

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ И АДсорбЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК  
НОВОГО АКТИВИРОВАННОГО УГЛЯ ИЗ КОСТОЧЕК УРЮКА****Хайитов Руслан Рустамжанович***канд. хим. наук, ст. науч. сотр., Институт общей и неорганической химии АН РУз,  
100170, Республика Узбекистан, г. Ташкент, ул. М. Улугбека, д. 77а***Наубеев Темирбек Хасетуллаевич***канд. хим. наук, зав. кафедрой технологии нефти и газа,  
доц. Каракалпакского государственного университета имени Бердаха,  
230112, Республика Каракалпакстан, г. Нукус, ул. Ч. Абдилова, д. 1***Сапашов Икрамжан Яумытбаевич***ассистент кафедры технологии нефти и газа  
Каракалпакского государственного университета имени Бердаха,  
230112, Республика Каракалпакстан, г. Нукус, ул. Ч. Абдилова, д. 1  
E-mail: [sapashov85@mail.ru](mailto:sapashov85@mail.ru)***Хайдаров Бекзоджон Абдумалик угли***магистрант, Бухарский инженерно-технологический институт,  
100200, Республика Узбекистан, г. Бухара, ул. К. Муртазаева, д. 15/1***Абдикамалов Дуйсенбай Ходжабаевич***студент Каракалпакского государственного университета имени Бердаха,  
230112, Республика Каракалпакстан, г. Нукус, ул. Ч. Абдилова, д. 1***DETERMINATION OF PHYSICAL-CHEMICAL AND ADSORPTIVE CHARACTERISTICS  
OF NEW ACTIVATED CARBON FROM KERNELS OF THE DRIED APRICOT****Ruslan Khayitov***candidate of chemical sciences, senior researcher, Institute of General and inorganic chemistry  
of Uzbekistan Academy of Sciences,  
100170, Republic of Uzbekistan, Tashkent, M. Ulugbek St., 77a***Temirbek Naubeev***candidate of chemical sciences, head of the Department of technology of oil and gas,  
Associate professor of Karakalpak state university named after Berdakh,  
230112, Republic of Karakalpakstan, Nukus, Ch. Abdirova St., 1***Ikranjjan Sapashov***assistant of the Department of technology of oil and gas,  
Karakalpak state university named after Berdakh,  
230112, Republic of Karakalpakstan, Nukus, Ch. Abdirova St., 1***Bekzodjon Haydarov***master's degree student, Engineering-technological institute of Bukhara,  
100200, Republic of Uzbekistan, Bukhara, K. Murtazaeva St., 15/1***Duysenbay Abdikamalov***student, Karakalpak state university named after Berdakh,  
230112, Republic of Karakalpakstan, Nukus, Ch. Abdirova St., 1*

### АННОТАЦИЯ

В предлагаемой статье приведены методики определения физико-химических и адсорбционных характеристик активированных углей. В процессе исследования определены физико-химические и адсорбционные характеристики полученного нами нового активированного угля из косточек урюка. С целью импортозамещения его характеристики сравнивались с известным промышленным активированным углем марки АГ-3.

### ABSTRACT

In the article methods for determining physical-chemical and adsorptive characteristics of activated carbons are presented. During the research process physical-chemical and adsorptive characteristics of the obtained new activated carbon from kernels of the dried apricot are identified. In order to import new activated carbon, its characteristics are compared with the known industrial activated carbon AG-3.

**Ключевые слова:** активированный уголь; косточки урюка; уголь АГ-3; насыпная плотность; объем микропор; прочность на истирание; зольность; адсорбционная активность.

**Keywords:** activated carbon; kernels of the dried apricot; activated carbon AG-3; pour density; micropore volume; abrasion resistance; ash content; adsorption activity.

### Введение

Для разделения и очистки газов, рекуперации летучих органических растворителей, очистки и осветления растворов могут быть использованы различные мелкопористые сорбенты – силикагель, природные и синтетические цеолиты, алюмогели, пористые стекла, иониты. Однако только активированные угли (АУ) в полной мере отвечают требованиям, предъявляемым к твердому поглотителю [7; 8].

Производство АУ неуклонно возрастает, а области их применения непрерывно расширяются. Традиционным сырьем для производства АУ являются древесина, торф, торфяной кокс, некоторые каменные угли и полукокс на их основе. В Узбекистане, несмотря на большой спрос на АУ, их не производят из-за отсутствия промышленных установок. Наряду с этим на пищевых предприятиях республики ежегодно образуются значительные массы отходов переработки плодов урюка, повсеместно возделываемого на территории Республики. Согласно мировой практике названный отход может служить хорошим сырьем для получения активированного угля. Существует достаточно подробная информация о переработке ядра фруктовых косточек в ценные продукты [8], но литературные данные по получению и применению угольных сорбентов на основе скорлупы косточек немногочисленны [1; 8].

На территории Узбекистане расположены четыре основных газоперерабатывающих завода: ООО «Мубарекский газоперерабатывающий завод», ООО «Шуртаннефтегаз», Шуртанский и Устюртский газохимические комплексы. На установках аминовой очистки природного газа от кислых компонентов вышеперечисленных заводов для адсорбционной очистки регенерированных аминовых растворов применяются активированные угли марки АГ-3, НХ-30, Шемверон и др. Необходимо учитывать, что применяемые активированные угли являются зарубежного происхождения и импортируются за валюты. С целью импортозамещения нами был получен активированный уголь из косточек урюка (АУ-КУ).

Целью предлагаемой работы стало определение и изучение физико-химических и адсорбционных свойств нового АУ-КУ в сравнении с промышлен-

ными образцами при очистке регенерированного аминового раствора.

### Методики экспериментов

В ходе работы использован комплекс современных и классических методов исследования [2-6], позволяющие определить физико-химические и адсорбционные характеристики активированных углей, в частности, криоскопический метод определения динамической емкости сорбентов (разработка ИОНХ АН РУз) [9].

### Криоскопический метод определения динамической емкости сорбентов

Адсорбционная емкость АУ-КУ по бензолу определялась с помощью криоскопического метода [9].

Сущность определения селективности и динамической емкости адсорбентов криоскопическим методом заключается в изменении концентрации эталонного раствора, хроматографируемого через адсорбент, и определяется согласно изменению депрессии температуры кристаллизации раствора.

Анализ осуществляется следующим образом: 2 %-ный эталонный раствор органического вещества в циклогексане пропускается в стеклянной колонке через 10 г адсорбента (фр. 0,25-0,50 мм, предварительно дегидратированного) до его полного насыщения, то есть когда температура кристаллизации фильтрата ( $t_3$ ) не станет равной температуре кристаллизации исходного эталонного раствора ( $t_2$ ). Скорость истечения фильтрата – 1 капля в 1 секунду, что соответствует 0,4 объема в час. Так как температура кристаллизации исходного циклогексана ( $t_1$ ) и эталонного раствора ( $t_2$ ) определяется заранее, то весь анализ сводится к определению температуры кристаллизации фильтрата ( $t_3$ ). Фильтрат отбирается по объему порциями 12,85 мл (что соответствует 10 г). В каждой порции определяется температура кристаллизации ( $t_3$ ), а затем вычисляется количество адсорбированного вещества (мол. %) по формуле:

$$A = \frac{t_3 - t_2}{t_1 - t_2} * 100\% \quad (1)$$

Мольные проценты адсорбированного вещества можно пересчитать в весовых процентах по следующей формуле:

$$P = \frac{A/100 * M}{(1 - A/100) * 84,16 + A/100 * M} * 10 \quad (2)$$

где  $M$  – молекулярная масса вещества;

84,16 – молекулярная масса циклогексана.

Количество адсорбированного вещества в весовых процентах для каждой порции фильтрата пере-

считываются на граммы, суммируются и относятся к 100 г адсорбента.

Данный метод удобен в оперировании, быстр и точен. Он предусматривает использование циклогексана как растворителя высокой степени чистоты для приготовления модельных (эталонных) растворов сорбатов.

#### Результаты и их обсуждение

Путем карбонизации и активации косточек урюка получен активированный уголь. Для каждого процесса определены его физико-химические и адсорбционные характеристики. Полученные результаты приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1.

#### Результаты карбонизации, физико-химические и адсорбционные характеристики урюковых косточек

Температура процесса, °С	Скорость подъема температуры, °С/мин.	Вес сырья, г	Вес карбонизата, г	Насыпная плотность, г/дм <sup>3</sup>	Удельная поверхность, м <sup>2</sup> /г	Зольность, %	Адсорбционная активность по С <sub>6</sub> Н <sub>6</sub> , г/100 г
400	7-10	1000	613	524	211	4,8	0,24
500	7-10	1000	521	557	225	5,0	0,46
600	7-10	1000	405	562	234	5,1	0,52
700	7-10	1000	276	596	475	5,2	0,87
800	7-10	1000	253	623	513	5,5	1,18

Полученный карбонизат косточкового сырья активирован водяным паром. Условия и результаты активации показаны в таблице 2.

Таблица 2.

#### Результаты активации, физико-химические и адсорбционные характеристики урюкового карбонизата

Температура процесса, °С	Время выдержки, мин.	Степень обгара, %	Насыпная плотность, г/дм <sup>3</sup>	Удельная поверхность, м <sup>2</sup> /г	Зольность, %	Адсорбционная активность по С <sub>6</sub> Н <sub>6</sub> , г/100 г
800	60	29	577	805	10,6	1,45
850	120	27	570	890	9,5	1,87

Полученные экспериментальные результаты, приведенные в таблице 1, позволили констатировать, что оптимальными условиями карбонизации косточек урюков являются продолжительность процесса 1 час при температуре 800 °С.

На основе полученных данных (таблица 2) установлено, что оптимальные условия активации кар-

бонизатов косточкового сырья – температура 850 °С и продолжительность процесса – 2 часа.

В ходе работы провели сравнение некоторых характеристик полученного нами активированного угля АУ-КУ с известным промышленным активированным углем марки АГ-3 (таблица 3).

Таблица 3.

#### Некоторые сравнительные характеристики активированных углей

Наименование показателей	Активированные угли	
	АГ-3	АУ-КУ
Насыпная плотность, г/дм <sup>3</sup>	450	800-890
Суммарный объем пор, см <sup>3</sup> /г	0,8-1,0	0,87-1,03
Объем микропор, см <sup>3</sup> /г	0,24-0,28	0,30-0,35
Адсорбционная активность по С <sub>6</sub> Н <sub>6</sub> , г/100 г	1,23	1,87
Статическая активность по йоду, %	43	43-45
Прочность на истирание, %	75	75-78
Зольность, %	14-16	9-10

Проведенные исследования позволяют рекомендовать применение активированного угля АУ-КУ для очистки регенерированного аминного раствора.

#### **Заключение**

Проанализировав и сопоставив литературные данные, установлено, что полученный целевой продукт по адсорбционной активности находится на уровне активированного угля из косточкового сырья, являясь одним из самых качественных мировых активированных промышленных углей, и значи-

тельно превосходит многие другие углеродные адсорбенты (таблица 3). Таким образом, проведенные исследования демонстрируют целесообразность переработки охарактеризованных отходов Республики Узбекистан на углеродные адсорбенты.

Оценена перспектива переработки отходов в виде косточек урюка, образующихся на предприятиях пищевой промышленности Республики Узбекистан, на активированные угли.

#### **Список литературы:**

1. Бутырин Г.М. Высокопористые углеродные материалы. – М.: Химия, 1976. – С. 187.
2. ГОСТ 12596-67. Угли активные: Метод определения массовой доли золы. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2003. – 4 с.
3. ГОСТ 17219-71. Угли активные: Метод определения суммарного объема пор по воде. – М., 1988. – 4 с.
4. ГОСТ 6217-74. Уголь активный древесный дробленый: Технические условия. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2003. – 8 с.
5. ГОСТ 16188-70. Сорбенты: Метод определения прочности при истирании. – М., 1970. – 5 с.
6. ГОСТ 16189-70. Сорбенты: Метод сокращения и усреднения проб. – М., 1970. – 4 с.
7. Кельцев Н.В. Основы адсорбционной техники. – М.: Химия, 1984. – 115 с.
8. Кинле Х., Бадер Э. Активные угли и их промышленное применение / пер. с нем. – Л.: Химия, 1984. – С. 215.
9. Рябова Н.Д. Адсорбенты для светлых нефтепродуктов. – Ташкент: ФАН, 1975. – 144 с.