

На рис. 4 представлены данные по температурной зависимости исследуемых эмульсий в интервале 15—30°. Эффективность эмульсий гексадеканола с ростом температуры падает, а у эмульсий исследуемого препарата, наоборот, увеличивается. Это различие, по-видимому, связано с большей средней длиной цепей углеродных атомов в молекулах исследуемого реагента по сравнению с гексадеканолом.

1. Жамагорцян В. Н., Геворкян Г. А., Никогосян Т. Т. Методика применения и определения эффективности мономолекулярных пленок на Арганишском озере.— В кн.: Изучение поверхностно-активных веществ — депрессоров испарения. Л.: Изд-во ГГИ, 1967, с. 27—32.
2. Товбин М. В., Чаленко В. Г. Стан мономолекулярных плёнок поверхностно-активных речовин на несомбжежній поверхні води.— Докл. АН УРСР. Сер. Б, 1977, № 6, с. 447—448.
3. Уменьшение испарения с озер и водохранилищ.— Бюллетень Всемирн. метеорол. организации, 1974, т. 25, с. 151—160.
4. Влияние добавок углеводов на депрессорное действие гексадеканола / М. В. Товбин, В. Г. Чаленко, А. В. Архаров, Л. В. Глубокова.— Укр. хим. журн., 1984, 50, № 1, с. 20—22.

Киевский государственный университет  
им. Т. Г. Шевченко

Поступила 20.06.82

УДК 541.183

## ОЦЕНКА СОРБЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ НОВЫХ СИНТЕТИЧЕСКИХ АКТИВНЫХ УГЛЕЙ ПРИ ИЗВЛЕЧЕНИИ ИОДА ИЗ РАСТВОРОВ

А. М. Пузий, Н. Т. Картель, В. В. Стрелко

Сорбционная технология извлечения иода из подземных вод и рапы соляных озер занимает ведущее место среди промышленных способов его получения. При этом преимущества сорбционных методов в наибольшей мере проявляются при невысоких температурах буровых вод и сравнительно небольших содержаниях в них иода. Из работ [1—3] следует, что иные способы в этих условиях нерентабельны.

Применяемый в нашей стране для промышленного извлечения иода активированный уголь марки КАД производится в основном для нужд иодобромной промышленности. Однако он имеет неудовлетворительную сорбционную емкость и низкую прочность. Ионообменные смолы АВ-17 и АМП, используемые при промышленной добыче иода, по основным показателям превосходят уголь КАД. Однако их невысокая термическая стойкость и неудовлетворительная осмотическая стабильность затрудняют осуществление десорбции при повышенных температурах, а, следовательно, и получение иодных концентратов с высоким содержанием целевого продукта. Концентраты, полученные с помощью ионообменных смол, имеют более высокий солевой фон и непредсказуемый состав гидролизных форм иода. Таким образом, в промышленном производстве иода возникла потребность в высокопрочном сорбенте с улучшенными физико-химическими свойствами.

Настоящая работа посвящена исследованию особенностей сорбции иода на новых синтетических активированных углях сферической грануляции СКН и СКС [4]. С точки зрения использования в иодобромной промышленности эти материалы сочетают в себе некоторые положительные качества, присущие, с одной стороны, активированным углям (термическую и химическую стойкость, осмотическую стабильность, хорошие кинетические характеристики), а с другой — ионообменным смолам (высокие показатели прочности и сорбционной емкости, сферичность гранул и др.). Для исследования были взяты угли СКН (азотсо-

держании) и СКС (чисто углеродные) прогрессирующей активации (степень обгара от 0 до 85—90 %).

Известно [4—6], что введение азота в качестве гетероатома в структуру активированного угля увеличивает его анионообменную емкость, поэтому, прежде всего, предполагалось выявить влияние количества связанного азота на сорбцию свободного иода из водных растворов. Изотермы адсорбции иода на углях СКН и СКС, снятые из водных растворов иодистого калия, представлены на рис. 1. Для сравнения на этом же рисунке приведены изотермы адсорбции иода на угле КАД и ионообменных смолах АВ-17 и АМП. Изотермы адсорбции иода снимали путем периодического встряхивания в течение суток \* в растворе иода навесок высушенного при 105—110° сорбента. Равновесную концентрацию иода определяли ти-

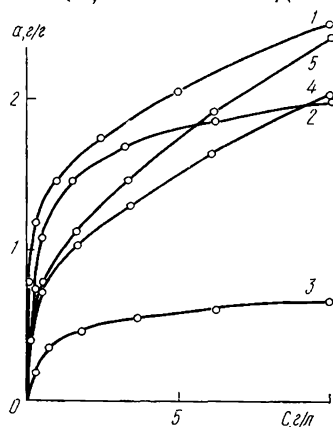


Рис. 1. Изотермы адсорбции иода из водных растворов иодистого калия на углях СКС-4 (1), СКН-150 (2), КАД (3) и ионообменных смолах АВ-17 (4) и АМП (5).

трованием стандартным раствором тиосульфата с использованием в качестве индикатора крахмала.

Из рис. 1 следует, что по адсорбционной емкости угли СКН и СКС значительно превосходят уголь КАД во всем интервале исследованных

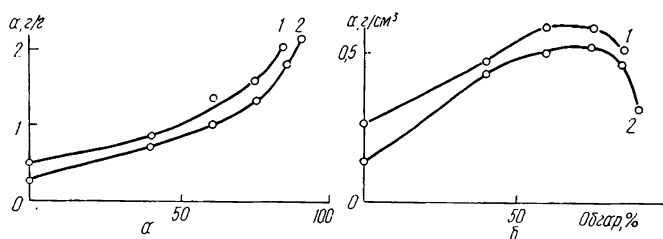


Рис. 2. Зависимость адсорбционной способности по иоду углей СКС (1) и СКН (2) от обгара в расчете на единицу массы (а) и единицу объема угля (б) при равновесной концентрации иода 5 г/л.

концентраций иода, а также ионообменные смолы АВ-17 и АМП в области малых концентраций. Обращает на себя внимание также тот факт, что по мере увеличения степени обгара растет адсорбционная емкость единицы массы этих углей, а емкость, отнесенная к единице объема сорбента, проходит через максимум в области 60—75 % обгара (рис. 2).

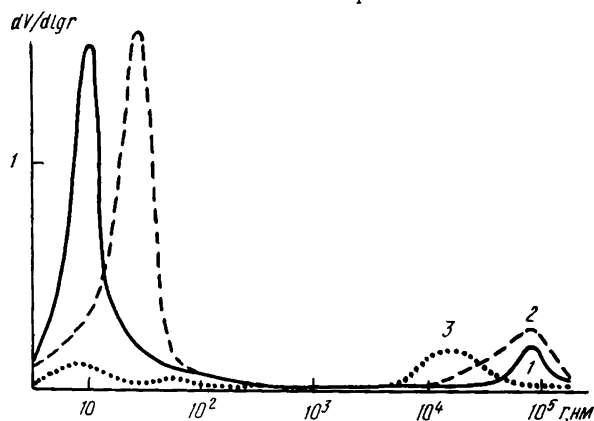
В связи с поставленной в работе задачей интересно было оценить характер влияния пористости сорбентов СКН и СКС на их сорбционную способность по отношению к иоду. Особенности пористой структуры углей СКН и СКС исследовали общепринятыми методами — ртутной порометрии и по изотермам адсорбции (стандартный пар — бензол).

На рис. 3 представлены типичные порограммы сорбентов СКН и СКС, характеризующие распределение объемов макро- и мезопор по их радиусам. Практически в отличие от всех марок технических углей синтетические углеродные сорбенты СКН и СКС обладают весьма узким распределением объемов мезопор по их радиусам: 90—95 % всего объема пор радиусом более 3 нм приходится на интервал 10—50 нм для углей СКН и 3—20 нм для углей СКС. Кроме того, имеется неболь-

\* Адсорбция иода на ионообменных смолах не является равновесной, так как для достижения равновесия на них необходимо около 200 ч.

шой пик в области макропор, объем которых составляет лишь 5—10 % от всего объема вдавненной ртути. Количественные характеристики мезо- и микропор, а также структурные константы уравнения Дубинина — Радускевича [7], рассчитанные по изотермам адсорбции — десорбции паров бензола, представлены в таблице.

Анализ приведенных результатов позволяет заключить, что погло- тительная способность сорбентов с близкой пористой структурой по



отношению к иоду отлич- ается незначительно, од- нако во всех случаях уг- ли SKC превосходят азотсодержащие угли SKN (см. рис. 1). Это, по-видимому, объясняет- ся меньшими размерами микро- и мезопор уг-

Рис. 3. Дифференциальные кривые распределения объемов пор по их радиусам в углях SKC-3 (1), SKN-1K (2) и КАД (3).

лей SKC по сравнению с SKN. Иными словами, более узкие поры, свойственные углю SKC, обладают, очевидно, более высоким адсорб- ционным потенциалом (большим значением характеристической энер- гии адсорбции  $E_0$ ).

Таким образом, исследованные угли SKN и SKC представляют несомненный интерес с точки зрения применения их для извлечения иода из промышленных иодсодержащих вод. Наибольшая емкость еди- ницы объема сорбента по отношению к молекулярному иоду наблюда- ется для образцов исследованных углей SKN и SKC с 60—75 % обга- ра. Образцы углей с малыми степенями обгара являются, на наш взгляд, более перспективными из-за повышенных значений характери- стической энергии адсорбции, поскольку должны проявлять максималь- ное сродство к иоду при извлечении его из разбавленных растворов. Анионообменные свойства изученных углей, то есть наличие химиче- ски связанного азота, не оказывают заметного влияния на адсорбци- онную емкость по отношению к молекулярному иоду. Определяющее значение имеет пористая структура адсорбента.

Образец	Обгар, %	$W_{01}$	$W_{02}$	$E_{01}$	$E_{02}$	$V_{Mn}$	$V_{Me}$	$S_{Me}$ , м <sup>2</sup> /г	Адсорбция иода; при $C_p=5$ г/л	
		см <sup>3</sup> /г		кДж/моль		см <sup>3</sup> /г			г/г	г/см <sup>3</sup>
SKNк	0	0,20	—	15,1	—	0,19	0,05	14	0,23	0,13
SKN-1M	40	0,38	—	27,3	—	0,36	0,08	36	0,72	0,43
SKN-2M	60	0,52	—	18,5	—	0,48	0,13	74	1,05	0,50
SKN-1K	75	0,65	—	14,9	—	0,61	0,42	199	1,36	0,52
SKN-150	85	0,67	0,09	19,1	18,5	0,64	0,68	301	1,85	0,46
SKN-200	90	0,80	0,11	19,7	9,8	0,83	1,71	702	2,49	0,32
SKCк	0	0,10	—	28,5	—	0,10	0,18	39	0,50	0,27
SKC-1	40	0,19	—	33,1	—	0,19	0,22	66	0,89	0,47
SKC-2	60	0,36	—	21,9	—	0,34	0,27	88	1,41	0,58
SKC-3	75	0,48	—	17,9	—	0,44	0,55	200	1,61	0,58
SKC-4	80	0,66	—	13,4	—	0,58	0,76	274	2,02	0,51
КАД	—	0,26	—	16,6	—	0,24	0,11	63	0,58	0,23

1. Химия и технология брома и иода.— Л.: Ин-т прикл. химии, 1976.— 67 с.
2. Ксензенко В. И., Стасиневич Д. С. Химия и технология брома, иода и их соединений.— М.: Химия, 1979.— 304 с.
3. Тезисы докладов Всесоюзного совещания «Состояние разработок по извлечению иода, брома и микроэлементов из промышленных вод иодобромных производств жидкими и твердыми сорбентами», 12—13 октября 1982 г., г. Саки. Черкассы: НИИТЭХИМ, 1982.— 40 с.
4. Николаев В. Г., Стрелко В. В. Гемосорбция на активных углях.— Киев: Наук. думка, 1979.— 286 с.
5. Лоскутов А. И. Получение и исследование свойств азотсодержащих активных углей: Автореф. дис. ... канд. хим. наук.— Л., 1968.— 13 с.
6. Кузин И. А., Лоскутов А. И. Получение и исследование ионообменных свойств азотсодержащего угля.— Журн. прикл. химии, 1966, 39, № 1, с. 100—104.
7. Дубинин М. М. Пористая структура и адсорбционные свойства активных углей.— М.: Воен. акад. хим. защиты, 1965.— 115 с.

Институт общей и неорганической химии АН УССР,  
Киев

Поступила 28.01.83

УДК 669.85/86:609.777

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОБРАЗОВАНИЯ ТЕЛЛУРИТОВ РЗЭ МЕТОДОМ ИК-СПЕКТРОСКОПИИ

А. Л. Волошина, Л. А. Иванченко, В. А. Оболончик, В. А. Сердюк

Теллуриды РЗЭ состава  $\text{Ln}_2\text{Te}_3\text{O}_9$  обладают интересными физическими свойствами и поэтому привлекают внимание исследователей [1]. Они имеют довольно широкую область оптической прозрачности от ультрафиолета до ИК-части спектра [2], могут быть использованы как пигментные добавки к краскам, растворяются в расплавах оптических стекол [3]. Однако процесс образования теллуридов РЗЭ изучен недостаточно. Не исследована природа получаемых из водных растворов осадков, а также процессы, происходящие при нагревании теллуридов РЗЭ. Теллуриды РЗЭ получены из водных растворов при взаимодействии эквивалентных количеств теллурида натрия и нитрата РЗЭ (где РЗЭ — ряд элементов от лантана до лютеция, кроме церия и прометия) по методике, приведенной в работе [4].

Цель настоящего исследования — изучить процессы, происходящие при формировании теллуридов РЗЭ, методом ИК-спектроскопии.

Теллуриды, полученные из водных растворов с последующим высушиванием на воздухе при температуре 20—22°, имеют состав  $\text{Ln}_2\text{Te}_3\text{O}_9 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ , где  $n=4\div 6$ , в соответствии с данными химического анализа [5]. Процесс удаления  $\text{H}_2\text{O}$  изучен на примере  $\text{La}_2\text{Te}_3\text{O}_9 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ . Образцы теллурида лантана выдержаны при температурах 150, 400, 500, 600 и 700° до постоянного веса. Образцы теллуридов всех РЗЭ, выдержанные при температурах 150—400°, рентгеноаморфны, при 500—580° имеют  $\alpha$ -модификацию теллуридов РЗЭ, выше 600° —  $\beta$ -модификацию теллуридов РЗЭ.

ИК-спектры исследованных соединений получены на приборе UR-20 и «Хитачи» ФИС-3 в спектральном интервале частот 40—5000  $\text{см}^{-1}$ . Образцы для исследования приготавливали методом прессования 2,5 мг исследуемого вещества в 150 мг КВг или запрессовкой в полиэтилен.

На рис. 1 представлены ИК-спектры пропускания  $T(\nu)$  теллурида лантана, отожженного при различных температурах. В таблице приведены спектральные положения минимумов ИК-пропускания для теллуридов всех остальных РЗЭ, кроме Се и Рт, высушенных при температуре 150°. Характерной для всех теллуридов РЗЭ является полоса при 705  $\text{см}^{-1}$ , соответствующая антисимметричному валентному колебанию аниона  $\text{TeO}_3^{2-}$  [6, 7]. Во всех спектрах обнаружены минимумы