

УДК 630\*867.5

## ИЗУЧЕНИЕ СОРБЦИОННЫХ СВОЙСТВ ДРЕВЕСНОГО ОКИСЛЕННОГО УГЛЯ В СТАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

© Ю.Л. Юрьев, канд. техн. наук, проф.

Н.А. Дроздова, асп.

Уральский государственный лесотехнический университет, Сибирский тракт, 37,  
г. Екатеринбург, Россия, 620100  
E-mail: bluestones@mail.ru

В связи с ухудшением качества природных вод обострилась проблема качества потребляемой населением воды. Среди методов очистки воды наиболее перспективными являются методы, основанные на сорбции.

Древесный окисленный уголь с развитой поверхностью и наличием кислородсодержащих функциональных групп перспективен при доочистке воды для пищевых отраслей промышленности.

Авторами проведено исследование сорбционных свойств древесного окисленного угля в статических условиях по отношению к катионам  $Fe^{3+}$ ,  $Mn^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$  в целях выявления зависимости концентраций этих катионов в растворе после контакта с углем от продолжительности процесса.

В результате проведенных исследований установлено, что сорбция рассматриваемых катионов относится к реакциям первого порядка. Определенные константы скорости сорбции катионов позволили расположить их в следующий ряд:  $Fe^{3+} > Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+} > Zn^{2+} > Mn^{2+}$ .

*Ключевые слова:* окисленный уголь, сорбция катионов металлов.

Древесный окисленный уголь (ДОУ) с развитой поверхностью и наличием кислородсодержащих функциональных групп имеет хорошую перспективу при доочистке воды для пищевой промышленности [1, 2].

Нами исследованы сорбционные свойства ДОУ в статических условиях по отношению к катионам  $Fe^{3+}$ ,  $Mn^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$  с целью установить, как влияет продолжительность процесса на концентрацию этих катионов в растворе после контакта с ДОУ.

Концентрацию катионов  $Fe^{3+}$ ,  $Zn^{2+}$ ,  $Mn^{2+}$  в исходном растворе, а также в растворах после контакта с ДОУ, определяли эмиссионным спектральным анализом с индуктивно-связанной плазмой на оптическом эмиссионном спектрометре ICAP 6300 Duo фирмы «ThermoScientific», США. Концентрацию катионов  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$  в исходном растворе, а также в растворах после контакта с ДОУ, определяли как общую жесткость титрованием по природоохранному нормативному документу ПНДФ 14.1:2.99–97.

Результаты эксперимента по изучению сорбции катионов  $Fe^{3+}$  на поверхности ДОУ представлены на рис. 1.

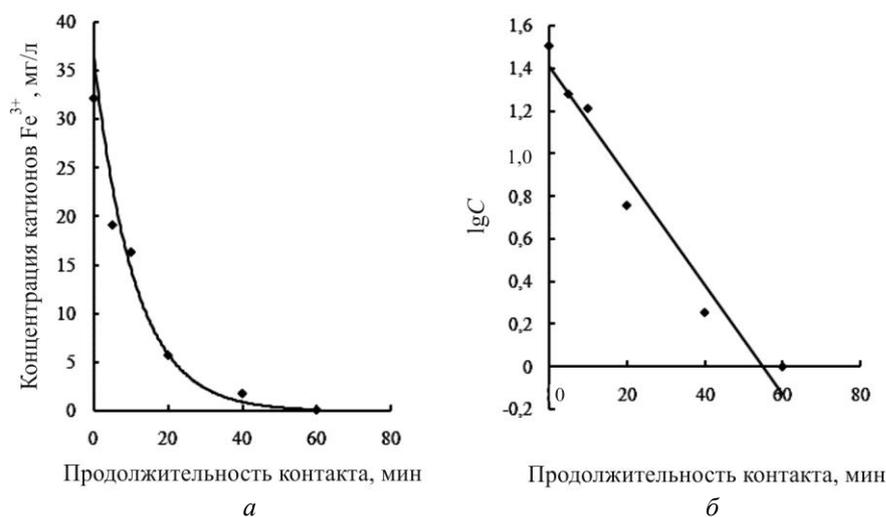


Рис. 1. Зависимость концентрации ионов Fe<sup>3+</sup> в растворе от продолжительности контакта (а) и кинетическая зависимость их сорбции на ДОУ (б)

Уравнение кинетической зависимости [3] для реакции по ионам Fe<sup>3+</sup>:

$$\lg C = \lg C_0 - Kt,$$

где  $C$  – концентрация реагирующего элемента, мг/л;

$C_0$  – начальная концентрация реагирующего элемента, мг/л;

$K$  – константа скорости реакции, мин<sup>-1</sup>;

$t$  – продолжительность контакта, мин.

Подставив значения  $C_0$  и  $K$ , имеем

$$\lg C = 1,4164 - 0,0245t,$$

отсюда

$$K = 0,0245 \text{ мин}^{-1}.$$

Результаты эксперимента по изучению сорбции катионов Ca<sup>2+</sup> на ДОУ представлены на рис. 2.

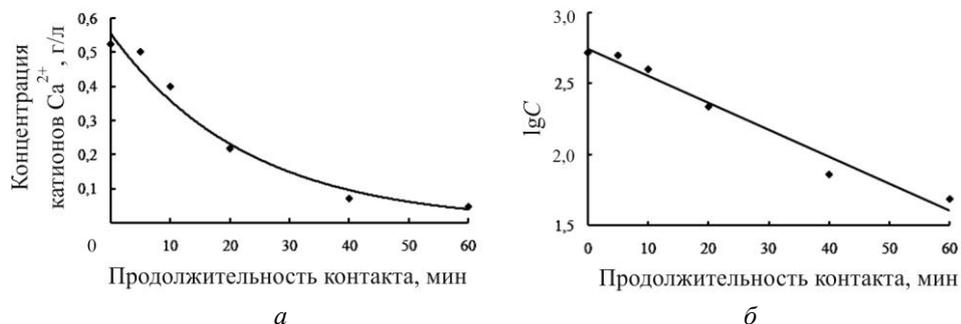


Рис. 2. Зависимость концентрации катионов Ca<sup>2+</sup> в растворе от продолжительности контакта (а) и кинетическая зависимость их сорбции на ДОУ (б)

Уравнение кинетической зависимости для реакции по ионам  $\text{Ca}^{2+}$  имеет вид, аналогичный ионам  $\text{Fe}^{3+}$ ; в итоге имеем

$$\lg C = 2,72 - 0,0189t,$$

отсюда

$$K = 0,0189 \text{ мин}^{-1}.$$

Результаты эксперимента по изучению сорбции катионов  $\text{Mg}^{2+}$  на ДОУ представлены на рис. 3.

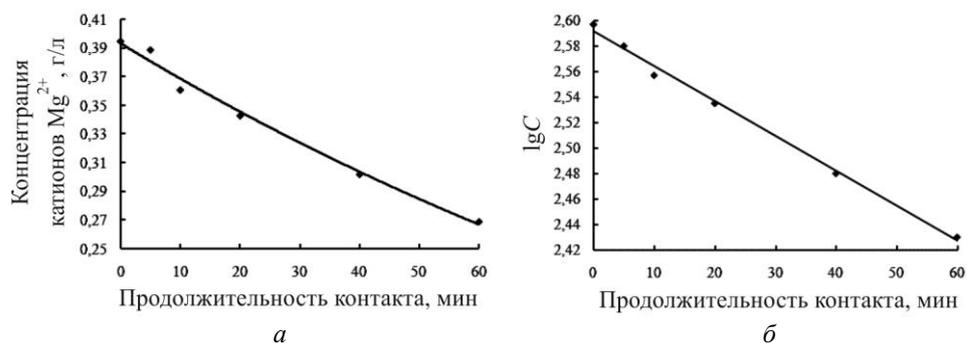


Рис. 3. Зависимость концентрации катионов  $\text{Mg}^{2+}$  в растворе от продолжительности контакта (а) и кинетическая зависимость их сорбции на ДОУ (б)

Уравнение кинетической зависимости для реакции по ионам  $\text{Mg}^{2+}$  имеет вид, аналогичный ионам  $\text{Fe}^{3+}$ , в итоге получаем:

$$\lg C = 2,72 - 0,0189t,$$

отсюда

$$K = 0,0189 \text{ мин}^{-1}.$$

Результаты эксперимента по изучению сорбции катионов  $\text{Zn}^{2+}$  на ДОУ представлены на рис. 4.

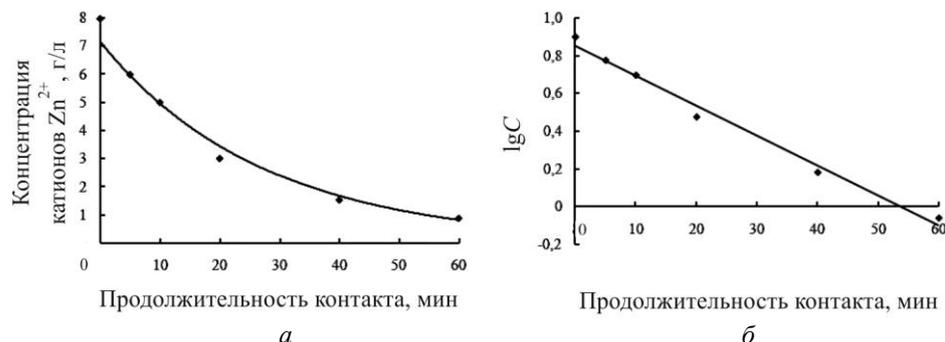


Рис. 4. Зависимость концентрации катионов  $\text{Zn}^{2+}$  в растворе от продолжительности контакта (а) и кинетическая зависимость их сорбции на ДОУ (б)

Уравнение кинетической зависимости для реакции по ионам  $Zn^{2+}$  аналогично уравнению для ионов  $Fe^{3+}$ , в итоге получаем

$$\lg C = 0,8535 - 0,0159t,$$

отсюда

$$K = 0,0159 \text{ мин}^{-1}.$$

Результаты эксперимента по изучению сорбции катионов  $Mn^{2+}$  на ДОУ представлены на рис. 5.

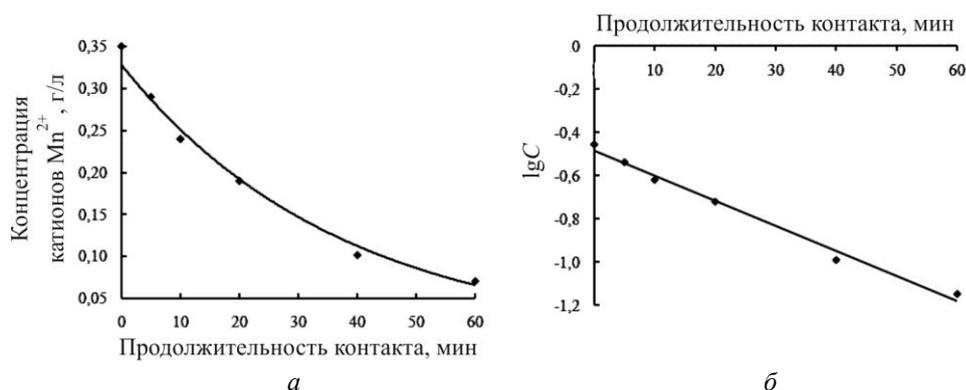


Рис. 5. Зависимость концентрации катионов  $Mn^{2+}$  в растворе от продолжительности контакта (а) и кинетическая зависимость их сорбции на ДОУ (б)

Уравнение кинетической зависимости для реакции по ионам  $Mn^{2+}$ :

$$\lg C = -0,48 - 0,0116t,$$

отсюда

$$K = 0,0116 \text{ мин}^{-1}.$$

В результате проведенных исследований установлено, что сорбция рассматриваемых катионов относится к реакциям первого порядка. Определены константы скорости сорбции изученных катионов на ДОУ. По скорости сорбции на ДОУ эти катионы можно расположить в следующий ряд:  $Fe^{3+} > Ca^{2+}, Mg^{2+} > Zn^{2+} > Mn^{2+}$ .

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дроздова Н.А., Панова Т.М., Тропина К.Ю., Юрьев Ю.Л. Исследование возможности применения древесного угля для стабилизации пива // Лесн. журн. 2010. № 5. С. 120–124. (Изв. высш. учеб. заведений).
2. Дроздова Н.А., Панова Т.М., Юрьев Ю.Л. Применение модифицированных древесных углей для улучшения солевого состава воды в пивоварении // Лесн. журн. 2010. №1. С.134–138. (Изв. высш. учеб. заведений).
3. Свиридов В.В., Свиридов А.В., Брунов В.Т., Чернышов В.Ф. Физическая химия: учеб. пособие. Екатеринбург: УГЛТУ, 2003. Ч. 1. 243 с.

Поступила 24.05.13

### Study of Getter Properties of the Wood-Oxidized Coal in Static Conditions

*Y.L. Yuriev, Candidate of Engineering, Professor*

*N.A. Drozdova, Postgraduate Student*

The Ural State Forest Engineering University, Sibirskiy trakt, 37,  
Yekaterinburg, 620100, Russia  
E-mail: bluestones@mail.ru

Due to the deterioration of natural water quality, the problem of the quality of consumed water is aggravated. Among the methods of water purification are the most promising techniques, based on sorption.

Wood-oxidized coal, with its advanced surface and the availability of oxygen-containing functional groups, has good prospects for advanced treatment of water for food industry.

The authors investigated the sorption properties of wood-oxidized coal in static conditions for the cations  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  purposely to identify dependence of the concentration of these cations in the solution after the contact with wood-oxidized coal on the process period.

A result of research has established that sorption of the cations is considered a first-order reaction. The rate constants of the cations sorption  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  on the wood-oxidized coal are estimated. On speed sorption on wood-oxidized coal, these cations can be positioned in a row:  $\text{Fe}^{3+} > \text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+} > \text{Zn}^{2+} > \text{Mn}^{2+}$

*Keywords:* oxidized charcoal, cations sorption.

#### REFERENCES

1. Drozdova. N.A., Panova T.M., Tropina K.Yu., Yur'ev Yu.L. Issledovanie vozmozhnosti primeneniya drevesnogo uglya dlya stabilizatsii piva [Study of the Possibility of Application of Charcoal for Stabilization of Beer]. *Lesnoy zhurnal*. 2010, no. 5, pp.120–124.
2. Drozdova N.A., Panova T.M., Yur'ev Yu.L. Primenenie modifitsirovannykh drevesnykh ugley dlya uluchsheniya solevogo sostava vody v pivovarenii [Use of Modified Charcoals for Improving Saline Composition of Water in Brewing]. *Lesnoy zhurnal*. 2010, no.1, pp. 134–138.
3. Sviridov V.V., Sviridov A.V., Brunov V.T., Chernyshov V.F. *Fizicheskaya khimiya* [Physical Chemistry]. Yekaterinburg. 2003, Part 1. 243 p.