

Xolmurodova Saboxat Almaxmatovna

Termiz davlat universiteti tayanch doktoranti

E-mail: xolmurodovasaboxat84@gmail.com

Turayev Xayit Xudaynazarovich,

Termiz davlat universiteti k.f.d., prof.

Aliqulov Rustam Valiyevich

Termiz davlat universiteti k.f.d., prof.

Hayitov Bozar Toshtemirovich

Termiz davlat universiteti mustaqil izlanuvchi

Eshmurodov Xurshid Esanberdiyevich

Toshkent kimyo-texnologiya ilmiy tadqiqot instituti doktoranti

MODIFIKATSIYALANGAN VERMIKULIT ASOSLI SORBENTLARDA Cu(II) IONLARINI SORBSIYASI TAHLILI

Annotatsiya: Maqolada kuchli kislota faollantirilgan vermikulit, uning g'ovaklantirilishi, gidrolizlangan poliakrilonitril bilan modifikatsiyalash borasida qilingan ishlar yoritilgan. Shuningdek olingan kompozit sorbentning amin guruhi tutgan monomerlar bilan biriktirilishi va Cu(II) ioniga nisbatan yuqori tanlovchan sorbent olinishi yuzadan tajribalar o'tkazilgan va olingan natijalar SEM va rentgen tuzilish element tahlillari sinovlaridan o'tkazilgan. Mak-Ben-Bakr qurilmasida benzol bug'larini singdirishi bo'yicha sorbsiya sinovlari o'tkazilgan hamda tegishli adsorbsiya va desorbsiya izotermalari olingan, uning sirt yuzasi, monoqavat sig'imi hamda g'ovak o'lchamlari aniqlangan.

Kalit so'zlar: Vermikulit, xlorid kislota, mis, gidrolizlangan poliakrilonitril, dietanolamin, melamin, etanolamin, adsorbsiya.

Холмуродова Сабохат Алмахматовна

Докторант Термезского государственного университета

E-mail: xolmurodovasaboxat84@gmail.com

Тураев Хайит Худайназарович

Термезский государственный университет, д.х.н., проф.

Аликулов Рустам Валиевич,

Термезский государственный университет, д.х.н., проф.

Хаитов Бозар Тоштемурович,

Термезский государственный университет, соискатель

Эшмуродов Хуршид Эсанбердиевич,

Докторант Ташкентского химико-технологического научно-исследовательского института

СОРБЦИЯ ИОНОВ Cu(II) НА МОДИФИЦИРОВАННЫХ СОРБЕНТАХ НА ОСНОВЕ ВЕРМИКУЛИТА

Аннотация: В статье рассмотрены вермикулит, активированный в сильной кислоте, его порообразование, модификация гидролизированным полиакрилонитрилом. Также были проведены эксперименты по присоединению полученного композиционного сорбента с мономерами, содержащими аминогруппу, и получению высокоселективного сорбента к иону Cu(II) . Полученные результаты были проверены методами СЭМ и рентгеноструктурного анализа элементов. Были проведены испытания по поглощению паров бензола путем адсорбции в аппарате Мак-Бен-Бакра и получены соответствующие изотермы адсорбции и десорбции, приведены площадь его поверхности, емкость монослоя и размеры пор.

Ключевые слова. Вермикулит, соляная кислота, медь, гидролизированный полиакрилонитрил, диэтаноламин, меламин, этаноламин, адсорбция.

Sabokhat Kholmurodova

Doctoral student at Termez State University

: xolmurodovasaboxat84@gmail.com

Khayit Turayev

Termez State University, Doctor of Chemical Sciences., prof.

Rustam Alikulov

Termez State University, Doctor of Chemical Sciences., prof.

Bazar Hayitov

Termez State University, independent researcher

Khurshid Eshmurodov

Doctoral student of the Tashkent chemical-technological scientific-research
institute

SORPTION OF Cu(II) IONS ON MODIFIED VERMICULITE BASED SORBENTS

Abstract: The article covers vermiculite activated in strong acid, its pore formation, modification with hydrolyzed polyacrylonitrile.

Also, experiments were carried out on the attachment of the obtained composite sorbent with monomers containing the amine group and the preparation of a highly selective sorbent for Cu(II) ion. The obtained results were tested by SEM and X-ray structural element analysis. Tests on absorption of benzene vapors by

adsorption were carried out in the Mac-Ben-Bakr apparatus and appropriate adsorption and desorption isotherms were obtained, its surface area, monolayer

Keywords. Vermiculite, hydrochloric acid, copper, hydrolyzed polyacrylonitrile, diethanolamine, melamine, ethanolamine, adsorption.

Kirish.

Bugungi sanoat ishlab chiqarish jarayoni keskin ortayotgan bir zamonda tabiiy resurslar va mahalliy ma'nbalardan oqilona foydalanish majburiyati yuzaga chiqadi. Ishlab chiqarish jarayonida hosil bo'ladigan oqova suvlarni tozalash va qayta foydalanish uchun yaroqli holatga keltirish muhim omildir[1]. Og'ir metall ionlari bilan zararlangan suvlar bir vaqtda agrotexnik muammolarni xam keltirib chiqaradi. Ifloslangan tuproqlarda o'sadigan o'simliklar va ulardan oziqlanadigan uy hayvonlari mahsulotlari tarkibida xam bu kabi metallar toksik miqdorda mavjud bo'lishi mumkin bo'ladi. Muammolarning yechimi sifatida tabiiy sorbent mineral vermikulit asosli organik modifikasiyalangan ionitlar sintez qilingan[1].

Adabiyotlar tahlili

Oqova suvlar tarkibidagi og'ir metallarni ajratib olish hamda metall eritmalaridan metallarni tanlovchan ajratish maqsadida ion almashinuvchi sorbentlar yaratish maqsadida tadqiqotlar olib borilmoqda[1-2]. Suvdagi ifloslantiruvchi moddalar fizik va kimyoviy xossalariga ko'ra xar hil turlarga bo'linadi, ularni olib tashlash uchun bir nechta sorbentlar kerak bo'lishi mumkin[3-4]. Suv tanqisligi fonida olimlar tomonidan atmosfera suvini yig'ishda yangi adsorbentlarni yaratish bo'yicha tadqiqotlar o'tkazilgan. Ishlab chiqishning suv yig'ish qobiliyatini oshirish maqsadida yangi kompozit adsorbent $MgCl_2$ /vermikulit sintez qilingan[5]. Qishloq xo'jaligidagi yer usti suvlaridagi pestitsidlar chuchuk suv tizimlariga katta xavf tug'diradi. Imtiyozli oqib chiqadigan hududlarda filtr tizimlari yoki qurilgan botqoq yerlarni o'rnatish pestitsidlarni kamaytirishning mumkin bo'lgan chorasi hisoblanadi[6]. Qoldiq antibiotiklardan oqava suvlarni tozalash muammosi ayniqsa dolzarbdir, chunki bu dorilar ko'plab qishloq xo'jaligi tarmoqlarida qo'llaniladi. Antibiotiklar suvga, hayvonlarga va inson tanasiga kirib, sog'lig'iga salbiy ta'sir ko'rsatishi mumkin[7]. Quyidagi kompozit sorbentlar mavjud vermikulit mineral materiallarini o'zgartirib olingan namunalari: kerosin/kengaytirilgan vermikulit kompoziti [8], natriy nitrat bilan kengaytirilgan vermikulit[9], LiCl-vermikulit kompozitlari[10].

Tadqiqot metodologiyasi

Tadqiqotda mahalliy Tebinbuloq koni vermikuliti(tozalangan, maydalangan va 400°C da g'ovaklashtirilgan);mahalliy kimyo sanoati chiqindisi bo'lgan gidrolizlangan poliakrilonitril va texnik holatdagi dietanolamin ishlatilgan.

Sintezlangan sorbentning namligi DavST 10898.1-84 bo'yicha, bo'lgan sorbentning solishtirma hajmi DavST10898.4-84, statik almashinish sig'imi - DavST 20255.1-89 lar bo'yicha aniqlangan.

SEM-EDX-tahlillari. Olingan sorbent sirtining turli o'lchamdagi tasvirlari Yaponiyaning JEOL firmasiga tegishli, element dispersion analizli skanerlovchi elektron mikroskop(SEM – EDX) JSM-IT200 qurilmasida bajarildi.

Element tahlili. Olingan moddaning element tahlili morfologik tahlillar bilan bir vaqtda elektron mikroskop(SEM – EDX) JSM-IT200 qurilmasida olindi.

Mak-Ben-Bakra qurilmasida sirt yuza kattaliklari tahlili. Sorbentlarning sirt strukturaviy xossalari 20°C haroratda suv bug'ini yutganda massaning ortishi va bosimning pasayishi natijasida sorbentlarni Mak-Benn-Bakra balansida vakuum o'lchash yo'li bilan o'rganildi. Olingan natijalar BET usuli bilan hisoblab chiqilgan

Tajribaviy qism. Vermikulit kuydirish pechiga joylashtirildi va 800°C haroratda kengaytirildi. Vermikulit tabiiy sorbent mineral hisoblanib, uning tarkibi bir necha xil oksidlar va qatlamlardan iborat. Qatlamlari orasidagi mavjud konstitutsion suvlar qattiq qizdirish vaqtida chiqib keta boshlaydi, bu jarayon harorat 150° C oshgandan so'ng boshlanadi.

Vermikulit tarkibidagi ya'ni gigroskopik bo'lmagan suvning harorat ta'sirida bug'lanib chiqishi oqibatida, qatlamlar orasi ochilib akkordionsimon ko'rinishni egalladi. G'ovaklashtirilib olingan vermikulit 250 ml li shisha idishga solinib, ustidan 36% li xlorid kislota eritmasi quyilib, 48 soatga qorong'u joyda qoldirildi. Bu muddat davomida vermikulitda kimyoviy faollanish jarayoni boradi. Tabiiy holatda deyarli kimyoviy inert modda hisobllanuvchi vermikulitda faol - OH⁻ guruhlar hosil bo'ladi. Vermikulitli aralashma filtrdan o'tkazildi va kislota qoldiqlarini neytrallashtirish uchun ammiakli suv bilan ishlov berildi va dekontatsiya qilindi. Faollantirilgan vermikulit 100 °C haroratga, quritish pechida quritildi.

Gidrolizlangan poliakrilonitrilning 20% suvdagi eritmasiga faollantirilgan vermikulit va dietanolamin 4:2.5:1 massa nisbatida olingan. Tajriba termik ta'sir ostida, muntazam mexanik aralashtirish orqali olib borildi. Smolasimon ko'rinishda hosil bo'lgan kompozit havo oqimi yordamida quritildi.

Olingan kompozit materialni sorbentlik xossalarini tekshirish uchun turli sinovlar o'tkazildi. Buning uchun Cu(II) valentli tuzining 0.1N li eritmasi tayyorlab olindi. Shisha ampulalarga 10 ml tuzli eritma va 30 mg sorbent bo'lakchalari solindi. Idishlar og'zi yopiq holatda 24 soatga qoldirildi va eritma tarkibida qolgan Cu²⁺ ioni konsentratsiyasi UB nurli qurilmada (SHIMADZU, Yaponiya) aniqlandi. Shuningdek ion almashinuvchi solinmagan standart eritma xam tekshirildi va konsentratsiyalar farqi asosida quyidagi formula yordamida aniqlandi.

$$q_e = \frac{(C_0 - C_M) \cdot V}{m}$$

Bu yerda: q_e - ionalmashuvchi tomonidan yutilgan ion miqdori, mg-ek/g

V –eritma hajmi, l da

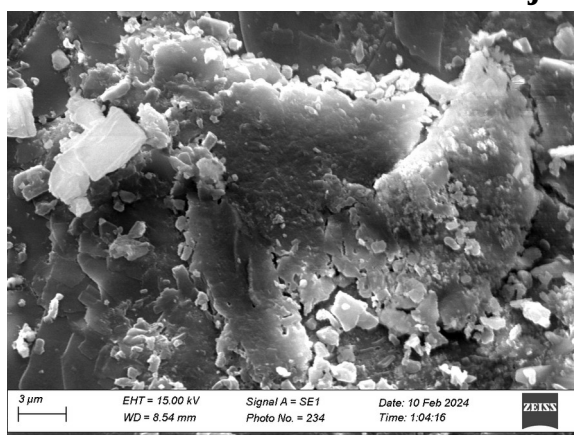
C_0 -eritmaning boshlang'ich konsentratsiyasi, mmol/l

C_M -muvozanat konsentratsiyasi mmol/l

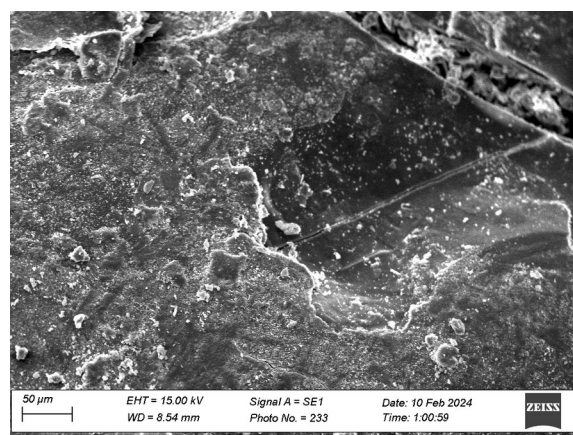
m - ionit massasi, g

Shu formula asosida hisoblab topilgan natijalarga ko'ra dietanolamin bilan o'zgartirilgan, gidrolizlangan poliakrilonitril va vermikulit kompozitining statik almashinish sig'imi 7.8 mg.ek/g ga teng ekanligi hisoblab topildi.

Natijalar tahlili:



a)



b)

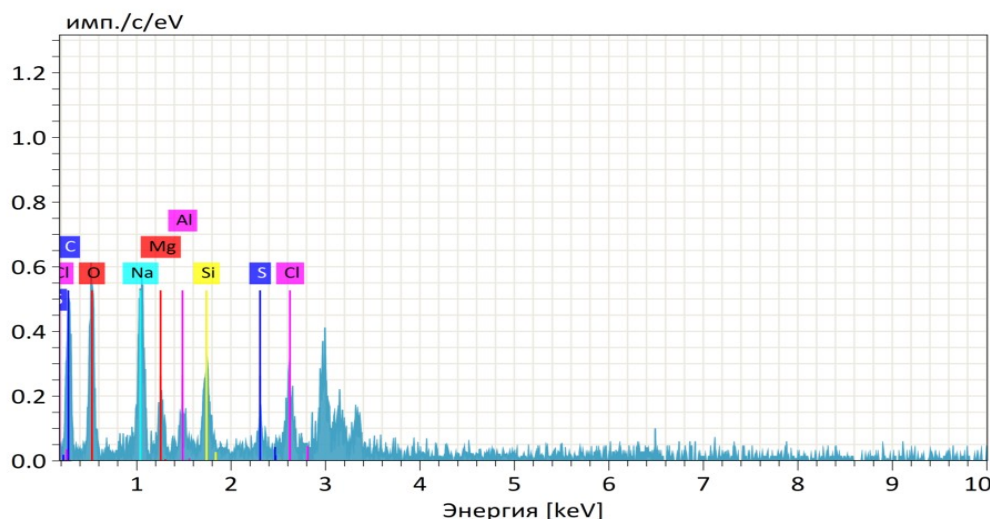
1-rasm. Vt/GIPAN/DEA kompozitining SEM tasvirlari: a) 3μm o'lchamdagi va b) 50μm o'lchamdagi

Olingan sorbentning SEM tasvirlariga asoslanib, moddaning sirt yuzasida vermikulit qatlamlarining buzilmagan shakli va unga birikkan boshqa moddalarni kuzatish mumkin. Namuna sirtida g'ovaklarni mavjudligi ko'rinadi, reaksiyaga kirishmay qolgan boshlang'ich moddalar qoldiqlari kuzatilmaydi. Namuna tarkibidagi elementlarning massa ulushlari 1-jadvalda keltirilgan. Tahlilga ko'ra eng yuqori miqdor 42,34%-C ga tegishli. Bu vermikulitni modifikatsiyalagan organik moddalar tarkibidagi C hisobiga ko'ringan. Ikkinchi eng yuqori ko'rsatkich O ga tegishli ya'ni namuna massa ulushining 32.84% ni tashkil etgan.

1-jadval. Vt/GIPAN/DEA kompozitining element tahlili natijalari(% da)

element	C	O	Na	Si	Cl	Mg	Al	S
Atom nomeri	6	8	11	14	17	12	13	16
Massa ulushi [%]	42.34	32.84	10.79	5.34	2.57	2.49	2.29	1.34

Sigma massa (%)	1.52	1.11	0.87	0.37	0.16	0.23	0.20	0.11
--------------------	------	------	------	------	------	------	------	------



2-rasm. Vt/GIPAN/DEA sorbentining tarkibidagi elementlarning rentgen spektroskopiya tahlili.



3-rasm. Vt/GIPAN/DEA sorbentining benzol bug'i adsorbsiya izotermasi

Yuqori vakuumli Mak-Ben –Bakra adsorbsiya qurilmasida olingan kompozit sorbentning benzol bug'idagi adsorbsiyasi o'rganildi va izotermalari olindi. Sorbentning muhim ko'rsatkichi hisoblangan sirt yuza xususiyatlari 2-jadvalda keltirilgan.

Tahlillar natijalari bo'yicha tuzilgan 2-jadvalda keltirilgan ma'lumotlarga asoslanib, olingan sorbent mikrog'ovak va mezog'ovaklardan iborat ekanligini ko'rishimiz mumkin. Sirt yuzasidagi bu g'ovaklar hamda solishtirma yuzasining kattaligi adsorbsiya jarayoni samarali chiqishini ta'minlaydi.

Sirt yuzasiga metall ioni sorbsiyalangan namunada xlorid kislota va nitrat kislota yordamida regeneratsiya jarayoni amalga oshirildi. Olingan sorbentning desorbsiya jarayonidan keyingi sorbsiya natijalari orasidagi farq juda kichik miqdorda ekanligi aniqlandi.

2-jadval. Vt/GIPAN/DEA sorbentining sirt–strukturaviy ko'rsatkichlari

Sorben t	a m(monoqav at sig'imi)	S solishtirma yuza	Mikrog'ova k W ₀	To'yinish hajmi Vs	Mezag'ov ak Wme	G'ovak radiusi
Vt/ GIPAN /DEA	0.193mol/ kg	46,59m ² /g	0.037507	0.0471545	0.01	20.2 Å 2.02nm

Xulosa.

G'ovaklashtirilgan va faollantirilgan vermikulitga gidrolizlangan poliakrilonitrilni in-situ singdirish usulida modifikatsiyalab, kompozit sorbenti olindi. Olingan moddaning sirt faol yuzalarini oshirish maqsadida dietanoamin bilan organik o'zgartirildi. Misning sulfatli tuzi eritmasidan Cu(II) ajratib olindi va sorbsiya miqdori va sharoitlari o'rganildi. Olingan organo-noorganik, kompozit sorbentning SEM tasvirlari, element tahlillari va suv bug'iga nisbatan adsorbsiyasi Mak-Ben-Bakr qurilmasida yuqori vakuum tekshirildi va adsorbsiya izotermalari olindi. Tahlillar va hisoblar asosida olingan sorbent asosan mezog'ovaklar va mikrog'ovaklardan iborat shu sababli solishtirma yuzasi katta ekanligi aniqlandi. Sorbentda regeneratsiya jarayoni samarali bo'lganligi, uni uzoq muddat eksplotatsiya qilish imkoniyatini beradi. Kislotalar ishtirokida boradigan desorbsiya jarayonidan so'ng qayta qilingan sorbsiyada unumdorlik juda kichik miqdor bilan dastlabgisidan farqlandi. Desorbsiyadan keyingi sorbsiya jarayoni natijalari orasidagi farq kichik bo'lganligi aniqlandi. Olingan sorbent kimyoviy zararsiz, solishtirma yuzasi katta ya'ni yengil va Cu(II) metali ionlari uchun ajoyib, tanlovchan ion almashinuvchi ekanligi xaqida xulosaga kelindi.

Adabiyotlar ro'yxati:

1. Kholmurodova S. et al. Investigation of the Properties of Expanded Vermiculite Modified With Acrilonitrile // *UniversumTechnical Sci.* 2023. Vol. 109, № 4. [DOI - 10.32743/UniTech.2023.109.4.15258](#)
2. Syrmanova K.K. et al. Vermiculite absorption capacity increasing by acid activation // *Orient. J. Chem.* 2017. Vol. 33, № 1. P. 509–513. [DOI- 10.13005/ojc/330160](#)
3. Eshchanov R.A. Vermikulit asosidagi ion almashinuvchi materiallarning xossalari. 2022. № January. [DOI- 10.13140/RG.2.2.15947.31529](#)
4. Zhang X. et al. Removal of Low Concentrations of Ammonium and Humic Acid from Simulated Groundwater by Vermiculite/Palygorskite Mixture // *Water Environ. Res.* 2012. Vol. 84, № 8. [DOI- 10.2175/106143012x13373550426751](#)
5. Zhao H. et al. Synthesis of MgCl₂/vermiculite and its water vapor

- adsorption-desorption performance // Int. J. Energy Res. 2021. Vol. 45, № 15. [DOI- 10.1002/er.7188](https://doi.org/10.1002/er.7188)
6. Butkovskyi A. et al. Retention and distribution of pesticides in planted filter microcosms designed for treatment of agricultural surface runoff // Sci. Total Environ. 2021. Vol. 778. [DOI- 10.1016/j.scitotenv.2021.146114](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.146114)
 7. Galchenko D.S., Smirnova M.G., Sokolova L.I. Using natural aluminosilicate (vermiculite) sorbent for purifying waste water from antibiotics // XXI Century. Technosph. Saf. 2022. Vol. 6, № 4. [DOI- 10.21285/2500-1582-2021-4-387-394](https://doi.org/10.21285/2500-1582-2021-4-387-394)
 8. Li C., Yang H. Expanded Vermiculite/Paraffin Composite as a Solar Thermal Energy Storage Material // J. Am. Ceram. Soc. 2013. Vol. 96, № 9. P. 2793–2798. [https://doi.org/ 10.1111/jace.12504](https://doi.org/10.1111/jace.12504)
 9. Guan W. et al. Preparation of paraffin/expanded vermiculite with enhanced thermal conductivity by implanting network carbon in vermiculite layers // Chem. Eng. J. 2015. Vol. 277. P. 56–63. [https://doi.org/ 10.1016/j.cej.2015.04.07](https://doi.org/10.1016/j.cej.2015.04.07)
 10. Li R. et al. Thermal properties of sodium nitrate-expanded vermiculite form-stable composite phase change materials // Mater. Des. 2016. Vol. 104. P. 190–196. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2016.05.039>