

УДК 628.161.2

**Е.Н. КАЛЮКОВА**кандидат химических наук, доцент кафедры безопасности жизнедеятельности и промышленной экологии  
Ульяновский государственный технический университет**А.В. ПАВЛОВА**магистрант энергетического факультета  
Ульяновский государственный технический университет**СОРБЦИОННАЯ СПОСОБНОСТЬ ПРИРОДНЫХ ФИЛЬТРУЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ ПО ОТНОШЕНИЮ К КАТИОНАМ МЕДИ***SORPTION CAPACITY OF NATURAL FILTER EXISTING MATERIALS ON COPPER CATIONS*

*Исследованы сорбционные свойства природных сорбентов (доломита и шунгита) по отношению к катионам меди. Определена степень извлечения катионов металла из модельных растворов с использованием исходных и модифицированных природных сорбентов. Из исследованных природных фильтрующих материалов более высокая степень извлечения катионов меди из растворов была получена на природном сорбенте – доломит Жигулевского месторождения.*

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

Наиболее значимую долю загрязнения водоемов составляют промышленные сточные воды, половина объема которых (по данным отечественных природоохранных служб) сбрасывается в водоемы без очистки, а большая часть второй половины – в недостаточно очищенном виде. Все производственные сточные воды требуют обязательной очистки при их отведении в открытые водоемы, так как в них содержатся загрязняющие вещества в концентрациях, значительно превышающих допустимые. Требования к качеству очищенных сточных вод, сбрасываемых в водоемы общественного пользования, постоянно повышаются, что вызывает необходимость разработки эффективных методов очистки и доочистки сточных вод.

В Водном Кодексе РФ подчеркивается необходимость соблюдения требований к качеству очищенных сточных вод, сбрасываемых в открытые водоемы водных объектов, например, ст. 35 Водного Кодекса РФ (№ 74-ФЗ) гласит: “Количество веществ и микроорганизмов, содержащихся в сбросах сточных вод и/или дренажных вод в водные объекты, не должно

*Investigated the sorption properties of natural sorption materials (dolomite and shungit) towards cations copper. Defined by the degree of extraction of metal cations of model solutions with the use of original and modified natural sorbents. Studied natural filter materials higher degree stump extraction of copper cations from solution was obtained by natural sorbent-dolomite.*

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

превышать установленные нормативы допустимого воздействия на водные объекты” [1].

При исследовании динамики загрязнения р. Свияга ионами тяжелых металлов установлено, что в воде р. Свияга наблюдается сезонное увеличение содержания ионов железа и меди. В донных отложениях также отмечено сезонное накопление ионов хрома. Превышение ПДК в воде наблюдается в основном в весенне-летний период по всем анализируемым тяжелым металлам: цинк - 45 ПДК; железо - 55 ПДК; медь - 1,6 ПДК; никель - 5 ПДК; хром - 20 ПДК [2].

Серьезной и актуальной проблемой промышленных предприятий является очистка сточных вод главным образом от соединений тяжелых металлов до требуемых норм. Поэтому любое рациональное и экологически приемлемое решение по очистке сточных вод гальванического производства будет иметь двойной эффект: экономический и экологический.

Для очистки сточных вод от ИТМ применяется реагентный, электрохимический, ионообменный, сорбционный методы и термическое обезвреживание. Однако ни один из указанных методов само-

стоятельно не обеспечивает в полной мере выполнение современных требований. Сорбционная очистка имеет ряд существенных преимуществ перед другими физико-химическими методами. Эффективность сорбции обусловлена отсутствием вторичных загрязнений, простотой реализации и обслуживания, возможностью автоматизации процесса.

Нами был проведен ряд исследований сорбционной способности ряда природных фильтрующих материалов по отношению к катионам меди статическим методом. Сорбент массой 1 г помещали в колбу и заливали 50 мл раствора с определенной концентрацией исследуемых катионов. Смесь выдерживали в контакте с сорбентом в течение 1 суток. Концентрацию катионов  $\text{Cu}^{2+}$  определяли в исходном растворе и в фильтрате. По полученным экспериментальным данным была рассчитана адсорбция ( $\Gamma$ ) ионов  $\text{Cu}^{2+}$  на исследуемом сорбенте из растворов сульфата меди с разной исходной концентрацией и

построена изотерма адсорбции, которая приведена на рис. 1. Сравнивая значения исходной концентрации катионов меди 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.

Из графика на рис. 1 видно, что большей адсорбционной способностью по отношению к катионам меди обладает доломит Жигулевского месторождения по сравнению с остальными природными сорбентами. Изотермы адсорбции катионов меди на доломите разных месторождений отличаются друг от друга. При использовании доломита Жигулевского месторождения получена более высокая величина адсорбции по сравнению с уральским доломитом и более высокая степень очистки.

При использовании доломита (Жигули) была получена и более высокая степень очистки раствора

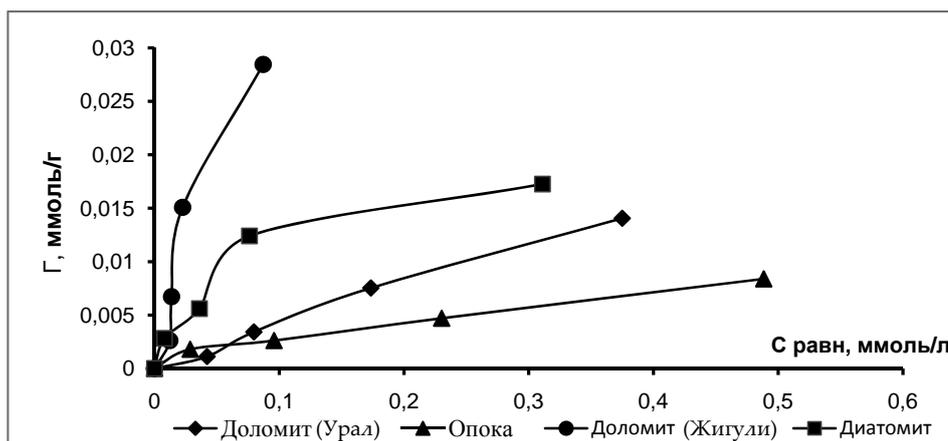


Рис. 1. Изотерма сорбции катионов  $\text{Cu}^{2+}$  на природных сорбентах в зависимости от равновесной концентрации раствора

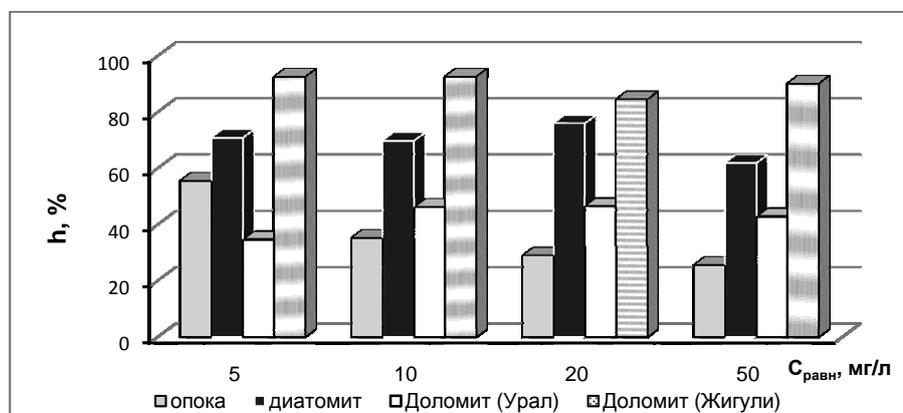


Рис. 2. Изменение степени извлечения меди в результате сорбции на различных природных фильтрующих материалах

Таблица 1

Сравнение количественных характеристик процесса сорбции катионов  $\text{Cu}^{2+}$  в зависимости от вида сорбента

Сорбент	Степень адсорбции, %	Уравнение Фрейндлиха	$\Gamma$ , ммоль/г ( $C_{\text{равн}} = 1$ ммоль/л)	$\Gamma$ , ммоль/г ( $C_{\text{равн}} = 0,1$ ммоль/л)	$\Gamma_{\text{max}}$ ммоль/г
Опока	55-25	$\Gamma = 0,011 \cdot C^{0,54}$	0,011	$3,20 \cdot 10^{-3}$	0,0061
Диатомит	87-53	$\Gamma = 0,035 \cdot C^{0,52}$	0,035	$1,06 \cdot 10^{-2}$	0,015
Доломит (Урал)	35-46	$\Gamma = 0,049 \cdot C^{1,13}$	0,049	$3,63 \cdot 10^{-3}$	0,009
Доломит (Жигули)	85-93	$\Gamma = 0,186 \cdot C^{0,76}$	0,186	$3,2 \cdot 10^{-2}$	0,044

от катионов  $\text{Cu}^{2+}$  (рис. 2), которая практически не зависит от исходной концентрации раствора. Степень очистки растворов определяли по формуле

$$\alpha = \frac{(C_{\text{исх.}} - C_{\text{равн.}})}{C_{\text{исх.}}} \cdot 100 (\%),$$

где  $C_{\text{исх.}}$  – исходная концентрация катионов меди (II) в растворе, мг/л;  $C_{\text{равн.}}$  – равновесная концентрация катионов меди (II) в растворах после процесса сорбции, мг/л.

На практике для анализа и расчетов характеристик процесса адсорбции часто используют эмпирическое уравнение Фрейндлиха [5]:

$$\Gamma = \beta \cdot C^{1/n},$$

где  $\beta$  и  $1/n$  – константы;  $C$  – равновесная концентрация.

Константы уравнения Фрейндлиха были определены графически из изотерм сорбции в координатах  $\lg \Gamma - \lg C_{\text{равн.}}$ . Для определения максимальной адсорбции построили графики в координатах  $1/\Gamma - 1/C$  и определили значение максимальной адсорбции, которая соответствует полному насыщению поверхностного слоя. Количественные характеристики процессов адсорбции катионов меди на исследованных фильтрующих материалах представлены в табл. 1.

Можно сделать вывод, что по величине адсорбционной способности и по отношению к катионам  $\text{Cu}^{2+}$  исследованные природные сорбенты располагаются в ряд:

*доломит (Жигули) > диатомит > доломит (Урал) > опока.*

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Водный кодекс Российской Федерации: офиц. текст: по состоянию на 27 июля 2011 г. – М., 2011. – 40 с.
2. Ваганова, Е.С. Экологическое состояние водных объектов Ульяновской области [Текст] / Е.С. Ваганова [и др.] // Современные наукоемкие технологии. – 2010. – № 7. – С. 78-79.
3. Воюцкий, С.С. Курс коллоидной химии [Текст] / С.С. Воюцкий. – М.: Химия, 1975. – 512 с.

© Калюкова Е.Н., Павлова А. В., 2013