

УДК 631.811.93

СОРБЦИОННЫЕ СВОЙСТВА СИЛИКАТНЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ СОЛОМЫ РИСА И ВЕРМИКУЛИТОВ

© 2024 г. А. Е. Панасенко^{1,*}, С.А. Терминов¹, Н.П. Шапкин², А.Н. Холомейдик¹¹Институт химии Дальневосточного отделения РАН
690022 Владивосток, просп. 100-летия Владивостока, 159д, Россия²Дальневосточный федеральный университет
690090 Владивосток, о. Русский, п. Аякс, 10, Россия

*E-mail: panasenko@ich.dvo.ru

Синтезирован ряд силикатных и алюмосиликатных сорбционных материалов с использованием соломы риса в качестве источника кремния. Исследована зависимость сорбционных свойств по отношению к метиленовому синему, а также плотности и влагоемкости от состава. Показано, что сорбционная емкость силикатных материалов из растительного сырья в несколько раз больше, чем природных алюмосиликатов — вермикулита и материалов на его основе, полученных химической модификацией. Присутствие в составе полученных биогенных материалов органической компоненты способствует более высокой сорбционной емкости. Определена плотность и влагоемкость синтезированных материалов.

Ключевые слова: биогенный кремнезем, силикаты, алюмосиликаты, вермикулит, солома риса, сорбционная емкость.

DOI: 10.31857/S0002188124010124

ВВЕДЕНИЕ

Среди всех сельскохозяйственных культур рис занимает одно из первых мест в мире по объемам производства. Поскольку он является кремнефильным растением, его солома и плодовые оболочки (шелуха) содержат до 14–18% диоксида кремния. С одной стороны, актуален вопрос утилизации этих отходов — они накапливаются на полях и рисоперерабатывающих заводах. Одно из основных направлений утилизации шелухи — ее сжигание и использование золы в металлургии. С другой стороны, рис извлекает кремний из почвы и для обеспечения ее плодородности в будущем необходимо компенсировать изменение ее состава.

Авторы [1] говорят о возможности использования в качестве удобрений кремнийсодержащих материалов на основе диоксида кремния, полученных из соломы и шелухи риса, для которых было изучено содержание водорастворимого, кислоторастворимого и активного кремния.

Кроме диоксида кремния, который является одной из наиболее химически инертных форм кремния, широко применяется внесение в почву алюмосиликатов, в частности, вермикулита. Одна из задач — повысить аэрационные свойства тяжелых глинистых почв и увеличить влагоемкость легких песчаных почв [2]. Внесение силикатов кальция, помимо питания растений кремнием и кальцием,

стимулирует рост азотфиксирующих бактерий. Не менее важной задачей является использование вермикулита и других силикатов и алюмосиликатов для очистки почв от нефтепродуктов, тяжелых металлов (особенно в промышленных регионах), микотоксинов, радионуклидов (в районах, подвергшихся радиоактивному заражению) [3, 4]. В частности, показано, что вермикулит снижает фитодоступность и мобильность радиоактивного цезия [5].

Методы химической модификации позволяют существенно улучшить сорбционные характеристики вермикулита. У вспученного вермикулита удельная поверхность составляет 3.1–12.8 м²/г, после модификации соляной кислотой и целлюлозой — 264–342 м²/г. Сорбционная емкость по модельному красителю метиленовому синему (МС) при этом повышается с 8.8 до 78 мг/г [6–8].

Как было показано нами ранее, биогенные силикаты и алюмосиликаты, полученные из соломы и шелухи риса, обладают большей сорбционной емкостью по отношению к ионам цезия, сурьмы и свинца, чем природные материалы [7, 9–11]. Однако необходимо понимание механизмов сорбции на подобных материалах и характера взаимодействия загрязнителя с поверхностью сорбента для возможности практического использования подобных сорбентов в зависимости от типа почвы и условий окружающей среды [4, 12, 13].

Цель работы — изучение механизмов сорбции модельного поллютанта — метиленового синего на биогенных силикатах и алюмосиликатах, полученных из соломы и шелухи риса, в сравнении с химически модифицированным вермикулитом.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Для синтеза исследованных образцов использовали следующие реактивы: NaOH “х.ч.”, КОН “х.ч.”, $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ “ч.д.а.”, CaCl_2 “ч.”, $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ “х.ч.”, CoCl_2 “х.ч.”, $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ “х.ч.”, HCl “ос.ч.”, $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ “ч.”, ДМСО “х.ч.”, метиленовый синий “ч.д.а.”.

Для получения силикатных материалов из растительного сырья в качестве источника кремния использовали солому и шелуху риса сорта Луговой дальневосточной селекции [10]. Навеску рисовой соломы (РС) или шелухи (РШ) обрабатывали 0.5 М раствором NaOH при 90°C, негидролизованный целлюлозный остаток отделяли на фильтре. К фильтрату при заданной температуре добавляли раствор BaCl_2 , CaCl_2 или $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$. После рН раствора доводили до фиксированной величины, выпавший осадок декантировали, промывали и сушили при температуре 105°C.

В качестве образцов сравнения были получены образцы модифицированного вермикулита по методике [8]. Навеску вспученного вермикулита Ковдорского месторождения суспендировали в 12.5%-ном растворе HCl, в суспензию добавляли гидролизат РШ (образец 3), либо раствор хлоридов Fe, Co (образец 4) и обрабатывали полученную смесь 15%-ным раствором NH_3 до нейтральной реакции. Осадок промывали, сушили и прокаливали при 600°C (образец 2).

ИК-спектры поглощения записывали в области 400–4000 см^{-1} в вазелине на Фурье-спектрофотометре Shimadzu FTIR Prestige 21 (Япония). Рентгенограммы снимали в $\text{CuK}\alpha$ -излучении на дифрактометре Bruker D8 Advance (Германия), фазы идентифицировали с использованием программы EVA-банка порошковых данных PDF. Элементный анализ выполнен с помощью метода энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии на спектрометре EDX 800 HS (Shimadzu, Япония). Микрофотографии получены на сканирующих электронных микроскопах Hitachi S-5500 (Япония) и Thermo scientific Phenom ProX (США). Для образцов с наибольшей сорбционной емкостью определяли плотность пикнометрическим методом в гексане и влагоемкость — гравиметрическим методом.

Сорбционные свойства синтезированных материалов определяли в статических условиях на модельных растворах метиленового синего (концентрация 90–900 мг/л). Для построения

изотермы сорбции 8 навесок образца заливали растворами различной концентрации в соотношении $T : Ж = 1 : 1000$, затем встряхивали 40 мин. Растворы разделяли центрифугированием. Концентрацию метиленового синего определяли по оптической плотности, измеренной с помощью спектрофотометра Unico 1201 (США) при максимуме поглощения ($\lambda = 660 \text{ нм}$). Величину сорбции рассчитывали по разнице начальной и равновесной концентраций раствора, сорбционную емкость рассчитывали по моделям Ленгмюра и Редлиха–Петерсона.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Условия синтеза. Зависимость свойств биогенных силикатов от условий синтеза была исследована по изменению сорбционной емкости и выхода продукта при варьировании кислотности и температуры среды. При увеличении рН выход силиката кальция увеличивался, а величины сорбционной емкости, наоборот, уменьшались (рис. 1а, б).

Повышение температуры синтеза (рис. 1в, г) увеличивало сорбционную емкость как для силиката кальция, так и для кремнезема. При этом выход сырья для кремнезема уменьшался, а для силиката кальция увеличивался. Таким образом, синтез последующих образцов проводили при рН 7.0 и температуре 100°C, т.к. при этих параметрах отмечены оптимальные показатели выхода продукта и сорбционной емкости.

Выбор модели сорбции. Для описания процесса сорбции на полученных силикатных материалах были рассмотрены модели Ленгмюра и Редлиха–Петерсона. Известно, что сорбция пористыми алюмосиликатами ионов цезия, происходящая по ионообменному механизму, хорошо описывается изотермой Ленгмюра [11]. Однако трехпараметрическое уравнение изотермы адсорбции Редлиха–Петерсона исправляет неточности моделей Ленгмюра и Фрейндлиха в некоторых адсорбционных системах. В зависимости от величины коэффициента α в уравнении Редлиха–Петерсона, который может принимать значения от 0 до 1, уравнение становится эквивалентным уравнению Фрейндлиха, уравнению Ленгмюра, либо принимает промежуточный вид. При описании адсорбционных систем уравнение Редлиха–Петерсона было более точным, чем уравнение Ленгмюра или Фрейндлиха, или имело одинаково высокую точность [14–20].

Для нескольких образцов биогенных алюмосиликатов были рассчитаны величины предельной сорбционной емкости A_∞ и коэффициенты корреляции R^2 для обеих моделей, а также коэффициент α для модели Редлиха–Петерсона. Коэффициент корреляции был существенно больше для модели

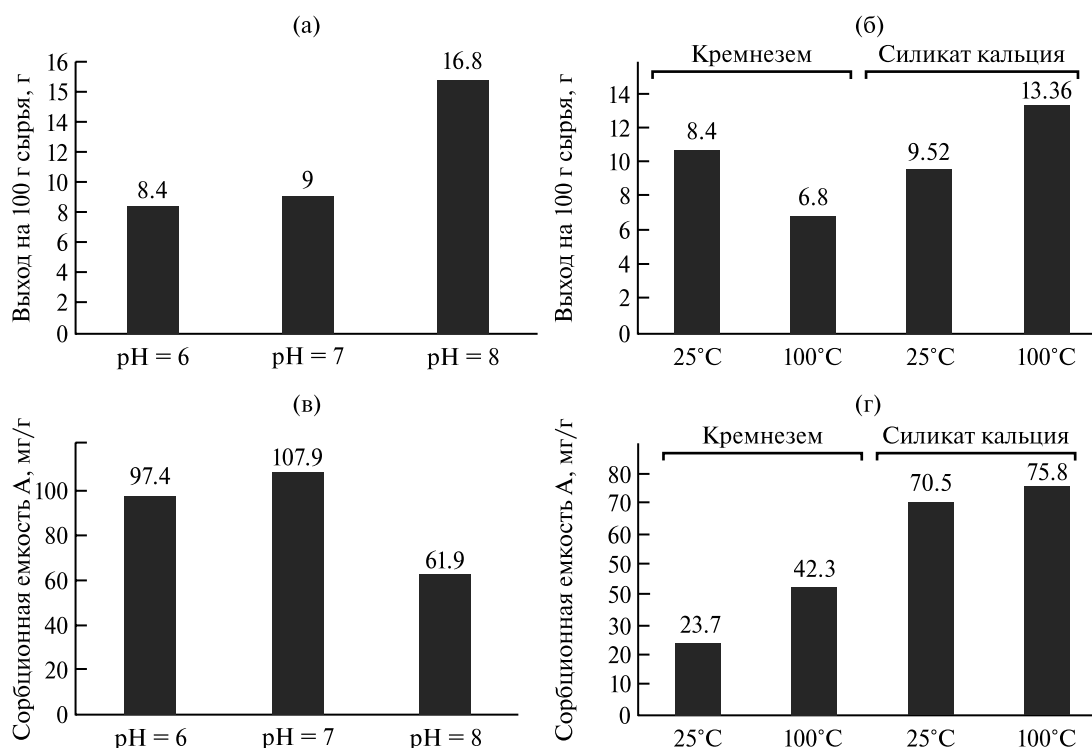


Рис. 1. Выход и сорбционная емкость по метиленовому синему образцов силиката кальция и диоксида кремния при различных pH (а, б) и температуре (в, г) реакционной среды.

Таблица 1. Параметры уравнений Ленгмюра и Редлиха–Петерсона, рассчитанные по изотермам сорбции метиленового синего образцами синтетического алюмосиликата натрия

Образец	модель Ленгмюра		модель Редлиха–Петерсона		
	A_{∞} , мг/г	R^2	A_{∞} , мг/г	α	R^2
0.15Na ₂ O·0.47Al ₂ O ₃ ·SiO ₂	104	0.973	89.2	0.668	0.984
0.16Na ₂ O·0.47Al ₂ O ₃ ·SiO ₂	82.2	0.959	83.4	0.965	0.954
0.15Na ₂ O·0.44Al ₂ O ₃ ·SiO ₂	116	0.820	117	0.877	0.976
0.21Na ₂ O·0.44Al ₂ O ₃ ·SiO ₂	94.3	0.785	86.5	0.814	0.930

Редлиха–Петерсона ($R^2 > 0.93$), т.е. данная модель предпочтительна для описания сорбционных процессов в исследованной системе (табл. 1).

Характеристика силикатных материалов. Полученные материалы (табл. 1, 2) рентгеноаморфны и имеют ИК-спектр, типичный для силикатов и диоксида кремния (рис. 2а).

При помощи сканирующей электронной микроскопии была изучена морфология образцов. Образец минерального происхождения (образец 3) имел слоистую структуру с расстоянием между слоями не более 1 мкм, некоторые частицы распадались на более тонкие слои. Помимо этого,

видны отдельные частицы пластинчатой формы, которые не образуют подобные слоистые структуры (рис. 3а). Образцы алюмосиликатов, полученных из растительного сырья, состояли из частиц неправильной формы размером до 60 мкм с развитой поверхностью и диаметром пор не более 1 мкм (рис. 3б).

Для силикатов кальция максимальная сорбционная емкость отмечена при соотношении Ca : Si = 0.1 : 1 (табл. 2, образец 14). Выход материала снижался с увеличением соотношения Ca : Si.

Силикат бария (образец 17), несмотря на высокую сорбционную активность по отношению

Таблица 2. Характеристика образцов силикатных и алюмосиликатных материалов

Образец, №	Образец	Выход на 100 г сырья, г	A* (МС), мг/г	Плотность, г/см ³	Влагоемкость, г/г
Образцы минерального происхождения на основе вермикулита					
1	Вспученный вермикулит	—	8.8	1.41	6.30
2	Вермикулит, модифицированный HCl	55	18.6	2.94	2.64
3	Вермикулит + целлюлоза	105	26.1	2.04	2.89
4	Вермикулит + оксиды металлов	95	46.4	2.34	3.09
Биогенные образцы из соломы риса					
5	0.15Na ₂ O·0.47Al ₂ O ₃ ·SiO ₂	17.2	89.2	1.76	2.46
6	0.16Na ₂ O·0.47Al ₂ O ₃ ·SiO ₂	8.7	83.4		
7	0.15Na ₂ O·0.44Al ₂ O ₃ ·SiO ₂	9.6	117		
8	0.21Na ₂ O·0.44Al ₂ O ₃ ·SiO ₂	17.1	86.5		
9	0.17Na ₂ O·0.42Al ₂ O ₃ ·SiO ₂	10.6	33.0		
10	0.23Na ₂ O·0.3Al ₂ O ₃ ·SiO ₂	13.7	35.5	2.09	2.77
11	0.05K ₂ O·0.55Al ₂ O ₃ ·SiO ₂	19.9	42.8		
12	0.02K ₂ O·0.31Al ₂ O ₃ ·SiO ₂	8.8	38.3		
13	0.09CaO·SiO ₂	9.3	23.7		
14	0.10CaO·SiO ₂	4.5	121		
15	0.15CaO·SiO ₂	3.5	106	2.27	2.86
16	0.43CaO·SiO ₂	17.4	53.8	1.96	2.61
17	0.16BaO·SiO ₂	3.8	56.2		
18	SiO ₂ из PC	10.6	38.3		

* Сорбционная емкость рассчитана по модели Редлиха–Петерсона.

к ионам цезия [11], по отношению к метиленовому синему имел меньшую сорбционную емкость, чем силикат кальция. С учетом более высокой стоимости бария, не представляется целесообразным

получение силиката бария на основе растительного сырья для использования в качестве сорбента.

Для алюмосиликатов натрия наибольший выход и наибольшая сорбционная емкость достигалась при

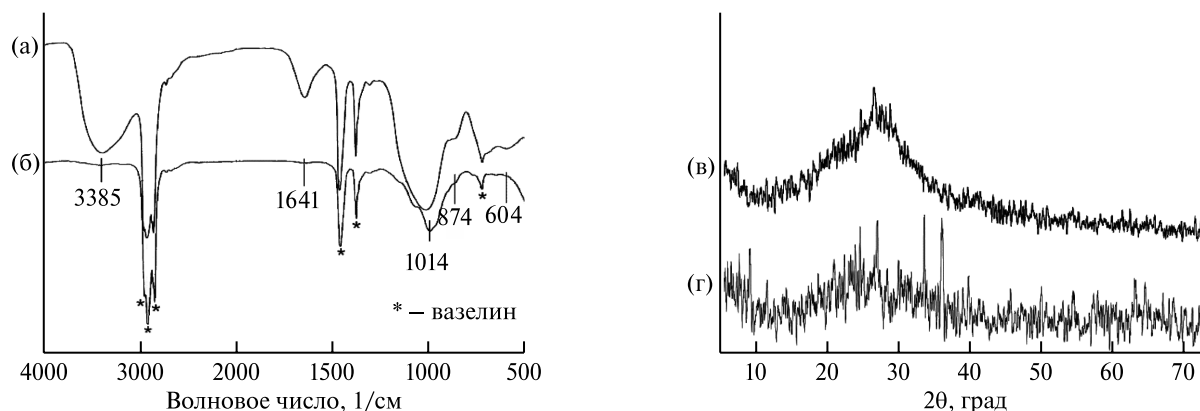


Рис. 2. ИК-спектры и рентгенограммы образцов: а, в — из растительного сырья, б, г — из минерального.

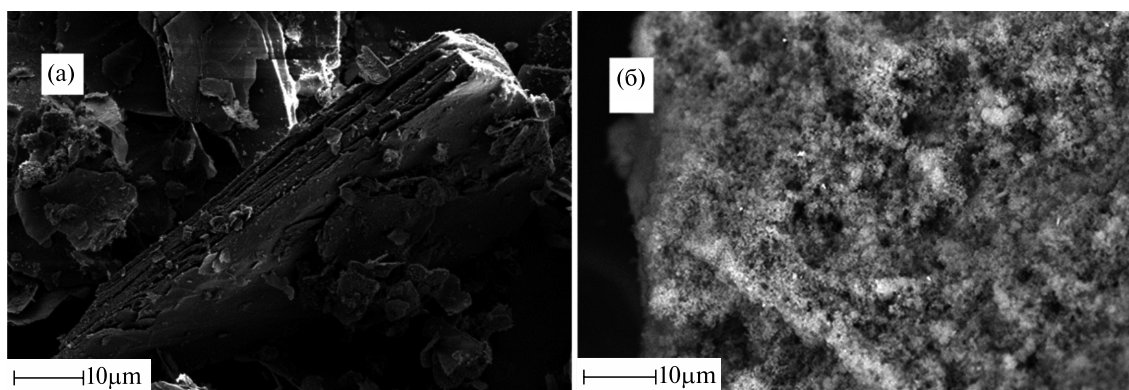


Рис. 3. Микрофотографии образцов из минерального (а, образец 2) и растительного сырья (б, образец 8).

наибольшем соотношении Na : Si. При увеличении соотношения Al : Si уменьшались сорбционная емкость и выход. Алумосиликаты калия имели в целом меньшие показатели сорбционной емкости и выхода по сравнению с алумосиликатами натрия. Наибольший выход в этом случае достигался при наибольших величинах соотношения K : Si, но наибольшая сорбционная емкость достигалась при соотношении K : Al : Si = 0.1 : 1.1 : 1 (табл. 2, образец 11). При сравнении образцов алумосиликатов калия и силикатов кальция показано, что силикаты кальция имели более высокую сорбционную емкость, но вместе с этим их выход был значительно меньше.

Вермикулит (образец 1) имел состав $0.11\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 1.23\text{MgO} \cdot 0.26\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$. Его химическая модификация увеличивала плотность и уменьшала влагоемкость. При этом сорбционная емкость по отношению к МС увеличивалась в несколько раз, в частности, для вермикулита, модифицированного оксидами металлов, содержание которых составляло 17.5% (образец 4), возрастало с 8.8 до 46.4 мг/г, но оставалось значительно меньше, чем у синтетических образцов растительного происхождения.

При гидролитическом осаждении силикатных материалов из растительного сырья совместно с целевым соединением из раствора осаждаются органические вещества, преимущественно лигнин и в меньшем количестве гемицеллюлозы, которые попадают в щелочной гидролизат из растительных тканей. Таким образом, полученный материал представляет собой органо-неорганический композит из силикатов или алумосиликатов и лигнина. При нагревании органическая компонента карбонизируется и частично окисляется [10].

Для термического удаления органической компоненты образец 4 прокаливали в течение 3 ч при различных температурах в интервале от 400°C до 550°C. После прокаливания при 450°C сорбционная емкость понижалась в 1.5 раза и составляла 63.8 мг/г. Такое уменьшение можно объяснить конденсацией групп Al—OH и Si—OH, за счет чего снижалось количество активных центров сорбции [21] (рис. 4а).

Поскольку органическая компонента полученных материалов представлена в основном лигнином, включающим ароматические фрагменты, ее удаление возможно путем растворения

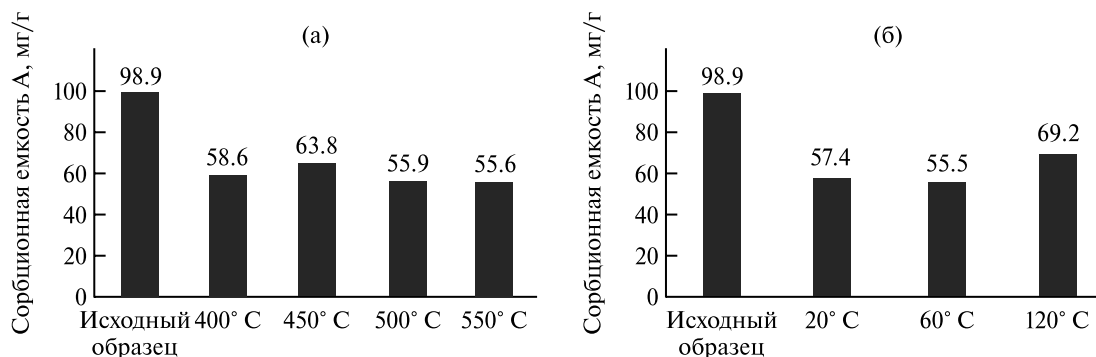


Рис. 4. Сорбционная емкость (МС) биогенного алумосиликата натрия (образец 8): (а) — до обработки после прокаливания, (б) — после обработки ДМСО.

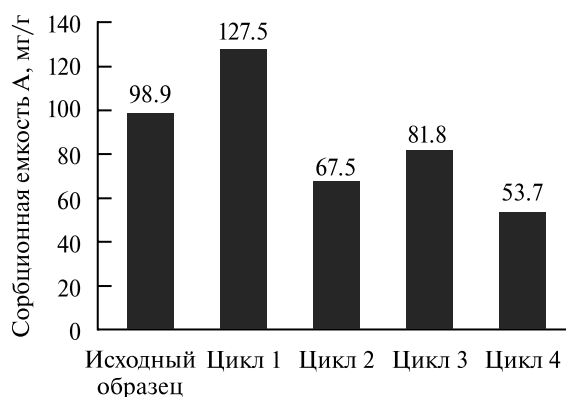


Рис. 5. Сорбционная емкость биогенного алюмосиликата натрия (образец 8) после 4-х циклов регенерации.

в диметилсульфоксиде (*ДМСО*). После обработки алюмосиликата натрия (образец 8) избытком *ДМСО* при различных температурах сорбционная емкость по отношению к *МС* уменьшалась в 1.5–1.8 раза (рис. 4б).

Таким образом, на основе результатов термообработки и обработки *ДМСО*, можно утверждать, что присутствие органической компоненты повышало сорбционные свойства силикатных материалов, полученных из соломы риса.

Регенерация алюмосиликатных сорбентов. Для проверки способности полученных материалов к регенерации был выбран алюмосиликат натрия (образец 8), прокаленный при 500°C. Сорбционную емкость определяли после сорбции избытка *МС* (раствор 50 мг/л, Т : Ж = 1 : 350) и последующего прокалывания при 500°C, обработку повторяли 4 раза, т.е. выполняли 4 цикла регенерации (рис. 5).

Видно, что сорбционная емкость прокаленного образца по отношению к *МС* после первого цикла возрастала, а затем снижалась и после 4-го цикла уменьшалась в 1.8 раза. После первого цикла поверхность становилась более активной за счет неполного выгорания *МС*, а затем на ней снижалось количество активных центров в результате многократного воздействия температуры. Таким образом, практически возможна термическая регенерация полученных сорбционных материалов с сохранением 82% первоначальной сорбционной емкости на протяжении 3-х циклов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, получены и исследованы образцы силикатов кальция и бария, а также алюмосиликатов натрия и калия из рисовой соломы и шелухи. Наилучшее соотношение выхода и сорбционной

емкости полученных материалов достигалось при температуре реакционной среды 100°C и pH 7.0. Материалы рентгеноаморфны, состояли из частиц размером до 60 мкм и имели ИК-спектр, типичный для силикатов и диоксида кремния. В составе присутствовала органическая компонента, состоящая преимущественно из лигнина.

Сорбция метиленового синего на полученных материалах наиболее корректно описывалась моделью Редлиха–Петерсона. По сравнению с природным вспученным вермикулитом и химически модифицированными материалами на его основе синтетические силикатные материалы из растительного сырья обладали в несколько раз более высокой сорбционной емкостью. Наибольшая сорбционная емкость достигалась для силиката кальция из рисовой соломы (120.8 мг/г); использование в качестве сырья такого традиционного сырья как рисовая шелуха, давало меньшие величины емкости. Алюмосиликатные материалы имели схожую величину максимальной емкости (116.7 мг/г).

Высокая сорбционная емкость в исследованных материалах связана с присутствием органической компоненты. Ее удаление путем прокалывания или обработки *ДМСО* уменьшало A_{∞} по отношению к метиленовому синему в 1.8 раза. Показана возможность термической регенерации сорбента после сорбции метиленового синего в течение 3-х циклов с сохранением 82% сорбционной емкости.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ковехова А.В., Арефьева О.Д., Трегубова В.Г., Земнухова Л.А. Кремниевые удобрения из отходов производства риса // Экологическая, промышленная и энергетическая безопасность: Международ. научн.-практ. конф., Севастополь, 20–23 сентября 2021 г. Сб. ст. Севастополь: СевГУ, 2021. С. 322–326. ISBN: 978-5-6043402-4-0
2. Ахияров Б.Г., Исмагилов Р.Р., Рахимов Р.Р. Использование вермикулита при выращивании рассады овощных культур // Изв. ОренбургГАУ. 2015. Вып. 53. С. 67–70.
3. Vasilyeva G., Mikhedova E., Zinnatshina L. Use of natural sorbents for accelerated bioremediation of grey forest soil contaminated with crude oil // Sci. Total Environ. 2022. V. 8501. Art. 157952. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.157952>
4. Durrant C.B., Begg J.D., Kersting A.B., Zavarin M. Cesium sorption reversibility and kinetics on illite, montmorillonite, and kaolinite // Sci. Total Environ. 2018. V. 610–611. P. 511–520.
5. Yamaguchi N., Tsukada H., Kohyama K. Radiocesium interception potential of agricultural soils in north-east Japan // Soil Sci. Plant Nutr. 2017. V. 63. Is. 2.

- P. 119–1264. <https://doi.org/10.1080/00380768.2017.1294467>
6. *Zemnukhova L.A., Panasenko A.E., Polyakova N.V.* Vermiculite from the Koksharovsky deposit (Primorsky Krai) and its properties // *Chem. Sustain. Develop.* 2018. V. 26. Is. 1. P. 19–26. <https://doi.org/10.15372/CSD20180104>
 7. *Shapkin N.P., Khal'chenko I.G., Yudakov A.A.* Synthesis of a nanocomposite based on polyethylene and modified vermiculite // *Inorg. Mater.* 2017. V. 53. № 10. P. 1091–1096. <https://doi.org/10.1134/S0020168517100120>
 8. *Shapkin N.P., Khal'chenko I.G., Panasenko A.E.* Hybrid composite materials based on natural layered silicates // *Inorg. Mater.* 2018. V. 54. № 9. P. 965–969. <https://doi.org/10.1134/S0020168518090145>
 9. *Арефьева О.Д., Ковехова А.В., Земнухова Л.А.* Получение и характеристика сорбентов из возобновляемых отходов производства риса и подсолнечника // *Хим. технол.* Т. 21. № 11. С. 506–511.
 10. *Панасенко А.Е., Борисова П.Д., Арефьева О.Д., Земнухова Л.А.* Алумосиликаты из соломы риса: получение и сорбционные свойства // *Химия раст. сырья.* 2019. № 3. С. 291–298.
 11. *Yarusova S.B., Panasenko A.E., Zemnukhova L.A.* Sorption of cesium by aluminosilicate sorbents from rice straw // *IOP Conf. Ser.: Material. Sci. Engin.* 2019. V. 525. № 1. Art. 012041.
 12. *Бельчинская Л.И., Ходосова Н.А., Новикова Л.А.* Регулирование сорбционных процессов на природных нанопористых алумосиликатах. 2. Определение соотношения активных центров // *Физико-хим. поверхности и защита мат-лов.* 2016. Т. 52. № 4. С. 363–370.
 13. *Wang Y.-J., Alves M., Zhou D.-M.* Combining path analysis and X-ray absorption spectroscopy to unravel the Zn sorption mechanism on soils // *Soil Sci. Soc. Amer. J.* 2018. V. 82. Is. 4. P. 796–802. <https://doi.org/10.2136/sssaj2017.12.0436>
 14. *Wu F.-C., Liu B.-L., Wu K.-T., Tseng R.-L.* A new linear form analysis of Redlich–Peterson isotherm equation for the adsorptions of dyes // *Chem. Engin. J.* 2010. V. 162. № 1. P. 21–27.
 15. *Ge Q., Moeen M., Tian Q.* Highly effective removal of Pb^{2+} in aqueous solution by Na-X zeolite derived from coal gangue // *Environ. Sci. Pollut. Res.* 2020. № 27. P. 7398–7408.
 16. *Titchou F.E., Akbour R.A., Assabbane A., Hamdani M.* Removal of cationic dye from aqueous solution using Moroccan pozzolana as adsorbent: Isotherms, kinetic studies, and application on real textile wastewater treatment // *Groundwater Sustain. Develop.* 2020. № 11. P. 1–10.
 17. *Kumar K.V., Porkodi K.* Relation between some two- and three-parameter isotherm models for the sorption of methylene blue onto lemon peel // *J. Hazard. Mater.* 2006. № 138. P. 633–635.
 18. *Kumar K.V., Sivanesan S.* Equilibrium data, isotherm parameters and process design for partial and complete isotherm of methylene blue onto activated carbon // *J. Hazard. Mater.* 2006. № 134. P. 237–244.
 19. *Wang S., Boyjoo Y., Choueib A., Zhu Z.H.* Removal of dyes from aqueous solution using fly ash and red mud // *Water Res.* 2005. № 39. P. 129–138.
 20. *Ncibi M.C., Mahjoub B., Seffen M.* Kinetic and equilibrium studies of methylene blue biosorption by *Posidonia oceanica* (L.) fibres // *J. Hazard. Mater.* 2007. № 139. P. 280–285.
 21. *Айлер Р.* Химия кремнезема: Пер. с англ. М.: Мир, 1982. Ч. 2. 712 с.

Sorption Properties of Silicate Materials from Straw Rice and Vermiculites

A. E. Panasenko^{a, #}, S. A. Terminov^a, N. P. Shapkin^b, A. N. Holomeidik^a

^a*Institute of Chemistry of the Far Eastern Branch of the RAS,
prosp. of the 100th Anniversary of Vladivostok 159d, Vladivostok 690022, Russia*

^b*Far Eastern Federal University,
p. Ajax 10, Russian Island, Vladivostok 690090, Russia*

[#]*E-mail: panasenko@ich.dvo.ru*

A number of silicate and aluminosilicate sorption materials have been synthesized using rice straw as a silicon source. The dependence of sorption properties with respect to methylene blue, as well as density and moisture capacity on the composition is investigated. It is shown that the sorption capacity of silicate materials from vegetable raw materials is several times greater than that of natural aluminosilicates – vermiculite and materials based on it obtained by chemical modification. The presence of an organic component in the composition of the obtained biogenic materials contributes to a higher sorption capacity. The density and moisture capacity of the synthesized materials are determined.

Keywords: biogenic silica, silicates, aluminosilicates, vermiculite, rice straw, sorption capacity.