

Рис. 1. Сорбционные параметры представленных природных цеолитов в процессе очистки водных растворов от ионов Fe(II)

Результаты исследования эффективности сорбции ионов Fe(II) на разных материалах представлены на рисунке 1.

Лучшие свойства по удалению ионов Fe(II) из раствора показывает цеолит Хотынецкого месторождения. Материалы с малым фракци-

онным составом имеют более высокие сорбционные свойства. Из приведённых в публикации данных, можно предположить, что на степень извлечения ионов Fe(II), из раствора, влияет величина удельной поверхности образца и в меньшей степени заряд поверхности.

Список литературы

1. Мартемьянов Д. В., Галанов А. И., Юрмазова Т. А. // *Фундаментальные исследования*, 2013. – № 8 (часть 3). – С. 666–670.

НОВЫЕ ИОНООБМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ УДАЛЕНИЯ ИЗ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ СОЛЕЙ ЖЁСТКОСТИ

А. В. Славинская, Д. В. Мартемьянов, С. О. Казанцев
 Научный руководитель – к.х.н., доцент ОЯТЦ С. П. Журавков

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет
 Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, slavinskaya@tpu.ru*

Одной из серьёзнейших проблем в современной водоочистке, является содержание в используемых водных средах солей жёсткости. Жёсткостью воды называют нахождение в ней солей кальция (Ca^{2+}) и магния (Mg^{2+}). Гораздо в меньшей степени на жёсткость водных сред влияют такие загрязнители, как марганец (Mn^{2+}),

стронций (Sr^{2+}), железо (Fe^{2+}), а также хлориды, сульфаты, нитраты, гидрокарбонаты, силикаты.

Содержание солей жёсткости в природной воде зависит от многих факторов и может сильно отличаться в зависимости от региона. Данный вид загрязнений сильно влияет на работу оборудования, если использовать не очищенную

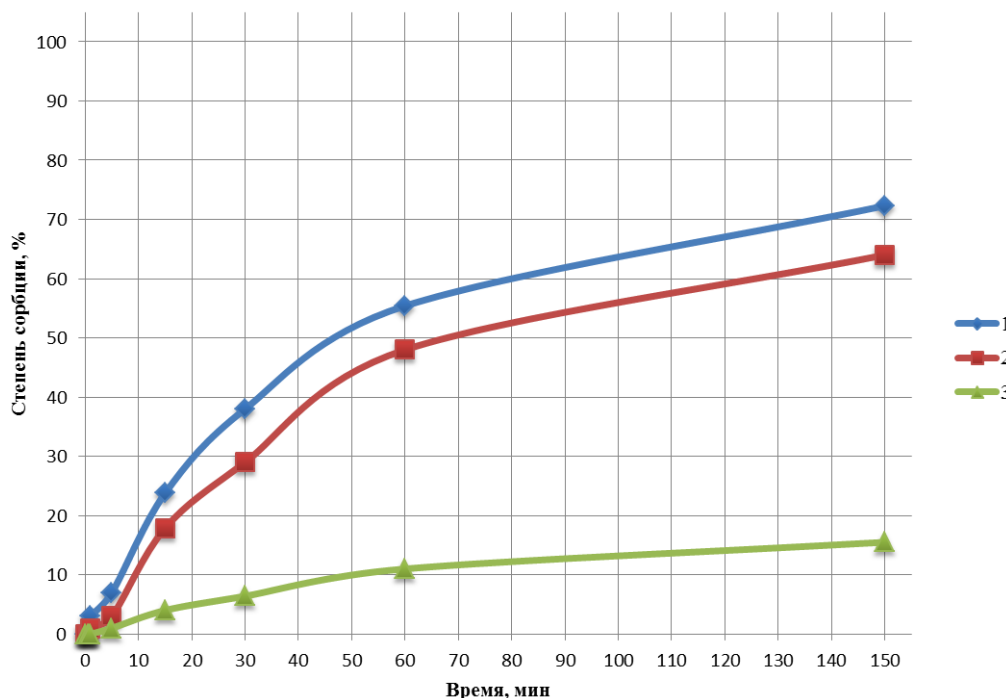


Рис. 1. Изучение ионообменных свойств исследуемых материалов, при извлечении ими из воды солей жёсткости

воду в технологических целях. Кроме того, при потреблении такой воды в питьевых целях, происходит постепенное накопление солей жёсткости в организме человека, что может пагубным образом отразиться на его здоровье. В силу вышесказанных факторов, является важной задачей эффективное удаление солей жёсткости из используемой воды. Имеются разные способы их удаления из водных сред, такие как: кипячение, нейтрализация, замораживание, ионный обмен, сорбция [1].

В данной работе рассматриваются новые ионообменные материалы, на основе вспученного вермикулита (1,5–2,5 мм), модифицированного водным раствором NaCl. Исследование велось по 3 образцам полученных ионообменных материалов, на основе вспученного вермикулита, с соотношением носителя и активного компонента (по массе): 1 – 1 г вермикулит/1 г NaCl; 2 – 1 г вермикулит/0,5 г NaCl; 3 – 1 г вермикулит/0,1 г NaCl. Удельный объём пор материалов приведён в таблице 1. В качестве загрязнённой водной среды, содержащей соли жёсткости, использовали водопроводную воду (Советский район, город Томск, Россия). Ионообменный процесс происходил в статическом режиме, с применением магнитной мешалки. Пропорции исследуемого материала и водной среды составляли: 0,4 г/40 см³. Анализ содержания солей жёстко-

Таблица 1. Исследование удельной поверхности и удельного объёма пор у образцов модифицированного вспученного вермикулита

Образец	Удельная поверхность, м ² /г	Удельный объём пор, см ³ /г
Шивыртуйский	9,43	0,004
1	6,2	0,003
2	7,33	0,003
3	8,61	0,004

сти в водных средах проводили с применением титриметрического метода.

Из представленной информации видно, что исходный носитель обладает более значительными определяемыми характеристиками. С ростом в образце модифицирующего агента, наблюдается снижение удельной поверхности и удельного объёма пор.

Результаты экспериментов сорбции ионов на исследуемых материалах представлены на рисунке 1.

Из графика видна следующая картина: наиболее хорошие ионообменные свойства у образца 1, где больше всего активного компонента. По мере снижения содержания активного компонента в изучаемом образце, уменьшаются его свойства, по удалению из воды солей жёсткости.

Список литературы

1. Фрог Б. Н., Левченко А. П. // *Водоподготовка*. – М.: МГУ, 1996. – 680 с.

РАЗРАБОТКА СПОСОБА ОБЕСКРЕМНИВАНИЯ АКТИВИРОВАННОГО ЦИРКОНОВОГО КОНЦЕНТРАТА РАСТВОРОМ ГИДРОДИФТОРИДА АММОНИЯ

Е. Д. Содномова, А. С. Кантаев

Научный руководитель – к.т.н., доцент ОЯТЦ ТПУ А. С. Кантаев

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, eds11@tpu.ru*

Россия ежегодно потребляет около 10 тыс. тонн циркониевого сырья, большая часть которого представлена импортным цирконовым концентратом и в меньшей степени отечественным бадделеитовым концентратом. Не смотря на малое использование отечественного сырья Россия является одним из мировых лидеров по выпуску циркониевого проката, обеспечивая около пятой части рынка. Полученный на месторождениях Мурманской области бадделеитовый концентрат является уникальным сырьем с содержанием 98,64 % ZrO_2 и по экономическим соображениям практически целиком направляется на экспорт [1].

Получение бадделеитового концентрата является важным вопросом в циркониевой технологии. В декабре 2021 года запустился Туганский горно-обогатительный комбинат «Ильменит» для добычи циркон-рутил-ильменитовой россыпи. В связи с чем вырос интерес получения бадделеита из цирконового концентрата. Был разработан способ обескремнивания активированного цирконового концентрата раствором гидрофторида аммония.

В качестве исходного сырья был взят плазмоактивированный циркон, обработанный в высокочастотном индукционном плазматроне мощностью 1000 кВт·А и частотой 440 кГц [2]. Состав активированного цирконового концентрата представлен в таблице 1.

Таблица 1. Состав активированного цирконового концентрата

Соединение	ZrO_2	SiO_2	Al_2O_3	HfO_2	П.п.
Содержание, %	73,80	19,67	4,82	1,25	0,41

Таблица 2. Состав бадделеитового концентрата

Соединение	ZrO_2	SiO_2	Al_2O_3	HfO_2	П.п.
Содержание, %	89,53	1,78	4,74	1,48	2,47

Циркон обескремнивали 30 %-м раствором гидрофторида аммония при 80–90 °С с соотношением Т:Ж = 1:5 в течении часа. Степень обескремнивания достигала 95 %. Также в раствор переходило около 20 % циркония. Алюминий в виде фтораммонийного комплекса оставался в твердой фазе. После выщелачивание проводили горячую фильтрацию и полученный фильтрат отстаивали при комнатной температуре. Кек фильтрации подвергали пирогидролу при 700 °С в течении 4 часов в муфельной печи с программным управлением МИМП-П. Состав бадделеитового концентрата представлен в таблице 2.

После отстаивания из фильтрата выпали кристаллы, которые в дальнейшем тоже отфильтровали. Солевая часть осветленного раствора составила около 22 %. Состав маточного раствора и высушенных кристаллов представлены в таблицах 3, 4.

Концентрацию элементов определяли на электродисперсионном рентгенофлуоресцентном спектрометре ARL QUANT'X. Для уточнения состава также провели термогравиметрический анализ образцов с помощью термоанализатора Simultaneous DSC-TGA Q Series TM, или SDT Q600. Также определяли содержание фторид-ионов в осветленном маточном растворе с помощью рН-метра Анион 4100,