

УДК 662.66:541.183

О.С. Гладкова, Н.Ю. Шишлянникова, Ю.В. Соловьева, Ю.Ф. Патраков

## АДСОРБИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МОДИФИЦИРОВАННЫХ АКТИВНЫХ УГЛЕЙ

Адсорбционные методы очистки являются одним из универсальных решений проблемы современной экологии, так как позволяют извлекать и возвращать в технологический процесс вещества из отходов производства.

Активные угли (АУ) занимают ведущее место среди адсорбентов и применяются во многих отраслях промышленности. Однако, в связи с высокой стоимостью их получения и регенерации, необходим поиск новых экономически более выгодных технологий производства АУ.

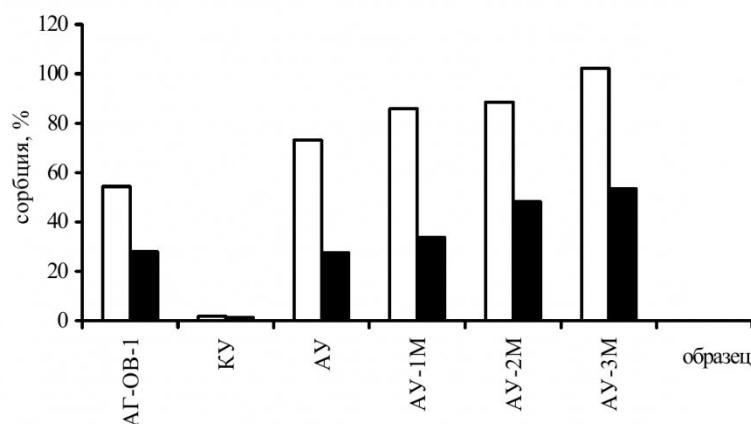
С целью улучшения адсорбционных характеристик сорбента используется модификация с применением различных органических и неорганических соединений, таких как озон, фурфурол, пероксид водорода, неорганических и органических кислот [1]. При этом в процессе модификации происходит изменение не только параметров пористой структуры, но и физико-химических свойств поверхности.

Ранее в работе [2] была показана принципиальная возможность модификации углеродных материалов с использованием  $\epsilon$ -капролактама, позволяющая получить материал, обладающий более высокими адсорбционными характеристи-

стиками по сравнению с исходным активным углем. В данной работе проведено сравнительное исследование адсорбционных характеристик активного угля (АУ), полученного из природного угля, и его образцов модифицированных  $\epsilon$ -капролактамом с характеристиками промышленного активного угля АГ-ОВ-1. В качестве матрицы для АУ использован каменный уголь (КУ) марки Д (ш. Грамотейская) Кузнецкого

дующую активацию парами воды, причем этот процесс был неоднократно повторен и получены модифицированные (АУ-1М), дважды (АУ-2М) и трижды (АУ-3М) модифицированные образцы. Процесс модификации  $\epsilon$ -капролактамом заменил процесс ректификации при котором, по традиционной схеме проводится отгонка сорбированного вещества.

Сорбция  $\epsilon$ -капролактама проведена из его водного рас-



Сорбция йода и бензола образцами угля ; □ йод ■ бензол

угольного бассейна. КУ карбонизовали, а затем активировали, по методике, описанной в [3].

Модификации АУ включала в себя адсорбцию  $\epsilon$ -капролактама, карбонизацию в среде инертного газа и после-

твора по специальной методике [3], затем уголь был отфильтрован и прогрет на воздухе в течение 3 часов при температуре 250°C. Повторная карбонизация и активация аналогичны процессу получения АУ. Для всех

Таблица  
Параметры пористой структуры адсорбентов

№	Марка адсорбента	$S_{БЭТ}$ , м <sup>2</sup> /г	$S_{мезо}$ , м <sup>2</sup> /г	$V_{\Sigma}$ , (г до 300 нм)	$V_{ми}$ , см <sup>3</sup> /г	$V_{мезо}$ , см <sup>3</sup> /г
1	АГ-ОВ-1	786,0	108,2	0,469	0,325	0,144
2	КУ	0,191	0,075	$8,7 \cdot 10^{-4}$	$0,55 \cdot 10^{-4}$	$8,15 \cdot 10^{-4}$
3	АУ	696,8	28,18	0,367	0,320	0,046
4	АУ-1М	867,6	69,49	0,483	0,367	0,117
5	АУ-2М	940,3	107,1	0,551	0,359	0,191
6	АУ-3М	1029,2	130,4	0,617	0,370	0,247

образцов определены сорбционные свойства с использованием экспресс-методики определения сорбционной емкости по бензолу [4] и по йоду [5]. Результаты сорбции по бензолу и йоду для полученных образцов представлены на рисунке.

Параметры пористой структуры полученных адсорбентов определены по адсорбции азота при 77 К ( $350^{\circ}\text{C}$ ) на установке ASAP-2400 фирмы «Micrometrics». Тренировка (дегазация) образцов осуществлена при  $300^{\circ}\text{C}$  до остаточного давления 30 мТорр. Из изотермы адсорбции азота рассчитаны значения суммарной величины удельной поверхности  $S_{\text{БЭТ}}$  (расчет методом БЭТ), суммарного объема пор диаметром до 150 нм -  $V_{\text{пор}}$  (по предельному насыщению при  $p/p_s=0.25$ ), объем микропор определен сравнительным методом. Объем мезопор найден как разность  $V_{\text{пор}}$  и  $V_{\text{ми}}$ . Даные адсорбционного исследования приведены в таблице.

Проведенные исследования показали (рисунок), что сорбционные характеристики угля АУ по отношению к бензолу близ-

ки, а по йоду даже превышают значения, полученные для промышленного активного угля АГ-ОВ-1, тогда как исходный каменный уголь не обладает сорбционными свойствами по отношению к йоду и бензолу. После первой модификации значения сорбционной активности на полученном угле АУ-М превосходят значения, полученные для угля АГ-ОВ-1, широко применяемого в промышленности. Каждая последующая модификация угля приводит к увеличению сорбционной активности полученных образцов, как по бензолу, так и по йоду. Увеличение сорбционной активности модифицированных образцов относительно исходного АУ для бензола составляет, соответственно, 22 % для АУ-1М, 75 % - АУ-2М и 94 % - АУ-3М; для йода - 17 % АУ-1М, 21 % - АУ-2М и 40 % - АУ-3М.

Как показывают данные таблицы, уже после первой модификации значения площади поверхности ( $S_{\text{БЭТ}}$ ) и объема микропор ( $V_{\text{ми}}$ ), полученные для АУ сопоставимы с результатата-

ми, полученными для промышленного активного угля АГ-ОВ-1, но уступают по площади мезопор ( $S_{\text{мезо}}$ ) и объему мезопор ( $V_{\text{мезо}}$ ). Повторная модификация приводит к значительному улучшению всех параметров, а образцы, полученные после третьей модификации, превосходят показатели промышленного активного угля АГ-ОВ-1 по всем характеристикам.

Таким образом, проведенные исследования показали, что способ модифицирования активных углей раствором  $\epsilon$ -капролактама является перспективным методом улучшения характеристик адсорбентов. Модифицированные образцы имеют сорбционную активность, как по бензолу, так и по йоду на уровне и даже выше промышленно выпускаемых и широко применяемых марок, таких как АГ-ОВ-1. При этом увеличение количества модификаций приводит к возрастанию сорбционных свойств и улучшению параметров пористой структуры.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аллейников В.Г., Донстер Б.Т. и др. // Химическая технология. 1989. № 1, С. 12-16.
2. Астракова Т.В., Юстратов В.П., Кряжев Ю.Г., Шишлянникова Н.Ю. //ХТТ. 2003.№ 5, С. 32-38.
3. Гладкова О.С., Шишлянникова Н.Ю., Астракова Т.В. // Вестник КузГТУ. 2004. № 6.1, С. 130-132.
4. Глузман Л.Д., Эдельман И.И. Лабораторный контроль коксохимического производства. Харьков: Гос. ун-т изд-во литер. по черной и цветной металлургии, 1957. 636С.
5. ГОСТ 6217-74 Уголь активный древесный дробленный.

### □ Авторы статьи:

Гладкова Ольга Сергеевна - аспирант Института угля и углехимии СО РАН	Шишлянникова Нина Юрьевна - канд. хим. наук., ст. науч. сотр. лаборатории химии и химической технологии угля ИУУ СО РАН	Соловьева Юлия Викторовна - аспирант Кемеровского технологического инсти- тута пищевой промыш- ленности	Патраков Юрий Федорович - канд. техн. наук, зав. лаб. химии и химической тех- нологии угля ИУУ СО РАН
--	--	--	--