

УДК 541.183:547.466.3

В.П. Юстратов, Ю.В. Соловьева

РАЗРАБОТКА АДСОРБЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА ОТ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

Для очистки малоконцентрированных сточных вод широко применяются адсорбционные методы с применением самых разнообразных адсорбентов. Ведущее место среди них, благодаря своей универсальности, занимают активные угли. Адсорбционная способность данных материалов определяется особенностями структуры поверхности. Изменение химии углеродной поверхности позволяет управлять адсорбционными свойствами, поэтому их модифицированию уделяется большое внимание.

Использование капролактама в качестве модifikатора позволяет получить на основе промышленного активного угля марки АГ-ОВ-1 новый сорбент (АГ-ОВ-1кл) [1].

Ранее проведенные исследования свидетельствуют о значительном росте адсорбционной активности по отношению к ионам меди на модифицированных образцах по сравнению с исходными [2].

Одними из наиболее опасных сточных вод являются жидкие отходы гальванических производств, содержащие ионы тяжелых металлов, которые попадая в водоемы, разрушают экосистемы.

Задачей данного исследования является разработка адсорбционной технологии очистки сточных вод гальванических производств.

Для создания адсорбционной технологии необходимо выполнить исследования статики, кинетики и динамики адсорбции.

Объектами исследования являлись исходный активный уголь марки АГ-ОВ-1 и модифицированный на его основе АГ-ОВ-1кл. Адсорбат представлял собой модель стока гальванического производства Кемеровского электромеханического завода и содержал ионы меди (концентрация составила $1,25 \cdot 10^{-5}$ моль/дм³), ионы кадмия ($7,11 \cdot 10^{-8}$ моль/дм³), ионы свинца ($3,76 \cdot 10^{-6}$ моль/дм³).

Процесс адсорбции изучали статическим методом в течение 24 часов, при этом 6 часов растворы равномерно встряхивали.

Методика проведения кинетических измерений заключается в следующем: образцы сорбента массой 1 г помещали в колбы, в которые добавля-

ли по 100 см³ исследуемого раствора адсорбата (концентрация ионов меди составляла 0,0025 моль/дм³). Процесс кинетики исследовали во временному интервале от 2 до 150 минут.

Адсорбцию в динамических условиях проводили на лабораторной колонке с параметрами Н=7см, d=1,5см.

Раствор, содержащий ионы меди пропускали через неподвижный слой адсорбента с постоянной скоростью в течение 200 минут, концентрацию ионов тяжелых металлов определяли через каждые 5 минут. Скорость пропускания раствора через неподвижный слой адсорбента составляла 1,4 м/ч. Концентрацию ионов металлов в растворах определяли потенциометрическим методом с использованием ионоселективных электродов.

Данные статических и кинетических исследований, обработанные по методике [3], представлены в табл. 1.

Необходимо отметить, что по сравнению с исходным активным углем модифицированные образцы показали значительный рост адсорбционной активности. Адсорбция по меди возросла на 45%, по кадмию - в 5 раз, а по свинцу - в 20 раз.

Значения рассчитанных коэффициентов внешнего массопереноса позволяют сделать вывод о разной скорости адсорбции ионов металлов единицей объема исходного активного угля и модифицированного адсорбента.

На модифицированных образцах скорость практически в 2 раза больше, чем на исходном активном угле. Скорости адсорбции в зависимости от иона металла на модифицированных и исходных образцах не коррелируются.

В практике все технологические производства осуществляются непрерывно. Сравнительное исследование динамики показало, что на модифицированных образцах сохраняется тот же ряд адсорбционной активности Pb > Cd > Cu.

Для расчета динамических параметров процесса адсорбции использовали фундаментальное уравнение внешнедиффузионной динамики адсорбции с применением данных статики и кинетики:

Таблица 1

Основные данные статики и кинетики процесса адсорбции

Марка адсорбента	Равновесная адсорбционная емкость, a_p , моль/г			Коэффициент внешнего массопереноса, $\beta \text{ c}^{-1}$		
	Cu	Cd	Pb	Cu	Cd	Pb
АГ-ОВ-1	$3,96 \cdot 10^{-7}$	$7,93 \cdot 10^{-10}$	$8,5 \cdot 10^{-8}$	0,0325	0,0215	0,0135
АГ-ОВ-1кл	$5,92 \cdot 10^{-7}$	$3,56 \cdot 10^{-9}$	$1,87 \cdot 10^{-7}$	0,0641	0,0765	0,0587

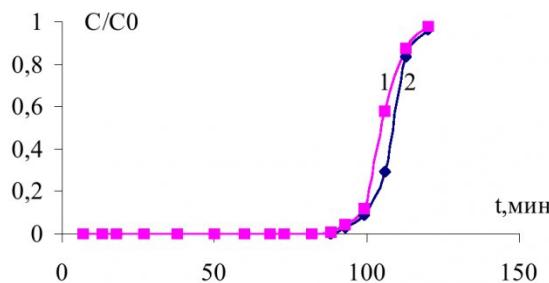


Рис.1. Выходные теоретическая (1) и экспериментальная (2) кривые динамики адсорбции ионов меди из водного раствора для модифицированного активного угля АГ-ОВ-1кл.

$$\sqrt{\tau} = \sqrt{\frac{a_0}{w \cdot C_0}} \cdot \sqrt{H} - b \sqrt{\frac{a_0}{\beta_n \cdot C_0}},$$

где τ - время работы слоя длиной H до появления проскоковой концентрации сорбируемого вещества C ; C_0 - начальная концентрация вещества в потоке, ммоль/дм³; a_0 - содержание вещества в неподвижной фазе, равновесное с C_0 , ммоль/кг; w - средняя скорость потока, м/ч; β_n - коэффициент внешнего массопереноса.

Расчет проводили только для модифицированного активного угля, так как по данным статистики они наиболее перспективны для извлечения ионов меди, кадмия и свинца. Данные расчета представлены на рис.1-3.

Хорошее совпадение результатов экспериментальных исследований и теоретически рассчитанных величин показало, что уравнение может быть использовано для расчета адсорбционных колонн.

Результаты исследования динамики адсорбции свидетельствуют о том, что время работы колонны до проскока в фильтрат уменьшается в ряду Pb>Cd>Cu. В связи с этим расчет адсорбционной колонны проводили, ориентируясь в первую очередь на адсорбционную способность меди. В результате расчета получили динамические характеристики процесса адсорбции: динамическую емкость; скорость перемещения рабочей зоны;

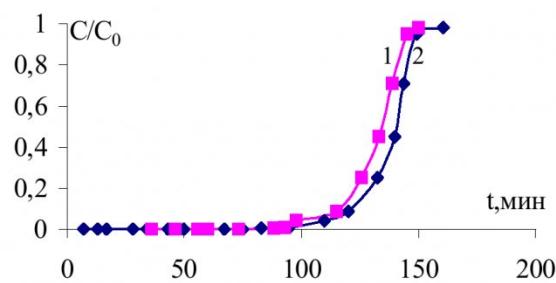


Рис.2. Выходные теоретическая (1) и экспериментальная (2) кривые динамики адсорбции ионов кадмия из водного раствора для модифицированного активного угля АГ-ОВ-1кл

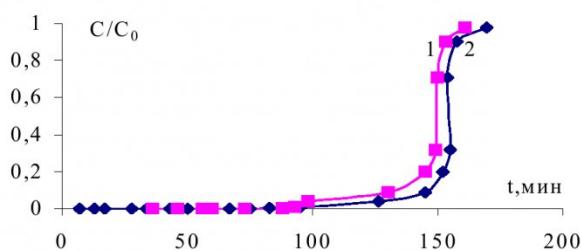


Рис.3. Выходные теоретическая (1) и экспериментальная (2) кривые динамики адсорбции ионов свинца из водного раствора для модифицированного активного угля АГ-ОВ-1кл.

продолжительность работы неподвижного слоя; длину рабочего слоя; количество воды, очищенной до проскока.

На основании динамических характеристик для практической реализации можно рекомендовать колонну, заполненную активным углем АГ-ОВ-1кл, с высотой слоя загрузки 2 м, диаметром 1 м, скорость подачи стока 2 – 5 м³/ч.

На основании экспериментальных исследований и теоретических расчетов разработана адсорбционная технология очистки сточных вод гальванических производств.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Астракова Т.В., Юстратов В.П., Кряжев Ю.Г., Шишлянникова Н.Ю. //ХТТ. 2003. № 5, С. 32-38.
2. Соловьева Ю.В. Адсорбционные свойства модифицированных активных углей.// Сб. тез. докл. региональной аспирантско-студ. конф. «Пищевые продукты и здоровье человека». - Кемерово, 2004. - С.169.
3. Когановский А.М. Адсорбционная технология очистки вод. - Киев: Техника, 1981. - 175с.

□ Авторы статьи:

Соловьев
Юлия Викторовна
- аспирант кафедры общей и
неорганической химии
КемТИПП

Юстратов
Владимир Петрович
- проф., ректор КемТИПП