

6. Бурашников, Ю. М. Безопасность жизнедеятельности. Охрана труда на предприятиях пищевых производств / Ю.М. Бурашников, А.С. Максимов. - М.: Гиорд, 2007. - 416 с.
7. Очистка сточных вод предприятий пищевой промышленности / В.И. Лоренц. – Киев:Будівельник, 1972. – 185 с.
8. Каткова, С. А. Физико-химические методы очистки сточных вод / Каткова С. А., Аланасенко О. А., Жамская Н. Н., Бянкина Л. С., Хальченко И. Г. // Научные труды Дальрыбвтуза. - 2009. – 5 с.
9. Тарасевич Ю.И. Природные сорбенты в процессах очистки воды. / Ю.И. Тарасевич. - Киев: Наукова думка, 1981. – 208 с.
10. Moreno-Castilla, C. Adsorption of organic molecules from aqueous solution on carbon materials / C. Moreno-Castilla // Carbon. – 2004. - N 42. – P. 83-94.
11. Фридрихсберг, Д.А. Курс коллоидной химии / Д.А. Фридрихсберг. – Л.: Химия, 1984. – 368 с.
12. Алексеева А.А. Применение листового опада в качестве основы сорбционного материала при ликвидации аварийных разливов нефти с поверхности воды: дис. ... канд. техн. наук: 03.02.08. – Казань, 2017.– 159 с.
13. Тамим, А. СІР-мойка на пищевых производствах / А. Тамим. - М.: Профессия, 2009. - 461 с.
14. Очистка сточных вод пищевой промышленности, [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.promstok.com/articles/ochistnye-sooruzheniya/ochistka_stochnykh_vod_pishchevoy_promyshlennosti/
15. Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии ИТС 8 – 2015 очистка сточных вод при производстве продукции (товаров), выполнении работ и оказании услуг на крупных предприятиях. - Москва, Бюро НДТ. - 2015 – 113 с.

УДК 541.183: 662

Свергузова С.В., д-р техн. наук, проф.,
Сапронова Ж.А., д-р техн. наук, проф.,
(БГТУ им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия)
Шайхиев И.Г., д-р техн. наук, доц.,
Валиев Р.Р., соиск.
(КНИТУ, г. Казань, Россия)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ И СОРБЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПО НЕФТЕПРОДУКТАМ ОТХОДОВ ОТ ПЕРЕРАБОТКИ ПОРФИРИТА МЕСТОРОЖДЕНИЯ «АБЗАКОВО»

Исследованы физико-химические свойства порфирита месторождения "Абзаково" (Республика Башкортостан). Для исследования взяты образцы отходов от обработки порфирита. Путем рентгенофазового анализа установлены оксидный и элементный составы. Установлено отсутствие в образцах токсичных и радиоактивных элементов. Определены значения

максимальной масло- и нефтеемкости по отношению к нефтям девонского и карбонового отложений, а также маслам – индустриальным марок И-20А, И-40А и моторному марки 5W-40.

Ключевые слова: порфирит, минеральный состав, сорбционный материал, очистка воды, сорбционная емкость, нефтепродукты.

Порфирит – магматическая горная порода с порфировой структурой. Основные минералы, входящие в состав порфирита – это плагиоклаз, роговая обманка, хлорит, биотит, пироксен [1]. Благодаря своим физико-механическим характеристикам, в частности твердости, порфирит нашел широкое применение. Он используется для возведения мостовых, мощения тротуарных дорожек, облицовки фасадов заборов и цоколей домов, причем его используют как в промышленном, так и в гражданском строительстве [2].

При изготовлении различных строительных материалов в производстве часто образуются различные производственные отходы в виде крошки, обломков и т.п. С целью определения возможных путей утилизации образующихся отходов и расширения сферы применения исследовались физико-химические свойства образцов порфирита месторождения «Абзаково» (Республика Башкортостан).

Гранулометрический состав порошковой пробы определялся методом лазерной гранулометрии на приборе марки «Microtrac S3500» (США). Принцип действия основан на регистрации под разными углами оптического излучения, рассеянного частицами в кювете анализатора. Рассеянное излучение регистрируется двумя ПЗС-матрицами.

Для определения удельной поверхности образцов использовали метод газовой полимолекулярной адсорбции азота в монослое пористого вещества при низких температурах. Для реализации данного метода применяли прибор марки «Sorbi-MS», который позволяет косвенно определить удельную поверхность сорбционного материала по заданному числу точек на изотерме адсорбции, построенной по линейному уравнению БЭТ.

В исследованиях использовался образец порфирита, измельченный до размеров частиц от 0,1 до 100 мкм в диаметре с удельной поверхностью 36346 см²/см³.

Согласно данным гранулометрических исследований в пробе порфирита содержится 0,79% частиц диаметром до 0,1 мкм; 4,52% частиц до 0,5 мкм в диаметре; 12,75% частиц диаметром до 1,03 мкм; 70,88% частиц диаметром до 10,51 мкм и 99,98% частиц диаметром до 106,9 мкм.

На рентгенограмме (рисунок 1) порфирита минеральная составляющая представлена анортитом (d , A_0 = 3,874; 3,679; 3,199;

1,822); диопсидом (*d*, *Ao* = 1,199; 2,949; 2,567; 2,154; 2,098; 2,012); каолинитом (*d*, *Ao* = 7,132; 2,513); олигоклазом (*d*, *Ao* = 4,043; 3,556; 3,199; 2,949; 1,889; 1,822; 1,627); кварцем (*d*, *Ao* = 4,270; 3,352; 2,949; 2,241; 1,822; 1,544); α-кристобалитом (*d*, *Ao* = 2,567); β-кристобалитом (*d*, *Ao* = 4,751); пиррофиллитом (*d*, *Ao* = 4,751). Химические формулы этих минералов указаны в таблице 1.

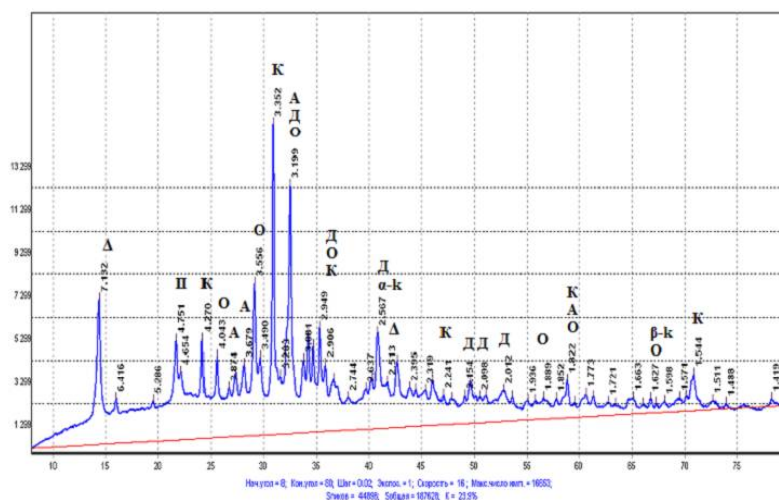


Рис. 1 - Рентгенограмма порфирита. Условные обозначения: А – анортит; Д – диопсид; Δ – каолинит; О – олигоклаз; К – кварц; α-к – альфа-кристобалит; β-к – бета-кристобалит; П – пиррофиллит

Таблица 1 - Формулы минералов, входящих в состав порфирита

Название минерала	Формула
Анортит	$\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$
Диопсид	$\text{CaO} \cdot \text{MgO} \cdot 2\text{SiO}_2$
Каолинит	$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
Олигоклаз (плаггиоклаз)	$\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$ (Ab*) $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ (An**)
Кварц	SiO_2
Альфа-кристобалит	SiO_2 (высокотемпературная модификация)
Бета-кристобалит	SiO_2 (низкотемпературная модификация)
Иллит	$\text{K}_4\text{Al}_2[\text{AlSi}_4\text{O}_{10}] \cdot (\text{OH})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$
Пиррофиллит	$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$
Роговая обманка	$\text{Ca, Na} (\text{Mg, Fe})_4 (\text{Al, Fe}) [\text{Si, Al}_9\text{O}_{11}] \cdot (\text{OH})_3$
* - Ab – альбит, ** - An - анортит	

Оксидный состав исследуемой пробы определялся с помощью прибора марки «ARL Intellipower Workstation», который позволяет проводить флуоресцентный анализ элементов с использованием рентгеновской трубки с Rh-анодом [3, 4]. Оксидный состав образца порфирита приведен в таблице 2.

Таблица 2 - Оксидный состав порфирита

Оксиды	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	CaO	Fe ₂ O ₃	Na ₂ O	TiO ₂	K ₂ O
Содержание	45,54	17,69	11,89	10,41	8,93	2,52	0,524	0,340
Оксиды	RuO ₄	MnO	Rh ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	P ₂ O ₅	PdO	SO ₃	V ₂ O ₅
Содержание	0,251	0,179	0,104	0,0993	0,0923	0,0624	0,0624	0,0446
Оксиды	Ag ₂ O	MoO ₃	CuO	PtO ₂	SrO	ZnO	NiO	Co ₃ O ₄
Содержание	0,0205	0,0131	0,0129	0,0097	0,0087	0,0076	0,0076	0,0073
Оксиды	ThO ₂	ZrO ₂	PbO	Nb ₂ O ₅	Sc ₂ O ₃	Ga ₂ O ₃	Y ₂ O ₃	Au
Содержание	0,0057	0,0043	0,0034	0,0026	0,0024	0,0018	0,0017	0,0014

Из результатов исследований видно, что порфирит не содержит токсических и радиоактивных элементов, его химический состав позволяет предположить наличие на его поверхности активных центров, способных участвовать во взаимодействиях с различными химическими поллютантами водных сред, а высокая дисперсность и физическая стойкость делают возможным его использование в процессах водоочистки.

Адсорбционные методы очистки воды являются наиболее простыми, доступными и эффективными. И использование для этой цели природных минеральных соединений позволяет создавать более эффективные и дешевые сорбенты. Такие минеральные соединения как диатомит [5], монтмориллонит [6], бентонитовая глина [7], сепиолит [8] и другие позволяют эффективно извлекать нефть и продукты её переработки из водных сред.

В дальнейшем исследовалась возможность использования порошка порфирита в качестве сорбционного материала для удаления нефтепродуктов (НП) и нефти из поверхностных водоисточников и сточных вод.

Первоначально определялась максимальная нефте- и маслосемкость образцов порошка порфирита. В качестве сорбата исследовались нефти карбонового и девонских отложений, добытых в НГДУ «Джалильнефть» (Республика Татарстан) и масла марок И-20А, И-40А и 5W-40.

Определено, что значения нефтеемкости СМ соотносятся со значениями вязкости испытуемых проб нефти и масел. При увеличении

вязкости сорбата, увеличиваются показатели нефтеемкости. Определение максимальной сорбционной способности СМ в динамических условиях проводили с также с вышеуказанными сорбатами. Результаты представлены в таблице 5.

Полученные значения максимальной масло- и нефтеемкости, определенные в статических и динамических условиях, приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Максимальные значения нефте- и маслосорбции и водопоглощения образца габбро-диабазы месторождения «Абзаково»

Образец НП	Плотность, кг/м ³	Нефтеемкость, г/г			Водопоглощение, г/г
		Динамическая вязкость, Мпа*с	Статические условия	Динамические условия	
Девонская нефть	872	18	0,34	0,24	0,38
Карбоновая нефть	902	30	0,35	0,26	
Масло И-20А	872	44	0,37	0,31	
Масло 5W-40	846	105	0,45	0,37	
Масло И-40А	877	119	0,48	0,42	

Проведенными экспериментами также определено, что максимальное водопоглощение наступает через 15 минут контактирования образца порфирита с водой и составляет 0,38 г/г.

Проведенные исследования показали возможность использования отходов обработки порфирита для очистки водных сред от нефтепродуктов.

Библиографический список

1. Порфирит [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.geolib.net/petrography/porfirit.html>.
2. Порфирит [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki>.
3. Дулов Е.Н. Рентгеноспектральный флуоресцентный анализ / Е.Н. Дулов, Н.Г. Ивойлов. - Казань: Изд-во КГУ, 2008. - 51 с.
4. Филиппова Н.А. Фазовый анализ руд и продуктов их переработки. / Н.А. Филиппова. - М.: Химия, 1975. - 280 с.
5. Шайхиев И.Г. Исследование диатомита для очистки маслосодержащих вод / И.Г. Шайхиев, Ю.А. Суянгулова // Вестник Казанского технологического университета. - 2013. - Т. 16. № 14. - С. 90-92.
6. Ugochukwu U.C. Biodegradation and adsorption of crude oil hydrocarbons supported on "homoionic" montmorillonite clay minerals / U.C. Ugochukwu, M.D. Jones, I.M. Head, D.A.C. Manning, C.I. Fialips // Applied Clay Science. 2014. Vol. 87. P. 81-86.

7. Salem S. Application of Iranian nano-porous Ca-bentonite for recovery of waste lubricant oil by distillation and adsorption techniques / S. Salem, A. Salem. A.A. Babae // Journal of Industrial and Engineering Chemistry. 2015. Vol. 23. P. 154-162.
8. Li Y. Effective removal of emulsified oil from oily wastewater using surfactant-modified sepiolite / Y. Li, M. Wang, D. Sun, Y. Li, T. Wu // Applied Clay Science. 2018. Vol. 157. P. 227-236.

УДК 544.723

Свергузова С.В., д.-р. техн. наук, проф.
Сапронова Ж.А., д.-р. техн. наук, доц.
Беловодский Е.А. асп.,
Ивлева Е.С., маг.
(БГТУ им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия)

ВОЗМОЖНОСТИ АДСОРБЦИОННОГО ИЗВЛЕЧЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

Природные материалы, которые доступны в больших количествах или некоторые отходы промышленности и сельскохозяйственного производства, могут потенциально использоваться в качестве недорогих адсорбентов. Показано, что на основе различных отходов можно получить сорбенты, эффективные в отношении ионов тяжелых металлов.

Ключевые слова: сорбент, очистка сточных вод, утилизация отходов.

В последние годы значительное внимание уделялось изучению удаления ионов тяжелых металлов из растворов путем адсорбции с использованием сельскохозяйственных материалов. Природные материалы, которые доступны в больших количествах или некоторые отходы сельскохозяйственного производства, могут потенциально использоваться в качестве недорогих адсорбентов, и они представляют собой неиспользованные ресурсы, которые широко доступны и являются экологически чистыми [1].

Неоспоримыми достоинствами [2] сорбционного метода являются селективность, высокая эффективность. При этом с помощью сорбционной очистки можно извлекать из воды такие загрязняющие вещества, которые не извлекаются другими методами.

Адсорбция ионов никеля глиной была предметом нескольких недавних исследований. Было обнаружено, что адсорбция никеля из водного раствора зависит от времени контакта, количества адсорбента, pH раствора и концентрации никеля [3].

В практике очистки сточных вод от растворенных органических соединений широко применяется сорбция активированным углем (АУ). Степень извлечения загрязнений при использовании этого метода