ISSN 2181-7200

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ
ОЛИЙ ТАЪЛИМ, ФАН ВА ИННОВАЦИЯЛАР ВАЗИРЛИГИ

ФАРҒОНА ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ

И Л М И Й – Т Е Х Н И К А ЖУРНАЛИ



2026. СПЕЦ. ВЫПУСК № 6

НАУЧНО–ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ ФГТУ

SCIENTIFIC –TECHNICAL JOURNAL of FSTU

ФАРҒОНА – 2026

МУНДАРИЖА

Yusupova F.T., Ne’matjonov J.S. Zamonaviy mikrokontroller plc 160 220 p m orqali suyuqlik sathini o’lchash tizimini CODESYS 2.3 dasturida avtomatlashtirish 115
Shirinov S.G., Olimov J.S. Moslashuvchan boshqaruv tizimiga asoslangan sharli tegirmonning eneregiya samaradorligini oshirish 119
Ахунов Қ.Х., Хомидов А.Қ. Тузсизлантирилган сув олиш усуллари 124
Sayitov Sh.S., Shaymanov D.H. Quyosh fotoelektrik stansiyalarini o‘rnatish va sozlashning ilmiy-asosiy jihatlari 129

ЭЛЕКТРОН ҚУРИЛМАЛАР ВА АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАР

Asqaraliyev O.U., Ro‘zaliyev R.S. Heterogen, maxfiylik bilan cheklangan va aloqa resurslari cheklangan sharoitlarda avtomatlashtirilgan klinik monitoring uchun real vaqtli multimodal shaxsiylashtirilgan federatsiyalashgan o‘qitish 133

КИМЁВИЙ ТЕХНОЛОГИЯ ВА ЭКОЛОГИЯ

Tursunmuratov O.X., Murodova D.Ch., O‘rinova A.E., Bekchanov D.J. Vermikulit xomashyosi va vermikulit asosida olingan ion almashinuvchi materiallarning rengen fazaviy tahlili 142
Turg‘unboyev R.T., Raxmonov O.K., Xaydarov A.A., Abdisamatov E.D. Uran metallining fizikaviy va kimyoviy xossalari 146
Maxkamova D.N., Shamishova A.T., Turayev Z., Turdialiyeva Sh.I., Usmonov I.I., Kucharov B.X. Mikroelementli tizimlarni fizik-kimyoviy o'rganish 151
Polvonov X.M., Ortikova S.S., Usmonova M.O’. Suvni yumshatish jarayonida hosil bo‘lgan kalsiy karbonatdan fosfor tutuvchi bir komponentli o‘g‘it ya'ni dikalsiy fosfat digidrat ($CaHPO_4 \cdot 2H_2O$) olish jarayoni 156
Курбанов Ж.М., Сабиров С.С., Курбонова М.Ж. Мева ва сабзавотлардан қўшимча шарбат олишда электроплазмолиз усулининг қўлланилиши 160
Hamroliyev H.H., Sattarova B.N. Bro‘yler tovuq go‘shtining foydasi va zarari 165
Shokirova M.E., Solieva G.A. Mikrobiologik jarayonlar va inson salomatligi: ekologik yondashuv 168
Qosimov D.M., Tojimamatova M.Y., Namazov Sh.S., Badalova O.A. Mahalliy fosforit unini fosfat-sulfat kislotasi bilan qayta ishlash asosinda boyitilgan superchofat va kompleks o‘g‘itlarni olish 176
Jabborov T.K., Kurbanov N.M., Jabborov I.T., Siddikov M.Z. Biotexnologik va energetik yondashuvlar asosida mevani quritishning ilg‘or texnologiyalarini modellashtirish hamda bioxilmaxillikni saqlash orqali oziq-ovqat xavfsizligini mustahkamlash 183

ИЖТИМОИЙ-ИҚТИСОДИЙ ФАНЛАР

Shakirova Yu.S., Shokirov S.E. Barqaror iqtisodiy taraqqiyotda inson kapitalini rivojlantirishning strategik ahamiyati 189
Jurayeva M.A. Reklama diskursida neyrolingvistik mexanizmlar 195
Abdullayeva M.X. Oliy ta’lim muassasasi o‘quv jarayoniga interaktiv ta’lim metodlarini joriy etish 200

ҚИСҚА ХАБАРЛАР

Tojiyev R.J., Xursanov B.J. Innovatsion muhandislikni mehnat bozori talablari bilan uyg‘unlashtirish raqobatbardosh va zamonaviy kadrlar tayyorlash asosi 204
Шакиров Б.М., Сулаймонов О.Н., Шакиров Б.Б., Ўринов И.Ш., Абдуғаппоров И.А., Мирзахамдамова Н.Р. Насос станцияларга ўрнатилган марказдан қочма насос агрегатларини ҳисоблаш усули асосида энергия ва иқтисодий самарадорлик баҳоси 206
Malikov S.A. Kamuglerodli po’latlarni dastak yoyli usulda payvandlash va elektrodlarni qizdirish vaqtining nazariy hisobi 209
Mansurov M.T., Tursunboyev O.G‘. Kombinatsiyalashgan g‘altakmolaning geometrik parametrlarini nazariy asoslash 212
Xujamqulov S.U. Piyodalar o‘tish joylarini tartibga solish chora tadbirlari 215

UDK: 541.64:745.547.235

VERMIKULIT XOMASHYOSI VA VERMIKULIT ASOSIDA OLINGAN ION ALMASHINUVCHI MATERIALLARNING RENGEN FAZAVIY TAHLILI

O.X. Tursunmuratov[1], 1-kurs magistranti D.Ch. Murodova[1],
2-kurs bakalaviant talabasi A.E. O‘rinova[1], D.J. Bekchanov[2]

[1]Chirchiq davlat pedagogika universiteti,
orcid:0009-0006-6317-8633, tursunmuratovobid@gmail.com
dildoramurodova2003@gmail.com, azizaurinova70@gmail.com
[2]Mirzo Ulug'bek nomidagi O'zbekiston Milliy universiteti,
orcid:0000-0002-3233-5572, bekchanov100987@mail.ru
(Qabul qilindi 18.03.2026 y.)

Annotatsiya. *Ushbu ishda Qorao‘zak vermikuliti va uning asosida sintez qilingan ionitlarning kristal yoki amorf tuzilishi darajasini aniqlash Rengen fazaviy analizi yordamida amalga oshiriladi. Rengen fazaviy analiz uchun Vermikulit xom-ashyosi, kengaytirilgan vermikulit hamda VMT-PFA anionitlarning rentgenografik tahlili olib borildi. Qorao‘zak vermikulit>shishirilgan vermikulit>VMT-PFA anionit qatorida olingan namunalarning kristallik darajasi kamayganligi, amorflik darajasi esa ortganligini ko‘rishimiz mumkin. 30^o, 38^o va 60^o sohalardagi cho‘qqilar pasayganligi, 40^o hamda 45^o sohalarda esa cho‘qqilarning yo‘qolganligi, Vermikulitga qaraganda VMT-PFA anionitda amorflik xossasi ortganligini ko‘rishimiz mumkin.*

Kalit so‘zlar: *Qorao‘zak vermikuliti; ionit; rengen fazaviy analizi, CuK a-nurlanish , vermikulit xom-ashyosi, kengaytirilgan vermikulit; VMT-PFA anioniti.*

Аннотация. *В данной работе с помощью рентгенофазового анализа определена степень кристалличности и аморфности вермикулита Кораузакского месторождения и ионообменных материалов, синтезированных на его основе. Для проведения рентгенофазового анализа были исследованы исходное вермикулитовое сырьё, вспученный вермикулит, а также аниониты типа VMT-PFA. Установлено, что в ряду образцов «вермикулит Кораузакского месторождения → вспученный вермикулит → анионит VMT-PFA» наблюдается снижение степени кристалличности и увеличение степени аморфности. Снижение интенсивности пиков в областях 30°, 38° и 60°, а также исчезновение пиков в областях 40° и 45° свидетельствуют о возрастании аморфных свойств анионита VMT-PFA по сравнению с исходным вермикулитом.*

Ключевые слова: *вермикулит Кораузакского месторождения; ионит; рентгенофазовый анализ; CuKα-излучение; вермикулитовое сырьё; вспученный вермикулит; анионит VMT-PFA.*

Abstract: *In this study, the degree of crystallinity and amorphous structure of Qorao‘zak vermiculite and ion-exchange materials synthesized on its basis were determined using X-ray phase analysis. For the analysis, raw vermiculite, expanded vermiculite, and VMT-PFA anion-exchange materials were investigated by X-ray diffraction. It was found that in the sequence “Qorao‘zak vermiculite → expanded vermiculite → VMT-PFA anionite,” the degree of crystallinity decreases while the degree of amorphousness increases. The decrease in peak intensity at 30°, 38°, and 60°, along with the disappearance of peaks at 40° and 45°, indicates an increase in the amorphous nature of the VMT-PFA anionite compared to the original vermiculite.*

Keywords: *Qorao‘zak vermiculite; ionite; X-ray phase analysis; CuKα radiation; raw vermiculite; expanded vermiculite; VMT-PFA anionite.*

KIRISH.

Tabiiy suvning ifloslanishi aholi salomatligidan tashqari, sanoatga va qishloq xo‘jaligi, ishlab chiqarish, hattoki, iqtisodiyotga katta xavf solmoqda. Suvdan chiqindi moddalarni olib tashlashning

bir qancha usullari: adsorbsiya, biologik tozalash, kimyoviy koagulyatsiya, filtrlash, sedimentatsiya, elektrokoagulyatsiya va kristallanish usullari qo‘llanilib kelinadi [1].

Yuqoridagi usullarning bir nechta o‘ziga xosligi bor, masalan, adsorbsiya (bo‘yoqlar va metall ionlarini uchun yuqori samaradorligi), fenton reagentlari (suvda eriydigan, suvda erimaydigan ifloslantiruvchi moddalarning yuqori samaradorligi), ozonlash (loy hosil bo‘lmasligi), oksidlanish (qo‘llashning osonligi va qulayligi), fotokimyoviy (loy hosil bo‘lmasligi), ion almashinuvi (qayta ishlatish imkoniyati), koagulyatsiya (tannarxi arzonligi), biologik jarayon (ekologik sofligi) va koagulyatsiya flokulyatsiya (tannarxi arzonligi) kabi bir qancha qulayliklarga ega. Biroq, bu usullarning ba‘zilari kamchiliklardan holi emas [2], masalan filtrlash usulining kamchiligi: o‘lchami jihatdan kattaligi, tannarxiining qimmatliligi, cho‘kmadan filtrlarni tozalashning qiyinligini misol keltirish mumkin. An’anaviy usullarning yana bir kamchiligi ularda ko‘p energiya talab qilishi va chiqindi suvlar tarkibida metall ionlarining konsentratsiyasi faqat yuqori bo‘lgandagina maqbul usullar qatoriga kiradi, past konsentratsiyali holatda ishlatib bo‘lmaydi [3].

Adsorbsiya usuli boshqa usullardan farqli o‘laroq, samaradorligi, alternativ aniqligi, yuqori selektivlik, tannarxining pastligi, foydalanish sodda yoki qulayligi, har xil eksperimental muhitda foydalanish mumkinligi kabi afzalliklarga ega. Adsobsiya usulning yana bir qulayligi juda past konsentratsiyali moddalarni ham tozalash imkoniyatiga ega ekanligi aniqlangan [4].

Adsorbentlarning g‘ovak tuzilishi va sorbsion xossalarini chuqur o‘rganish ularning amaliy qo‘llanilish samaradorligini belgilovchi muhim bosqich hisoblanadi. Shu sababli bunday materiallarni tavsiflashda bir nechta zamonaviy fizik-kimyoviy tahlil usullaridan kompleks tarzda foydalaniladi. Jumladan, skanerlovchi elektron mikroskopiya (SEM) usuli yordamida adsorbent sirtining morfologiyasi, ya’ni zarrachalarning shakli, o‘lchami hamda g‘ovaklarning tashqi ko‘rinishi aniqlanadi.



1-rasm. Rengenografik difraksion tadqiqotlari XRD-6100 (Shimadzu, Yaponiya) va uning ishlash sxemasi

Azot bug‘ining adsorbsiyasi usuli esa adsorbentning solishtirma sirt maydoni, g‘ovaklar hajmi va ularning o‘lcham taqsimotini aniqlashda keng qo‘llaniladi. Ushbu jarayon odatda BET (Brunauer–Emmett–Teller) nazariyasi asosida tahlil qilinadi. Benzol va suv bug‘lari adsorbsiyasi orqali adsorbentning gidrofob yoki gidrofil xususiyatlari baholanadi. Masalan, benzol bug‘i adsorbsiyasi organik moddalarga nisbatan moyillikni ko‘rsatsa, suv bug‘i adsorbsiyasi materialning namlikni yutish qobiliyatini aniqlashga xizmat qiladi. Rentgen fazaviy analiz usuli yordamida esa adsorbentning kristall yoki amorf tuzilishga ega ekanligi aniqlanadi. Difraksion chiziqlar orqali kristall fazalar, ularning tarkibi va strukturaviy tartibliligi haqida xulosa chiqarish mumkin. Bu ma’lumotlar adsorbentning mexanik barqarorligi va sorbsion xususiyatlariga bevosita ta’sir ko‘rsatadi[5].

Rentgen fazaviy analiz (XRD) — materiallarning kristall tuzilishi, fazaviy tarkibi va atomlar joylashuvini aniqlash uchun eng muhim fizik-kimyoviy tahlil usullaridan biridir. Ushbu usul materialshunoslik, kimyo, geologiya va nanomateriallar sohasida keng qo‘llaniladi.

Rentgen fazaviy analizning asosiy ahamiyati:

1. Fazaviy tarkibni aniqlaydi (qaysi minerallar yoki birikmalar mavjudligini ko‘rsatadi)

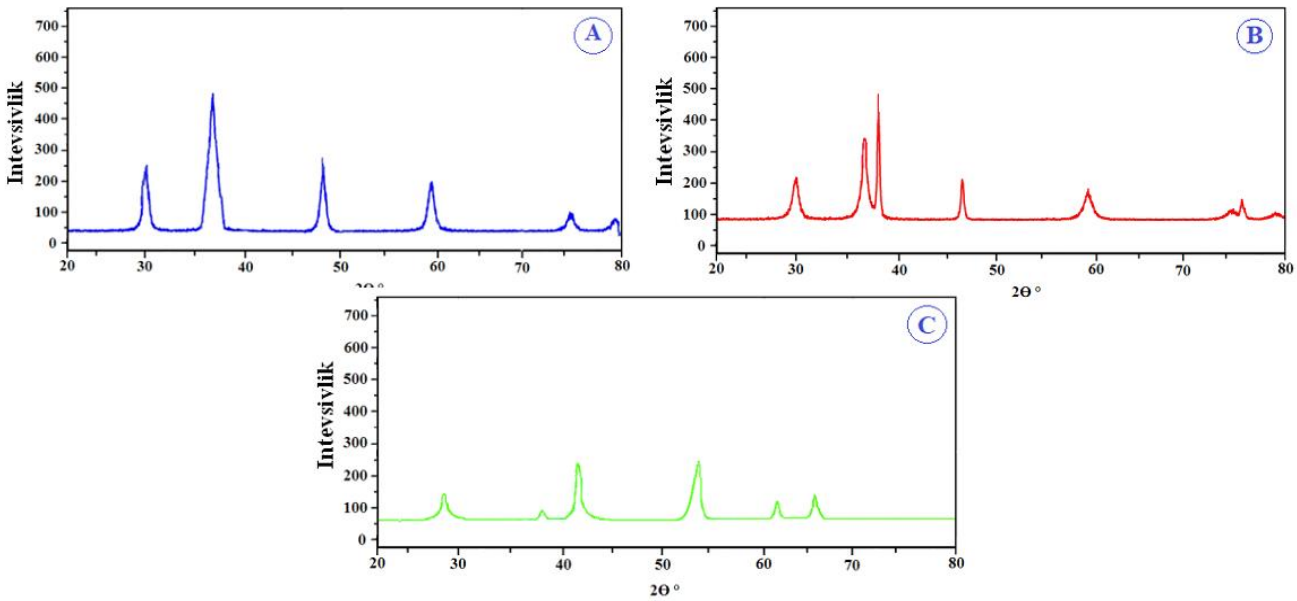
1. Kristall va amorf tuzilishni farqlaydi
2. Kristall panjara parametrlarini hisoblaydi
3. Moddada yuz bergan o‘zgarishlarni (sintez, issiqlik, kimyoviy ishlov) kuzatadi
4. Yangi materiallar (ionitlar, katalizatorlar, sorbentlar) strukturasini baholaydi
5. Sanoat va ekologik materiallarni sifat nazoratida qo‘llanadi [6]

Ushbu ilmiy tadqiqot ishida tabiiy xomashyo Qorao‘zak vermikuliti va uning polietilenpoliamin (PEPA) va formaldegid yordamida sintez qilingan sorbent namunalarining kristall tuzilishi va fazaviy tarkibi o‘rganildi.

Ularning strukturaviy xossalari rentgen fazaviy tahlil (RFA) usuli yordamida aniqlanib, olingan difraktogrammalar asosida natijalar muhokama qilindi. Rentgenografik difraksion tadqiqotlar XRD-6100 (Shimadzu, Yaponiya) qurilmasi yordamida o‘rganildi. Quyida (1-rasm) rentgen difraktometri qurilmasining sxematik ko‘rinishi keltirilgan [7,8].

NATIJALAR VA MUHOKAMA.

Olingan adsorbentning Kristal yoki amorf tuzilishi darajasini aniqlash Rengen fazaviy analizi yordamida amalga oshiriladi.



2 - rasm. (A) Qorao‘zak vermikuliti, (B) Kengaytirilgan vermikulit hamda (C) VMT-PFA anionitning rentgenografik tahlili

Rengenografik difraksion tadqiqotlari XRD-6100 (Shimadzu, Yaponiya) uskunasida yordamida diffraktsiya chiziqlari asosida amalga oshirildi. CuK a-nurlanish (b-filtr, Ni, 1,54178 oqim rejimi va uchlanishi 30 mA, 30 kV) va 0,02 daraja bilan 4 deg / min doimiy detektor aylanish tezligi ishlatilgan. Skanerlash burchagi 4 dan 80° oralig‘ida olib borildi. Rengen fazaviy analiz uchun Vermikulit xom-ashyosi, kengaytirilgan vermikulit hamda VMT-PFA anionitlarning rentgenografik tahlili olib borildi[9,10].

Rentgen tuzilish tahlili yuqoridagi 2-rasmda keltirilgan, ushbu rasmga (2 A, B, C rasm) asoslanadigan bo‘lsak, *Qorao‘zak vermikulit>shishirilgan vermikulit>VMT-PFA anionit* qatorida olingan namunalarning kristallik darajasi kamayganligi,

amorflik darajasi esa ortganligini ko‘rishimiz mumkin. 30º, 38º va 60º sohalardagi cho‘qqilar pasayganligi, 40º hamda 45º sohalarda esa cho‘qqilarning yo‘qolganligi, Vermikulitga qaraganda

VMT-PFA anionitda amorflik xossasi ortganligini ko‘rishimiz mumkin. Bu esa ionitning sorbsion xossasiga ijobiy ta’sir etadi. 42º, 55º, 65º sohada yangi paydo bo‘lgan piklar esa vermikulitga polietilenpoliamin hamda formaldegid kiritilishi ta’sir etganligi bilan tushuntirish mumkin[11,12].

XULOSA

Mazkur tadqiqotda Qorao‘zak vermikuliti asosida sintez qilingan kengaytirilgan vermikulit va VMT-PFA anionitlarning fazaviy tarkibi rentgen fazaviy analiz (RFA) usuli orqali o‘rganildi. Tahlillar XRD-6100 (Shimadzu, Yaponiya) difraktometri yordamida CuKα nurlanish sharoitida olib borilib, olingan difraktogrammalar asosida materiallarning kristall va amorf tuzilishidagi o‘zgarishlar baholandi. Natijalarga ko‘ra, boshlang‘ich Qorao‘zak vermikulitidan boshlab kengaytirilgan vermikulit va undan VMT-PFA anionitga o‘tish jarayonida kristall tuzilishning asta-sekin susayishi hamda amorf faza ulushining ortishi kuzatildi. 30°, 38° va 60° burchak sohalaridagi difraksion cho‘qqilarning kamayishi, shuningdek 40° va 45° hududlarda piklarning yo‘qolishi material strukturasi buzilib, amorflanish jarayoni kuchayganligini ko‘rsatadi. Bundan tashqari, 42°, 55° va 65° sohalarda yangi difraksion signallarning paydo bo‘lishi vermikulitga polietilenpoliamin va formaldegid komponentlari kiritilishi natijasida yangi fazaviy tuzilmalar hosil bo‘lganligini anglatadi[13].

Umuman olganda, olingan natijalar VMT-PFA anionitning amorf tuzilishi uning g‘ovaklik darajasi va faol markazlar sonining ortishiga olib kelishini, bu esa materialning sorbsion xususiyatlarini sezilarli darajada yaxshilashini ko‘rsatadi. Shu sababli, ushbu turdagi materiallar ekologik tozalash va ion almashinish jarayonlarida samarali sorbent sifatida qo‘llanilishi mumkin.

Adabiyotlar

[1]. Tursunmuratov O. X. Vermikulit asosida olingan ionitga statik sharoitda oraliq metall ionlarining sorbsiyasi //Science and Education. – 2022. – T. 3. – №. 12. – C. 182-188.

[2]. Tursunmuratov O. X. et al. Kimyoga oid izotoplar mavzusi masalalarini turli xil usulda yechish metodikasi //Экономика и социум. – 2024. – №. 6-2 (121). – C. 742-746.

[3]. Tursunmuratov O.X. Tabiiy mineral vermikulitdan foydalanib sorbentlar olish usullari tahlili //Academic research in educational sciences. – 2023. – T. 4. – №. 5. – C. 5-10.

[4]. Турсунмуратов О. Х., Турғун Ф., Хуррамова Қ. Вермикулит асосида олинган ионитга никел (ii) ионлари сорбциясининг псевдо-биринчи ва псевдо-иккинчи тартибли кинетик моделлари //Academic research in educational sciences. – 2023. – T. 4. – №. 1. – C. 413-421.

[5]. Leandro Pellenz, Carlos Rafael Silva de Oliveir, Afonso Henrique da Silva Júnio, Layrton José Souza da Silva, Luciano da Silva, Antônio Augusto Ulson de Souza, Selene Maria de Arruda Guelli Ulson de Souza, Fernando Henrique Borba, Adriano da Silva, A comprehensive guide for characterization of adsorbent materials, Separation and Purification Technology, Volume 305, 2023, https://doi.org/10.1016/j.seppur.2022.122435

[6]. Stoddart C Structural biology: How proteins got their close-up Knowable Magazine, 2022 doi:10.1146/knowable-022822-1

[7]. Obid T. et al. Kinetics and isotherm of cu2+ ion sorption on a new sorbent obtained on the basis of vermiculite //Universum: технические науки. – 2022. – №. 12-7 (105). – C. 44-48.

[8]. Tursunmuratov O., Bekchanov D. Vermikulit asosida olingan yangi ionitga CU2+ ionlarining sorbsiya kinetikasi va izotermasi //Farg'ona davlat universiteti. – 2022. – №. 3. – C. 60-60.

[9]. Tursunmuratov O. X. Vermikulit asosida olingan ionitga statik sharoitda oraliq metall ionlarining sorbsiyasi //Science and Education. – 2022. – T. 3. – №. 12. – C. 182-188.

[10]. Tursunmuratov O., Bekchanov D. Vermikulit asosida olingan yangi ionitga Cu2+ ionlarining sorbsiya kinetikasi va izotermasi //Farg'ona davlat universiteti. – 2022. – №. 3. – C. 60-60.

[11]. Tursunmuratov O. X. Vermikulit asosida olingan ionitga statik sharoitda oraliq metall ionlarining sorbsiyasi //Science and Education. – 2022. – T. 3. – №. 12. – C. 182-188.

[12]. Турсунмуратов О. Х., Бекчанов Д. Ж. Кинетика псевдопервого и второго порядка абсорбции катиона меди (II) на ионите на основе вермикулита //Universum: технические науки. – 2023. – №. 8-3 (113). – C. 42-45.

[13]. Obid T., Davronbek B. Vermikulit asosida olingan ionitga mis (II) kationlarining yutilish kinetikasining tahlili //International Scientific and Current Research Conferences. – 2023. – C. 53-58.