

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

DOI: 10.12737/article_5a816bde5856e5.01057085

¹Убаськина Ю.А., канд. хим. наук, н.с.,²Фетюхина Е.Г., в.с.,³Адаев Т.В., н.с.¹НИЦ «Курчатовский институт» – ИРЕА, г. Москва²ООО НТЦ «СМИТ», г. Ульяновск³ООО НТЦ «СМИТ», г. Инза

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ РАСШИРЕНИЯ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ АДсорбЕНТОВ НА ОСНОВЕ ОПАЛ-КРИСТОБАЛИТОВЫХ ПОРОД

juliabasjo@gmail.com

В работе представлены результаты исследования возможности расширения минерально-сырьевой базы для получения адсорбентов на основе опал-кристобалитовых пород. Исследованы образцы опал-кристобалитовых пород Аристовского месторождения Ульяновской области. Обнаружено, что приготовленные образцы диатомитов данного месторождения фракции 5–63 мкм ограниченно растворимы в растворе щелочи (12,00–25,70 %), а опока Аристовского месторождения той же фракции растворима в достаточной степени (41,70–43,00 %). Найдено, что величина адсорбции метиленового синего на образцах опал-кристобалитовых пород Аристовского месторождения (30–45 %) сопоставима с величиной адсорбции метиленового синего на образцах опал-кристобалитовых пород Инзенского месторождения Ульяновской области. Показано, что величина адсорбции метиленового синего на образцах породы Аристовского месторождения зависит от содержания в них кремнезема, глинозема и суммарного содержания оксидов щелочных и щелочноземельных металлов, что также характерно для Инзенского месторождения. Найдено, что содержание оксида железа (III) в образцах породы Аристовского месторождения довольно высоко (2,85–4,03 %), но может быть снижено различными методами. Сделан вывод, что ранее выявленные закономерности изменения величины адсорбции метиленового синего от химического состава опал-кристобалитовой породы, полученные для Инзенского диатомита, являются общими для опал-кристобалитовых пород других месторождений. Это позволяет расширить минерально-сырьевую базу для получения адсорбентов на основе опал-кристобалитовых пород.

Ключевые слова: очистка сточных вод, адсорбция, диатомит, опока, опал-кристобалитовые породы, химический состав.

Введение. Технология предотвращения загрязнения окружающей среды – одна из важнейших технологий, входящих в Перечень критических технологий Российской Федерации, утверждённый Указом Президента РФ от 7 июля 2011 года. Технология предотвращения загрязнения окружающей среды должна предусматривать, в том числе, защиту водных объектов от загрязнения неочищенными сточными водами. Эффективная очистка сточных вод невозможна без применения качественных, дешевых и доступных адсорбентов.

Ранее в работе [1] нами было предложено использовать в качестве сырья для получения адсорбента для очистки сточных вод диатомит Инзенского месторождения Ульяновской области – опал-кристобалитовую породу, состоящую из кремнезема кварца (до 7 %), рентгеноаморфного кремнезема древних панцирей диатомей и глобул опала (около 70 %) и алюмосиликатов глинистой

фракции (до 35 %) [2].

Опал-кристобалитовые (кремнистые) породы Ульяновско-Кубышевского Поволжья достаточно подробно описаны Дистановым У.Г. в работе [3].

По заданию ПРСО «Ульяновскагропромдорстрой» с марта 1991 года по сентябрь 1993 года геологи Симбирской геологоразведочной экспедиции Государственного геологического предприятия «Волгагеология» исследовали диатомитовые толщи нижнесызранской свиты палеогена на территории Ульяновской области. В ходе поисковых работ в целях расширения минерально-сырьевой базы для получения адсорбентов на основе опал-кристобалитового сырья геологами было обследовано 7 перспективных участков в Инзенском районе (Аргаш, Оськино, Селивановка, Вырыпаевка, Вязовка, Коноплянка, Аристовка) и по одному участку в Кузоватовском

районе (Кивач) и Сенгилеевском районе (Сенгилей) (рис. 1), что было отражено в отчете о поисках и поисково-оценочных работах [4]. Всего была пробурена 31 скважина площадью 952,2 м².

В отчете [4] указано, что запасы разведанной базы диатомитового сырья в пределах правобережной части Ульяновской области составляют

45 млн. м³ по промышленным категориям и 36 млн. м³ категории С₂ (6 месторождений из 9 разведанных). Наибольшие мощности диатомитов отмечаются в районе г. Сенгилей (61 м), г. Инзы (71 м), ст. Шарлово (50 м), г. Барыша (60 м) (рис. 1).

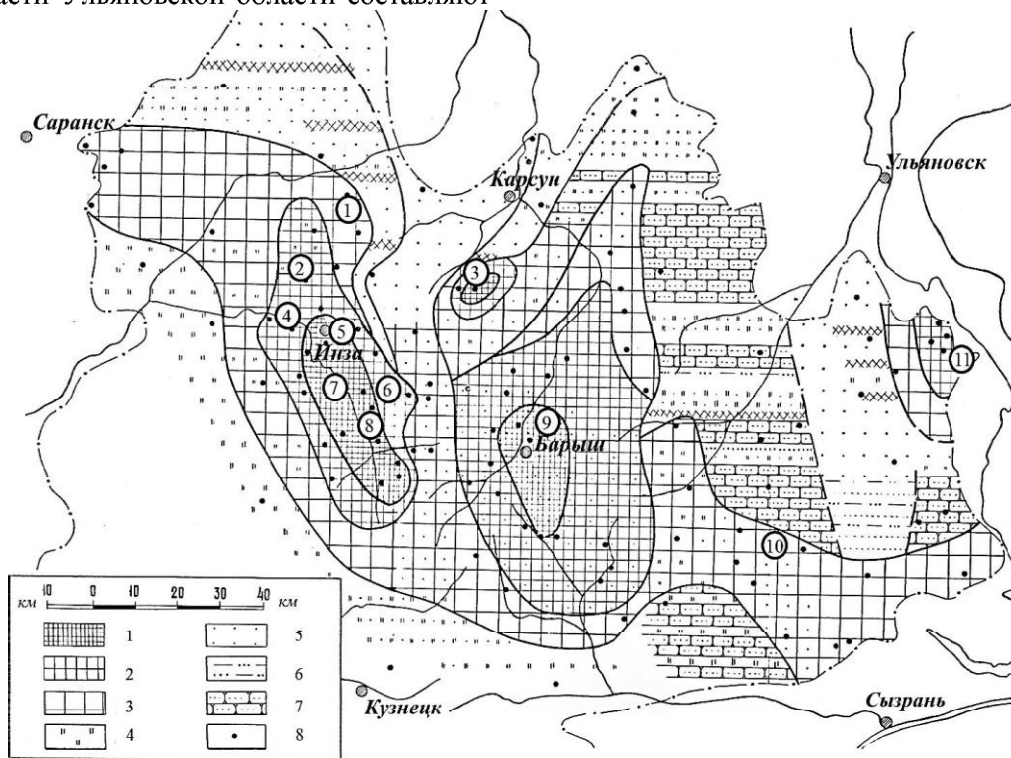


Рис. 1. Карта-схема строения продуктивного пласта нижнесызранских слоев палеогена Ульяновско-Куйбышевского Поволжья: 1 – диатомит, мощность более 50 м; 2 – диатомит, мощность от 20 до 50 м; 3 – диатомит, мощность менее 20 м; 4 – опока; 5 – кварцевый песок; 6 – глинистый песок; 7 – песчаник опокovidный; 8 – опорные разрезы (по Дистанову У.Г. [3]).

Кружками обозначены участки, упомянутые в данной работе:

1 – Коноплянка; 2 – Аргаш; 3 – Шарлово; 4 – Оськино; 5 – Инза; 6 – Вырышаевка, Вязовка; 7 – Селивановка; 8 – Аристовка; 9 – Барыш; 10 – Кивач; 11 – Сенгилей

Общая мощность опал-кристаллитовых пород нижнесызранской свиты палеогена в пределах правобережной части Ульяновской области измеряется от нескольких метров до 90–95 м [4].

При выполнении поисково-оценочных работ геологами было обнаружено, что участок Сенгилей не может использоваться в качестве месторождения адсорбентов, так как он расположен в природоохранной зоне. Ими также было выявлено, что участок Кивач не содержит промышленных объемов опал-кристаллитового сырья. В Инзенском районе на всех семи участках были обнаружены промышленные запасы диатомита мощностью до 62 м. Такая мощность диатомитовых толщ в Инзенском районе ожидаема, это согласуется с данными, обобщенными Дистановым У.Г. и приведенными им на карте-схеме строения продуктивного пласта нижнесызранских слоев палеогена Ульяновско-Куйбышевского Поволжья (рис. 1) [3]. Результаты физико-механических и

химических анализов показали, что сырье однородно по своему составу и свойствам на всех семи участках Инзенского района [4]. Также геологами было обнаружено, что наиболее высокими показателями качества и стабильностью сырья характеризуется на участках Аргаш и Аристовка, а наиболее чистые разности диатомита по химическому составу выявлены на участках Аргаш, Коноплянка и Аристовка.

Для получения адсорбента диатомит измельчали и фракционировали [4]. Подходящей фракцией была признана фракция 5–63 мкм (с высоким содержанием кремнезема и низким содержанием глинозема и оксида железа (III)). На исследуемых участках в карьерной породе геологами было обнаружено высокое содержание фракции менее 5 мкм – в среднем 60–69 %, с лимитами 49–72 %. Было найдено, что по содержанию фракции 5–63 мкм наиболее чистыми являются диатомиты на участках Селивановка (37,2 %), Сенгилей (36,2 %), Аристовка (34 %) и Аргаш

(31,6 %) [4].

На стадии исследования возможности снижения содержания оксида железа (III) в породе с помощью магнитной сепарации выход немагнитного продукта оказался наиболее высоким для сырья участка Аристовка [4].

Были подсчитаны запасы диатомита на Аристовском месторождении по категории С₂. Они составляют 10,8 млн. м³. Мощность полезной толщи Аристовского месторождения составляет 48,5–52,1 м при мощности вскрышных пород 1,0–8,6 м [4]. Этот участок был выделен геологами как перспективный.

Однако авторы отчета [4] не исследовали адсорбционную способность опал-кristобалитовых пород Аристовского месторождения.

Целью данной работы стало исследование адсорбционной способности опал-кristобалитовых пород Аристовского месторождения для исследования возможности расширения минерально-сырьевой базы для получения адсорбентов на основе опал-кristобалитовых пород.

Методология. В качестве объекта исследования использовали образцы опал-кristобалитовых пород Аристовского месторождения Ульяновской области, приготовленные из проб, отобранных на данном месторождении в сентябре 2017 года. Описание точек отбора проб для исследования опал-кristобалитовых пород Аристовского месторождения приведено в табл. 1.

Таблица 1

Описание точек отбора проб нативных опал-кristобалитовых пород Аристовского месторождения

№ пробы*	Координаты точек отбора проб		Литологическое описание проб	Глубина отбора проб, м	Альтитуда, м
	Широта	Долгота			
1	53°37'54.0804"	46°34'19.7724"	Диатомит светло-серый	2 м	185,0
2	53°39'56.3364"	46°29'4.7040"	Диатомит светло-серый	0,5 – 1 м	177,2
3	53°37'53.7132"	46°34'14.5200"	Диатомит желтый	0,5 – 1 м	178,6
4	53°37'51.5100"	46°34'19.4664"	Диатомит темно-серый	0,5 – 1 м	180,4
5	53°37'8.2128"	46°31'27.3792"	Опока окремнелая	0 м	221,7

*Номер пробы и номер образца, приготовленного для дальнейших исследований, здесь и далее по тексту совпадают

Предварительно образцы для исследований готовили из отобранных проб, согласно указаниям авторов отчета [4]: породу измельчали, фракционировали и в качестве фракции для исследований отбирали фракцию 5 – 63 мкм. Для этого образцы из каждой пробы породы растирали в ступке, растертые образцы просеивали через сито из металлотканой сетки с размером ячеек 63 мкм. Затем каждый образец заливали дистиллированной водой, перемешивали, фильтровали через бумажный фильтр «белая» лента. Высушивали образец на фильтре и далее использовали для исследований. Содержание кремнезема, глинозема, оксида железа (III), суммарного содержания оксидов щелочных и щелочноземельных металлов в подготовленных образцах определяли на рентгенофлуоресцентном спектрометре ARL OPTIM X. Минералогический состав подготовленных образцов определяли с помощью рентгеновского дифрактометра ARL X'TRA. Гранулометрический состав подготовленных образцов определяли с помощью лазерного анализатора размеров частиц Fritsch Analysette 22.

Количество опал-кristобалитовой породы Аристовского месторождения, растворимое в

растворе щелочи, определяли следующим образом. 10 г подготовленного образца кипятили в 100 мл 5 %-ного раствора КОН на глицериновой бане в течение 1 часа. После оттаивания в течение суток раствор декантировали. Осадок после выщелачивания промывали водой до pH 7, затем высушивали в сушильном шкафу и взвешивали. Количество опал-кristобалитовой породы Аристовского месторождения, растворимое в растворе щелочи, определяли, как разницу между начальной и конечной массой образца, отнесенной к его начальной массе и выраженной в процентах.

Адсорбцию метиленового синего на подготовленных образцах опал-кristобалитовых пород определяли по методике, приведенной в стандарте [5].

Для характеристики исследуемых корреляционных зависимостей рассчитывали коэффициент Пирсона и определяли уровень значимости, используя программу Microsoft Excel и таблицы критических значений коэффициента корреляции Пирсона (r) для различных уровней значимости и различного числа степеней свободы (размеров выборки) [6]. При регрессионном анализе полученных зависимостей для определения функции регрессии, ее коэффициента детерминации

R^2 и стандартного отклонения s использовали программу Advanced Grapher 2.2.

Основная часть. Анализ дифрактограмм полученных образцов показал, что первые 4 отобранные пробы (№ 1 – 4, табл. 1) относятся к диатомитам. Для них характерно наличие кремнезема, представленного опалом-А (гало в диапазоне 2Θ 18-25° с условным максимумом 4,10 Å), описанным в работе [7], и кварцем из песчано-алевритовой фракции, которому соответствуют

рефлексы 4,26, 3,34, 2,45 Å. Слоистые силикаты представлены, в основном, монтмориллонитом (9,50, 4,49, 2,56 Å), каркасные – полевым шпатом (3,20, 2,95 Å). Проба № 5 (табл. 1) представляет собой опоку окремнелую, в которой кремнезем представлен опалом-С.

Результаты измерения количества опал-кристобалитовой породы Аристовского месторождения, растворимой в растворе щелочи, приведены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты измерения количества опал-кристобалитовой породы Аристовского месторождения, растворимого в растворе щелочи

№ образца	Количество опал-кристобалитовой породы, растворимое в растворе щелочи						
	\bar{x}	$\pm\Delta$	s	Лимиты		N	C _v
				min	max		
1	25,60	0,10	0,14	25,50	25,70	2	0,55
2	20,35	0,45	0,64	19,90	20,80	2	3,13
3	22,70	0,70	0,99	22,00	23,40	2	4,36
4	12,25	0,25	0,35	12,00	12,50	2	2,89
5	42,35	0,65	0,92	41,70	43,00	2	2,17

Анализ данных, приведенных в табл. 2, показывает, что приготовленные образцы диатомита Аристовского месторождения растворимы в щелочи в пределах 12,00–25,70 %, тогда как приготовленные образцы опоки Аристовского месторождения растворимы в щелочи в пределах 41,70–43,00 %. Это согласуется с данными о растворении опал-кристобалитовых пород в растворе щелочи, приведенными в работе [3].

Анализ гранулометрического состава приготовленных образцов пород показывает, что, несмотря на фильтрование водной суспензии образцов пород через бумажный фильтр «белая» лента, поры которого пропускают частицы менее 7 мкм, в образцах пород осталось достаточное (до 30,86±0,05 %) количество фракции менее 5 мкм. Фракцию более 63 мкм удалось отделить с помощью сита.

Большое количество фракции менее 5 мкм может быть связано с тем, что глинистые частицы агрегированы с другими частицами опал-

кристобалитовых пород. При мокром диспергировании во время определения гранулометрического состава с помощью лазерного анализатора размеров частиц Fritsch Analysette 22, вероятно, происходит распад данных агрегатов в воде, что вызывает заметное увеличение пелитовой фракции (фракции менее 5 мкм).

Результаты измерения величины адсорбции на образцах породы Аристовского месторождения показали, что величина адсорбции метиленового синего на приготовленных образцах диатомитов Аристовского месторождения (30–45 %) сопоставима по значению с величиной адсорбции метиленового синего на образцах диатомита Инзенского месторождения (36,72–47,65 %). Для приготовленного образца опоки окремнелой Аристовского месторождения величина адсорбции метиленового синего значительно ниже и составляет 21–24 %.

Результаты измерения содержания кремнезема в образцах породы Аристовского месторождения приведены в табл. 3.

Таблица 3

Результаты измерения содержания кремнезема в образцах породы Аристовского месторождения

№ образца	Содержание кремнезема в образцах породы, %						
	\bar{x}	$\pm\Delta$	s	Лимиты		N	C _v
				min	max		
1	87,04	0,06	0,08	86,98	87,09	2	0,09
2	87,60	0,03	0,05	87,56	87,63	2	0,06
3	87,91	0,06	0,08	87,85	87,96	2	0,09
4	89,17	0,07	0,09	89,10	89,23	2	0,10
5	91,26	0,06	0,08	91,20	91,31	2	0,09

Была исследована корреляция между содержанием кремнезема (данные табл. 3) в образцах породы Аристовского месторождения и величиной адсорбции метиленового синего на данных образцах. Значение коэффициента корреляции составило $r = -0,96 \pm 0,01$, $p < 0,001$, $N = 20$. Из этого следует, что при увеличении содержания кремнезема C_{SiO_2} в образцах породы Аристовского месторождения величина адсорбции метиленового синего Γ_{MC} на данных образцах уменьшается. Это согласуется с данными, полученными ранее для

Инзенского диатомита ($r = -0,83 \pm 0,05$, $p < 0,001$, $N = 20$) [1].

Изменение величины адсорбции метиленового синего Γ_{MC} от содержания кремнезема C_{SiO_2} в образцах породы Аристовского месторождения можно выразить уравнением:

$$\Gamma_{MC} = -473 * \ln(C_{SiO_2}) + 2158 \quad (1)$$

$$(R^2 = 0,92, s = 2,47).$$

Результаты измерения содержания глинозема в образцах породы Аристовского месторождения приведены в табл. 4.

Таблица 4

Результаты измерения содержания глинозема в образцах породы Аристовского месторождения

№ образца	Содержание глинозема в образцах породы, %						N	C _v
	\bar{x}	$\pm\Delta$	s	Лимиты				
				min	max			
1	5,21	0,01	0,01	5,20	5,21	2	0,14	
2	4,91	0,02	0,02	4,89	4,92	2	0,43	
3	5,11	0,01	0,01	5,10	5,12	2	0,28	
4	4,38	0,03	0,04	4,35	4,40	2	0,81	
5	3,08	0,02	0,03	3,06	3,10	2	0,92	

Была исследована корреляция между содержанием глинозема (данные табл. 4) в образцах породы Аристовского месторождения и величиной адсорбции метиленового синего на данных образцах. Значение коэффициента корреляции составило $r = 0,972 \pm 0,001$, $p < 0,001$, $N = 20$.

Можно сделать вывод, что при увеличении содержания глинозема $C_{Al_2O_3}$ в образцах породы Аристовского месторождения величина адсорбции метиленового синего Γ_{MC} на данных образцах увеличивается. Это согласуется с данными, полученными ранее для Инзенского диатомита ($r = 0,63 \pm 0,18$; $p < 0,001$; $N = 34$).

Изменение величины адсорбции метиленового синего Γ_{MC} от содержания глинозема $C_{Al_2O_3}$ в образцах породы Аристовского месторождения можно выразить уравнением:

$$\Gamma_{MC} = 8,12 * e^{0,32 * C_{Al_2O_3}} \quad (2)$$

$$(R^2 = 0,96, s = 1,84).$$

Результаты измерения суммарного содержания оксидов щелочных и щелочноземельных металлов в образцах породы Аристовского месторождения приведены в табл. 5.

Таблица 5

Результаты измерения суммарного содержания оксидов щелочных и щелочноземельных металлов в образцах породы Аристовского месторождения

№ образца	Суммарное содержание оксидов щелочных и щелочноземельных металлов в образцах породы, %						N	C _v
	\bar{x}	$\pm\Delta$	s	Лимиты				
				min	max			
1	2,917	0,006	0,008	2,911	2,923	8	0,29	
2	3,450	0,025	0,035	3,425	3,474	8	1,00	
3	2,850	0,018	0,026	2,831	2,868	8	0,92	
4	2,776	0,016	0,022	2,760	2,791	8	0,79	
5	2,311	0,022	0,031	2,289	2,333	8	1,35	

Была исследована корреляция между суммарным содержанием оксидов щелочных и щелочноземельных металлов (данные табл. 5) в образцах породы Аристовского месторождения и величиной адсорбции метиленового синего на

данных образцах. Значение коэффициента корреляции составило $r = 0,72 \pm 0,03$, $p < 0,001$, $N = 20$. Можно сделать вывод, что при увеличении суммарного содержания оксидов щелочных и щелочноземельных металлов $C_{щел}$ в образцах породы

Аристовского месторождения величина адсорбции метиленового синего Γ_{MC} на данных образцах увеличивается. Это также согласуется с данными, приведенными ранее в работе [1] для Инзенского диатомита ($r=0,85\pm 0,01$, $p < 0,001$, $N=20$).

Изменение величины адсорбции метиленового синего ГМС от суммарного содержания оксидов щелочных и щелочноземельных металлов

$C_{щел}$ в образцах породы Аристовского месторождения можно выразить уравнением:

$$\Gamma_{MC} = 0,71 * C_{щел}^{0,39} \quad (3)$$

$$(R^2=0,62, s=0,26).$$

Результаты измерения содержания оксида железа (III) в образцах породы Аристовского месторождения приведены в табл. 6.

Таблица 6

Результаты измерения содержания оксида железа (III) в образцах породы Аристовского месторождения

№ образца	Содержание оксида железа (III) в породе, %						
	\bar{x}	$\pm\Delta$	s	Лимиты		N	C _v
				min	max		
1	4,01	0,03	0,04	3,98	4,03	2	0,88
2	3,34	0,02	0,02	3,32	3,35	2	0,64
3	3,42	0,02	0,02	3,40	3,43	2	0,62
4	3,00	0,01	0,01	2,99	3,00	2	0,24
5	3,00	0,01	0,01	2,85	2,88	2	0,24

Анализ данных, приведенных в табл. 6, позволяет сделать вывод, что содержание оксида железа (III) в образцах породы Аристовского месторождения (2,85–4,03 %) выше, чем в Инзенском диатомите (1,98–3,36 %) (собственные данные).

Железо содержится в опал-кристобалитовых породах в виде минерала глауконита, пирита, тонких примесей оксидов железа (гематита, гётита), зерен эпидота, ферроалюмосиликатов, в химическом составе оно выражено через оксид железа (III). Железо влияет на окрашивание диатомита при прокаливании (диатомит приобретает ярко-оранжевый цвет) и при варке стекла из диатомита (при смешивании с содой) (расплав диатомита – светло-зеленого цвета). Также соединения железа в диатомите влияют на результаты адсорбции при очистке сточных вод, так как соединения железа способны окрашивать жидкости, а при попадании в воду отрицательно влиять на ее качество. Содержание соединений железа в воде выше 1–2 мг/дм³ значительно ухудшает органолептические свойства, придавая ей неприятный вяжущий вкус. Соединения железа увеличивают показатели цветности и мутности воды. ПДК железа в воде составляет 0,3 мг/дм³, согласно стандарту [8].

В связи с этим, содержание оксида железа (III) в породе необходимо учитывать при производстве адсорбента на основе диатомита, а также необходимо контролировать концентрацию соединений железа в очищенной воде.

Содержание железа в образцах породы Аристовского месторождения может быть успешно снижено с помощью магнитной сепарации, как это отмечено в отчете [3] и в работе [9], а также с

помощью других методов. В литературе довольно широко описаны способы снижения содержания соединений железа в диатомите [9–17]. В основном, это способы термохимической обработки реагентами, в результате которой получаются бесцветные и (или) растворимые соединения железа. В качестве реагентов используют кислоты [13–17], хлор [10, 11]. Описан способ снижения содержания оксида железа (III), который характеризуется тем, что в дисперсию диатомита в воде вводят последовательно водный раствор оксида амина, а затем водный раствор полиакрилата щелочного металла с последующим выделением обогащенного диатомита [18].

В связи с вышеперечисленными методами, можно сделать вывод, что, несмотря на высокое содержание оксида железа (III), опал-кристобалитовые породы Аристовского месторождения могут применяться в качестве сырья для приготовления адсорбентов, так как содержание оксида железа (III) может быть снижено любым из предложенных методов.

Таким образом, ранее выявленные закономерности изменения величины адсорбции метиленового синего от его химического состава, полученные для Инзенского диатомита, являются общими для опал-кристобалитовых пород других месторождений. Это позволяет расширить минерально-сырьевую базу для получения адсорбентов на основе опал-кристобалитовых пород.

Выводы. В результате исследований опал-кристобалитовых пород Аристовского месторождения Ульяновской области обнаружено, что приготовленные образцы диатомитов данного месторождения фракции 5 – 63 мкм ограничено

растворимы в растворе щелочи (12,00 – 25,70 %), а опока Аристовского месторождения той же фракции высоко растворима в растворе щелочи (41,70 – 43,00 %). Найдено, что величина адсорбции метиленового синего на образцах опал-кристобалитовых пород Аристовского месторождения (30 – 45 %) сопоставима с величиной адсорбции метиленового синего на образцах опал-кристобалитовых пород Инзенского месторождения Ульяновской области. Показано, что при увеличении содержания кремнезема в образцах породы Аристовского месторождения величина адсорбции метиленового синего на данных образцах уменьшается. Обнаружено, что при увеличении содержания глинозема и суммарного содержания оксидов щелочных и щелочноземельных металлов в образцах породы Аристовского месторождения величина адсорбции метиленового синего на данных образцах увеличивается, что согласуется с данными для диатомита Инзенского месторождения. Найдено, что содержание оксида железа (III) в образцах породы Аристовского месторождения довольно высоко (2,85–4,03 %), но может быть снижено с использованием известных методов. Таким образом, ранее выявленные закономерности в изменении величины адсорбции метиленового синего, полученные для Инзенского диатомита, являются общими для опал-кристобалитовых пород других месторождений. Такой вывод позволяет расширить минерально-сырьевую базу для получения адсорбентов на основе опал-кристобалитовых пород.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Убаськина Ю.А., Фетюхина Е.Г., Коростелева Ю.А. Исследование адсорбционной способности диатомита // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2016. № 5. С. 140–143.
2. Убаськина Ю.А., Арсентьев И.В., Фетюхина Е.Г., Коростелева Ю.А., Адаев Т.В. Исследование минералогического состава диатомита для его безопасной добычи и применения в промышленности // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2016. № 1. С. 128–132.
3. Кремнистые породы СССР / Под ред. Дистановы У.Г. Казань: Татарское книжное издательство, 1976. 412 с.
4. Личман Т.И. Отчет о поисковых и поисково-оценочных работах на диатомиты как адсорбенты и наполнители в Инзенском, Кузватовском и Сенгилеевском районах Ульяновской области, выполненных Симбирской ГРЭ в 1991–93 г.г. ГПП "Волгагеология", Симбирская ГРЭ: Ульяновск, 1993. 418 с.
5. ГОСТ 30036.2 – 93. Каолин обогащенный. Метод определения показателя адсорбции. М.: Изд. стандартов, 1994. 7 с.
6. Fisher R.A., Frank Y. Statistical Tables for Biological, Agricultural and Medical Research, 6th ed. Edinburgh: Oliver and Boyd, 1963. 146 p.
7. Jones J.B., Segnit E.R. The nature of opal I. Nomenclature and constituent phases // Journal of the Geological Society of Australia. 1971. V.18. P. 57–68.
8. СанПиН 2.1.4.1175-02. Гигиенические требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения. Санитарная охрана источников // Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти. 2003. №5. С.107–122.
9. Егорова К. Г., Скворцов А. В., Чекмарев А. С. Получение раствора силиката натрия из диатомита Инзенского месторождения // Вестник Казанского технологического университета. 2016. Т.19. № 13. С. 51–55.
10. Патент GB 190705379. Improvements in Bleaching Kieselguhr / W. Thomson, J. Barr; заявитель и патентообладатель W. Thomson, J. Barr. № 19070306; заявл. 06.03.1907; опубл. 31.10.1907. 2 с.
11. Патент US 2504357, МПК C01B33/20. Purification of siliceous minerals / Lloyd C. Swallen; заявитель и патентообладатель Great Lakes Carbon Corp. № 775637; заявл. 23.01.47; опубл. 18.04.50. 9 с.
12. Baumann E.R., Cleasby J.L., LaFrenz R.L. A theory of diatomite filtration // Journal (American Water Works Association). 1962. V.54. №.9. pp.1109-1119.
13. Патент US 4187174, МПК B01J20/14; C12H1/044. Diatomaceous earth filteraid and method for its manufacture / R. B. Nielsen; C. J. Vogelsang; заявитель и патентообладатель Grefco Inc., Bala Cynwyd Pa. № 973566; заявл. 27.12.78; опубл. 05.02.80. 8 с.
14. Goren R., Baykara T., Marsoglu M. A study on the purification of diatomite in hydrochloric acid // Scandinavian journal of metallurgy. 2002. V.31. №2. pp.115-119.
15. Rangriwatananon K., Chaisena A., Thongkasam C. Thermal and acid treatment on natural raw diatomite influencing in synthesis of sodium zeolites // Journal of Porous Materials. 2008. V.15. №5. Pp. 499-505.
16. Mohamedbakt H., Burkitbaev M. Elaboration and characterization of natural diatomite in Aktyubinsk/Kazakhstan // The Open Mineralogy Journal. 2009. V.3. Pp.12-16.
17. Alyosef H. A., Ibrahim S., Welscher J., Inayat A., Eilert A., Denecke R., Schwieger W., Münster T., Kloess G., Einicke W.-D., Enke D.. Effect of

acid treatment on the chemical composition and the structure of Egyptian diatomite // International Journal of Mineral Processing. 2014. V.132. pp.17-25.

18. Патент RU 2611784, МПК В03В 7/00, В01J 20/14. Способ обогащения диатомита /

Д.В. Ларин, В.Б. Ларин; заявитель и патентообладатель: Д.В. Ларин, В.Б. Ларин. № 2015145730; заявл. 26.10.2015; опубл. 01.03.2017. Бюл. № 7. 6 с.

Информация об авторах

Убаськина Юлия Александровна, кандидат химических наук, научный сотрудник.

E-mail: juliabasjo@gmail.com

НИИЦ «Курчатовский институт» – ИРЕА.

Россия, 107076, г. Москва, Богородский вал, д. 3.

Фетюхина Екатерина Геннадьевна, ведущий специалист.

E-mail: nauka@diamix.ru

ООО Научно-технологический центр «Силикатные материалы и технологии» (ООО НТЦ «СМИТ»).

Россия, 432017, г. Ульяновск, ул. Кузнецова, д. 4 Б.

Адаев Тимофей Владимирович, научный сотрудник.

E-mail: ntc_inza@mail.ru

ООО Научно-технологический центр «Силикатные материалы и технологии» (ООО НТЦ «СМИТ»).

Россия, 433030, Ульяновская область, г. Инза, ул. Чернышевского, д. 4.

Поступила в январе 2018 г.

© Убаськина Ю.А., Фетюхина Е.Г., Адаев Т.В., 2018

J.A. Ubaskina, E.G. Fetyukhina, T.V. Adaev
INVESTIGATION OF THE OPPORTUNITY OF EXPANSION OF THE BASE
OF MINERAL RESOURCES FOR OBTAINING OF ADSORBENTS ON THE BASIS
OF OPAL-CRISTOBALITE ROCKS

The paper presents the results of the investigation of the opportunity of expansion of the base of mineral resources for obtaining of adsorbents on the basis of opal-cristobalite rocks. Samples of opal-cristobalite rocks of the Aristovskoye field of the Ulyanovsk region were investigated. It was found that the prepared samples of the diatomite of the Aristovskoye field of the 5–63 μm fraction are limited soluble in the alkali solution (12,00–25,70 %). The opoka of the same fraction of the Aristovskoye field is soluble more than the diatomite from the Aristovskoye field (41,70–43,00 %). It was found that the value of adsorption of methylene blue on opal-cristobalite rocks of the Aristovskoe field (30–45 %) is comparable to the value of methylene blue adsorption on samples of opal-cristobalite rocks of the Inzenskoye field of the Ulyanovsk region. It was shown that the value of methylene blue adsorption on the samples of rocks of Aristovskoe field depends on the content of silica, alumina and on the summary content of oxides of alkali and alkaline-earth metals in them, which is also characteristic for the samples of diatomite of the Inzenskoye field. It was found that the iron (III) oxide content in samples of rocks of Aristovskoe field is rather high (2,85 – 4,03 %), but can be reduced by using of different methods. Thus, previously revealed regularities of the change in the value of methylene blue adsorption from the chemical composition of opal-cristobalite rock, obtained for the diatomite of Inzenskoye field, are common for opal-cristobalite rocks of other deposits. This allows us to expand the base of mineral resources for obtaining of adsorbents on the basis of opal-cristobalite rocks.

Keywords: wastewater treatment, adsorption, diatomite, opoka, opal-cristobalite rocks, chemical composition.

Information about the authors

Julia A. Ubaskina, PhD, researcher.

E-mail: juliabasjo@gmail.com

NRC «Kurchatov Institute» – IREA.

Russia, 107076, Moscow, Bogorodsky shaft, 3.

Ekaterina G. Fetyukhina, leading specialist.

E-mail: nauka@diamix.ru

LLC Scientific and technological center "Silicate materials and technologies" (ООО НТЦ "СМИТ").

Russia, 432017, Ulyanovsk, st. Kuznetsova Str. 4 B.

Timofey V. Adaev, researcher.

E-mail: ntc_inza@mail.ru

LLC Scientific and technological center "Silicate materials and technologies" (OOO NTC "SMIT").

Russia, 433030, Ulyanovsk Region, Inza, st. Chernyshevskogo, 4.

Received in January 2018