

УДК 66.067

**Т.С. Кузнецова, А.Е. Бураков, И.В. Буракова, О.А. Ананьева,
Д.А. Бадин, А.Н. Тимиргалиев, В.О. Яркин**
Тамбовский государственный технический университет
Тамбов, Россия

ПОЛУЧЕНИЕ И СОРБЦИОННЫЕ СВОЙСТВА АКТИВИРОВАННЫХ БИОУГЛЕЙ НА ОСНОВЕ ТРАВЯНОЙ МУКИ

Аннотация. В работе реализован синтез новых сорбционных углеродных материалов из растительного сырья (гранулированной травяной муки). В результате проведения сорбционных исследований выявлено, что максимальная адсорбционная емкость полученных материалов по метиленовому синему составляет: 1700 – 2750 мг/г, оптимальное время сорбции – 10 минут.

**T.S. Kuznetsova, A.E. Burakov, I.V. Burakova, O.A. Ananyeva,
D.A. Badin, A.N. Timirgaliev, V.O. Yarkin**
Tambov State Technical University
Tambov, Russia

OBTAINING AND SORPTION PROPERTIES OF ACTIVATED BIOCHAR BASED ON GRASS FLOUR

Abstract. The work involves the synthesis of new sorption carbon materials from plant raw materials (granulated grass meal). As a result of sorption studies, it was revealed that the maximum adsorption capacity of the obtained materials according to methylene blue was: 1700 – 2750 mg/g, the optimal sorption time – 10 minutes.

Современное сельское хозяйство формирует огромное количество отходов растительного происхождения, которые потенциально являются важным инновационным ресурсом для получения разнообразной высокотехнологичной продукции. В частности, переработка соломы либо жмыха/шрота сельскохозяйственных культур в активные углеродные материалы, которые с успехом применяются в различных отраслях промышленности и сельского хозяйства, – одно из возможных направлений использования отходов (биомассы) агропромышленного комплекса (АПК) для получения новых функциональных продуктов.

Истощение запасов ископаемой нефти и глобальное изменение климата являются двумя основными энергетическими и экологическими проблемами нашего времени. Биомасса как альтернатива ископаемому топливу привлекает большое внимание,

поскольку это возобновляемый ресурс. Сжигание биомассы в закрытой системе при ограниченном поступлении кислорода дает ряд энергетических продуктов: бионефть, синтез-газ и биоуголь.

Биоуголь — это обогащенный углеродом пористый материал, производимый из разнообразной биомассы, свойства которого зависят от типа сырья и условий проведения синтеза. Производство биоугля представляет собой процесс карбонизации, при котором содержание углерода увеличивается с температурой, что сопровождается одновременным уменьшением содержания кислорода и водорода. Физико-химические и эксплуатационные свойства биоуглей отличаются от активированных углей (АУ), в частности, по величине удельной поверхности, распределению и размеру пор. Для раскрытия пористого пространства биоуглей разработаны различные варианты физической и химической активации [1].

Активированный биоуголь (т.е. биоуголь, полученный посредством физических и химических процессов активации) показывает высокую эффективность удаления различных органических загрязнений из воды [2]. Область исследований, связанная с использованием биоугля в качестве экономически эффективного сорбента, является актуальной задачей [3].

В данной работе получали сорбционный материал на основе гранулированной травяной муки методом гидротермальной карбонизации (ГТК). Для этого использовали нержавеющие автоклавы объемом 100 мл, в которые помещали измельченную биомассу и дистиллированную воду, нагревали до 180 °С и выдерживали в течение 12 часов. Затем содержимое фильтровали на водоструйном насосе через тканевый фильтр для удаления побочных продуктов реакции. Далее полученный материал сушили при 110 °С до постоянной массы (образец 1).

Полученную ГТК–массу подвергали карбонизации в муфельной печи при постоянной подаче аргона (скорость потока 1 л/мин) в 3 этапа – путем нагревания и выдерживания образца при 150, 500 и 750 °С ступенчато в течение 1 часа при каждой из температур (образец 2).

Заключительным этапом являлась щелочная активация карбонизированного образца. Для этого реактор с карбонизатором и гидроксидом калия (в соотношении 1 часть карбонизированного ГТК-углерода к 6 частям щелочи) помещали в муфельную печь. Активация проводилась при постоянной подаче аргона (скорость потока 1 л/мин) в 2 этапа путем нагревания и выдерживания образца при 400 и 750 °С ступенчато в течение 1 часа при каждой из температур. После активации полученный материал промывали дистиллированной водой,

остатки щелочи нейтрализовали соляной кислотой, после чего материал повторно промывали дистиллированной водой и сушили при 100 °С до постоянной массы (образец 3).

На представленных СЭМ-изображениях образцов (рис.1) можно заметить, что ГТК-материал (рис. 1а) имеет неупорядоченную структуру, определяемую значительным количеством аморфного углерода с малым содержанием пор. В процессе карбонизации (рис. 1б) и активации (рис. 1в) аморфная органика разлагается, в каркасной структуре формируются дефекты, обеспечивающие в процессе активации значительное количество мезо- и микропор.

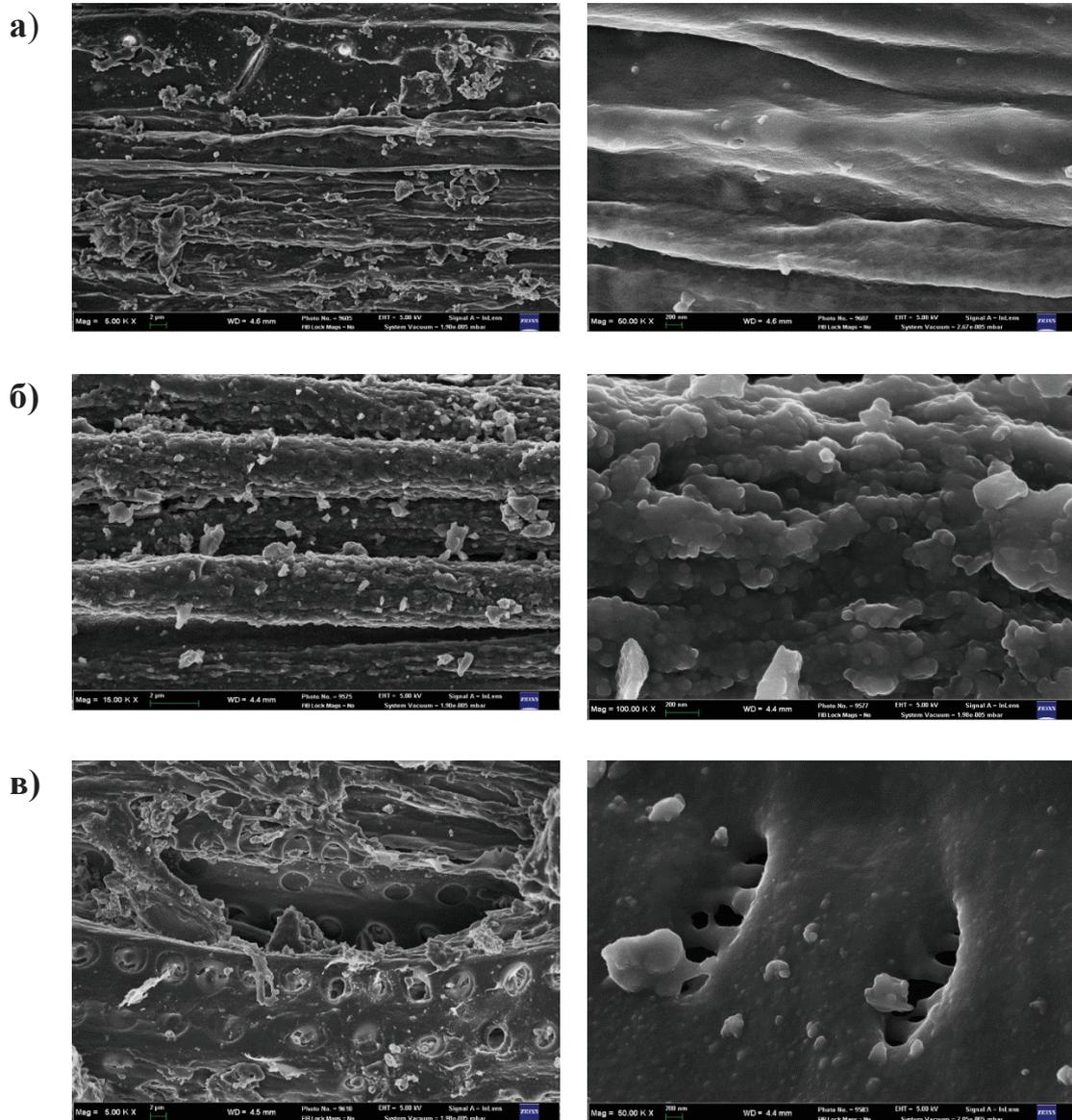
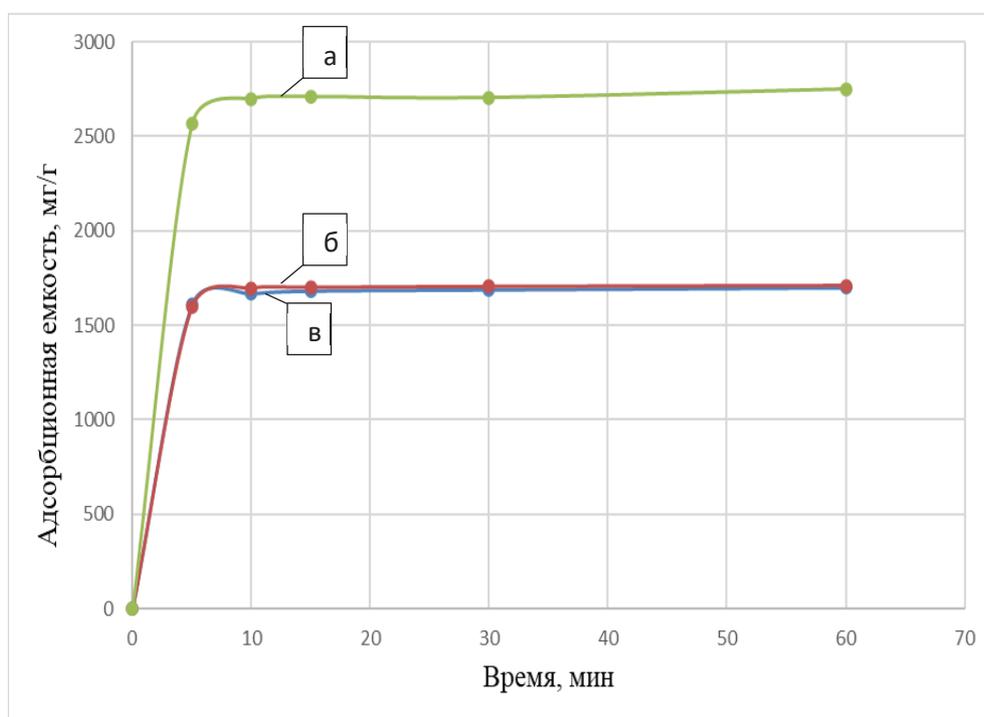


Рис. 1- СЭМ изображения полученных образцов: а – образец 1, б – образец 2, в – образец 3

В работе исследовались сорбционные свойства полученных образцов в процессах жидкофазной сорбции метиленового синего красителя (МС). В процессе проведения кинетических сорбционных исследований 0,01 г синтезированного материала помещали в пробирку с модельным раствором метиленового синего (начальная концентрация 1500 мг/л) объемом 30 мл. Время контакта составляло 5, 10, 15, 30 и 60 мин.

В результате проведенных исследований получены кинетические зависимости процесса жидкофазного извлечения МС, представленные на рис. 2.



**Рис. 2 - Адсорбционная емкость синтезированных материалов:
а – образец 1, б – образец 2, в – образец 3**

Анализ зависимостей показывает, что активированные ГТК-материалы наряду с неактивированными показывают высокую активность и сорбционную емкость – 1700 мг/г (образец 1), 1710 мг/г (образец 2), 2750 мг/г (образец 3) по МС. Адсорбционная емкость АУ при карбонизации и последующей активации максимальна в данных условиях эксперимента и составляет 2750 мг/г.

Список использованных источников

3. Lehmann J. Bio-energy in the black //Frontiers in Ecology and the Environment. – 2007. – Т. 5. – №. 7. – С. 381-387.

4. Chen B., Zhou D., Zhu L. Transitional adsorption and partition of nonpolar and polar aromatic contaminants by biochars of pine needles with different pyrolytic temperatures // Environmental science & technology. – 2008. – Т. 42. – №. 14. – С. 5137-5143.

3. Burakov A. E., Kuznetsova T.S., Burakova I. V., Ananyeva O. A., Mkrtchyan E. S., Dyachkova T. P., Tkachev A. G. Hydrothermal synthesis of highly effective carbon sorbent based on renewable resources. Liq. Cryst. and their Appl., 2023, 23 (3), 54–65 (in Russ.).

УДК 666.295.7

И.А. Левицкий, М.В. Дяденко, Д.В. Кучерова
Белорусский государственный технологический университет
Минск, Беларусь

АНТИБАКТЕРИАЛЬНЫЕ ПОЛУФРИТТОВАННЫЕ ГЛАЗУРИ ДЛЯ КЕРАМИЧЕСКИХ ПЛИТОК

Аннотация. Приведены результаты исследований получения полуфриттованных глазурных покрытий для керамических плиток, обладающих антибактериальной активностью по отношению к штаммам бактерий, посредством введения в состав глазури оксидов переходных металлов Ce_2O_3 , WO_3 , Bi_2O_3 , MoO_3 , Fe_2O_3 , MnO_2 , ZnO и CuO и формирования требуемых кристаллических фаз.

I.A. Levitskii, M.V. Dyadenko, D.V. Kucherova
Belarusian State Technological University
Minsk, Belarus

ANTIBACTERIAL GLAZES FOR CERAMIC TILES

Abstract. The results of research in the field of obtaining semi-fritted glaze coatings for ceramic tiles that have antibacterial activity against bacterial strains *Escherichia coli* ATCC 8739 and *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 by introducing transition metal oxides CeO_2 , WO_3 , MoO_3 , Bi_2O_3 , Fe_2O_3 , MnO_2 , ZnO and CuO into their composition are presented.

Целью данных исследований является разработка антибактериальных покрытий для керамических плиток, применяемых в учреждениях здравоохранения и фармацевтических предприятиях, детских дошкольных учреждениях и учебных заведениях, предприятиях пищевой промышленности, спортивных сооружениях и