КРЕМНЕЗЕМ “НАВБАҲОР” БЕНТОНИТИ ГИБРИД КОМПОЗИТЛАРИНИНГ ОЛИНИШИ ВА СОРБЦИОН ХОССАЛАРИ

Қораев Сарварбек Эгамназар ўғли
ДТПИ, таянч докторант
E-mail: sarvarqorayev1992@gmail.com
Муяссарова Райҳона Икром қизи
ЎзМУ, таянч докторант
Каттаев Нуритдин Тўраевич
ЎзМУ, кимё фанлари доктори, профессор
Акбаров Ҳамдам Икрамович
ЎзМУ, кимё фанлари доктори, профессор

Аннотация. Золь-гел технологияси асосида ишқорий муҳитда (1-10) нисбатларда "Навбаҳор" бентонити ва тетраэтоксисилан (ТЭОС) асосида янги композит намуналари синтез қилинди. Олинган композитлар Изотермик адсорбция методикаси, инфрақизил (ИҚ) спектроскопия ва элемент анализи усуллари ёрдамида таҳлил қилинди.

Калит сўзлар: золь-гел технологияси, “Навбаҳор” бентонити, тетраэтоксисилан, Изотермик адсорбция методикаси, ИҚ спектроскопия, элемент анализи.

Аннотация. На основе технологии Zol-gel были синтезированы новые образцы композитов на основе бентонита "Навбахор" и тетраэтоксисилана (Theos) в пропорциях в щелочной среде (1-10). Полученные композиты были проанализированы с использованием методов изотермической адсорбции, инфракрасной (IQ) спектроскопии и элементного анализа.

Ключевые слова: золь-гелевая технология,бентонит "Навбахор", тетраэтоксисилан, методика изотермической адсорбции, IQ-спектроскопия, элементный анализ.

Annotation. On the basis of Zol-gel technology, new composite samples were synthesized based on "Navbahor" bentonite and tetraethoxysilane (Theos) in proportions in an alkaline environment (1-10). The resulting composites were analyzed using isothermal adsorption methodology, infrared (IQ) spectroscopy and element analysis methods.

Keywords: zol-gel technology," Navbahor " bentonite, tetraethoxysilane, isothermal adsorption methodology, IQ spectroscopy, element analysis.

Кириш.

Турли хил моддалар билан ифлосланган оқова сувларини самарали тозалаш муаммоси атроф-муҳитни муҳофаза қилиш нуқтаи назаридан энг долзарб масалалардан бири ҳисобланади. Катта юза ва юқори ғовакликка эга бўлган материаллардан фойдаланиш орқали адсорбция усули билан суюқ

ISSN 3030-3907

муҳитдан аралашмаларни деярли тўлиқ тозалаш мумкин. Бундай материаллар орасида зол-гел жараёни орқали бентонит гилини кремнезем фазасига киритиш йўли билан олинган гибрид кремнеземли ноорганик тизимлар алоҳида аҳамиятга эга [1–2].

Тажриба қисми. Навбаҳор бентонити ва TEOS асосида ишқорий муҳитда кремнеземли композитлар (1-10) нисбатда синтез қилинди. pH=10–11 бўлган сув-спиртли эритмага ҳисобланган миқдорда TEOS қўшилиб, интенсив аралаштирилди. Реакцион аралашма 60°C гача қиздирилди ва 15–20 дақиқадан сўнг оқ чўкма ҳосил бўлди. Кейин турли нисбатларда Навбаҳор бентонити қўшилди ва реакция 30–40 дақиқа давомида кучли аралаштириш билан олиб борилди. Реакцион аралашма хона ҳароратигача совитилди ва поликонденсация жараёнини якунлаш учун 24 соат давомида магнитли аралаштиргичда сақланди.

Бентонит-кремнезем композитларини олиш жараёни қуйидаги схема асосида амалга оширилди:



Тавсифлаш усуллари.

ИҚ-спектроскопияси. ИҚ-Фуре спектрометри (Nicolet iS50, Thermo Scientific, USA) да 400–4000 $см^{-1}$ тўлқинлар диапазонида нур кириб бориш чуқурлиги 2 мкм бўлган олмос кристалидан фойдаланган ҳолда 45° бурчак остида олинган.

Энерго-дисперцион спектр (Jeol JSM-IT200LA, Japan) ёрдамида намуналарнинг элемент таркиби ўрганилди.

Изотермик адсорбция методикаси. Композитга эритувчи (сув, бензол) буғларининг интеграл адсорбцияси Мак-Бен тарозиси билан жиҳозланган вакуум қурилмасида 298 К ва ҳавонинг қолдиқ босими 10^{-3}-10^{-4} Па бўлганда ўрганилди. Пружиналарнинг сезгирлиги $1,2*10^{-3}$ м/кг ни ташкил этди. Сорбсияланган эритувчи молекулалари миқдорининг мувозанат қийматларига эришилганда буғнинг мувозанат босими ўлчанди ва сорбсия изотермалари қурилди. Намуналарнинг ғовакли тузилиши параметрлари БЭТ назарияси асосида полимолекуляр (кўп қатламли) адсорбция тенгламаси бўйича ҳисоблаб чиқилган [6]:

$$\frac{P/P_0}{\chi_m(1-P/P_0} = \frac{1}{\chi_m C} + \frac{C-1}{\chi_m C} \cdot \frac{P}{P_0}$$

бу ерда: Р-сорбат буғининг сорбент устидаги мувозанат босими

ISSN 3030-3907

P_0- худди шу ҳароратда сорбатнинг тўйинган буғ босими

χ_m - яхлит мономолекуляр қатламдаги модда миқдори

С - биринчи қатламдаги молекулалар ва суюқликдаги молекулалар яшаш вақтининг нисбатини ифодаловчи доимий катталик.

Моноқатлам сиғими БЭТ тенгламаси бўйича $\frac{P}{\chi(P_0-P)}$ нинг P/P_0 га боғлиқлик графиги тўғри чизиқли қияликка эга $S=\frac{C-1}{\chi_m C}$ ва $i=\frac{1}{\chi_m C}$ ордината кесмасини кесиб ўтади. Тенгламалар системасининг ечими моноқатлам ёки мономолекуляр қатлам сиғимининг $x_m=\frac{1}{S+i}$ қийматини беради. Агар χ_m - бир грамм қаттиқ жисмга тўғри келадиган адсорбентнинг граммлардаги моноқатлам сиғими, М- адсорбентнинг молекуляр массаси, Am - тўлдирилган моноқатламда адсорбент молекуласи эгаллаган майдон (A^2), N_A- Авогадро сони ($6{,}023\cdot10^{23}$ мол-1) деб олсак, у ҳолда солиштирма юза Sуд ($м^2/г$) қуйидаги нисбат билан аниқланади:

$$S_{уд}=\frac{\chi_m \cdot N_A \cdot A_m \cdot 10^{-20}}{M}$$

Ғовакларнинг ўртача радиуси $r_{ўр}$ (Å) қуйидаги тенглама бўйича ҳисобланади:

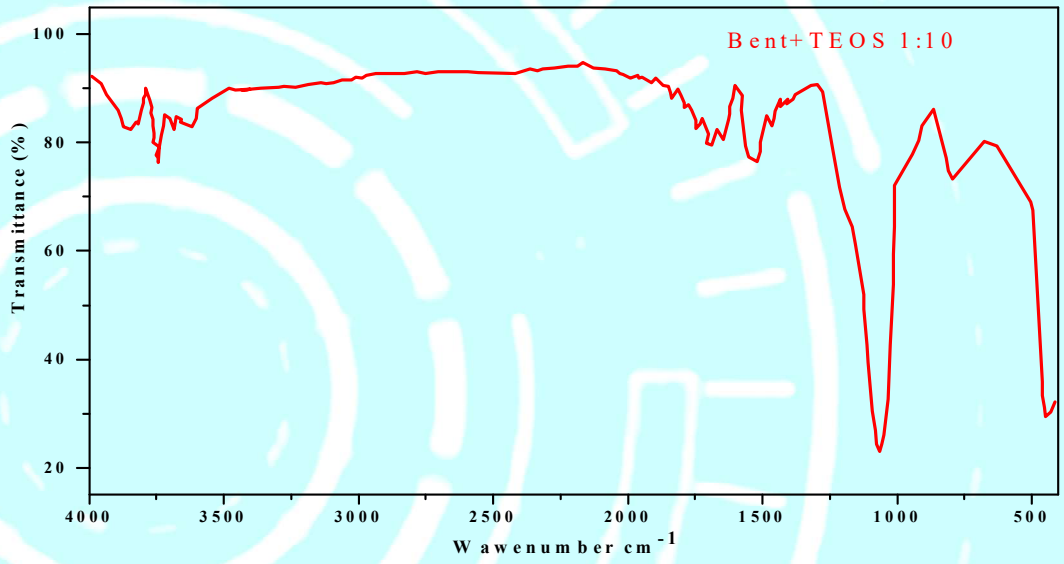
$$r_{ўр}=\frac{2W_0}{S_{уд}}\cdot 10^4$$

Бу ерда W_0 - ғовакларнинг умумий ҳажми.

Натижалар ва уларнинг муҳокамаси.

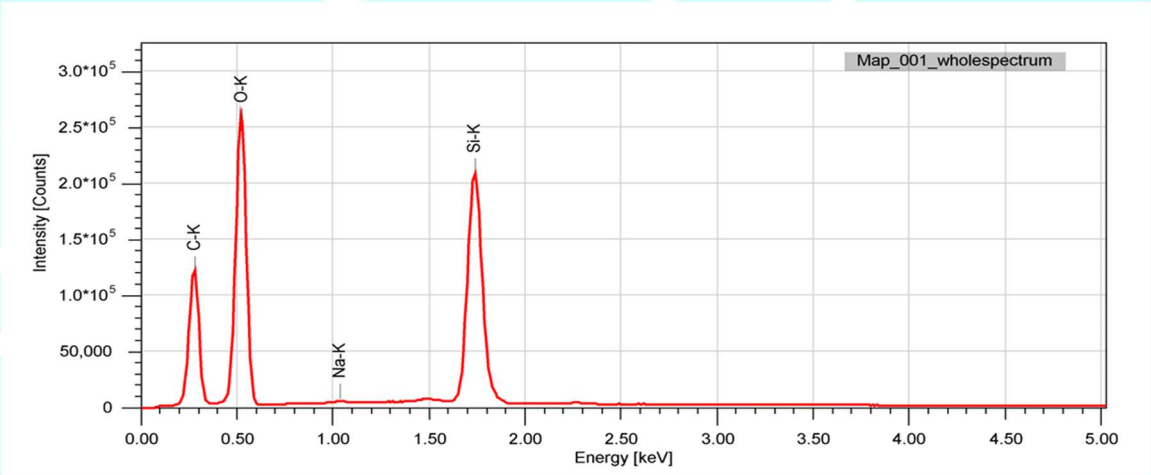
Намунанинг ИҚ-спектрлари 4000–500 $см^{-1}$ диапазонда олинди. 1065 $см^{-1}$ валент тебраниш частотасида силоксан (Si–O–Si) гуруҳлари ҳисобига юқори интенсив сигнал кузатилди (1-расм). 1000–950 $см^{-1}$ диапазонда Si–Me оксид боғларига хос кучсиз интенсив сигналлар, 900–800 $см^{-1}$ атрофида эса Si–H боғларига хос кучсиз сигналлар қайд этилди. 500 $см^{-1}$ ва ундан паст частоталарда Si–O боғларининг характерли сигналлари аниқланди.

ISSN 3030-3907



1-расм: Гибрид композитнинг ИҚ-спектри

ЭДС таҳлили: Бентонит гилининг элементар таркибини баҳолаш учун энергия дисперсли рентген спектроскопияси (ЭДС) ишлатилган. Таҳлил натижалари 2-расмда келтирилган.

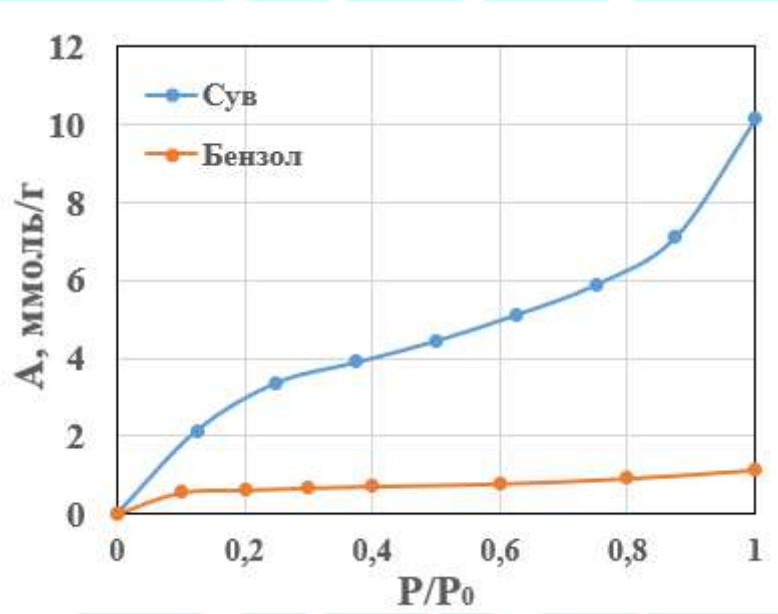


2-расм: Гибрид композитнинг энергия дисперцион спектроскопияси

Олинган маълумотларга кўра, композиция таркибидаги асосий элементлар кислород (O), углерод (C), кремний (Si), натрий (Na) ва калий (K) бўлиб, уларнинг масса улушлари мос равишда 50,53%, 38,17%, 11,6% ва 0,14% ни ташкил қилади. Кислород ва кремний кремнийнинг (SiO_2) асосини ташкил қилади, унинг мавжудлиги бентонит гилининг таркиби билан тасдиқланган. Кислороднинг муҳим миқдори бошқа элементларнинг оксид шакллари билан ҳам боғлиқ.

Расмда бентонит-кремнеземли композитга сув ва бензол буғларининг адсорбцияланиш изотермалари келтирилган.

ISSN 3030-3907



3-расм. Гибрид композитнинг сув ва бензол буғларидаги сорбция изотермалари

Расмдан кўриниб турибдики, адсорбция эгри чизиқлари S-симон шаклга эга бўлиб, бу сорбатнинг композит ғовакларида бир вақтнинг ўзида содир бўладиган физик адсорбция жараёнлари ва уларнинг бўкиш жараёнлари билан боғлиқ [6]. Бунда, айниқса, паст нисбий босимлар соҳасида (P/P_0<0,4) сув буғларининг кучли ютилиши кузатилади, бунда кремнеземнинг кучли қутбли еканлиги туфайли композитнинг сезиларли даражада гидрофиллиги билан изоҳлаш мумкин. Бензол буғларининг адсорбцияси ҳолатида эса кучли ютилиш юқори нисбий босимлар соҳасида содир бўлади (P/P_0>0,6), бу, эҳтимол, композитнинг гидрофоб марказларининг, айниқса композитнинг бентонит компонентида жойлашган гидрофоб марказларининг бўкиши билан боғлиқ.

1-Жадвал

Композитга сув ва бензол буғларининг адсорбцияси маълумотлари асосида композитнинг капилляр-ғоваклик кўрсаткичлари

Адсорбат	X_m, г/г	$S_{уд}$, $м^2/г$	W_o, $см^3/г$	$r_{ўр}$, Å
Сув	0,002398	155,89	0,1138341	23,4
Бензол	0,000457	109,93	0,0785076	18,4

Жадвал маълумотларидан кўриниб турибдики, "сув" ва "бензол" бўйича ғоваклик параметрлари жуда фарқ қилади. Шундай қилиб, мономолекуляр қатламнинг сиғими (χ_m), солиштирма юзаси ($S_{уд}$) ва ғовакларнинг умумий ҳажми (W_o) қийматлари қутбли эритувчи адсорбциясида деярли бир тартибга катта: мос равишда 0,002398г/г, 155,89 $м^2/г$ ва 0,1138341$см^3/г$, бу композитнинг кўпроқ гидрофил табиатини тасдиқлайди. Бироқ "сув" бўйича ғовакларнинг ўртача ўлчами ($r_{ўр}$) қиймати

ISSN 3030-3907

жуда паст (23,4 Å). Шуни таъкидлаш керакки, капилляр-ғовакли структуранинг параметрлари тахминийдир, чунки энг аниқ натижаларни олиш учун адсорбатлар адсорбентга нисбатан инерт бўлиши керак. Лекин олинган маълумотлар композит таркибидаги актив марказлар табиатини тушунтиришда жуда қўл келади.

Хулоса. Золь-гель технологияси асосида “Навбаҳор” бентонити ва тетраэтоксисиланни (1-10) нисбатларда аралаштириш орқали кремнеземли композитлар олинди. ИҚ-спектроскопия натижаларига кўра, 1065 $см^{-1}$ частотадаги юқори интенсив сигнал композитларда силоксан (Si–O–Si) гуруҳларининг ҳосил бўлганлигини тасдиқлади.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР

1. Ryoko Suzuki. Effect of Adding Bentonite to Porous Silica via the Sol−Gel Method // ACS Omega 2024, 9, 10577-10582.
2. Mohammed D. Alsubei, Barry Reid, Saad A. Aljlil, Marc-Olivier Coppens, Luiza C. Campos. Fabrication and characterization of coated ceramic membranes from natural sources for water treatment applications // Journal of Membrane Science 2024, 690, 122226.
3. Latthe S.S, Imai H., Ganesan V and Rao A.V. Porous superhydrophobic silica films by sol–gel process // Microporous and Mesoporous Materials 2010, 130, 115-121.
4. Yun, S., Guo, T., Zhang, J., He, L., Li, Y. et al. Facile synthesis of large-sized monolithic methyltrimethoxysilane-based silica aerogel via ambient pressure drying // Journal of Sol-Gel Science and Technology 2017, 83, 53-63.
5. Darmawan A. et al. Synthesis and characterization of hydrophobic silica thin layer derived from methyltrimethoxysilane (MTMS) //IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 2018, 299, 1, 012041.
6. Sarvarbek Koraev., Rayhona Muassarova., Nuritdin Kattaev., Khamdam Akbarov., Adsorption Performance and Thermodynamic Analysis of Silica–Bentonite Composite for Methylene Blue Removal // International Journal of Materials and Chemistry 2025, 15(3): 41-47/
7. Кораев С.Э., Муяссарова Р.И., Каттаев Н.Т., Акбаров Х.И. Исследование Адсорбции Паров Воды Композитами Кремнезем-Бентонит «Навбахор» // O‘zbekiston Kompozitsion Materiallar Ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali№3/2025.

ISSN 3030-3907