

температурный процесс коксования. Кроме того, пек с пониженным содержанием полициклических ароматических углеводородов без дополнительной очистки может быть востребован уже сейчас в технологиях, не предъявляющих высоких требований к зольности (производство углеродистых огнеупоров и огнеупорных масс).

Исследовательский проект включен в перечень основных проектов Научно-образовательного центра «Кузбасс».

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ким С. Сырье → композиты → углеролокно / С. Ким // The Chemical Journal. –2014. – № 10. – С. 64-73.
2. Кузнецов П. Н. Термическое растворение каменного угля в технических пастообразователях и их смесях / П. Н. Кузнецов, Н. В. Перминов, Ф. А. Бурюкин // Кокс и химия. –2019. – № 1. – С. 16-22.
3. Маракушина, Е. Н. Получение пеков и связующих веществ методом термического растворения углей // Дисс. канд. хим. наук, 2015. –137 с.
4. Базегский, А. Е. Исследования процесса термического растворения углей с целью получени связующего для огнеупорных масс / А. Е. Базегский, М. Б. Школлер // Изв. Вузов Черная металлургия. – 2016. – Т.59. – № 8. – С. 517-522.
5. Привалов, В. Е. Каменноугольный пек / В. Е. Привалов, М. А. Степаненко. – М.: «Металлургия», 1981. – 208 с.

УДК 662.882

Ю. Х. Исоков, базовый докторант;  
Нормахмат Ёдгоров, д-р хим. наук, проф.  
(Институт общей и неорганической химии Академии и наук  
Республики Узбекистан, г Ташкент)

## СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ АКТИВИРОВАННОГО УГЛЯ

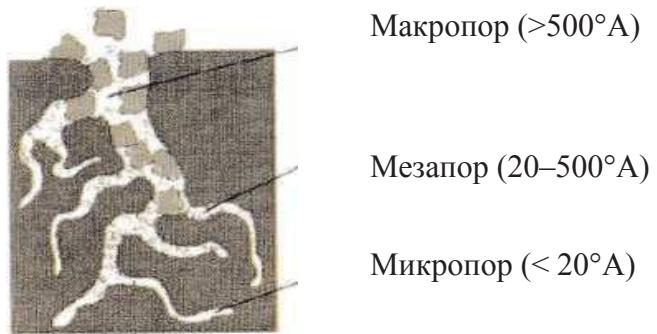
Активированный уголь – это пористое вещество, которое получают из различных углеродосодержащих материалов органического происхождения. Марки угля (АУ-КП, АУ-КУ, АУ-КО, АУ-КП 78 и др.), полученные из скорлупы орехов и косточек персиков, и других материалов содержат огромное количество пор и поэтому имеет очень большую удельную поверхность на единицу массы и соответственно обладают высокой адсорбционной способностью [1]. Применяют эти адсорбенты в медицине и промышленности для очистки, разделения и извлечения различных веществ.

Обычный активированный уголь является довольно реакционноспособным соединением, которое может подвергаться окислению кислородом воздуха и кислородной плазмой, водяным паром, а также

углекислым газом и озоном. Окисление в жидкой фазе проводят цепным рядом реагентов ( $\text{HNO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $\text{KMnO}_4$ ). За счёт образования большого количества основных и кислотных групп на поверхности окисленного угля его адсорбционные и другие свойства могут существенно отличаться от неокисленного [1, 2]. Модифицированный азотом уголь получают либо исходя из азотсодержащих природных веществ, либо из полимеров, либо обработкой угля. Также уголь способен взаимодействовать с хлором, бромом и фтором. Важное значение имеет серосодержащий уголь, который синтезируют разными путями. В последнее время химические свойства угля принято объяснять наличием на его поверхности активной двойной связи. Химически модифицированный уголь находит применение в качестве катализаторов, носителей для катализаторов, селективных адсорбентов, в получении особо чистых веществ, в качестве электродов литиевых аккумуляторов [3].

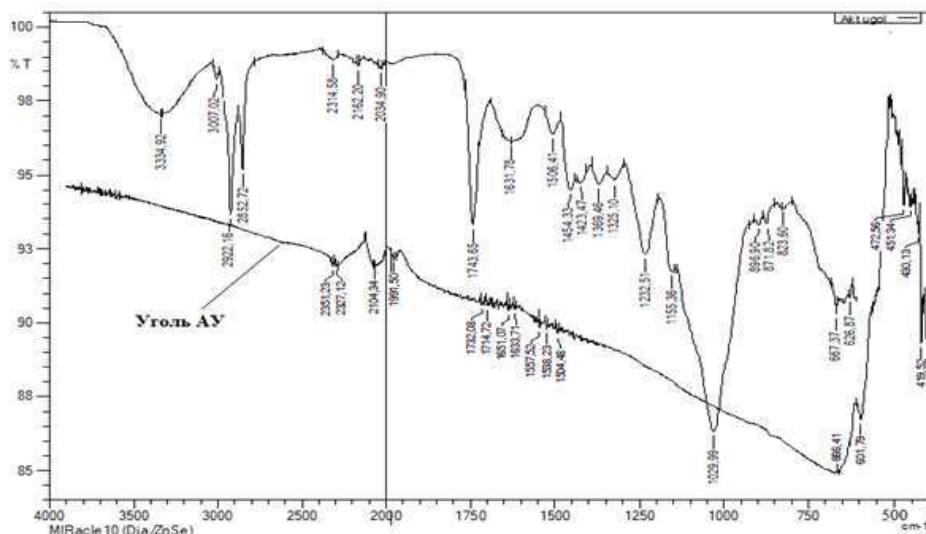
В качестве сырья в производстве активированного угля используются материалы органического происхождения: древесина, каменный уголь, битумный уголь, скорлупа кокосовых орехов и др. Указанное сырьё сначала обугливают, затем подвергают активации.

Сущность активации состоит во вскрытии пор, находящихся в углеродном материале в закрытом состоянии. Это делается либо термохимически (предварительно материал пропитывают раствором хлорида цинка, карбоната калия или некоторыми другими соединениями, а затем нагревают без доступа воздуха), либо путём обработки перегретым паром или углекислым газом, или их смесью при температуре 800–850°C. В последнем случае технически сложно получить парогазовый агент, имеющий такую температуру. Широко распространён приём подачи в аппарат для активации одновременно с насыщенным паром ограниченного количества воздуха. Часть угля сгорает и в реакционном пространстве достигается необходимая температура. Выход активированного угля в этом варианте процесса заметно снижается. Значение удельной поверхности пор у лучших марок активированных углей может достигать 1800–2200 м<sup>2</sup> на 1 г угля. Различают макро-, мезо- и микропоры. В зависимости от размеров молекул, которые нужно удержать на поверхности угля, уголь должен изготавливаться с разными соотношениями размеров пор [4]. Размеры пор полученного угля после активации показаны на рисунке 1. Для получения активированных углей процесс карбонизации проводили при температуре 400–800°C, которая контролировалась с помощью термопары, находящейся в средней части реактора. Скорость подъема температуры составляла 7–10°C в минуту [4].



**Рисунок 1 - Структура пор активированного угля**

Согласно данным, представленным на рис. 2, активированный уголь на основе скорлупы косточек персиков имеет различные функциональные группы.



**Рисунок 2 - ИК спектры скорлупы косточек урюка и активированного угля АУ-КП**

На ИК-спектре угля имеются полосы, характерные для первичного амида –  $\text{CO}-\text{NH}_2$  ( $1651,07 \text{ см}^{-1}$ ,  $1633,71 \text{ см}^{-1}$ ), для винильной группы  $>\text{C}=\text{CH}_2$  ( $666,41 \text{ см}^{-1}$ ), для группы  $\text{R}'\text{R}''\text{C}=\text{O}$  ( $1732,08 \text{ см}^{-1}$ ,  $1714,72 \text{ см}^{-1}$ ), для группы  $(\text{R})\text{N}=\text{O}$  ( $1557,52 \text{ см}^{-1}$ ,  $1538,23 \text{ см}^{-1}$ ,  $1504,48 \text{ см}^{-1}$ ) и полосы характерные для алкина –  $\text{C}\equiv\text{C}-\text{H}$  ( $601,79 \text{ см}^{-1}$ ) [4].

## ЛИТЕРАТУРА

1. Machnikowski J., Kaczmarska H., Gerus-Piasecka I., Diez M.A., Alvarez R., Garcia R. Structural modification of coal-tar pitch fractions during mild oxidation – relevance to carbonization behavior Carbon. – 2002. – V.40. – P. 1937–1947.
2. Rivera-Utrilla J; Sanchez-Polo M. The role of dispersive and electrostatic interactions in the aqueous phase adsorption of naphthalenesul-

phonic acids on ozone-treated activated carbons Carbon – 2002. – V.40, №14. – P. 2685–2691.

3. Valdes H., Sanchez-Polo M., Rivera-Utrilla J., and Zaror C.A. Effect of Ozone Treatment on Surface Properties of Activated Carbon Langmuir – 2002. – V. 18. – P. 2111–2116.

4. Pradhan B.K., Sandle N.K. Effect of different oxidizing agent treatments on the surface properties of activated carbons Carbon. – 1999. – V. 37, №8. – P. 1323–1332.

УДК 620.193:665.6

Г. Р. Каипбергенова, соискатель; Ж. Х. Захидов, соискатель;  
Х. И. Кадиров, д-р техн. наук, проф. (ТХТИ, г. Ташкент)

## **ИНГИБИТОРЫ КОРРОЗИИ НА ОСНОВЕ СЕРОСОДЕРЖАЩИХ ОРГАНИЧЕСКИХ ПРОДУКТОВ**

Производство продуктов органического синтеза является одной из важнейших отраслей современной промышленности. В мире ежегодно производятся сотни миллионов тонн продуктов основного (тяжелого) органического синтеза [1].

Сераорганические соединения используются как экстрагенты, моющие средства, антиоксиданты, присадки к смазочным маслам, регуляторы вулканизации и радикальной полимеризации и др. [2]. Их применяют в машиностроении, электротехнике, радиоэлектронике, авиационной промышленности, автомобилестроении, бытовой технике. Из них изготавливают корпуса электроприборов и фотокамер, переключатели, детали телевизоров и электронно-вычислительных машин, медицинское оборудование, кухонную посуду. На базе карбамида, тиокарбамида, формальдегида и др. разработан и испытан в реальных условиях ряд ингибиторов отложения минеральных солей [3]. Известно, что карбоксиалкилированные амины, такие как иминодиуксусная, этилендиаминотетрауксусная кислота и др., предоставляют значительный теоретический и практический интерес и находят широкое применение в различных отраслях народного хозяйства. Здесь имеет место значительное усиление прочности образующихся комплексов вследствие увеличения дентатности за счет введения дополнительных иминоацетатных группировок, а также влияния стericеских факторов.

Некоторые серосодержащие вещества, в частности 1-гидроксипридин-2-тион, соли диэтилдитиокарбаминовой кислоты и тиомочевина, могут использоваться как эффективные ингибиторы коррозии в кислых средах, защита обеспечивается образованием пленок [4]. В целях расширения ассортимента серосодержащих органиче-