

УДК 504.06:547.551-145.2:544.723

Исаков А.А., Алексанян А.Р., Кудрявцев А.Г. (ГИУА), Давтян В.А. (ЗАО “Завод-Наирит”), Торосян Г.О. (ГИУА)

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ АДСОРБЦИОННОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ОРГАНИЧЕСКИХ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ

Изучена адсорбционная способность Н-морденита и активированного угля из сливовых косточек, по отношению к анилину, фенолу, толуолу и малатиону с целью аппаратурно-технологического оформления процесса водоочистки. Для аппаратурного оформления процесса водоочистки предложены перекрестно-ступенчатая или противоточная схемы. При равном числе основных аппаратов в рассмотренных схемах предпочтение отдано противоточно-ступенчатой схеме.

Ключевые слова: адсорбция, фенол, анилин, толуол, малатион, активированный уголь, Н-морденит.

Известно, что адсорбционная очистка сточных вод эффективна при низких концентрациях растворенного органического вещества [1–3], в связи с чем этот метод часто используется в качестве конечной стадии при комплексной очистке, в сочетании, например, с экстракцией, электроосмофльтрацией, окислением или биологическими методами [1].

Ранее была изучена возможность использования природных цеолитов — клиноптилолита Иджеванского месторождения и морденита — Ширакского Армении, а также сорбентов на основе вторичного сырья (измельченная скорлупа косточек плодов, активные угли, приготовленные из скорлупы косточек плодов), для извлечения из воды ряда органических соединений [4, 5]. Было установлено, что наиболее эффективным сорбентом являются Н-морденит, а также активированный уголь из сливовых косточек (АУСК).

В настоящей статье приведены результаты исследований адсорбционной способности имеющихся в Республике Армения сорбентов, в частности Н-морденита и активированного угля изготовленного из сливовых косточек, по отношению к органическим загрязнителям с целью аппаратурно-технологического оформления процесса водоочистки. В качестве загрязнителей рассматривались анилин, фенол, толуол и малатион.

Исследования проводились в статических условиях на лабораторной качалке. Сорбенты в количестве $1,0 \pm 0,01$ г вносили в водные растворы, объемом $100 \pm 0,1$ мл, содержащие органические примеси в количестве от максимальной растворимости до ПДК для каждого вещества. Далее смесь помещали на качалку и подвергали перемешиванию в течение 6ч при температуре 20°C , затем пробу отстаивали в течение 24 часа. Остаточные количества веществ определялись методами УФ–спектрофотометрии и ВЭЖХ (система Water 486-detector, Water 600S-controller, Water 626-Pump, колонка 250×4 мм, заполненная микросферическим силикагелевым сорбентом, скорость потока мобильной фазы 1 мл/мин).

Величину равновесной адсорбции рассчитывались по формуле:

$$a = (C_0 - C) \cdot V/g,$$

где: a — удельная адсорбция, ммоль/г, C_0 и C — соответственно, начальная и равновесная концентрации загрязнителя в растворе, ммоль/л, V — объем раствора, л, g — навеска адсорбента, г.

Результаты представлены в табл. 1. На основании анализа данных были построены изотермы адсорбции (рис. 1), которые были обработаны с помощью уравнений Дубинина-Радушкевича, Ленгмюра, Фрейндлиха.

Таблица 1. Адсорбция загрязнителей на мордените и активированном угле из косточек сливы

Загрязнители	Начальная концентрация, г/л	Адсорбция A, г/г	
		Н-морденит	АУ из косточек
Фенол	0,94	0,025	0,14
Анилин	0,93	0,048	0,092
Малатион	0,375	0	0,113
Толуол	0,4	0,012	0,022

На основе полученных экспериментальных и расчетных данных были выведены математические модели технологической схемы адсорбционной очистки сточной воды от отмеченных загрязнителей.

Простейшим вариантом аппаратно-технологического оформления адсорбционной водоочистки является использование блока из двух аппаратов

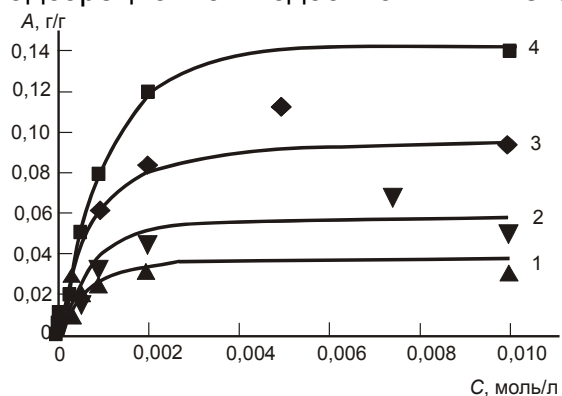


Рис.1. Изотермы адсорбции толуола(1), малатиона(2), анилина(3), фенола(4) на АУСК

— смесителя, в котором суспензия сорбента в очищаемой воде перемешивается до достижения адсорбционного равновесия, и отстойника, в котором отработанный адсорбент отделяется от очищенной воды. Расчет такой схемы, с учетом максимальной адсорбции данных загрязнителей из водных сред указанными сорбентами, показал, что расход последнего недопустимо велик (например в случае фенола он составит 1,745 кг/л для Н-морденита, а для активированного угля — 0,84 кг/л, при начальной концентрации 1 г/л). Значительно сократить расход

адсорбента позволяет использование более совершенных схем аппаратного оформления — перекрестно-ступенчатой или противоточной.

При перекрестно-ступенчатой схеме адсорбции (рис. 2) снижение концентрации адсорбтива от C_0 до C_k достигается на нескольких ступенях адсорбции; при этом удельная адсорбция, по сравнению с ак, возрастает за счет увеличения на всех ступенях (кроме последней) конечной концентрации адсорбтива в растворе.

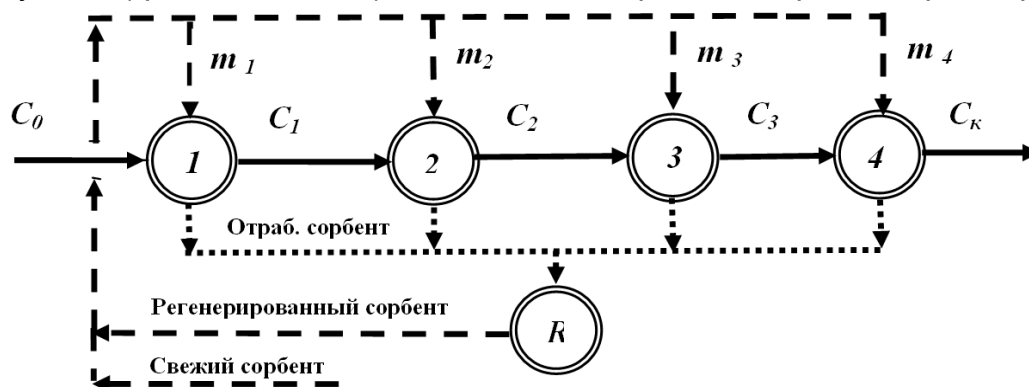


Рис. 2. Перекрестно-ступенчатая схема адсорбционной водоочистки: 1÷4 — агрегаты «смеситель – отстойник»; R — узел регенерации сорбента

После отстаивания жидкость передается на следующую ступень, где приводится в равновесие со свежей порцией адсорбента, а отработанный сорбент отводится на регенерацию.

Как было выявлено ранее, наиболее полно используется адсорбционная емкость сорбента при противоточном взаимном перемещении адсорбента и очищаемой воды (рис.3). Противоточная адсорбция может осуществляться в виде как периодического, так и непрерывного процессов. Как правило, противоточные схемы используют в высокопроизводительных установках непрерывного действия. Адсорбент вносится в смеситель последней, по ходу воды, ступени (k), где, контактируя с частично очищенной водой (концентрация фенола C_{k+1}), поглощает фенол до достижения удельной адсорбции (a_k), равновесной с заданной конечной концентрацией (C_k) его в воде. После отстаивания, вода, очищенная до C_k , покидает установку, а адсорбент, использовавший лишь небольшую часть своей адсорбционной емкости, передается на ступень $k+1$, где адсорбирует фенол до достижения адсорбции, равновесной с C_{k+1} .

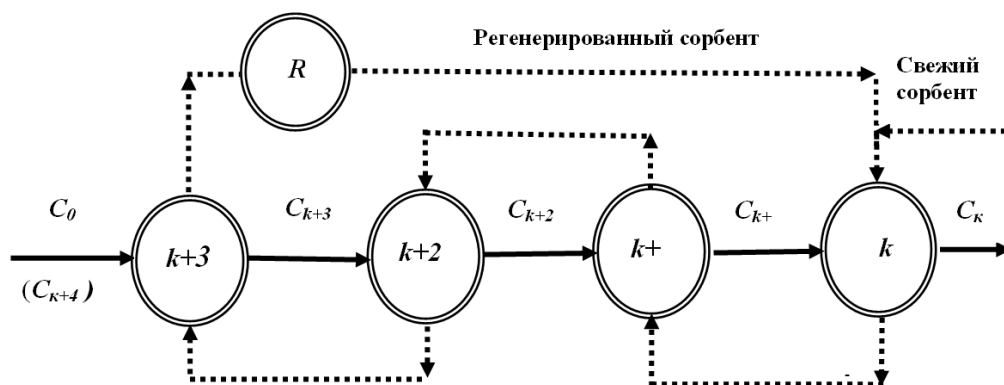


Рис. 3. Противоточная схема адсорбционной водоочистки: k , $k+1$, $k+2$, $k+3$ — агрегаты «смеситель-отстойник»; R — узел регенерации адсорбента

Отстоявшаяся вода, с концентрацией фенола C_{k+1} , поступает на ступень k , а адсорбент — на ступень $k+2$. В результате повторения описанных операций, адсорбент выводится с последней, по ходу сорбента (и первой — по ходу воды), ступени, достигнув величины удельной адсорбции, несколько меньшей, чем равновесная с начальной концентрацией фенола в воде C_0 ($a = \varphi \cdot a_0$, где $\varphi = 0,75 \div 0,85$ — коэффициент использования адсорбционной емкости).

Математическое описание процесса реализовано пошаговым методом («от ступени к ступени»). Математические модели очистки разработаны для случаев перекрестно — ступенчатой и противоточно-ступенчатой адсорбции, осуществляемой на установках периодического действия. Для перекрестно-ступенчатой схемы модель имеет целью определение суммарного расхода сорбента при заданном числе ступеней, при противоточно-ступенчатой — определение необходимого числа ступеней адсорбции при заданном коэффициенте использования обменной ёмкости сорбента. Подразумевается, что время контакта в смесителях достаточно для достижения адсорбционного равновесия.

Численное решение систем уравнений для этих моделей было произведено средствами пакета MatLab, результаты приведены в табл. 2. Была создана универсальная программа, которая довольно мобильна и позволяет обрабатывать экспериментальные данные процесса адсорбции с использованием различных типов сорбентов.

Таблица 2. Расчетные технологические параметры сорбционных установок

Загрязнитель	C ₀ , г/л	Скон, г/л	Противоточная		Перекрестно-ступенчатая	
			Σm, кг/м ³	Число ступеней	Σm, кг/м ³	Число ступеней
Фенол	1,88	0,0094	25,3	4	53,5	4
Анилин	1,86	0,001	16,7	4	34,2	4
Малатион	0,375	0,048	56	4	37	9
Толуол	0,4	0,05	63	4	36,5	10

Поскольку в обеих рассмотренных схемах при равном числе основных аппаратов и, следовательно, одинаковых капитальных вложениях, когда экономическая целесообразность определяется эксплуатационными затратами, предпочтение, безусловно, следует отдать противоточно-ступенчатой схеме.

Литература

1. Тимонин А.С. Инженерно-экологический справочник (т.2). — Калуга: Издательство Н.Бочкаревой, 2003. — 884 с.
2. Проскураков В.А. Очистка сточных вод в химической промышленности. — Л.: Химия, 1977. — 464 с.
3. Когановский А.М., Клименко Н.А., Левченко Т.М., Рода И.Г. Адсорбция органических веществ из воды. — Л.: Химия, 1990. — 256 с.
4. Алексанян А.Р., Торосян Г.О., Мартиросян В.Г., Галстян Г.Ф., Давтян В.А., Саркизова Ю.С., Казинян А.А. Использование сельхозотходов в качестве сорбента для удаления органических веществ из водных растворов // Хим. и Химич. техн., 2008. — Т. 51. — Вып. 12. — С. 99–101.
5. Торосян Г.О., Исаков А.А., Оганесян Д.Н. Сорбенты для тонкой очистки сточных вод от органических загрязнителей // Вестник МАНЭБ СПб, 2006. — Т. 11. — № 8. — Вып. 2. — С. 58–61.

© Исаков А.А., Алексанян А.Р., Кудрявцев А.Г., Давтян В.А., Торосян Г.О., 2010

Поступила в редакцию 24.12.2009 г.

УДК 666.295:552.331(.002.8)

Оберемок Є.В., Шевченко А.Ю. (ДонНТУ)

ОТРИМАННЯ ГЛАЗУРНОГО ПОКРИТТЯ НА ОСНОВІ НЕФЕЛІНІСТКОГО ВІДХОДУ

Досліджена можливість використання вторинної сировини (відходу збагачення цирконового концентрату, що містить нефелін, і розкритих глинистих порід) для виготовлення глазурного покриття для керамічних виробів. За допомогою стандартних методик досліджені основні властивості отриманих експериментальних зразків (блиск, твердість, водопоглинення, хімічна стійкість).

Ключові слова: керамічна глазур, вторинна сировина, нефелін, каолін напівкислий, фрита, керамічна плитка.

Промисловість будівельних матеріалів відносять до найбільш матеріалоемних галузей господарства. В той же час вона здатна ефективно використовувати численні відходи для виробництва корисної продукції.