

УДК 628.161.2

Е.Н. КАЛЮКОВА

кандидат химических наук, доцент кафедры безопасности жизнедеятельности и промышленной экологии
Ульяновский государственный технический университет

Е.В. КИСЛОВА

магистрант энергетического факультета
Ульяновский государственный технический университет

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА СОРБЦИИ КАТИОНОВ МАРГАНЦА (II) НА ДОЛОМИТЕ И ШУНГИТЕ

STUDY OF SORPTION PROCESS OF CATIONS OF MANGANESE (II) THE DOLOMITE AND SHUNGITE

Исследованы сорбционные свойства природных сорбентов (доломита и шунгита) по отношению к катионам марганца. Определена степень извлечения катионов металлов из модельных растворов с использованием исходных и модифицированных природных сорбентов. Из двух исследованных сорбентов более высокая степень извлечения катионов марганца из растворов была получена на природном сорбенте – доломит.

Ключевые слова: адсорбция, природные сорбенты, изотермы сорбции, количественные характеристики процесса адсорбции.

С каждым годом все большее количество поверхностных источников водоснабжения утрачивают свои свойства из-за интенсивного загрязнения. Количество чрезвычайно опасных веществ в поверхностной волжской воде достигает четырёхсот. Это создаёт серьёзную опасность для здоровья людей, увеличивает негативное воздействие на организм человека канцерогенных и мутагенных факторов.

Настоятельные требования о переводе крупных городов на водоснабжение из подземных источников изложены в Концепции Федеральной целевой программы «Обеспечение населения России питьевой водой», утверждённой Правительством РФ [1]. Подземные воды уже являются неотъемлемой частью водоснабжения Левобережной части города Ульяновска. Благодаря своеобразному геологическому строению область весьма богата подземными водными ресурсами.

Подземные воды сильно различаются как по общему содержанию растворённых солей железа и марганца, так и по другим показателям. Это различие может существенно отражаться на свойствах воды, важных для той или другой области ее при-

The sorption properties of natural sorbents (dolomite and shungite) in relation to the cations of manganese. The degree of extraction of metal cations of model solutions of the original and modified natural sorbents. Of the two studied sorbents more high degree of extraction of manganese ions removal from solutions is obtained for the natural sorbent – dolomite.

Key words: adsorption, natural sorbents, sorption isotherms, the quantitative characteristics of the adsorption process.

менения: промышленности, бытовых нужд, науки и техники. Железо и марганец придают воде неприятную красно-коричневую окраску и ухудшают ее вкус, вызывают развитие железобактерий, отложение осадка в трубопроводах и их засорение.

Среди методов, успешно применяющихся для очистки природных и производственных сточных вод от ионов металлов, используется сорбционная очистка воды, которая является одним из наиболее эффективных методов, позволяющих удалить загрязнения практически до любой остаточной концентрации и отсутствия вторичных загрязнений. В настоящее время сорбционные методы очистки широко применяются как в технологиях водоподготовки, так и для очистки сточных вод.

Широкое и неуклонное увеличение масштабов применения природных адсорбентов обусловлено тем, что, обладая развитой удельной поверхностью и хорошими, часто специфическими сорбирующими свойствами, они в десятки раз дешевле искусственных адсорбентов. В связи с этим упрощается их технологическое применение: часто исключается стадия регенерации.

В работе был проведен ряд экспериментов для определения эффективности очистки сточных вод от катионов марганца сорбционным методом и количественных характеристик процесса сорбции на природных сорбентах: доломит и шунгит.

Исследования по сорбционной очистке воды от ионов марганца были проведены с использованием модельных растворов с довольно высоким содержанием катионов марганца, значительно превышающих значения ПДК.

Сорбционные свойства сорбента определяли динамическим методом, используя нативные и комбинированные сорбенты, содержащие 5 %-ю добавку другого термически модифицированного природного сорбента. Концентрацию катионов определяли до и после процесса сорбции фотометрическим методом на фотоколориметре КФК-2 по стандартным методикам [2].

Основные сведения о сорбционных свойствах материала и характере сорбции на нем определенных веществ могут быть получены из изотерм сорбции, характеризующих зависимость сорбционной способности от концентрации сорбируемого компонента при постоянной температуре.

Количественно адсорбция Γ определяется избытком вещества на границе фаз по сравнению с равновесным количеством данного вещества [3]. Сравнивая значения исходной концентрации исследуемых ионов с остаточной концентрацией этих ионов в растворе, после контакта раствора с сорбентом, можно сделать вывод об адсорбционной способности данного иона на исследуемом сорбенте и свойствах самого сорбента. По результатам проведенного исследования была рассчитана величина адсорбции Γ катионов Mn^{2+} из растворов на исследуемых природных сорбентах и построены изотермы адсорбции (рис. 1).

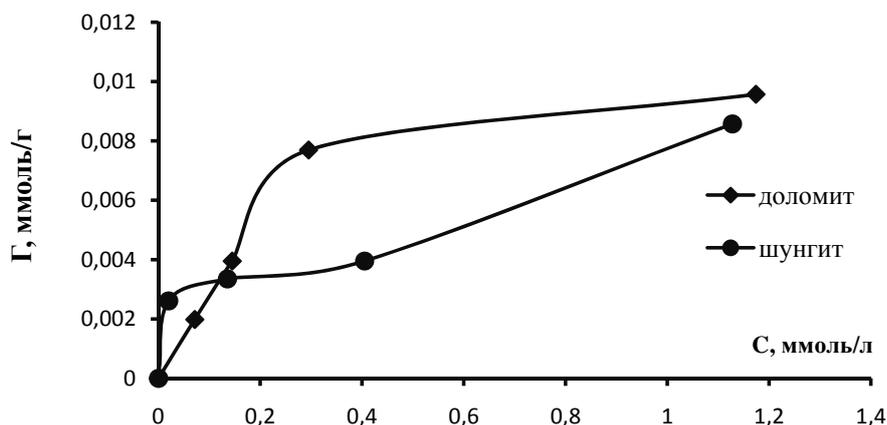


Рис. 1. Изотермы сорбции катионов марганца (II) на нативных сорбентах

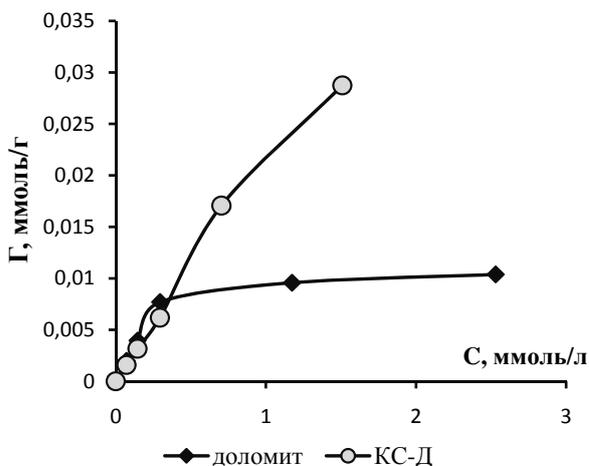


Рис. 2. Изотермы сорбции катионов Mn^{2+} на доломите и комбинированном сорбенте

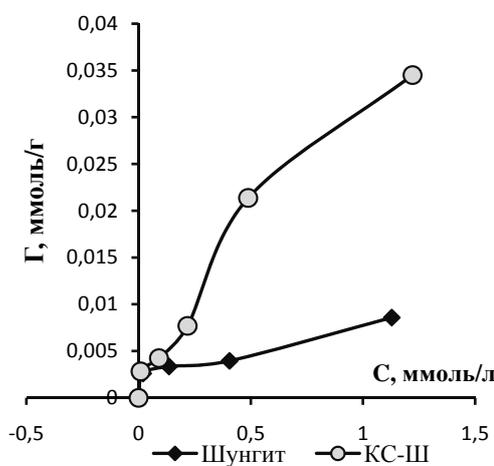


Рис. 3. Изотермы сорбции катионов Mn^{2+} на шунгите и комбинированном сорбенте КС-Ш

Таблица 1

Сравнение количественных характеристик процесса сорбции катионов марганца (II) на доломите и шунгите

Mn ²⁺	Степень адсорбции, %	Уравнение Фрейндлиха	Г, ммоль/л (C _{равн} = 1 ммоль/л)	Г _{max.}	
				ммоль/г	мг/г
Доломит	53-14	Г=0,0085·C ^{0,43}	0,0085	0,16	8,8
Комбинированный сорбент КС-Д	52-50	Г=0,021·C ^{0,97}	0,021	0,39	21,3
Шунгит	86-28	Г=0,0064·C ^{0,26}	0,0064	0,0049	0,27
Комбинированный сорбент КС-Ш	94-64	Г=0,0245·C ^{0,53}	0,0245	0,0104	0,57

Большей адсорбционной способностью по отношению к катионам Mn²⁺ обладает нативный доломит, по сравнению с шунгитом.

Для одних и тех же исходных концентраций исследуемых растворов величина адсорбции при использовании комбинированного сорбента выше по сравнению с величиной адсорбции на нативных сорбентах (рис. 2, 3). Более высокая степень извлечения катионов Mn²⁺ получена при использовании комбинированного сорбента и с доломитом, и с шунгитом.

Сравнение сорбционной способности двух исследованных природных сорбентов (доломит и шунгит) говорит о том, что комбинированные сорбенты обладают более высокой адсорбционной способностью по отношению к катионам Mn²⁺ по сравнению с нативными сорбентами.

На практике для анализа и расчетов часто используют эмпирическое уравнение Фрейндлиха. Из зависимости $\lg G - \lg C_{\text{равн}}$ были графически определены константы уравнения Фрейндлиха. Для определения максимальной адсорбции построили графики в координатах $1/G - 1/C$ и определили значение максимальной адсорбции, которая соответствует полному насыщению поверхностного слоя.

Сравнение количественных характеристик процесса сорбции катионов марганца (II) в зависимости от вида сорбента приведено в табл. 1.

По результатам исследования можно сделать **вывод**, что максимальная адсорбция на доломите в 32 раза больше, чем на шунгите, а на комбинированном сорбенте с доломитом Г_{max.} – выше в 37 раз по сравнению с комбинированным сорбентом, содержащим шунгит. При пропускании 1,5 л раствора было извлечено на доломите 0,38 ммоль катионов марганца, на сорбенте КС-Д – 0,77 ммоль, в два раза больше, чем на нативном доломите. На нативном шунгите извлечено 0,21 ммоль, а на сорбенте КС-Ш – 0,9 ммоль, т. е. в 4,3 раза больше. Таким образом,

комбинированные сорбенты обладают повышенной адсорбционной способностью.

Таким образом, проведя ряд исследований, можно с уверенностью сказать, что комбинированный сорбент с опокой обладает лучшими адсорбционными свойствами в широком диапазоне концентраций модельных растворов и при различном пропускаемом объеме.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Постановление Правительства РФ от 06.03.98 №292 “О концепции федеральной целевой программы “Обеспечение населения России питьевой водой” и осуществление первоочередных мероприятий по улучшению водоснабжения населения”.
2. ПНД Ф 14.1;2.61-96. Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений массовой концентрации марганца в природных и сточных водах.
3. Воюцкий, С.С. Курс коллоидной химии [Текст] / С. С. Воюцкий. - М.: Химия, 1975. – 512 с.

© Калюкова Е.Н., Кислова Е.В., 2013