

Рис. 4. ИК-спектр плёнки оксалона

Таким образом, введение второго полимера в раствор целлюлозы меняет существующую систему контактов целлюлоза-целлюлоза и целлюлоза-растворитель и приводит к изменению процесса распада и структурирования флуктуационной сетки раствора при сдвиге.

## АДСОРБЦИЯ КАТИОННЫХ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ НА АКТИВИРОВАННЫХ УГЛЯХ

М. Г. Иванец

Широкое применение катионных поверхностно-активных веществ (КПАВ) в качестве кондиционеров для волос, антистатических агентов и смягчителей тканей, а также антикоррозионных и бактерицидных добавок обуславливает наличие этих соединений в различных типах сточных вод. При этом устойчивые к гидролизу КПАВ более токсичны для водной среды по сравнению с ПАВ других классов; их предельное содержание в водопроводной воде в соответствии с гигиеническими нормативами не должно превышать  $0,5 \text{ мг/дм}^3$  [1], выброс же сточных вод в открытые водоемы разрешен лишь в случае остаточных концентраций ПАВ не более  $1 \text{ мг/дм}^3$  [2].

Из всего множества существующих методов наиболее простым и распространенным методом очистки сточных вод от данных соединений является адсорбционная очистка, эффективность которой целиком определяется выбором сорбента и условиями проведения очистки. Основная проблема при этом заключается в непосредственно подборе соответствующего сорбента из огромного множества предлагаемых на сегодняш-

ний день материалов. Так, известно несколько десятков видов активированных углей (АУ), различающихся по способу получения, исходному материалу, внешнему виду и др., эффективность использования которых для очистки сточных вод может варьироваться от 10 до 100% в зависимости от природы извлекаемых веществ.

Поэтому целью настоящей работы явилось определение основных критериев подбора угольных сорбентов для удаления катионных ПАВ из их водных растворов.

### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

В качестве катионных ПАВ использовали цетилтриметиламмоний бромид ( $C_{16}H_{33}N(CH_3)_3Br$ , ЦТАБ). Адсорбцию проводили на двух порошковых угольных сорбентах марок Silcarbon TH-90G (Германия), ОУ-А (Россия), гранулированном угле Solcarb 207E4 (Великобритания), а также сорбенте, полученном в результате модификации ОУ-А новым водорастворимым полиэлектролитом – натриевой соли сульфата ацетата целлюлозы (Na-САЦ), синтезированной в лаборатории растворов целлюлозы и продуктов их переработки Учреждения Белгосуниверситета «НИИ физико-химических проблем»

Для оценки адсорбционной активности данных сорбентов по отношению к катионному ПАВ 0,1 г (точная навеска) исследуемого сорбента помещали в коническую колбу с притертой пробкой вместимостью 100 см<sup>3</sup>, прибавляли 50 см<sup>3</sup> растворов ЦТАБ с концентрацией от 0,1 до 1,1 г/дм<sup>3</sup> и оставляли при умеренном перемешивании на 2 ч при 298,0±0,5 К. Затем содержимое колбы фильтровали на бумажном фильтре «синяя лента», отбрасывая первые 10 см<sup>3</sup> фильтрата, и определяли концентрацию ПАВ по стандартной методике, описанной в [3]. Величину адсорбции рассчитывали по формуле:

$$G = \frac{(C_{исх} - C_{равн}) \cdot V}{m} \cdot 10^3, \quad (1)$$

где  $G$  – величина адсорбции, мг/г;  $C_{исх}$  и  $C_{равн}$  – исходная и равновесная концентрации раствора ПАВ соответственно, г/дм<sup>3</sup>;  $V$  – объем раствора ПАВ, равный 50 см<sup>3</sup>;  $m$  – масса препарата, г.

Определение предельной величины адсорбции  $G_{\infty}$  проводили на основании линейной формы уравнения Ленгмюра методом наименьших квадратов:

$$\frac{C_{равн}}{G} = \frac{1}{K_L \cdot G_{\infty}} + \frac{1}{G_{\infty}} \cdot C_{равн}. \quad (2)$$

Для оценки относительного количества микро- и мезопор, доступных для адсорбции растворенных в воде веществ, и их вклада в адсорбцию в поверхностно-активных веществ дополнительно по стандартным методикам проводили адсорбцию из водных растворов веществ-маркеров – йода и красителя метиленового голубого (МГ) [4].

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Построенные на основании проведенных исследований изотермы адсорбции катионных ПАВ на изучаемых угольных сорбентах (рис. 1) наиболее адекватно описываются уравнением Ленгмюра. Изотермами высокого сродства с выходом на плато при равновесных концентрациях  $0,25 \cdot 10^{-3}$  моль/дм<sup>3</sup> характеризуется адсорбция ЦТАБ на Silcarbon и модифицированном угольном сорбенте.

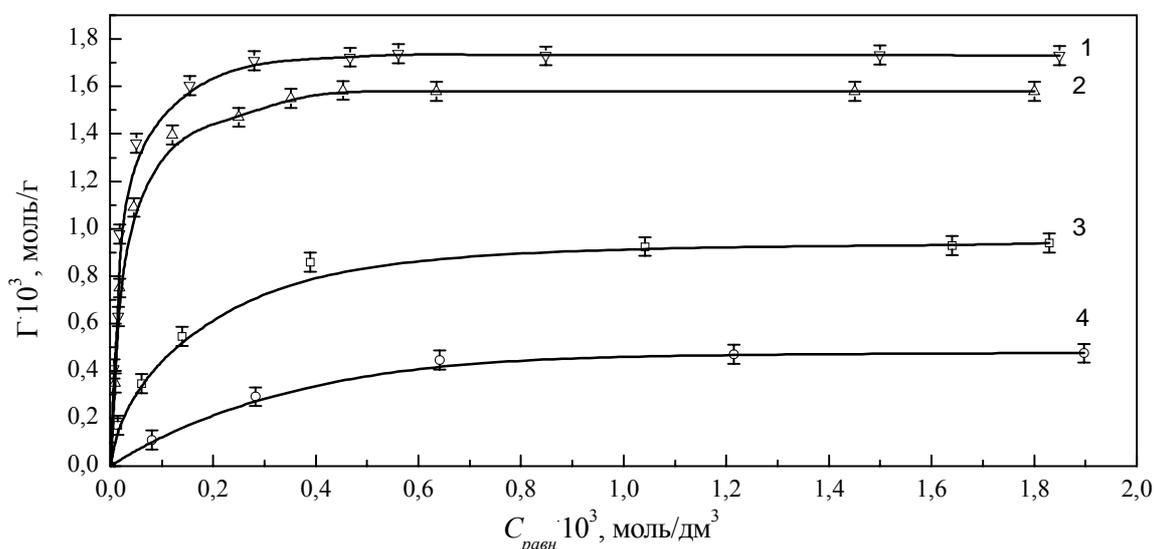


Рис. 1. Изотермы адсорбции ЦТАБ при  $298,0 \pm 0,5$  К на АУ:  
1 – модифицированный угольный сорбент, 2 – Silcarbon, 3 – ОУ-А, 4 – Solcarb

В данной работе показано, что сорбционная емкость активированных углей напрямую зависит от их природы, величины удельной поверхности, размера и количества пор (таблица). Так адсорбция катионного ПАВ (ЦТАБ) на гранулированном угле Solcarb, характеризующегося малой удельной поверхностью и преимущественной микропористостью, о чем свидетельствуют наибольшие величины адсорбции йода, невысока и составляет всего 0,55 ммоль/г, что в 2–3 раза меньше, чем для порошковых углей (таблица).

В свою очередь, порошковые угли, характеризующиеся значительно большей площадью удельной поверхности и развитой системой микро и мезопор, намного более эффективно извлекают катионные ПАВ. При этом несколько меньшая величина удельной поверхности модифицированного

полимером угольного сорбента, измеренная для твердого образца, компенсируется образованием им высокодисперсной угольной суспензии, содержащей более 10% частиц коллоидной степени дисперсности.

Таблица

**Сравнительная таблица результатов адсорбции ЦТАБ и веществ-маркеров на угольных сорбентах**

Угольный сорбент	Суд, м <sup>2</sup> /г	Адсорбция веществ-маркеров, Г, ммоль/г		Катионный ПАВ, ЦТАБ, 365 г/моль		
		йод (254 г/моль)	МГ (374 г/моль)	KL <sub>103</sub> , дм <sup>3</sup> /моль	Г <sub>∞</sub> , ммоль/г	R2
гранулиров. Solcarb	216	4,13	0,37	4,1	0,55	0,991
порошков. Silcarbon	900	3,15	0,80	37,5	1,66	0,999
порошков. ОУ-А	920	3,35	0,80	18,8	0,94	0,998
порошков. модиф. сорбент	880	3,23	0,96	40,3	1,78	0,999

Достаточно высокие величины адсорбции ЦТАБ на Silcarbon и модифицированном сорбенте можно объяснить возможностью дополнительных взаимодействий молекул адсорбата с функциональными группами кислого характера, находящимися на поверхности сорбента (в случае Silcarbon), и отрицательно заряженными группами модифицирующего полимера (в случае модифицированного сорбента).

### **ВЫВОДЫ**

Установлено, что максимальная степень извлечения КПАВ достигается при использовании порошковых угольных сорбентов, характеризующихся высокой площадью удельной поверхности (~ 1000 м<sup>2</sup>/г), развитой системой микро- и мезопор.

Показано, что из всех исследованных сорбентов наибольшей величиной предельной адсорбции катионных ПАВ обладает угольный порошок, модифицированный новым водорастворимым полиэлектролитом, способный образовывать высокодисперсные угольные суспензии в водных растворах и дополнительно адсорбирующий катионные ПАВ за счет их электростатического взаимодействия с отрицательно заряженными группами модифицирующего полимера.

### **Литература**

1. СанПиН 10 – 124 РБ 99. Вода питьевая. Контроль качества.

2. Холмберг Б., Йенссон Б., Кронберг Б., Линдман Б. Поверхностно-активные вещества и полимеры в водных растворах. М.:Бином. Лаборатория знания, 2007.
3. Лурье Ю. Ю. Аналитическая химия промышленных сточных вод. М.: Химия, 1984.
4. Смирнов А. Д. Сорбционная очистка воды Л.: Химия, 1982.

## ПРИМЕНЕНИЕ АКТИВИРОВАННЫХ ЦИКЛОПРОПАНОВ В СТЕРЕОСЕЛЕКТИВНОМ СИНТЕЗЕ ПРИРОДНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

**В. Н. Коваленко, Д. М. Зубрицкий**

Производные циклопропана, содержащие электронодонорные или электроноакцепторные заместители, способны подвергаться в мягких условиях разнообразным реакциям раскрытия трехуглеродного цикла [1]. Многие превращения такого типа характеризуются высоким уровнем диастерео- или энантиоселективности, и могут быть использованы в направленном стереоселективном синтезе природных веществ.

Получение оптически активных *гем*-дигалоциклопропанкарбоновых кислот имеет важное значение, поскольку данные соединения используются в синтезе широкого круга практически полезных веществ и природных соединений [2, 3]. Большое внимание в органической химии уделяется синтезу соединений метилразветвленной структуры. В данной работе предложен оригинальный подход синтезу подобных соединений, основанный на получении оптически активных (1*R*,3*S*)- и (1*S*,3*R*)-2,2-дихлор-3-метил-1-циклопропанкарбоновых кислот и раскрытии трехуглеродного цикла в их производных.

Оптически активные кислоты были получены расщеплением соответствующей рацемической кислоты *I* хиральными аминами (рис. 1).

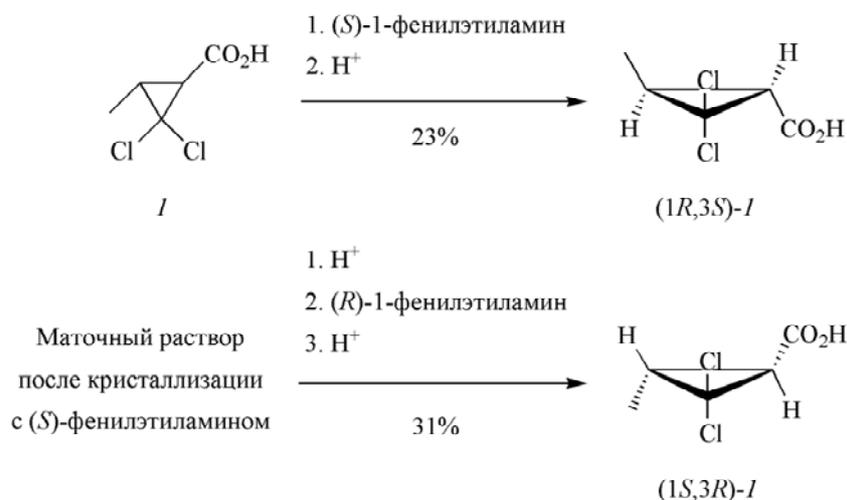


Рис. 1