

O'zbekiston

Kompozitsion **M**ateriallar

Ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali



Узбекский научно-технический и производственный журнал
Композиционные материалы

15. Якубов М.М., Джумаева Х.Ю., Ёкубов О.М., Максудходжаева М.С. Разработка технологии переработки балансовой и забалансовой руды месторождения Ёшлик 1 // "Цветные металлы" 2024 №9 С. 61-66,
16. Авдохин В. Л. Основы обогащения полезных ископаемых: в 2 т. – М., 2006.
17. Игнаткина И.А. Выбор селективных собирателей при флотации минералов, обладающих близкими флотационными свойствами. Известия вузов. Цветная металлургия. 2011. №. 1.С.3-10.
18. Митрофанов С. И. Селективная флотация. – М.: Недра, 1967. – 549 с.
19. Мухаметджанова Ш.А., Якубов М.М., Ахмедов Х., Ёкубов О.М. Разработка эффективной технологии производства концентрата из конвертерных шлаков медного производства. // Узбекский химический Журнал, 2020,- № 4, -С.58-65.
20. Bulatovic S. M. Handbook of flotation reagents: chemistry, theory and practice: Volume 1: flotation of sulfide ores. – Elsevier, 2007. – 467 p.
21. Глембоцкий А. В., Лившиц А. К. Диалкилдтионокарбаматы эффективные реагенты-собиратели при флотации сульфидных руд // Цветная металлургия. 1969. № 8. С. 23–26.
22. Асончик К. М., Аксенова Г.Я., Максимов И. И., Тасина Т. И., Исследование различных режимов флотации медно-порфиновой руды Журнал Цветные металлы №4 2017г. DOI10.17580/or.2017.04.04.
23. Юшина Т.И., Пурэв Баянмунх, Д., Элия Янес Калим Себастьян. Совершенствование реагентного режима флотации медно-порфиновых руд месторождения Эрдэнэтийин-Оввоо. Плаксинские чтения-2021,04-08 октябрь 2021г. С.304-305.
24. Bulatovic S. M. Handbook of flotation reagents: chemistry, theory and practice: Volume 1: flotation of sulfide ores. – Elsevier, 2007. – 467 p.
25. Якубов ММ, Абдукодиров АА, Мухамеджанова Ш.А., Ёкубов О.М. Вовлечение в производство техногенных образований на предприятии АО «Алмалыкский ГМК» Журнал Цветные металлы №5, 2022г С.36-41
26. Прохоров К.В. Интенсификация процесса флотации сульфидных руд // Материалы международной конференции «Плаксинские чтения 2024», г.Апатиты, 23–27 сентября 2024 г С.319-322
27. Дабижа С. И., Шумская Е. Н., Михайлова А. В. Технология обогащения медно-молибденовых забалансовых руд рудника // Горный журнал. 2010. № 10. С. 31–33.
28. Бодуэн А. Я., Мельничук М. С., Петров Г. В., Фокина С. Б. Исследование обогатимости медно-порфиновых руд Алданского региона // Международный научно-исследовательский журнал. 2018. № 3. С. 68–74.
29. Богданов О. С. Теория и технология флотации. – М.: Недра, 1990. – 363 с.

УДК 541.183; 547.96: 661.682

ЗОЛЬ-ГЕЛЬ СИНТЕЗ ФИБРОИН/КРЕМНЕЗЕМНОГО НАНОГИБРИДНОГО АДсорбЕНТА И ЕГО ХАРАКТЕРИСТИКА

¹Шакарова Д.Ш., ²Бегимкулова Ч.К., ¹Собитов М.А., ³Перри К.С.

¹Институт общей и неорганической химии АН РУз, ²Ташкентский государственный технический университет, ³Ноттингем Трент университет, Великобритания

Аннотация. Золь-гель методом успешно синтезирован наногибридный адсорбент фиброин/кремнезем в присутствии фиброина, тетраэтоксисилана и катализатора NH₄OH. Физико-химические свойства полученный адсорбент изучено с использованием сканирующей электронной микроскопии, термогравиметрии и ИК-спектроскопии, которые показали наличие взаимодействия функциональных групп макромолекул фиброина с силанольными группами кремнеземной сетки, подтверждающее наногибридную структуру.

Ключевые слова: фиброин/кремнеземный адсорбент, биополимер, золь-гель метод, наногибридный материал, силикагель.

Введение. В последние годы ученые всего мира проявляют все больший интерес к разработке новых биополимер/кремнеземных гибридных материалов с использованием золь-гель технологии. Это связано с тем, что такие

гибриды относятся к наноструктурированным материалам и имеют структуру и свойства обеих фаз: полимера и кремнезема.

В качестве полимерной фазы при получении гибридных

биополимер/кремнеземных материалов используют такие биополимеры как полисахариды, представителями которых являются целлюлоза, крахмал, пектин, альгинаты, хитозан и полипептиды: коллаген, желатин, фиброин. Эти биополимеры являются природными ресурсами, которые обновляются каждый год и служат для создания новых наноструктурированных материалов: адсорбентов, катализаторов, носителей лекарственных препаратов и т.д. [1-3]. В связи с этим особый интерес представляют хитозан и фиброин, выделяемые из коконов тутового шелкопряда *Bombyx mori*, культивируемого аграриями Узбекистана. Ранее нами был получен и успешно испытан методом высокоэффективной жидкостной хроматографии хитозан/кремнеземный адсорбент для разделения органических соединений различных классов [4].

В ряде статей описано применение фиброина шелка при производстве контактных линз, матриц для иммобилизации ферментов, систем доставки лекарств и материалов тканевой инженерии [5,6].

Фиброин шелка - биоразлагаемый и биосовместимый природный белковый полимер с уникальными свойствами. Благодаря наличию активных функциональных групп в полипептидных цепочках макромолекул, фиброин представляет интерес как биополимерная фаза для синтеза фиброин/кремнеземных материалов золь-гель методом.

Фиброин/кремнеземные гибридные материалы могут найти важное применение в качестве адсорбентов для разделения органических смесей, очистки загрязнённых вод и доставки лекарств и т.д. В связи с этим задачей данной работы являлось получение фиброин/кремнеземного адсорбента и изучение его свойств.

Материалы и методы. Источником органической фазы служил фиброин, который выделен из отхода коконов местного тутового шелкопряда в процессе шелкомотального производства. Шелк- сырец из коконов состоит из двух связанных между собой белков: фиброина и серицина. В связи с этим нами были изучены условия для извлечения чистого фиброина из коконов, которые заключаются в последовательных операциях подготовки образцов коконов: экстракции серицина раствором Na_2CO_3 , выделения фиброина, приготовления раствора фиброина в растворе LiBr , его диализа и лиофильной сушки. Обработку измельченных оболочек коконов

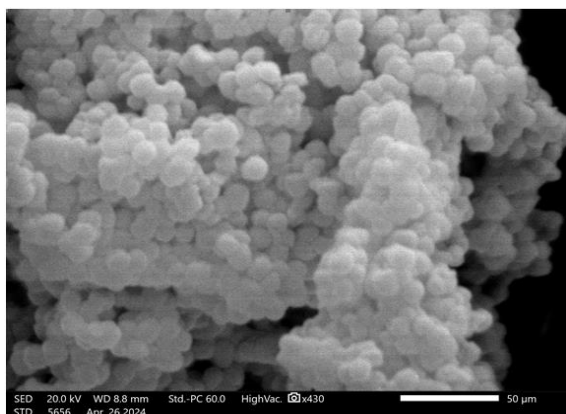
проводили растворами Na_2CO_3 . При этом потеря веса образцов шелка увеличивается от 13,8 % при обработке 0,05 М раствором Na_2CO_3 , до 30 %, при обработке 0,5 М раствором. Полученные образцы дегуммированного фиброина были охарактеризованы методом ИК – спектроскопии, аминокислотным составом, определенным методом высокоэффективной жидкостной хроматографии, дифрактометрии, термическим анализом и определением молекулярной массы.

Смесь фиброина разных концентраций в муравьиной кислоте и ТЭОС, взятого в соотношении с фиброином: 0.02:1 нагревают в течение 25 мин при 60 °С и интенсивном перемешивании (700-2000 об/мин) в присутствии аммиака в качестве катализатора. Полученную суспензию оставляют при комнатной температуре на 24 часа. Выпавший осадок отделяют в центробежном поле центрифугированием в течение 5 минут при скорости 1500 об/мин, затем промывают дистиллированной водой до достижения pH 7 в промывной воде. К осадку приливают дистиллированную воду и полученную суспензию подвергают ультразвуковой обработке с целью удаления субмикронных частиц.

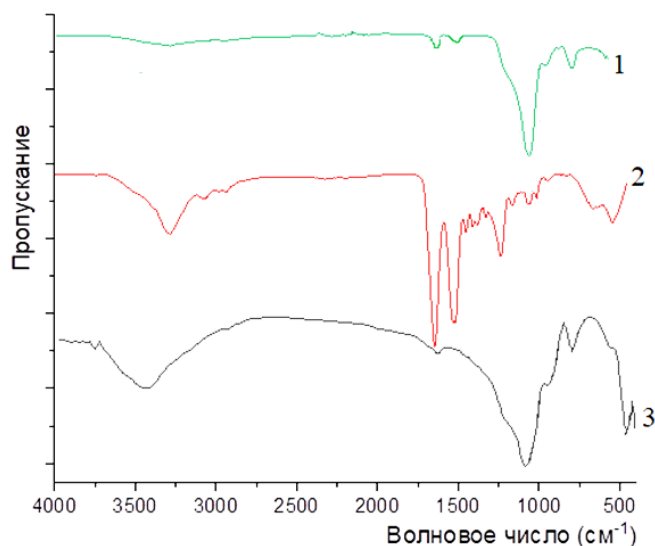
Синтезированный фиброин/кремнеземный адсорбент охарактеризован с помощью сканирующего электронного микроскопа SEM-EDS Jeol JSM-IT200LA (Япония) с использованием приложения энергодисперсионного анализатора.

Полученные в результате экспериментов образцы фиброина, кремнезема и фиброин/кремнеземного наногибридного материала анализировали с использованием ИК-спектрометра Fure Perkin Elmer (США). Образцы готовили прессованием в KBr, определяли видимые области в диапазоне 4000 – 400 см^{-1} . Термический анализ проводили на термоанализаторе KL-JS-1000F (Китай) в воздушной среде при скорости нагрева 5 °С/мин, в диапазоне температур от 293 до 1273 К.

Результаты и обсуждение. Морфология образовавшегося наногибридного фиброин/кремнеземного адсорбента после промывания и высушивания представляет собой микросферические частицы размером 5-25 мкм (Рис.1). Анализ проведен методом СЭМ. Результаты элементного анализа указывают на наличие азота, углерода, кислород, кремния (Рис.2). Это подтверждают результаты анализа полученных образцов методом ИК спектроскопия из которые представлены на рис.3.

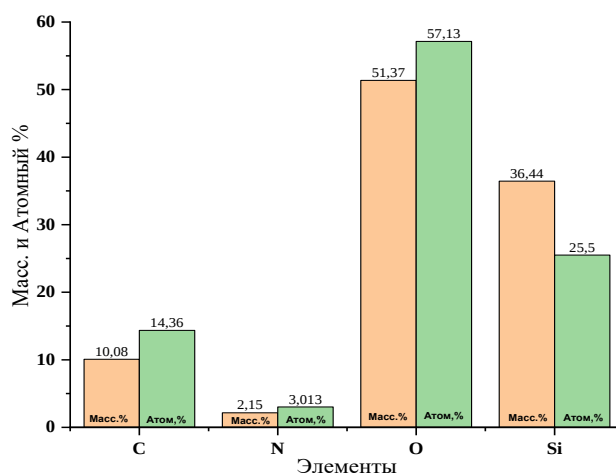


**Рис.1. Изображение СЭМ
фиброин/кремнеземного адсорбента**

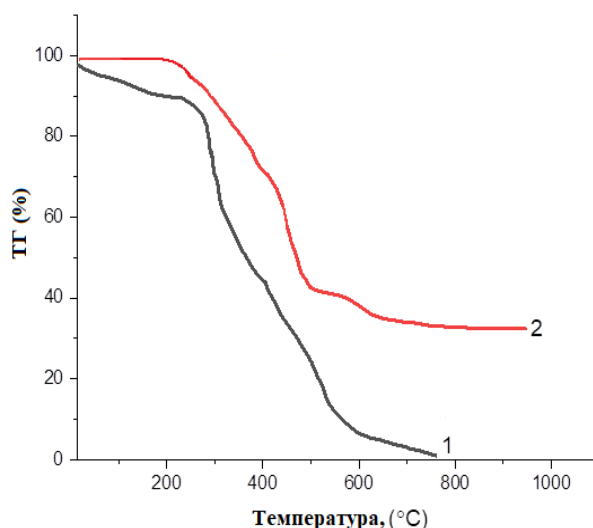


**Рис. 3. ИК- спектры образцов
фиброин/кремнеземного адсорбента (спектр 1),
фиброина (спектр 2) и кремнезема (спектр 3)**

Как видно из рис.3 в ИК-спектре образца наногибридного фиброин/кремнеземного адсорбента (спектр 1) присутствуют полосы поглощения, характерные для функциональных групп как фиброина, так и кремнезема. Примечательно, что в спектре образца фиброин/кремнеземного адсорбента полосы поглощения, относящиеся к валентным колебаниям Амид I при 1630 см^{-1} и амид II при 1515 см^{-1} проявляют снижение интенсивности поглощения. В области частот при 3440 см^{-1} , характерных для Si-OH групп в спектре 3 для кремнезема и в области частот при 3260 см^{-1} относящейся поглощению валентных колебаний NH групп. Поглощение указанных групп в спектре образца наногибридного фиброин/кремнеземного адсорбента практически отсутствует. Это является свидетельством наличия взаимодействия между функциональными группами макромолекул



**Рис. 2. Элементный состав
фиброин/кремнеземного адсорбента,
полученный с помощью ЭДС**



**Рис. 4. Термогравиметрические кривые для
образцов фиброина (1) и наногибридного
фиброин/кремнеземного адсорбента**

фиброина и $\equiv\text{Si-OH}$ группами кремнеземной сетки.

Другим подтверждением формирования гибридного материала является термогравиметрическая кривая образца наногибридного фиброин/кремнеземного адсорбента, характерная для гибридных полимер/кремнеземных материалов, когда термическая деструкция протекает ступенчатые в пределах $450-500\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Рис.4). Для практического применения гибридных адсорбентов важна оценка их термической устойчивости. Из рисунка 4 видно, что потеря массы фиброина до температуры $200\text{ }^{\circ}\text{C}$ происходит за счет испарения H_2O .

После этого происходит термоокислительная деструкция с крутым наклоном кривой ТГ до температуры $300\text{ }^{\circ}\text{C}$, после чего наклон становится более пологим и заканчивается с потерей массы $\sim 98\%$ (ТГ

Saidmaxamadov N.M., Tadjiev N.X., To'xtaboyev I.T., G'aybullayev M.N., To'rayev A.N., Nurdinov Z.B. Induksion pech va elektr yoy pechlarida po'lat suyuqlantirib olishda energiya balansi	74
Kucharov A.A., Yusupov F.M., Yusupov S.Q. Research into the green technology of producing energy based on waste from coal, oil and gas industries	76
Akhmedov A.H., Karimov M.U., Djalilov A.T. Study of physicochemical and mechanical properties of synthesized olein-palmitin plasticized rubber compounds	79
Жумаева Г.Т., Тошев А.Ю., Қодиров Т.Ж. Эластик полимер-адгезивларни олиш ва уларнинг физик-механик ва кимёвий хоссалари тадқиқоти	81

3. Разработка и технология получения композиционных материалов

Курбанкулова М.Б., Пулатова Д.Г., Ахунджанов К.А. Разработка новых ячеистых газобетонов с улучшенными характеристиками	85
Пирматов Э.А., Шодиев А.Н., Темиров К.А., Сафаров Г.Т. Разработка технологии комплексной переработки обожженного молибденового промпродукта: методика исследований и проведения экспериментов	89
Рахимов Х.Ю., Ганиева Х.Б., Абдурахмонова С.П. Разработка эффективных композиционных гидрофобизирующих эмульгирующих материалов на основе местного сырья и отходов производств для получения нефтеэмульсионных буровых растворов	92
Эргашев Н.Э., Абед Н.С., Муродов И.И., Абдукаххаров А.А., Негматов Ж.Н., Бозорбоев Ш.А. Разработка эффективных составов композиционных полиэтиленовых материалов триботехнического назначения для применения в рабочих органах хлопковых машин и механизмов	94
Тургунов А.А., Негматов С.С., Абед Н.С., Негматова К.С., Икрамова М.Э., Солиев Р.Х. Разработка эффективных эпоксисилоксановых композиционных материалов, конструкций и покрытий на их основе	97

4. Прикладные, экономические и экологические аспекты применения композиционных материалов

Yoqubov M.M., Jumayeva X.Yu., Yoqubov O.M., Maksudxo'jayeva M.S. Murakkab mis-porfirlangan rudalar va mis sanoatining shlaklarini flotatsion boyitish xususiyatlari	100
Шакарова Д.Ш., Бегимкулова Ч.К., Собитов М.А., Перри К.С. Золь-гель синтез фиброин/кремнеземного наногибридного адсорбента и его характеристика	104
Рузматова А.Ш., Матчанов Ш.К., Сабинова Ф.Р. Исследование сырьевых материалов для получения алюмосиликатных вяжущих	107
Bobojonov Kh.Sh., Usmanova Kh.U., Smanova Z.A. Study of protolytic properties of organic reagents used in the determination of aluminum and gallium ions in the luminescent method	111
Касымова М.Н., Негматова К.С., Лапасова Ф.А., Ганиева Д.Ф., Бабажанова М.А. Теоретические и практические аспекты крещения белковых волокон и тканей на их основе композициями на основе солей поливалентных металлов и органо-неорганических ингредиентов	114
Туробов Ш.Н., Боймуродов Н.А., Хужакулов А.М. Исследование и анализ перспективных методов извлечения вольфрама из руд в технологии переработки	118
Юсупов У.С., Хасанов У.А., Қурбонов Б.Т., Эргашев М.А. Сульфидли маъдан ва мисли тошқолларни бирга қайта ишлаш технологияси	121

5. Методы исследования, приборов и оборудования композиционных материалов

Nazirov Sh.S., Turayev X.X., Turabov N.T. 7-brom-2-nitrozo-1-oksinaftalin-3,6-disulfokislotasining analitik tavsiflari va uning mis(II) ioni bilan hosil qilgan kompleks birikmasining spektroskopik tahlili	127
Murtazayev A.M., Haydarov I.Q., Yodgorov N.N. Kompozitsion birikmali burg'ilash qorishmalarining quduqlarni burg'ilash jarayoniga ta'sirini baholash	130
Turayeva M.J., Raximov S.B., Smanova Z.A. Kadmiy (II) ionini kadion irea yordamida sorbsion-spektrofotometrik aniqlash	133
Yoqubov M.M., Sunnatov J.B., Yoqubov O.M., Maksudxo'jayeva M.S., Suzeva S.N. Oltin o'z ichiga olgan mineral va texnogen xom ashyoni qayta ishlashning pirometallurgik usuli	136
Tursunova D.R., Mamatkulova S.O. TiO ₂ asosidagi fotokatalitik materiallarning xossalari spektrofotometrik usulda aniqlash	139
Erbo'tayev D.Sh., Bekpo'latov H.O., Sultanov S.O., Abdullayeva G.H. Bazi noorganik moddalarni x-nurli difraktometri (XRD) yordamida fizik-kimyoviy xossalari tadqiq qilish	142
Рахимов Х.Ю., Аюпова И.Х., Юсупходжаева Э.Н. Синтез и получение эмульгаторов на основе продуктов дистилляции хлопкового масла соапстока и аминокспиртов	146
Ихтиярова Г.А., Исомитдинова Д.С. Синтез хитозана из подмор пчёл <i>apis mellifera</i> криогенным способом и получение на его основе металлокомплекса хитозан-серебро	148
Ismailova R.M., Rajabova E.B., Ismailov R.I. Polimer kompozitsiyalari bilan ishlov berilgan tabiiy charmning elektron mikrofotolarini tadqiqi	151