

М. Ф. Гильфанов, А. Т. Шаймуллин, М. Р. Хайруллина,
С. А. Забелкин, А. Н. Грачев, В. Н. Башкиров

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ДРЕВЕСНОГО УГЛЯ ОСНОВНЫХ ЛЕСООБРАЗУЮЩИХ ПОРОД РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

Ключевые слова: древесный уголь, пиролиз древесины.

Проведены исследования процесса пиролиза основных древесных пород, произрастающих на территории Лаишевского района Республики Татарстан. Рассмотрен характер влияния режимных параметров процесса термохимического разложения на выход и состав древесного угля.

Keywords: charcoal, pyrolysis of wood.

The investigations of the pyrolysis main tree species growing in the territory of the Republic of Tatarstan Laishevsky area. We consider the nature of the influence of operating parameters of thermal decomposition on the yield and composition of charcoal.

Лесные насаждения Республики Татарстан представлены следующими древесными породами: осина – 20,9%, липа мелколистная – 20%, береза – 17,7%, сосна – 16,3 %, дуб (высокоствольный и низкоствольный) – 14,7%, ель – 6,8% [1]. Наличие эксплуатационных запасов древесины, представленных в основном мягколистными, низкотоварными древостоями, является одним из факторов, обуславливающих появление системных проблем в развитии лесного комплекса Республики Татарстан в виде ежегодного использования расчетной лесосеки не более чем на 25-26%. Таким образом, актуальной задачей является развитие технологий глубокой переработки древесины, способных переработать в конкурентоспособную продукцию низкокачественную древесину.

Одним из перспективных способов переработки низкокачественной древесины и отходов лесозаготовок и деревообработки в товарную продукцию является термохимический метод – пиролиз древесины. В результате пиролиза древесины образуются парогазовая смесь и древесный уголь. Парогазовая смесь после охлаждения в конденсационной системе делится на жидкие продукты и неконденсируемые в этих условиях газы [2].

Пиролизные газы в основном состоят из оксида и монооксида углерода, насыщенных и ненасыщенных углеводородов и водорода. Имея теплотворную способность около 10 МДж/м³, пиролизный газ может быть использован для выработки тепловой и генерации электрической энергии с целью энергетического обеспечения процесса пиролиза.

Жидкие продукты термического разложения древесины представляют собой маслянистую непрозрачную темно-коричневую или черную жидкость. Основные области применения пиролизной жидкости – это использование в качестве топлива с целью получения тепловой и электрической энергии [3] или в качестве сырья для дальнейшей переработки и технологического использования [4-7].

Древесный уголь является высокоуглеродистым материалом, имеющим широкое применение во многих отраслях промышленности и в быту. Известно, что свойства угля зависят от породы древесины и конечной температуры переугливания [8]. Для ряда отраслей промышленности древесный уголь должен соответствовать требованиям и нормам, указанным в технических условиях на древесный уголь [9].

Исследованию процесса пиролиза древесины посвящено множество работ [10-13]. Тем не менее, в представленных работах мало приводится данных о выходе и свойствах основного продукта термического разложения древесины – древесного угля. С целью оценки выхода и свойств древесного угля были проведены исследования процесса пиролиза основных древесных пород, произрастающих на территории Республики Татарстан.

Для исследования процесса пиролиза древесины была разработана лабораторная установка, состоящая из муфельной печи, лабораторной реторты, конденсатора и сборника конденсата. Образцы древесины, выпиленные в виде кубиков с длиной ребра 10мм, высушивались до постоянной массы в сушильном шкафу при температуре 105 °С, помещались в лабораторную реторту, которая затем нагревалась в муфельной печи со скоростью 10 °С/мин до температуры 500 °С с последующей выдержкой до прекращения выделения пиролизного газа.

В качестве исследуемых материалов использовали древесину основных лесобразующих пород, произрастающих на территории Лаишевского района Республики Татарстан: березы, липы, осины и сосны. Из срединной части стволов деревьев данных пород были сделаны срезы, из которых выпиливались образцы древесины.

Массовый выход угля из исследуемых материалов при данном режиме нагрева показал, что по выходу угля древесина липы, сосны и осины незначительно уступает древесине березы (рис.1).

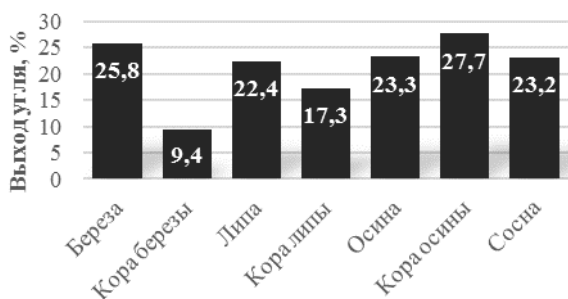


Рис. 1 – Массовый выход угля из древесины различных пород

Приведенные данные следует рассматривать как ориентировочные, т.к. выход продуктов зависит также от условий произрастания, возраста деревьев и даже от части ствола, которую подвергли пиролизу[6].

С целью оценки структуры древесного угля были сделаны микрофотографии древесного угля с применением сканирующего электронного микроскопа Evex Mini-SEM SX-3000. Микрофотографии на рис. 2 показывают, что в угле сохраняются основные анатомические компоненты древесины: сосуды, годовичные кольца, волокна, сердцевинные лучи.

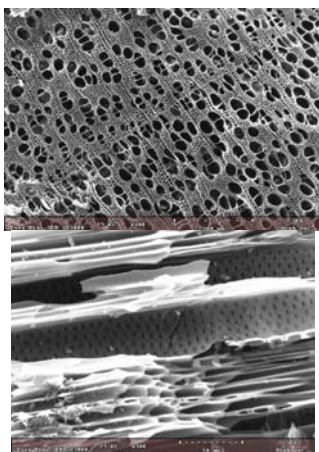


Рис. 2 – Микрофотографии поверхности древесного угля липы: слева - поперечный срез (увеличение в 100 раз), справа - продольный срез (увеличение в 500 раз)

Для определения степени соответствия угля, полученного из древесины и коры исследуемых пород, показателям стандарта, был проведен анализ зольности и массовой доли нелетучего углерода по методикам соответствующего стандарта [9], а также высшей теплотворной способности на калориметре ИКА С5000. Результаты анализов древесного угля на содержание углерода (С), золы (А), теплотворной способности Q_v представлены на рис. 3.

Полученные данные показывают, что древесный уголь, получаемый из древесины березы, липы, осины и сосны удовлетворяет показателям стандарта марки Б по содержанию нелетучего

углерода и золы. Уголь из коры не соответствует показателям стандарта по зольности [9].

Наибольшей теплотворной способностью обладает уголь, полученный из сосны, что очевидно связано с высоким содержанием смолистых соединений и низким содержанием кислорода. Наибольшим содержанием углерода обладает уголь, полученный из липы. Причем уголь из березы обладает более высокой зольностью.

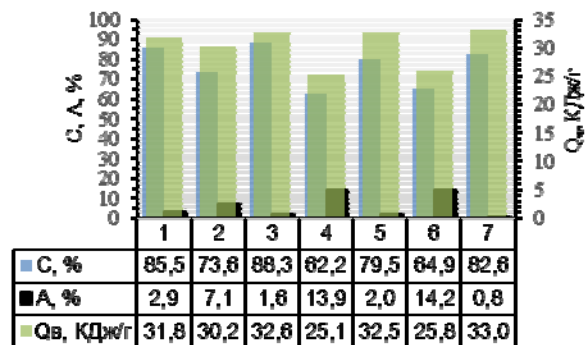


Рис. 3 – Результаты анализа углей, полученных из древесины березы (1), коры березы (2), липы (3), коры липы (4), осины (5), коры осины (6), сосны (7)

Абсолютную величину выхода нелетучего углерода из сырья можно оценить произведением выхода угля на содержание нелетучего углерода. Представленная на рис. 5 зависимость показывает увеличение выхода нелетучего углерода с увеличением плотности сырья. Тем самым более плотное сырье более эффективно переходит в нелетучий углерод при прочих равных условиях термического разложения.

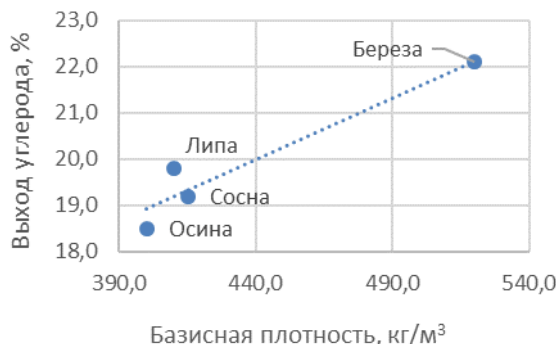


Рис. 4 – Зависимость выхода нелетучего углерода от плотности сырья

В результате проведенных исследований можно сделать вывод, что углеродистые материалы, по основным требованиям соответствующие ГОСТ, можно получать не только из древесины березы, но и из распространенных в Республике Татарстан мягколиственных и хвойных пород. Недостатком древесных углей из указанных выше пород древесины может быть их невысокая прочность. Однако данный недостаток можно устранить переработкой мелкого и непрочного угля-сырца в прочные и высококачественные древесно-угольные брикеты [14].

Литература

1. Об утверждении стратегии развития лесного хозяйства Республики Татарстан на период до 2018 года: постановление КМ РТ от 10.02.2010 N 61 // "Сборник постановлений и распоряжений Кабинета Министров Республики Татарстан и нормативных актов республиканских органов исполнительной власти", 10.03.2010, N 10, ст. 0341.
2. Л.В. Гордон, С.О. Скворцов, С.И. Лисов, *Технология и оборудование лесохимических производств: Учебное пособие*. Лесная промышленность, Москва, 1988. 356 с.
3. С.А. Забелкин, Д.В. Тунцев, А.Н. Грачев и др., *Вестник МГУЛ – Лесной вестник*, 4, 79-84 (2010).
4. В.А. Выродов, А.Н. Кислицын, М.И. Глухарева и др., *Технология лесохимических производств: Учебник для вузов*. Лесная промышленность, Москва, 1987. 352 с.
5. О.Н. Ильина, Г.М. Файзрахманова, А.Н. Грачев и др., *Вестник Казанского технологического университета*, 20, 213-216 (2011).
6. С.А. Забелкин, Г.М. Файзрахманова, Л.Н. Герке, и др., *Вестник МГУЛ – Лесной вестник*. 7, 131-135 (2012)
7. Г.М. Фазрахманова, С.А. Забелкин, А.Н. Грачев и др., *Вестник Казанского технологического университета*. 15, 15, 101-103 (2012).
8. Ю.Л. Юрьев, *Древесный уголь. Справочник*. Издательство «Сократ», Екатеринбург, 2007. 184с.
9. ГОСТ 7657-84. *Уголь древесный. Технические условия*. ИПК Издательство стандартов. Москва, 2002. 9с.
10. А.Н. Грачев, *Известия высших учебных заведений. Серия: Химия и химическая технология*. 51, 12, 110-113 (2008)
11. А.Н. Грачев, *Вестник Казанского технологического университета*. 20, 116-124 (2011).
12. С.А. Забелкин, М.А. Таймаров, К.Х. Гильфанов и др., *Вестник Казанского технологического университета*. 20, 116-124 (2011).
13. А.Н. Грачев, Р.Г. Сафин, М.А. Таймаров, и др., *Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики*. 11-12, 80-83 (2009).
14. Е.П. Кулагин, О.В. Бронзов, А.М. Варюшенков, и др., *Гидролизная и лесохимическая промышленность*. 6, 15 (1970).

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации в рамках федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 годы по соглашению 14.В37.21.0299.

© **М. Ф. Гильфанов** - асп. каф. химической технологии древесины КНИТУ, zaex@mail.ru; **А. Т. Шаймуллин** – асп. той же кафедры, matvei2008@bk.ru; **М. Р. Хайруллина** – студ. той же кафедры; **С. А. Забелкин** - к.т.н., доцент той же кафедры, szabelkin@gmail.com; **А. Н. Грачев** - д.т.н., профессор той же кафедры, energolesprom@gmail.com; **В. Н. Башкиров** - д.т.н., профессор той же кафедры, vlad_bashkirov@mail.ru.