

И.И. Лиштван¹, академик, доктор технических наук
А.Р. Цыганов², академик, доктор сельскохозяйственных наук

А.Э. Томсон¹, кандидат химических наук

В.Б. Кунцевич¹, кандидат технических наук

Т.Я. Царюк¹, кандидат технических наук

М.Г. Калантаров¹, кандидат биологических наук

¹Институт природопользования Национальной академии наук
Беларуси, г. Минск, Беларусь;

²Учреждение образования «Белорусский государственный
технологический университет», г. Минск, Беларусь

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОИЗВОДСТВА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ АКТИВИРОВАННЫХ УГЛЕЙ НА ОСНОВЕ ТОРФА

Одним из приоритетных направлений в области глубокой переработки торфа является получение активированных углей (АУ), что обусловлено уникальными свойствами органических составляющих торфа, их неограниченной способностью к модификации и направленным превращениям.

Активированный уголь – высокопористый углеродный адсорбент, который получают из различных углеродсодержащих материалов органического происхождения. Характерной особенностью производства АУ является разнообразие используемого сырья (древесный и каменный уголь, торф, скорлупа кокосовых орехов, косточки плодовых культур и др.).

АУ широко применяется для очистки, разделения и извлечения различных веществ, как жидких, так и газообразных. Особенно хорошо АУ адсорбирует углеводороды и их производные, слабее – спирт, аммиак и другие полярные вещества. Преимуществами АУ перед другими сорбентами являются биологическая, химическая и термическая стойкость, что позволяет многократное их использование в цикле «адсорбция – регенерация», а также гидрофобность поверхности. Именно благодаря гидрофобности поверхности АУ способны сорбировать из водных растворов или влажных газовых сред органические примеси – ароматические углеводороды, фенолы, диоксины, галогенпроизводные и др. [1–3].

На основании данных маркетинговых исследований, выполненных в 2018–2019 гг., показано, что основу потребления активированных углей страны составляет импорт, а средняя потребность предприятий республики составляет ориентировочно 600–700 т/год.

В Институте природопользования Национальной академии наук Беларуси проведены широкие исследования по получению АУ различного назначения на основе сырьевых ресурсов Республики Беларусь – торфа,

древесины, бурых углей. Показано, что на основе торфа и древесины твердолиственных пород возможна организация производства в Республике Беларусь АУ различного назначения, в первую очередь осветляющего типа.

Главное преимущество АУ на основе торфа – высокие значения объемов и удельной поверхности крупных сорбирующих пор (супермикропор и мезопор) размером 1–3 нм. По сравнению с АУ на основе каменных углей, древесины или скорлупы и косточек плодов торфяные активированные угли (ТАУ), получаемые методом парогазовой активации, содержат меньше микропор и менее пригодны для очистки воздуха и газов. Основные области применения ТАУ – очистка питьевой воды, сточных вод, медицинских и фармацевтических препаратов.

На основе торфа могут быть получены АУ и другого назначения: для разделения легких углеводородов, для заполнения фильтров противогазов и атомных станций, для рекуперации летучих органических соединений и т. д., но для таких технологий необходимо применение связующих веществ и/или химических промоторов.

Показатели качества АУ из торфа существенно зависят не только от применяемой технологии, но и от типа и вида торфа, используемого для получения АУ.

Показано также, что варьируя такими технологическими параметрами подготовки исходного сырья, как влажность и условия формования исходного торфяного сырья, можно существенно регулировать свойства АУ (таблица 1). Установлено, что наилучшими сорбционными характеристиками, а также показателями насыпной плотности обладает образец АУ из кускового торфа, формованного через фильеру диаметром 35–40 мм.

Таблица 1 – Характеристика активированных углей из торфа м/р «Туршовка», полученных с использованием различных способов формования исходного сырья

Образец	Насыпная плотность, г/дм ³	Обгар, %	Адсорбция			
			по метиленовому голубому		по иоду	
			%	мг/г	%	мг/г
Кусковой торф, 100 мм	170,0	55,5	52,0	195,0	54,0	685,0
Кусковой торф, 40 мм	200,0	74,4	88,0	330,0	76,0	964,0
Пеллеты лабораторные, $d \approx 20$ мм	267,0	54,3	48,0	180,0	52,0	660,0
Гранулы лабораторные из торфа-сырца, $d \approx 5$ мм	260,0	56,9	73,5	275,0	64,5	818,5

Активированные угли из кускового торфа, сформованного в полевых условиях добывающей машиной с диаметром формующей

фильеры ≈ 100 мм, обладают невысокими значениями насыпной плотности, а следовательно, и прочности, меньшими показателями микропористой (адсорбция по иоду) и среднепористой (мезопористой) структуры. Переход к получению более плотной исходной сформованной продукции (диаметр формующей фильеры 40 мм) позволяет получить более прочные активированные угли с высокими значениями адсорбции как по метиленовому голубому, так и по иоду. Формование более плотной исходной торфяной продукции (пеллеты с диаметром ≈ 20 мм) при активации позволяет получить достаточно прочные угли, однако наблюдается ухудшение сорбционных характеристик этих углей как в области микро-, так и в области мезопор.

Из добытого на ОАО «Туршовка» кускового торфа диаметром 35–40 мм АО «Электростальское научно-производственное объединение «Неорганика» изготовлена опытная партия торфяного активированного угля АУ-ТБ (в гранулированном и порошкообразном виде), показатели качества которого и характеристика пористой структуры в сравнении с активированным углем на основе древесины БАУ-А представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Показатели качества и характеристика пористой структуры активированных углей

Наименование показателя	Образец	
	АУ-ТБ	БАУ-А
Насыпная плотность, г/дм ³	276	240
Прочность при истирании, %	57,6	60,0
Массовая доля золы, %	6,76	6,00
Адсорбционная активность по иоду, %	66,5	60,0
Суммарный объем пор, см ³ /г	1,32	1,60
Объем микропор, см ³ /г	0,285	0,265
Объем мезопор, см ³ /г	0,180	0,079
Доля мезопор, %	38,7	23,0
Эквивалентная поверхность, м ² /г	803	744

Исследованиями установлено, что активированные угли АУ-ТБ имеют гораздо более развитую систему транспортных пор – мезопор, которая составляет 38,7 % против 23,0 % у БАУ-А от общего объема сорбционного пространства. По заключению специалистов ЭНПО «Неорганика» полученный на основе кускового торфа активированный уголь практически идентичен по пористой структуре, адсорбционным и прочностным свойствам активированному углю на основе древесного угля марки БАУ и может применяться для адсорбции примесей из жидких

сред, в том числе очистки питьевой воды, оборотных и сточных вод, очистки парового конденсата на ТЭЦ от масел и других примесей.

По данным лаборатории очистной водопроводной станции УП «Минскводоканал», введение активированного угля АУ-ТБ не оказывает отрицательного влияния на качество воды, а по некоторым показателям (мутность и наличие фитопланктона) качество воды улучшается. Степень очистки воды по мутности в зависимости от дозы угля составляет 19,2–24,1 %, от фитопланктона – для числа клеток в единице объема 16,8–42,4 %, для биомассы клеток – 25,0–53,8 %.

Также изучена эффективность применения активированного угля АУ-ТБ для очистки сточных вод от нефтепродуктов. С этой целью проведена оценка адсорбционной адгезионной активности торфяного активированного угля по отношению к нефтемаслопродуктам, находящимся в эмульгированном и растворенном состояниях в статических условиях на модельной эмульсии. Внесение АУ-ТБ в дозе 50 мг/дм³ обеспечивает остаточное содержание нефтемаслопродуктов в очищенной воде не более 0,3 мг/дм³, что отвечает нормативным показателям,

Учитывая достаточно большие наработки, имеющиеся в Институте природопользования НАН Беларуси в области получения активированных углей из торфа, а также тот факт, что на сегодняшний день в республике отсутствует востребованное многими промышленными отраслями производство углеродных адсорбентов широкого спектра действия, в рамках одного из заданий ГНТП «Природопользование и экологические риски» начата реализация проекта по созданию в республике производства АУ на основе торфа ориентировочной мощностью 100 т/год.

Литература

1. Мухин, В.М. Производство и применение углеродных адсорбентов / В.М. Мухин, В.Н. Клушин. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2012. – 308 с.
2. Родионов, А.И. Очистка природных и сточных вод от пестицидов / А.И. Родионов, В.Н. Клушин, В.Г. Систер. – Л.: Химия, 1989. – 184 с.
3. Мухин, В.М. Активные угли России / В.М. Мухин, А.В. Тарасов, В.Н. Клушин. – М.: Металлургия, 2000. – 352 с.