

## **ХИМИЯ, ЭКОЛОГИЯ И ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ**

УДК 628.164-92

Студ. А.Ю. Абрамова  
Маг. В.И. Демидова  
Рук. В.В. Юрченко  
УГЛТУ, Екатеринбург

### **ИЗВЛЕЧЕНИЕ ИОНОВ КАЛЬЦИЯ ИЗ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ С ПОМОЩЬЮ БЕНТОНИТА, МОДИФИЦИРОВАННОГО РЕАГЕНТОМ «РЕКОМИН-М»**

В Уральском регионе сосредоточены предприятия металлургической (ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат», Челябинский металлургический комбинат), химической («Уралполимеркомплект», «Русский хром», «УралХимПласт»), деревообрабатывающей (ЗАО «Фанком», Туринский ЦБЗ) и пищевой («Heineken», птицефабрика «Свердловская») промышленности.

В большинстве технологических процессов этих предприятий используется вода. Чаще всего вода в промышленности используется как теплоноситель. В этом случае наиболее важными характеристиками являются окисляемость, содержание взвешенных веществ, жесткость, рН, присутствие ионов железа и ряд других показателей (ГОСТ 17.1.1.04, ГОСТ 6709).

На сегодняшний день существует большое количество методов умягчения воды: термические, реагентные, ионообменные, методы, связанные с фазовым переходом (кристаллизация, дистилляция). В последнее время широкое распространение получают адсорбционные методы водоочистки и водоподготовки. Адсорбционные процессы легко управляемы, просты в технологическом использовании и в обслуживании.

На кафедре ХТДБиН УГЛТУ разрабатываются высокоселективные адсорбенты на основе модифицированных алюмосиликатов [1, 2]. В нашей работе мы использовали адсорбент, модифицированный реагентом «Рекомин-М».

Флокулянт-коагулянт «Рекомин-М» сертифицирован на территории РФ и имеет все необходимые гигиенические сертификаты и сертификаты соответствия Госсанэпиднадзора. Сырье и компоненты, используемые в производстве реагента «Рекомин-М», представляют собой широко используемые в промышленности продукты.

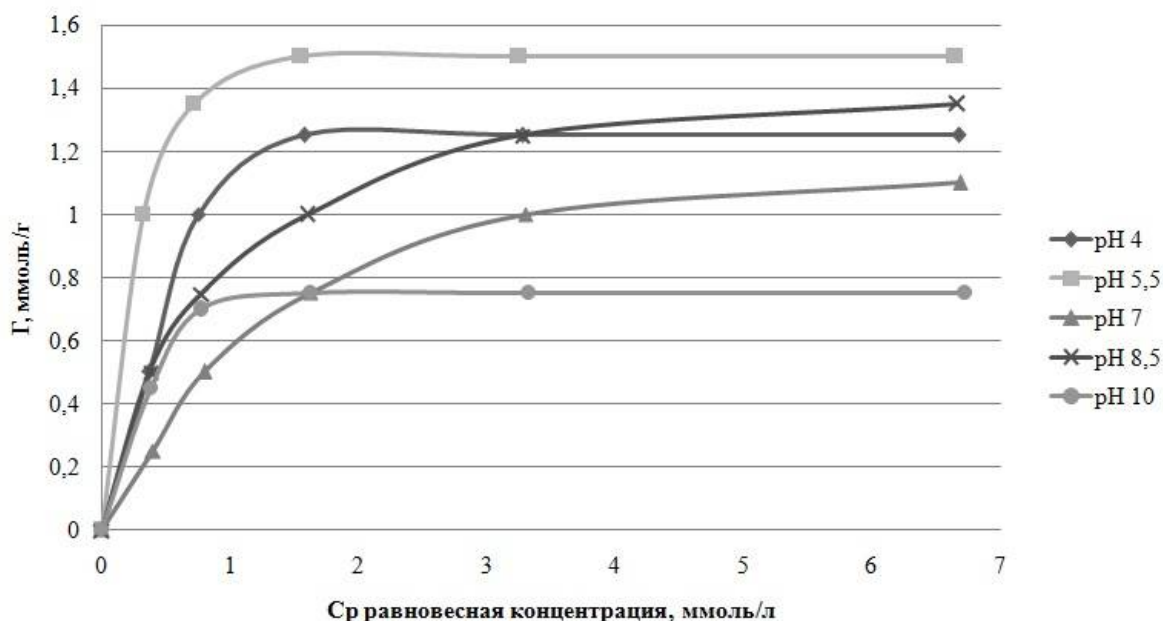
Для изучения адсорбционных характеристик модифицированного бентонита были проведены сорбционные эксперименты на модельных

растворах. Жесткость модельных растворов изменяли от 0,425 ммоль/л до 6,8 ммоль/л путем разбавления раствора с самой большой жёсткостью. Жесткость воды определялась по ГОСТ 31865.

Исследования проводили при различном значении рН растворов (от 4 до 10). Данный показатель изменяли с помощью добавления щелочи или кислоты. Изменения фиксировали рН-метром.

Сорбционный эксперимент (см. рисунок) проводили путем добавления реагента в обрабатываемый модельный раствор. Концентрация реагента составляла 100 мг/л. Реагент активно перемешивали в течение 5 минут с целью равномерного распределения в модельном растворе. По истечении 5 минут скорость перемешивания уменьшали для поддержания слоя реагента в объеме. Медленное перемешивание осуществляли в течение 15 минут. Этого времени достаточно для наступления адсорбционного равновесия.

Затем отделяли осадок от раствора фильтрованием и исследовали остаточную жесткость в воде. Определение содержания ионов кальция в растворах осуществляли с помощью титрования Трилоном Б в щелочной среде в присутствии кальцина  $[(\text{CH}_3\text{-CH}(\text{OH})\text{COO})_2\text{Ca}]$ .



### Изотермы адсорбции ионов $\text{Ca}^{2+}$ при различных рН

Было установлено, что изотермы адсорбции удовлетворительно описываются уравнением адсорбции Ленгмюра.

Определяли предельную адсорбцию и константу адсорбционного равновесия из изотерм адсорбции при различных температурах по линеализированному уравнению Ленгмюра [3]:

$$\frac{C}{G} = \frac{C}{G_{\infty}} + \frac{1}{G_{\infty}K}$$

где  $G$  – величина адсорбции, ммоль/г;  
 $G_{\infty}$  – величина предельной адсорбции, ммоль/г;  
 $K$  – константа адсорбционного равновесия;  
 $C$  – равновесная концентрация ионов металлов в объеме, ммоль/л.  
 Полученные результаты представлены в таблице.

#### Коэффициенты уравнения Ленгмюра

pH = 4		pH = 5,5		pH = 7		pH = 8,5		pH = 10	
$G_{\infty}$ , ммоль/г	$K$	$G_{\infty}$ , ммоль/г	$K$	$G_{\infty}$ , ммоль/г	$K$	$G_{\infty}$ , ммоль/г	$K$	$G_{\infty}$ , ммоль/г	$K$
1,45	1,0	1,55	5,1	1,6	5,8	1,5	6,2	1,45	6,5

Установлено, что наибольшей эффективности извлечения ионов  $\text{Ca}^{2+}$  из растворов удалось добиться в области pH 5,5 - 8,5. По нашему мнению, это связано с тем, что реагент «Рекомин-М» наиболее эффективно поглощает ионы кальция в форме  $\text{Ca}^{2+}$  в среде, близкой к нейтральной. В кислых и щелочных растворах функциональные группы реагента «Рекомин-М» становятся менее активными. Особенно заметно снижение активности в щелочной области, так как реагент не взаимодействует с более дегидратированными формами Ca.

Установлено, что емкость модифицированного адсорбента составляет 1,25 - 1,5 ммоль/л. При достигнутой емкости не рекомендуется использовать полученный реагент в процессах умягчения воды ввиду высокой стоимости модификатора.

Дальнейшее исследование бентонитов, модифицированных реагентом «Рекомин-М», представляет интерес, так как рабочая область полученного адсорбента соответствует нейтральной среде (pH 6,5 - 7,5), и он может быть использован в процессах подготовки питьевой воды.

#### Библиографический список

1. Извлечение меди из растворов высокодисперсными модифицированными алюмосиликатами / Е.В. Ганебных, А.В. Свиридов, В.В. Свиридов, С.С. Набойченко, Г.И. Мальцев // Известия высших учебных заведений. Цветная металлургия. 2016. № 1. С. 4 - 9.
2. Сорбция катионов меди и никеля на слоистых алюмосиликатах / А.В. Свиридов, В.В. Юрченко, В.В. Свиридов, Е.В. Ганебных // Сорбционные и хроматографические процессы. 2016. Т. 16. № 1. С. 78 - 86.
3. Фролов Ю.Г. Курс коллоидной химии. Поверхностные явления и дисперсные системы: учебник для вузов. 3-е изд., стереотипное, испр. Перепеч. с изд. 1989 г. М.: ООО ТИД "Альянс". 2004. 464 с.