurati.

B1va B2 namuna montmorillonit minerali borligi tasdiqlandi ularning miqdori, B1 uchun 54-56%mass, B2 uchun 54-57mass% ekanligi aniqlandi. Bu o‘rganilgan namunalarda sorbsion aktiv minerallar ko‘pligini tasdiqlaydi;

Natijalar va muhokama Granulometrik tarkibni aniqlash bir necha usullar yordamida amalga oshirildi. Dastlab biz fraksiyalarni to‘liq ajratish uchun (kukunlash)chuktirish usulidan foydalandik. Bu usulda suvda qattiq zarrachalarning bir biri bilan tortishish kuchi ta’sirida har xil tezlikda cho‘kish prinsipiga asoslanadi. Ushbu ishda zarracha o‘lchamlari 100 mkm va 1 mkm dan kichik bo‘lgan gilsimon fraksiyalar ajratib olindi. 100 g gildagi har bir fraksiyaning miqdori og‘irlik bo‘yicha % larda aniqlanadi. Granulometrik tarkibning natijalari 2-jadvalda keltirilgan.

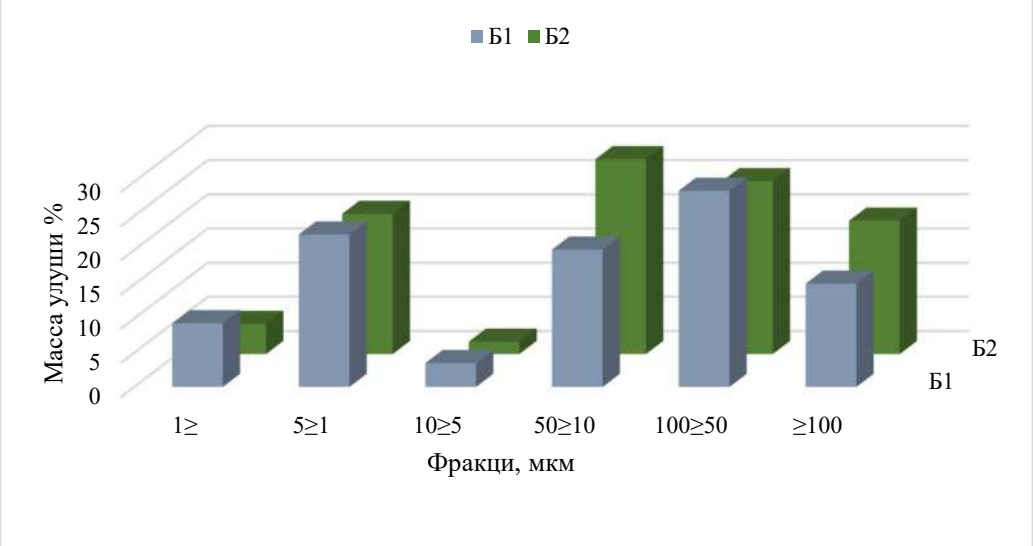
2-jadval

Gilning granulometrik %tarkibi*

Nam	≥1	100	50≥	10	5	1
B1	31	28,8	10,	1,	2	8
B2	39	29,1	8,6	0,	1	3

* - o‘lchamlar mkmda keltirilgan.

Loylarning granulometrik tarkibi aks ettirilgan 2-jadvalga asoslanib, quyidagi xulosalar chiqarish mumkin: B1 namunasida yirik zarrachalar miqdori 31,2%, B2 uchun esa bunday zarralar ko‘proq va 39,3% ni tashkil qiladi. Shuning uchun B2 namuna B1 bilan solishtirganda ancha yirikligini ko‘rish mumkin.



5-rasm. Rutkovskiye usuli yordamida gillarning granulometrik tarkibi.

Granulometrik tarkibni keyingi tahlili cho‘kmalarni doimiy o‘lchash usuli (gravimetrik tahlil) usuli bilan amalga oshirildi. Microsoft Excelda kompyuter dasturi yordamida amalga oshiriladi. Birinchi usulda B1 gil 100≥50 mkm o‘lchamdagi zarrachalar miqdori yuqori (29,1% ga nisbatan B2 uchun 28,8%).

ISSN 3030-3907

Ikkinchi usulga ko‘ra, natijalar – 28,7% va 25,3% o‘xshash, ammo kichik farqlarga ega. O‘lchami 50 ≥10 mkm bo‘lgan zarralar uchun gil B2 ikkala usulda ham B1 dan katta bo‘ladi (birinchisida 8,6% va 10,4%, ikkinchisida 28,5% va 20,1%) tengligini ko‘rish mumkin.

Gilsimon namunalar tarkibi va kation almashinuv komplekslari[9] ishda ko‘rsatilgan usulda aniqlanadi. Almashinuv kationlarini aniqlash natijalari 3 jadvalda keltirilgan.

3-jadval

Tabiiy gillarning kation almashinuvi kompleksining tarkibi va holati

Namuna	Na+	K+	Ca2+	Mg2+	Σkation	pH suv ekstrakti	pH tuz ekstrakti	Vxajm, mmolekv/100 g
	mgekv/100 g							
B1	46,3	8,6	11,2	14,5	80,6	7,8	6,7	0,169
B2	12,2	9,7	28,1	15,6	65,5	7,6	6,3	0,108

B1 gilda asosiy kation Na+ (46,3 mgekv/100 g), B2 gilda esa Ca2+ (28,1 mgekv/100 g)hisoblanadi. Bu gilni turli minerologik kelib chiqishi yoki sharoitda shakillanganligini ko‘rsatadi. Masalan, Na+ miqdori yuqori bo‘lgan gil montmorillonit yoki ko‘pincha natriy muhiti bilan bog‘liq bo‘lgan boshqa smektit minerallarining yuqori konsentratsiyasini ko‘rsatishi mumkin.

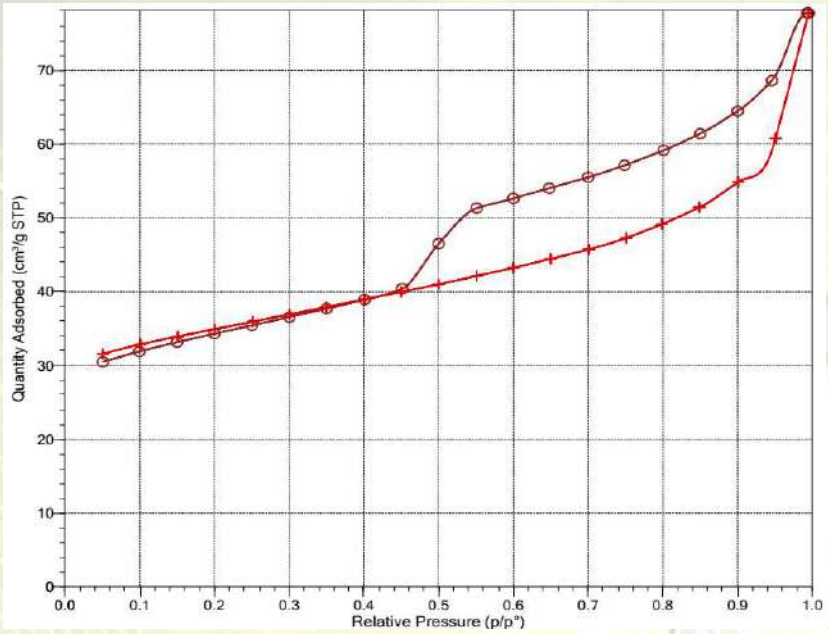
B1gil(80,6 mgekv/100 g) B2 gilga(65,5 mgecv/100 g) ga nisbatan kattaroq kation almashinuv kompleksiga ega. Bu B1 gilda kation almashinadigan xususiyatlarga ega bo‘lgan ko‘proq qatlamli minerallar mavjudligini ko‘rsatishi mumkin.

Bu bo‘limda biz ikkala tanlangan namuna ishqoriy B1 bentoniti va ishqoriy-yer B2 bentoniti tekstur xususiyatlarini o‘rganish bilan shug‘ullanamiz. Azot adsorbsiyasidan foydalanib, umumiy g‘ovaklik, g‘ovak hajmi va ularning taqsimlanishi kabi ko‘rsatgichlar aniqlanadi, bu bizga uning adsorbsion faolligini baholash imkonini beradi.

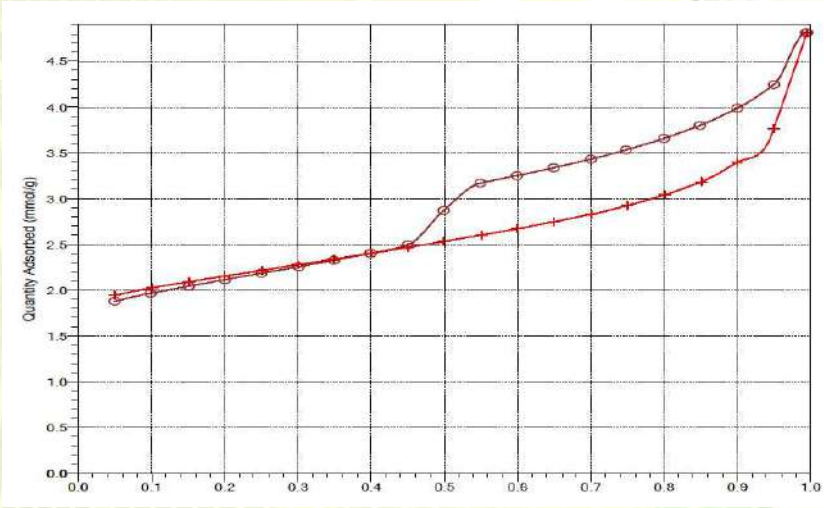
G‘ovaklar hajmi va yuza maydonining kattaligi bo‘yicha taqsimlanishi DFT (Density functional theory) va Barret-Djoyner-Xalenda (BJH) usuli yordamida aniqlandi. Namuna g‘ovakliklarini o‘rtacha diametri BET: Dsr=4V/S formula bilan aniqlanadi.

6-rasmda Olingan izotermalar quyida keltirilgan.

ISSN 3030-3907



A) B1



B) B2

6-rasm. a) B1; C) B2 namunalarda azot adsorbsiyasi izotermalari.

Olingan izotermlar mos keladigan adsorbsion tenglamalar bilan tavsiflanadi, olingan ma’lumotlar 4-jadvalda keltirilgan.

4-jadval

Namuna	S1, m2/g	S2, m2/g	Va, sm3/g	Vb, sm3/g	R, Å	D**, Å	D***, Å
B1	56,3	65,4	0,089	0,101	41,48	16,36	6,51
B2	42,7	62,5	0,071	0,082	45,65	18,44	8,43

1 - BET bo‘yicha o‘ziga xos sirt yuza; 2 – Lengmyurga xos sirt yuza; ** - o‘rta g‘ovaklar kengligi; *** - mikrog‘ovaklar o‘rtacha hajmi; R - o‘rtacha g‘ovaklar hajmi.

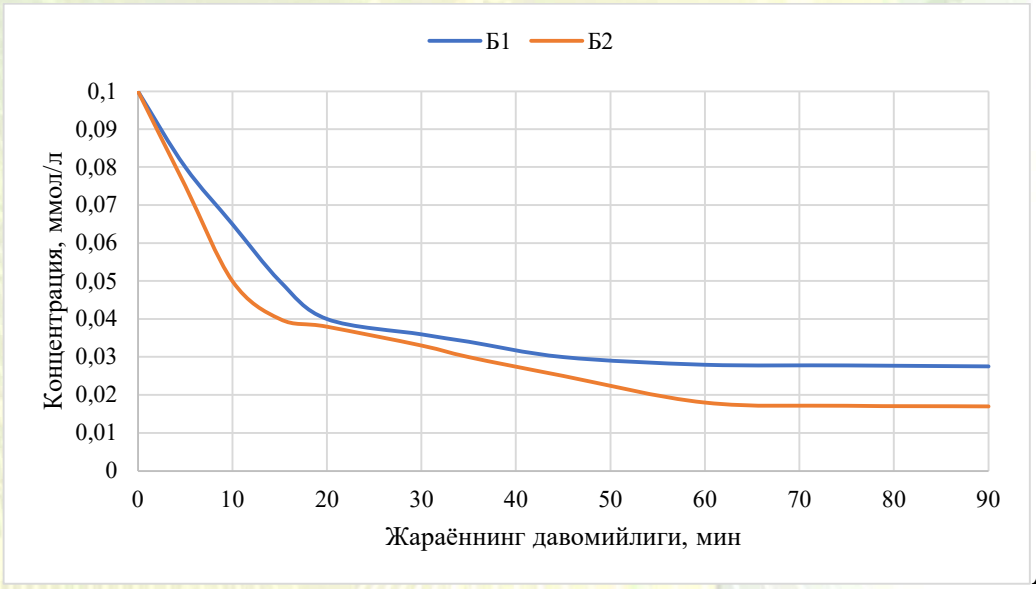
Adsorbsiya xususiyatlarini o‘rganishdagi keyingi tekshirishlar og‘ir metallarni CuSO4 va Pb(NO3)4 tuzlari suvli eritmalari yordamida o‘tkaziladi. Mis ionlarini (Cu) fotometriya yordamida aniqlash uchun natriy dietilditiokarbamat ((C2H5)2NCS2Na) bilan kuchsiz kislota va ammiak eritmalarida mis kompleksini

ISSN 3030-3907

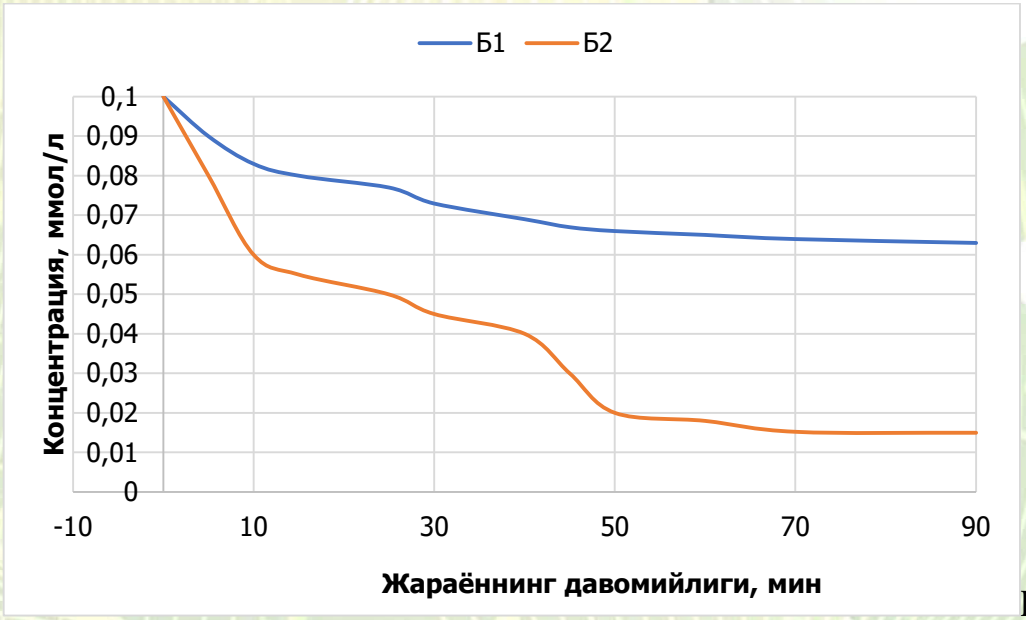
hosil qilishga asoslanadi, bu esa ularga jigarrang rang beradi. Keyin optik zichlik x = 430 nm to‘lqin uzunligida o‘lchanadi.

Model aralashma tayyorlash uchun 0,01g gilga metal ionlari 0,1 mmol/l hajmi 50 ml CuSO4 va Pb(NO3)4 bo‘lgan erttmalar aralashtirilgan holda tayyorlanadi.

Model eritmalarini og‘ir metal ionlaridan tozalash jarayonini 2.7.rasmda ko‘rish mumkin.



A)



B)

7.rasm. Og‘ir metal ionlari konsentratsiyasining pasayish dinamikasi: A) Cu2+; B) Pb2+

Kinetik egri chiziqlarga ko‘ra, maksimal sorbsiya tezligi tozalash jarayonining birinchi bosqichida kuzatiladi. Masalan, B2 adsorbent uchun Cu2+ va Pb2+ ionlarining dastlabki besh daqiqadagi sorbsiya tezligi mos ravishda 1,01*10-

ISSN 3030-3907

2 va 0,89*10-2 mmol/l*min, adsorbent B1 uchun esa 1,12*10-2 va 0,81*10-2 mmol/l*min ni tashkil qiladi.

XULOSA. Mineralogik tadqiqotlar B1 va B2 namunalarida montmorillonitni yuqori ekanligini va bu gillarda faol sorbentlarga boy ekanligini tasdiqladi. Elektron mikroskopik tahlil montmorillonit agregatlarining turli shakllarini ko‘rsatadi, bu namunalar orasidagi minerallarning mikro tuzilishidagi farqni aks ettiradi. Gilning kimyoviy tarkibi xilma xil bo‘lib, bu ular tarkibidagi O, Si, Al, Na va Ca elementlari miqdorga ko‘ra, bu ularning mineralogik xossasi turlicha ekanligini xarakterlaydi. B2 asosan yirik va o‘rta o‘lchamli g‘ovaklikni o‘z ichiga oladi, B1 gil esa mayda teshikchalardan iborat bo‘ladi. Gil namunalarining tekstura xususiyatlarini o‘rganish davomida B1 va B2 ularda sezilarli darajada farqlar borligini ko‘rsatdi. B1namunani solishtirma sirt yuzasi B2 namunaga nisbatan ancha katta, bu B1 ning yuqori adsorbsion quvvatga ega ekanligidan dalolat beradi. Shu bilan birga, B2 namunasidagi mikrog‘ovaklarning o‘rtacha hajmi kattaroqdir, bu uning katalitik jarayonlardagi moddalar bilan intensiv ta’sir o‘tkazish xususiyatlarida namoyon bo‘ladi. Adsorbsiya jarayoni kinetiksini o‘rganish davomida shu narsa ayon bo‘ldiki, adsorbsiyaning birinchi faol bosqichi metall kationlarining sorbsiya tezligi maksimal katta bo‘lishi bilan ayni ko‘zga tashlanadi. B1 namunasi dastlabki vaqt oralig‘ida yuqori adsorbsion faollikni ko‘rsatdi, bu elektrostatik o‘zaro ta’sirlar va sirtdagi faol markazlarning yuqori zichligi bilan bog‘liq bo‘lishi mumkin. Keyingi jarayonlarda, sirt yuza qatlamning faolligini pasayishi va sorbent ichidagi faol joylarga kationlarning ko‘chishi tufayli adsorbsiya jarayoni sekinlashadi. B1 va B2 gillarida mis va qo‘rg‘oshin ionlarining sorbsiyasida farq qayd etildi. B1 uchun adsorbsiya izotermlar pog‘onali (zinasimon) ko‘rinish bilan ifodalandi, B2 da esa bir xilda o‘sishi kuzatildi. Bu namunalarning kimyoviy va mineralogik tabiati va ularning g‘ovakli tuzilishidagi farq bilan bog‘liq bo‘lishi mumkin. Shunday qilib, olib borilgan tadqiqotlar sorbentning o‘ziga xos xususiyatlarini va adsorbsiya jarayonining xususiyatlarini hisobga olgan holda to‘g‘ri tanlash muhimligini ta’kidlaydi.

FOYDALANGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. N. Mamataliev, A. Abdikamalova, I. Eshmetov, A. Kalbaev, Adsorption activity of pillared clays with respect to vapors of organic adsorbates. Journal of Chemical Technology and Metallurgy, 58, 6, 2023, 1028-1036. https://doi.org/10.59957/jctm.v58i6.140.

2. O. Seitnazarova, A. Kalbaev, N. Mamataliev, A. Abdikamalova, N. Najimova, Structural features of montmorillonite-surfactant systems: influence of surfactant packing density and montmorillonite surface nature. Journal of Chemical

ISSN 3030-3907

Technology and Metallurgy, 60, 1, 2025, 43-62. https://doi.org/10.59957/jctm.v60.i1.2025.5

3. Z. Masharipova, D. Khaydarov, K. Masharipov, A. Kenjayev, I. Mamadoliev, R. Eshmetov, A. Abdikamalova, Sh. Kuldasheva, M. Muratov Alkaline Activation of Bentonite Central Asian Journal Of Medical And Natural Sciences// 2026, 7(2), 1-5.

4. Маматалиев Н., Абдикамалова А., Шарипова А., Сейтназарова О.М., Шарипов А., Атажанова Ю. Development of adsorbents for the removal of phenol from aquatic environments // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. Vol. 8, Issue 11, November 2021. pp. 18654-18661

5. Qalibaeva U.T., Nurjanova G.I., Sharipova A.I., Abdikamalova A.B., Seytnazarova O.M., Allamuratova A.S. Synthesis of Fe-intercalated montmorillonites and investigation of their adsorption characteristics // «Science and Education in Karakalpakstan», 2022. Issue 4/2, pp. 78-85.

6. Машарипов К.К., Кенжаев А. Б., Мамадолиев И.И., Эшметов Р.Ж., Абдикамалова А.Б., Кулдашева Ш.А. Катионообменный комплекс обогащенного бентонитаи синтетического лапонита// TerDPI ilmiy Xabarnomasi 2025/ 4-son.133-137 бетлар

7. Кенжаев А. Б., Машарипов К.К., Мамадолиев И.И., Эшметов Р.Ж., Абдикамалова А.Б., Кулдашева Ш.А. Катионообменный комплекс обогащенного бентонитаи синтетического лапонита// TerDPI ilmiy

8. Кенжаев А. Б., Машарипов К.К., Мамадолиев И.И., Эшметов Р.Ж., Абдикамалова А.Б., Кулдашева Ш.А. Катионообменный комплекс обогащенного бентонитаи синтетического лапонита// TerDPI ilmiy Xabarnomasi// 2025/ 4-son.138-143 бетлар,

9. Машарипова З. Р., Хайдаров Д., Машарипов К.К., Кенжаев А.Б., Мамадолиев И.И., Эшметов Р.Ж., Абдикамалова А.Б., Кулдашева Ш.А. Исследование влияния процесса обогащения на состав и характеристики бентонита// Development of science ilmiy jurnali 2026/2.181-187 бетлар

ISSN 3030-3907