

УДК 544.723

НОВЫЙ СОРБЕНТ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ТОКСИКАНТОВ ОРГАНИЧЕСКОГО И НЕОРГАНИЧЕСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

В. В. Шакирова, Е. В. Пакалова, А. В. Типишова

Астраханский государственный университет, г. Астрахань (Россия)

E-mail: svv_2004@mail.ru

На сегодняшний день в мире существует много экологических проблем, особенно остро стоит проблема экологии природных и сточных вод, которая находится в центре внимания хозяйственной деятельности человека. Основными загрязнителями воды являются: нефть и нефтепродукты, токсичные синтетические вещества, ядохимикаты, фенолы, тяжелые металлы и другие органические и неорганические токсиканты.

Фенолы являются одним из наиболее распространенных видов загрязнений, поступающих в поверхностные воды со стоками предприятий нефтеперерабатывающей, сланцеперерабатывающей, лесохимической, коксохимической промышленности и др.

В поверхностных водах фенолы могут находиться в растворенном состоянии в виде фенолятов, фенолят-ионов и свободных фенолов. Сброс фенольных вод в водоемы и водотоки резко ухудшает их общее санитарное состояние, оказывая влияние на живые организмы не только своей токсичностью, но и значительным изменением режима биогенных элементов и растворенных газов (кислорода, углекислого газа).

Источниками загрязнения вод тяжелыми металлами служат сточные воды гальванических цехов, предприятий горнодобывающей, черной и цветной металлургии, машиностроительных заводов. Тяжелые металлы входят в состав удобрений и пестицидов и могут попадать в водоемы вместе со стоком с сельскохозяйственных угодий. Прежде всего, представляют интерес те металлы, которые в наибольшей степени загрязняют объекты окружающей среды ввиду использования их в значительных объемах в производственной деятельности и в результате накопления во внешней среде представляют серьезную опасность с точки зрения их биологической активности и токсических свойств. Среди них особую опасность представляют соединения кадмия.

Водные растения и животные извлекают и концентрируют кадмий в тканях своего тела. Кадмий снижает активность пищеварительных ферментов – трипсина и, в меньшей степени, пепсина. Изменяется под воздействием кадмия каталазная активность крови и тканей печени, причем малые дозы активируют ее, а большие угнетают. Он нашел распространение в различных технологических процессах, продуктах производства и сред-

ствах химизации сельского хозяйства. Поступая в пресные воды и в моря, растворенный кадмий осаждается и накапливается в донных осадках.

Вследствие всего вышесказанного актуальным становится поиск эффективных методов очистки водных ресурсов от токсикантов.

Известны технологические схемы очистки, основанные на применении сорбционных процессов. В качестве сорбентов используются в основном микропористые активные угли. Вместе с тем для процессов, связанных с сорбционной очисткой воды, должны быть использованы только экономически выгодные и экологически эффективные технологии.

Данная работа посвящена использованию глин Астраханской области, а также установлению соответствующего физико-химического базиса с целью решения ряда экологических проблем, связанных с очисткой природных и сточных вод от ионов тяжелых металлов и фенолов. **Научно-обоснованный и экономически целесообразный выбор глинистых материалов, способных сорбировать примеси неорганического и органического происхождения, связан с поиском недефицитных природных материалов и исследованием возможностей их модифицирования.** Большинство глин работает в качестве сорбента. Это объясняется тем, что кристаллы глинистых минералов имеют сильно разветвленную поверхность. Кроме того, на поверхности глин есть активные центры адсорбции. Все это способствует адсорбции полярных и неполярных молекул [1].

Изучена сорбционная активность глины Астраханской области по отношению к фенолам и тяжелым металлам. Была изучена кинетика сорбции при температурах 278, 298 и 315 К, рассчитаны константы сорбции и основные характеристики образования активированного комплекса.

Изотермы сорбции фенола и тяжелых металлов, на примере кадмия, на глине при различных температурах приведены на рис. 1а и 1б.

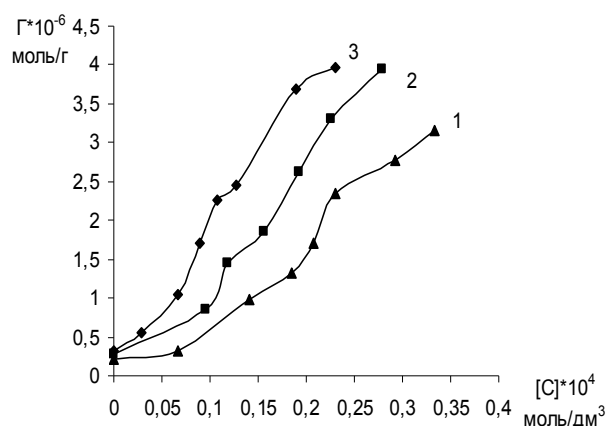


Рис. 1а. Изотермы сорбции фенола на глине при 278 К (1), 298 К (2), 315 К (3)

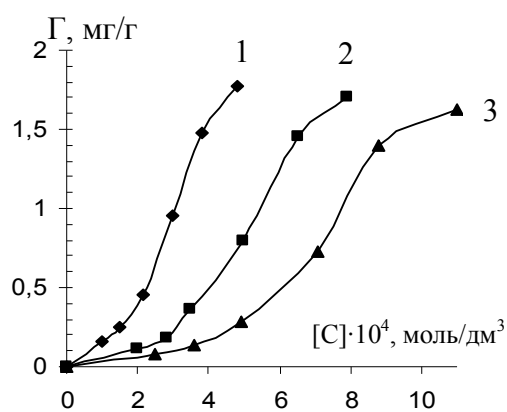


Рис. 1б. Изотермы сорбции кадмия на глине при 278 К (1), 298 К (2), 315 К (3)

По полученным данным были рассчитаны термодинамические параметры сорбции, необходимые для трактовки механизмов сорбции (табл. 1).

Таблица 1

Емкость сорбента, константы и основные термодинамические характеристики сорбции на глинах

Токсикант	Константы сорбции $\cdot 10^4$			$-\Delta H$, кДж/моль	$-\Delta G_{298}$, кДж/моль	ΔS_{298} , Дж/моль \cdot К	Емкость сорбента Γ_{∞} мг/г
	K_{278}	K_{298}	K_{315}				
Фенол	4,027	3,672	5,265	16,542	25,301	29,4	10,3
Кадмий	2,05	1,44	1,09	20,35	21,9	5,20	12,5

Также была изучена кинетика сорбции на глинах при разных температурах. Кривые кинетики сорбции глинами в координатах «оптическая плотность – время» приведены на рис. 2а и 2б.

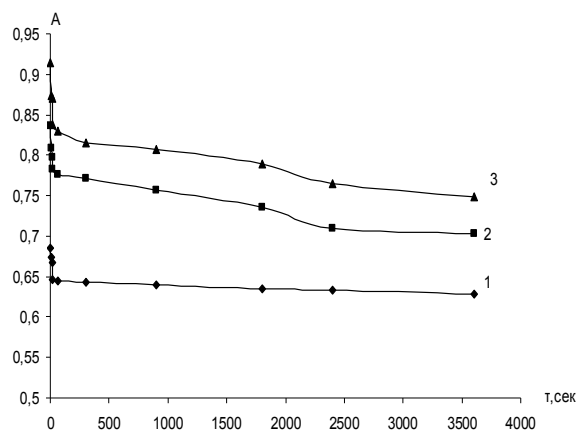


Рис. 2а. Кривые кинетики сорбции фенола на глине при 278 К (1), 298 К (2), 315К (3)

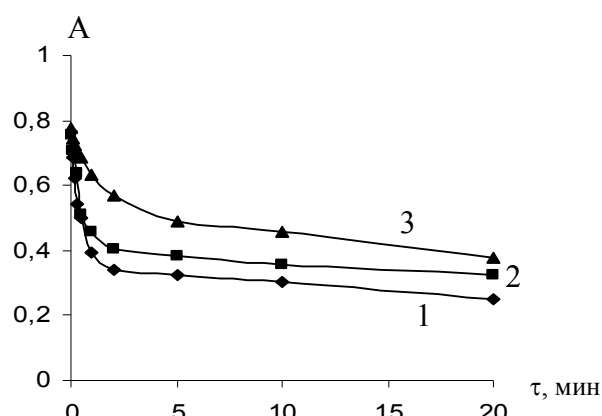


Рис. 2б. Кривые кинетики сорбции кадмия на глине при 278 К (1), 298 К (2), 315 К (3)

Полученные результаты позволили рассчитать константы скорости сорбции, энергию образования активированного адсорбционного комплекса, а также $\Delta S^{\#}$ для этого процесса (табл. 2).

Таблица 2

Термодинамические характеристики процесса образования активированного комплекса сорбции пирокатехина на глине

Токсикант	Константы скорости сорбции, мин^{-1}			$E_{\text{акт}}$, кДж/моль	$-\Delta S^{\#}_{298}$, Дж/моль \cdot К
	K_{278}	K_{298}	K_{315}		
Фенол	0,1207	0,1101	0,1363	18,324	165
Кадмий	18,1	13,5	10,4	19,36	144,32

Результаты, полученные при изучении кинетики сорбции, могут свидетельствовать о том, что процесс сорбции протекает через несколько стадий. Начальная стадия взаимодействия в системе «сорбент – сорбат» – это процесс, связанный с формированием активированного адсорбционного комплекса. Энергия активации этого процесса свидетельствует об образовании водородных связей. Вместе с тем стоит отметить тот факт, что выполненное исследование не может в полной мере доказать механизм рассматриваемого процесса. Для окончательного подтверждения механизма сорбции необходимо проводить квантово-химические расчеты, результаты которых в совокупности с данными эксперимента дадут возможность объективно оценить характер и механизм адсорбции фенолов и ионов кадмия на глинах Астраханской области.

Несмотря на вышесказанное результаты проделанной работы, а также предыдущие исследования авторов [2, 3] позволяют сделать предварительные выводы о том, что поглотительная способность глин Астраханской области достаточно высока, и их можно использовать в качестве сорбента для сорбционного концентрирования фенолов и ионов кадмия с целью последующего удаления их из сточных вод промышленных предприятий.

Литература

1. Грим, Р. Э. Минералогия и практическое использование глин / Р. Э. Грим. – М. : Мир, 1967. – 511 с.
2. Шакирова, В. В. Сорбент на основе глин Астраханской области для очистки сточных вод от фенолов / В. В. Шакирова, Е. В. Пакалова // *Фундаментальные и прикладные проблемы получения новых материалов: исследования, инновации и технологии* : материалы V Международной конф. – Астрахань, 2011. – С. 142–144.
3. Шакирова, В. В. Исследование процессов сорбции ионов кадмия на глине Астраханской области / В. В. Шакирова, А. Е. Типишова // *Фундаментальные и прикладные проблемы получения новых материалов: исследования, инновации и технологии* : материалы V Международной конф. – Астрахань, 2011. – С. 144–147.