

АДСОРБЦИЯ ВОДЫ ГИБРИДНЫМИ НАНОКОМПОЗИЦИЯМИ ХИТОЗАН-КРЕМНЕЗЕМ**Яркулов Ахрор Юлдашевич**

доцент кафедры физической химии Национального университета Узбекистана имени Мирзо Улughбека,
Узбекистан, г. Ташкент, Вузгородок
Email: yaaxror@rambler.ru

Умаров Бахром Сманович

преподаватель кафедры физической химии Национального университета Узбекистана имени Мирзо Улughбека,
Узбекистан, г. Ташкент, Вузгородок

Мухамедов Нурходжа Рамазанович

Синьцзянский технический институт физики и химии Академии Наук Китая,
Китайская Народная Республика

Рахматкариева Феруза Гайратовна

д-р хим. наук Институт Обице и неорганическая химия, АНРУз,
Узбекистан, г. Ташкент

Мирзаахмедов Шарифитдин Яшинович

ст. науч. сотр. Центра передовых технологий при Министерстве Инновационного развития РУз,
Узбекистан, г. Ташкент

Бозоров Сойибжон Содикжонович

мл. науч. сотр. Центра передовых технологий при Министерстве Инновационного развития РУз,
Узбекистан, г. Ташкент

Акбаров Хамдам Икрамович

д-р хим. наук, профессор зав. кафедры физической химии Национального университета
Узбекистана имени Мирзо Улughбека,
Узбекистан, г. Ташкент, Вузгородок

**ADSORPTION PROPERTIES OF HYBRID NANOCOMPOSITIONS CHITOSAN-SILICA
WITH WATER****Akhror Yarkulov**

Associate professor of the department of Physical chemistry
of National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulughbek,
Uzbekistan, Tashkent, Vuzgorodok

Bakhrom Umarov

Lecturer of the department of Physical chemistry
of National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulughbek,
Uzbekistan, Tashkent, Vuzgorodok

Nurkhodja Mukhamedov

Xinjiang Technical Institute of Physics and Chemistry, Chinese Academy of Sciences
The People's Republic of China

Feruza Rakhmatkariyeva

Doctor of Science, Institute of General and Inorganic Chemistry
Uzbek Academy of Sciences
Uzbekistan, Tashkent

Sharafiddin Mirzaakhmedov

*Senior Research Associate, Centre of Advanced Technologies, at the Ministry of Innovation Development
Republic of Uzbekistan
Uzbekistan, Tashkent*

Soyibjon Bozorov

*Junior Research Associate, Centre of Advanced Technologies,
at the Ministry of Innovation Development Republic of Uzbekistan
Uzbekistan, Tashkent*

Khamdam Akbarov

*Doctor of Chemical sciences, professor, head of the department of
Physical chemistry of National University of Uzbekistan Named after Mirzo Ulughbek,
Uzbekistan, Tashkent, Vuzgorodok*

АННОТАЦИЯ

Прецизионным адсорбционно-калориметрическим методом исследована сорбция паров воды наноконпозициями хитозан и кремнезем. Изотермы обработаны уравнениями теории объемного заполнения микропор (ТОЗМ), и зависимость времени установления адсорбционного равновесия (τ). Спектральное исследование синтезированных гибридных хитозан-кремнеземных наноконпозиций проводили на ИК спектрофотометре с Фурье преобразованием.

ABSTRACT

The sorption of water vapor by nanocompositions of chitosan and silica was studied using a precision adsorption-calorimetric method. The isotherms were calculated by the equations of the theory of volumetric filling of micropores (TVFM), and the dependence of the time of establishment of adsorption equilibrium (τ). A spectral study of the synthesized hybrid chitosan-silica nanocomposites was carried out on a Fourier transform IR spectrophotometer.

Ключевые слова: хитозан-кремнезем, наноконпозиция, сорбция, изотерма, ТОЗМ, ИК-Фурье спектроскопия.

Keywords: chitosan-silica, nanocomposition, sorption, isotherm, TVFM, FT-IR spectroscopy.

Хитозан-природный биополимер, обладающий рядом уникальных свойств, таких как высокая реакционная способность, устойчивость к радиации, большая сорбционная емкость и селективность по отношению к переходным и тяжелым металлам, хорошая адгезия, биосовместимость с живыми тканями, биодеградируемость, биоинертность. Являясь пленкообразующим материалом, хитозан используется для получения мембранных материалов [4, 5, 10, 11].

Полисахарид-кремнеземные наноконпозиционные материалы на основе биополимеров и кремнезема проявляют свойства как кремнезема, так и биомолекулы. Но в отличие от исходных биомолекул, они приобретают и качественно новые свойства, которые можно регулировать, добавляя в золь-гель процесс различные сшивающие агенты, порообразователи, соли металлов и другие добавки. Это зависит от предназначения конечного гибридного композита. Такие продукты востребованы и поэтому исследования по их получению является актуальным [3-9].

Целью работы является исследование адсорбционных и физических свойств гибридных хитозан-кремнеземных наноконпозиционных материалов, полученных золь-гель методом [10].

Изотермы адсорбции воды на хитозан-кремнеземных гибридных наноконпозиционных материалах в полулогарифмических координатах представлена на рис.1. На рис.1 приведена также теоретически рассчитанная изотерма адсорбции воды на хитозан-кремнеземном гибридном наноконпозиции, которая указана черными треугольниками.

Из рис.1 видно, что расчетные данные на основе ТОЗМ хорошо согласуются с экспериментальными. Изотерма адсорбции воды в гибридных наноконпозиционных материалах хорошо описывается трехчленным уравнением ТОЗМ:

$$a = 0,375 \exp[-(A/10,5)^2] + 0,829 \exp[-(A/5,64)^5] + 1,755 \exp[-(A/1,15)]$$

Рассчитанные по уравнению данные хорошо согласуются с экспериментальными.

На рис.2. представлена зависимость времени установления адсорбционного равновесия от заполнения гибридных хитозан-кремнеземных наноконпозиций молекулами воды.

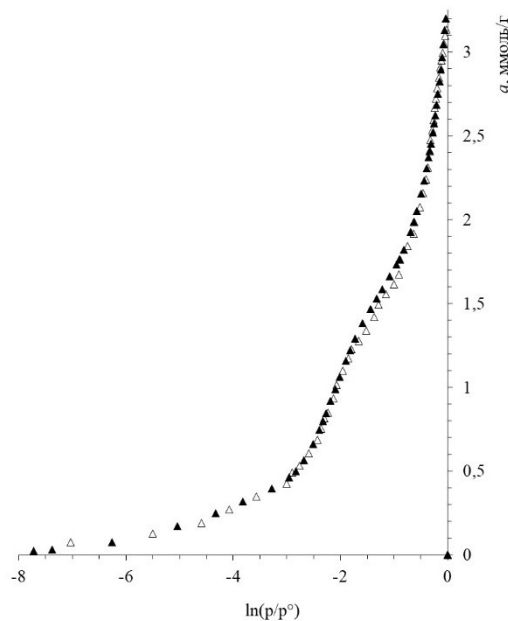


Рисунок 1. Изотерма адсорбции воды в хитозан-кремнеземных гибридных нанокмпозиционных материалах при 303К. Черные точки – рассчитаны с помощью ТОЗМ

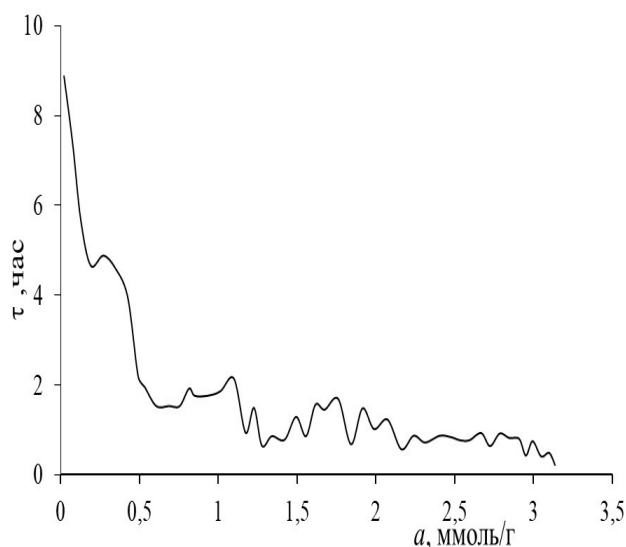


Рисунок 2. Время установления адсорбционного равновесия в зависимости от величины адсорбции воды в хитозан-кремнеземных гибридных нанокмпозиционных материалах

Время установления адсорбционного равновесия в области формирования адсорбат-адсорбент замедлено и доходит до ~8,9 часов. Адсорбционное равновесие в гидрофильных центрах устанавливается в среднем за ~2 часа [1, 2].

С помощью инфракрасного спектрофотометра с Фурье преобразованием были получены ИК-спектры синтезированных образцов: хитозан-кремнезем (рис.3.), хитозан-кремнезем-глицерин (рис.4.), (в соотношениях 1:7,5 и 1:7,5:2 соответственно).

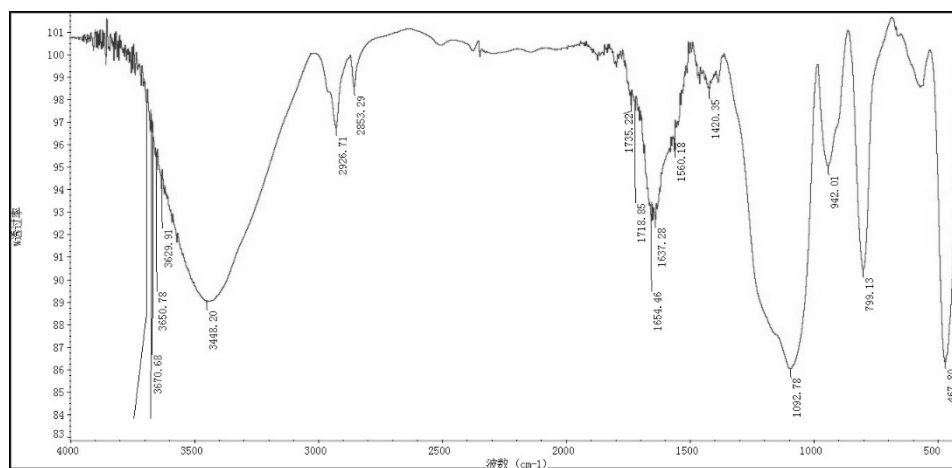


Рисунок 3. ИК-спектр нанокмпозиита хитозан-кремнезем

В ИК спектре (рис.3.) хитозан-кремнезем наблюдается возникновение широкополосного пика при 3448 см^{-1} с низкой интенсивностью, относящийся к валентными колебаниями $\nu(\text{OH})$ и $\nu(\text{NH}_2)$ хитозана, а также широкой полосой в области $900\text{--}1300\text{ см}^{-1}$ с пиком при 1092 см^{-1} , относящийся к валентным колебаниям $\nu(\text{Si-O})$ силоксановых групп Si-O-Si. Полосы поглощения средней интенсивности при 799 см^{-1} , а также при 467 см^{-1} отнесены к деформационным колебаниям Si-O-Si группам.

В ИК спектре хитозан-кремнезем-глицерин (рис.4.) наблюдается возникновение широкополосного пика при 3448 см^{-1} с низкой интенсивностью, относящийся к валентными колебаниями $\nu(\text{OH})$ и $\nu(\text{NH}_2)$ Хитозана, а также широкой полосой в области $900\text{--}1300\text{ см}^{-1}$ с пиком при 1092 см^{-1} , относящийся к валентным колебаниям $\nu(\text{Si-O})$ силоксановых групп Si-O-Si. Также наблюдается некоторое повышение полосы поглощения средней интенсивности при 798 см^{-1} , и при 471 см^{-1} которые относятся к деформационным колебаниям Si-O-Si группам.

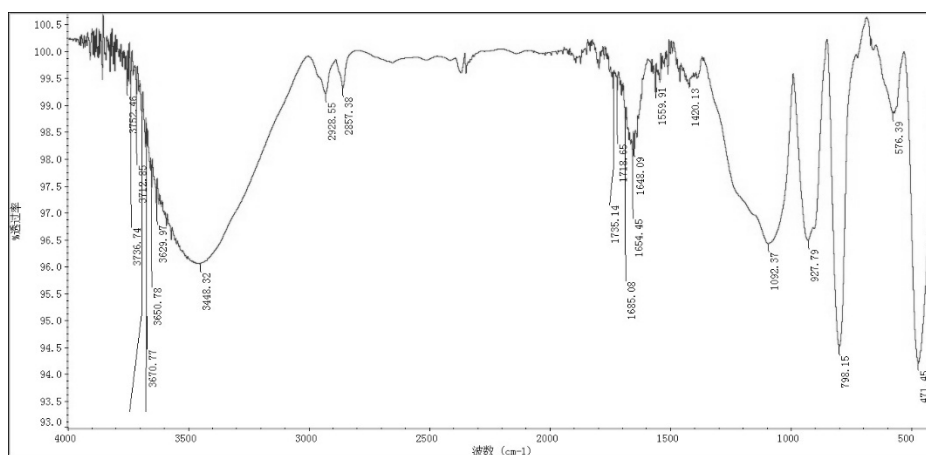


Рисунок 4. ИК-спектр нанокompозита хитозан-кремнезем-глицерин

На основе проведённых исследований «Адсорбционные и термодинамические свойства гибридных нанокompозиций хитозан-кремнезем с водой» представлены следующие обоснованные выводы:

5. Исследованы изотермы адсорбции воды гибридными хитозан-кремнеземными нанокompозиционными материалами на прецизионной адсорбционной-калориметрической установке.

6. Изотермы обработаны уравнениями теории объемного заполнения микропор. Изотерма адсорбции воды в гибридных нанокompозиционных материалах хорошо описывается трехчленным уравнением ТОЗМ.

7. Термокинетика адсорбции паров воды в хитозан-кремнеземных нанокompозитах показывает, что время установления адсорбционного равновесия замедлено и доходит до 8,9 часов. Адсорбционное равновесие на гидрофильных центрах устанавливается в среднем за 2 часа.

8. Методом ИК-Фурье спектроскопии доказано, что полученный хитозан-кремнеземный нанокompозиционный материал методом золь-гель технологии в присутствии глицерина показывает, что в гибридном материале характерны полосы поглощения функциональных групп.

Список литературы:

1. Акбаров Х.И., Яркулов А.Ю. Термодинамика взаимодействия компонентов гибридных полимер-кремнеземных нанокompозиций // Современные проблемы науки о полимерах. Узбекско-Казахский Симпозиум. 28-29 сентября 2018. Ташкент 2018. -С. 75-76.
2. Akbarov Kh.I., Rakhmatkariev G.U., Yakubov Yo'.Yu., Yarkulov A.Yu. Precession adsorption-calorimetric investigations of hybrid diacetate cellulose-silica nanocompositions // VII International workshop. «Specialty polymers for environment protection, oil industry, bio, nanotechnology and medicine» September 7-9, 2017, Almaty, 2017. - P. 41.
3. Budnyak T.M., Tetykh V.A., Yanovska E.S. Chitosan and its derivatives as sorbents for effective removal of metal ions. *Surface* // -2013. -V.5 (Suppl 20). -P. 118-134.
4. Clément Sanchez, Beatriz Julian-Lopez, Philippe Belleville, *Michael Popall*. Application of hybrid organic-inorganic nanocomposites. *Journal of Materials Chemistry* 15(35-36): 2005, P. 3559-3592.
5. Daniel Elieh-Ali-Komi, Michael R Hamblin. Chitin and Chitosan: Production and Application of Versatile Biomedical Nanomaterials. *International Journal of Advanced Research* (2016), Volume 4, Issue 3, 411-427.
6. Kumar R, Majeti N.V. A review of chitin and chitosan applications // *React Funct Polym.* -2000. V.46 -P. 1-27.
7. Lai S.M., Yang Arthur J.M., Chen W.C., Hsiao J.F. The properties and preparation of chitosan/silica hybrids using sol-gel process // *Pol-Plast Tech Eng.* -2006. -V. 45. -P. 997-1003.
8. Li C.B., Hein S., Wang K. Biosorption of chitin and chitosan // *Mater Sci Technol.* -2008. -V.24 (Suppl.9). -P. 1088-97.
9. Podust T.V., Kulik T.V., Palyanytsya B.B., Gun'ko V.M., Tóth A., Mikhalovska L., et al. Chitosan-nanosilica hybrid materials: preparation and properties // *Appl Surf Sci.* -2014. -V.320. -P. 563-569.
10. Rashidova S.Sh., Shakarova D.Sh., Ruzimuradov O.N., Satubaldieva D.T., Zalyalieva S.V., Shpigun O.A., Varlamov V.P., Kabulov B.D. Bionanocompositional chitosan-silica sorbent for liquid chromatography. *J Chromatogr B Analyt Technol Biomed Life Sci.* 2004. 800(1-2):49-53.
11. Tyukova I.S., Suvorova A.I., Okuneva A.I., Shishkin E.I. Preparation and Structure of Chitosan-Silica Organic-Inorganic Hybrid Films. *Polymer Science Series B* 52(9):2010, P. 564-570.