

Ш.К. АМЕРХАНОВА, А.С. УАЛИ, А.Е. ИМАНКУЛОВА *

АДСОРБЦИОННАЯ ОЧИСТКА ВОД ОТ НЕОРГАНИЧЕСКИХ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДИФИЦИРОВАННОГО ДРЕВЕСНОГО УГЛЯ

Карагандинский государственный университет имени академика Е. А. Букетова,
Караганда, Казахстан.
E-mail: amerkhanova_sh@mail.ru

The sorption capacity of the sorbent based on the modified H_3PO_4 towards to Pb^{2+} , Cd^{2+} , Hg^+ , Hg^{2+} ions were evaluated at the static conditions. Thermodynamic and kinetic parameters of sorption processes were calculated. The effect of pH on the sorption capacity of the sorbent was investigated. Rate constants of sorption, entropy and energy of activation of sorption processes of Pb^{2+} , Cd^{2+} ions on 298, 303 and 318 K temperatures were calculated. The sorption capacity of the sorbent with respect to the heavy metal ions in the presence of background electrolytes was investigated.

Вода - ценнейший природный ресурс. Она играет исключительную роль в процессах обмена веществ, составляющих основу жизни. В последние годы существенно обострились проблемы, связанные с загрязнением воды. Сброс неочищенных или плохо очищенных сточных вод в различные водоемы может привести к снижению биоразнообразия и даже исчезновению жизни в экосистемах.

Адсорбционная очистка один из наиболее перспективных методов, так как позволяет полностью избавиться от примесей без внесения вторичных загрязнений. Одним из недостатков данного метода является высокая стоимость сорбента. Создание более доступных для потребителя сорбентов с высокой сорбционной способностью к загрязняющей примеси одно из перспективных направлений адсорбционной технологии очистки сточных вод.

Поэтому исследования процессов сорбции ионов тяжелых металлов с использованием сорбентов на основе природных материалов имеют высокую практическую и теоретическую ценность.

В настоящей работе приведены результаты исследования сорбционной емкости сорбента на основе древесного угля, модифицированного H_3PO_4 [1-2] по отношению к ионам Pb^{2+} , Cd^{2+} , Hg^+ , Hg^{2+} при статических условиях.

Эксперименты по изучению сорбции в статических условиях проводили по методу математического планирования, по результатам которого были получены обобщенные уравнения Протодьяконова, описывающие влияния pH, продолжительности контакта сорбента с раствором, исходной концентрации загрязняющих веществ на сорбционную емкость сорбента.

Известно, что сорбционная способность ионов коррелирует с радиусом ионов и плотностью заряда. Из двух ионов одинакового заряда более высокую сорбционную способность проявляют ионы большего радиуса, т.к.

они сильнее поляризованы и лучше притягиваются заряженной поверхностью сорбента, а ионы меньшего радиуса сильнее гидратизированы, что снижает электростатическое взаимодействие [3].

На рисунке 1 представлена диаграмма, демонстрирующая степень очистки модельных растворов сточных вод от ионов тяжелых металлов.

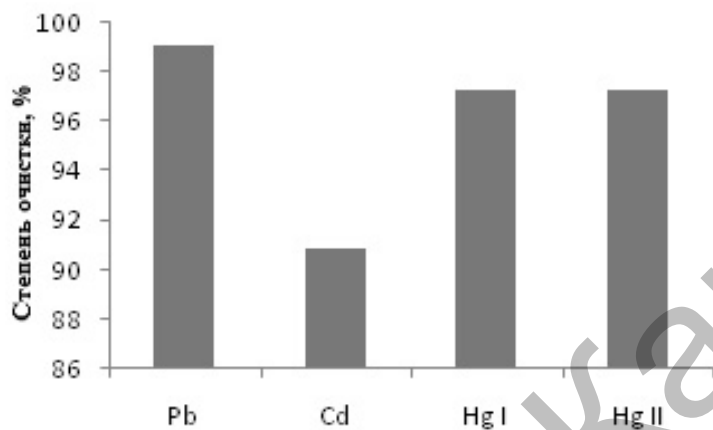


Рисунок 1 – Степень очистки модельных сточных вод от ионов тяжелых металлов

Установлено, что ионы тяжелых металлов с высоким значением ионного радиуса проявляют высокую селективность к активированному углеродному сорбенту, окисленному фосфорной кислотой

В результате экспериментального изучения адсорбционных процессов, протекающих при концентрировании ионов тяжелых металлов из модельных растворов, установлено, что из всех перечисленных металлов исследуемый сорбент проявляет наибольшую сорбционную емкость по отношению к ионам свинца Pb (II).

Далее на примере сорбции ионов свинца (II) и кадмия (II) были рассчитаны термодинамические и кинетические параметры сорбционных процессов, изучено влияние pH на сорбционную емкость.

В результате расчетов было установлено, что в случае сорбции ионов Pb(II) самая минимальная величина степени очистки составляет 93,14 % при условиях pH=4, исходной концентрации сорбтива 25 мг/л, времени контакта 60 мин и температуре 298 К, тогда как максимум степени очистки (99,11 %) от ионов Pb (II) достигается при следующих условиях: pH=8, T=298 К, C_{исх}=100 мг/л, τ=60 мин.

Анализ экспериментальных данных, полученных по сорбции ионов кадмия (II) на активных углях на основе модифицированной хвойной древесины, показал, что максимальная степень очистки (90,86%) достигается при проведении сорбционной очистки при pH=8, исходной концентрации сорбтива 100 мг/л, времени контакта 60 мин и температуре 298 К.

Результаты свидетельствуют о том, слабо-щелочная среда pH 8 является самой благоприятной для протекания процесса сорбции. Изотермы сорбции были перерассчитаны в изотермы уравнения Ленгмюра в прямолинейной

форме, а с их использованием были рассчитаны константы сорбции (K) при 298, 303 и 318 К. По величинам констант сорбции были рассчитаны изменения энтальпии (ΔH) и изобарно-изотермического потенциала (ΔG), а с их использованием рассчитаны изменения энтропии (ΔS). Результаты расчетов приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Основные характеристики (ΔH , ΔG , ΔS) сорбции ионов свинца (II) и кадмия (II) на сорбенте, полученном на основе хвойной древесины

Определяемая характеристика	Температура, К	Сорбция ионов	
		Pb ²⁺	Cd ²⁺
K	298	1,083	1,191
	308	1,091	1,192
	318	1,101	1,194
- ΔG , кДж/моль	298	0,19	0,43
	308	0,22	0,44
	318	0,25	0,47
- ΔH , кДж/моль		0,63	0,09
- ΔS , Дж·моль/К	298	1,46	0,67
	308	1,33	0,60
	318	1,19	0,52

Из данных видно, что сорбция ионов свинца и кадмия на рассматриваемых сорбентах протекает с высокой интенсивностью. Отрицательные значения энтальпии и изобарно-изотермического потенциала свидетельствуют о самопроизвольном характере процесса сорбции. Полученные результаты позволяют считать, что происходит образование прочных адсорбционных комплексов, при этом емкость сорбентов по отношению к тяжелым токсичным металлам достаточно высока, следовательно, позволяет извлекать из воды достаточно большие количества ТМ в широком диапазоне температур [4].

С другой стороны, известно, что время установления сорбционного равновесия необходимо для характеристики и описания равновесных процессов, а величина изменения энтропии активации – для формирования активированного комплекса, для механизмов сорбции ионов свинца и кадмия на рассматриваемом сорбенте.

По результатам исследований были рассчитаны константы скорости сорбции, $S^{\#}$ и $E_{акт}$ ионов свинца(II) и кадмия(II) на модифицированном сорбенте при температурах 298, 308 и 318 К (таблица 2).

Таблица 2 - Кинетические характеристики кинетики сорбции ионов свинца(II) и кадмия(II) на сорбенте

Определяемая характеристика	Температура, К	Сорбция ионов	
		Pb ²⁺	Cd ²⁺
Константы скорости $K \cdot 10^{-3}, c^{-1}$	298	0,66	3,53
	308	0,86	4,33
	318	1,07	4,33
$E_{акт}, кДж/моль$	298-318	18,65	8,20
$-\Delta S^{\#}, Дж/моль \cdot К$	298	74,24	95,20
	308	74,51	95,48
	318	74,77	95,74

Далее была предпринята попытка изучить сорбционную емкость исследуемого сорбента по отношению к ионам тяжелых металлов (Pb²⁺, Cd²⁺, Hg⁺, Hg²⁺) в присутствии фоновых электролитов.

В данном случае в качестве варьируемых факторов были определены концентрации фоновых электролитов, таких как NaCl (от 0 до 0,5 М), KCl (от 0 до 0,5 М), содержание ионов кальция (II) (от $9,81 \cdot 10^{-5}$ мг/л до $29,45 \cdot 10^{-5}$ мг/л), гуминовых кислот (от $0,7 \cdot 10^{-3}\%$ до $0,3 \cdot 10^{-3}\%$).

Изменение сорбционной емкости сорбента по отношению к ионам Pb(II) находится в обратно пропорциональной зависимости от концентрации ионов K⁺. Тогда как для ионов кадмия (II) увеличение концентрации ионов калия приводит к незначительному понижению сорбции, и соответственно, сорбционной емкости материала.

На следующем рисунке 2 приведена сорбционная емкость изучаемого сорбента по отношению к ионам свинца и кадмия из индивидуальных растворов, а также при совместном присутствии как самих тяжелых металлов, так и фоновых электролитов.

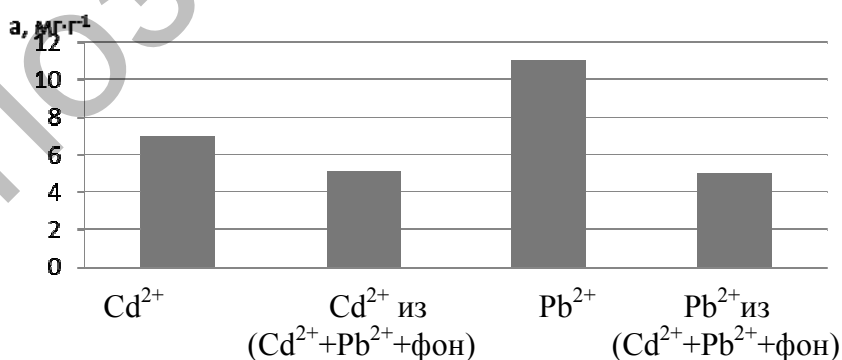


Рисунок 2 - Сорбционная емкость сорбента по отношению к ионам Pb²⁺, Cd²⁺ в присутствии фоновых элементов

В присутствии фоновых компонентов, а также второго тяжелого металла, сорбционная емкость сорбента по кадмию и свинцу уменьшается в 1,37 и 2,20 раз соответственно.

Таким образом, необходимо отметить, что сорбент, на основе древесного угля, окисленного фосфорной кислотой, обладает достаточной адсорбционной емкостью по отношению к ионам тяжелых металлов, и может быть использован в процессах водоочистки.

Литература

1. Амерханова Ш.К., Уали А.С., Жаслан Р.К. Изучение свойств активных углей, полученных из сухих шишек сосны обыкновенной // Химия растительного сырья.- 2015. - №1. – С. 285-289.
2. Амерханова Ш.К., Шляпов Р.М., Уали А.С. Способ получения сорбента из отходов древесины для очистки сточных вод от тяжелых металлов// Патент на полезную модель №1476 от 2015/0076.2 от 12.04.2015 г., МЮ РК, положительное решение от 28.01.2016 г., опубл.15.06.2016 г.
3. Кирейчева Л.В., Андреева Н.П. // Комплексные сорбенты для очистки сточных вод от органических соединений и ионов тяжелых металлов // Водоочистка, водоподготовка, водоснабжение, №1, 2009. С. 43-46.
4. Смирнов А.Д. // Сорбционная очистка воды. - Л.: Химия, 1982. - 168 с.

УДК 627:504.4

Д.Н. КУТЛИЯРОВ¹, А.Н. КУТЛИЯРОВ¹, Б.Б. ТУЛЕУЖАНОВ¹

МЕРОПРИЯТИЯ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ВОДОСБОРОВ

¹Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Башкирский ГАУ, г Уфа, Россия
E-mail: Kutliarov-D@mail.ru

This article is devoted to a hot topic to ensuring ecological stability of reservoirs of the Republic of Bashkortostan. The analysis of a condition of a reservoir taking into account technogenic influence is carried out. The conceptual model of ensuring steady functioning of a reservoir of the river is for the first time developed. Concrete stages solutions of tasks are proposed. Concrete recommendations for stability of reservoirs are developed.

Существенное влияние на формирование экологического состояния водосборов оказывает антропогенная деятельность, вызывая их целенаправленную трансформацию и преобразование природных ландшафтов.

В данной научной статье экологическая устойчивость водосборов изучена на примере водосбора р. Таналык. Потребность в анализе экологического состояния водосбора этой реки обусловлена как природными факторами (недостаточное и неустойчивое увлажнение, предрасположенность почвенного покрова к эрозии, засолению и осолонцеванию), так и техногенными. Целью данной работы явилась разработка концептуальной модели согласно которой обеспечивается экологическая устойчивость водосборов.