

Штеба Татьяна Валерьевна

ПОЛУЧЕНИЕ АКТИВНЫХ УГЛЕЙ ИЗ БЕРЕЗОВОЙ ЩЕПЫ
РАЗЛИЧНОГО КАЧЕСТВА

05.21.03 – Технология и оборудование химической
переработки биомассы дерева; химия древесины

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук



Научная библиотека
УГЛТУ
г. Екатеринбург

Екатеринбург - 2004

Работа выполнена на кафедре химической технологии древесины Уральского государственного лесотехнического университета.

Научный руководитель: кандидат технических наук,
доцент Юрьев Юрий Леонидович

Официальные оппоненты: доктор технических наук,
профессор Петров Валентин Сергеевич

кандидат технических наук,
доцент Кутакова Наталья Алексеевна

Ведущая организация (предприятие): Уральский государственный технический университет (УГТУ-УПИ)

Защита диссертации состоится 30 сентября 2004 г. в 10⁰⁰ на заседании диссертационного совета Д.212.281.02 Уральского государственного лесотехнического университета по адресу: 620100, Екатеринбург, Сибирский тракт, 37, ауд. 1 - 401.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Уральского государственного лесотехнического университета.

Автореферат разослан "16" августа 2004 г.

Ученый секретарь диссертационного совета



Кузубина Н.В.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы

В связи с устойчивой тенденцией к расширению применения активных углей (АУ) для доочистки питьевой воды, в пищевой промышленности, энергетике и других отраслях народного хозяйства, большое значение приобретает совершенствование технологии производства древесных АУ.

В настоящее время производство АУ осуществляется в аппаратах различных конструкций, общим недостатком которых является высокая себестоимость продукции, связанная в основном с высоким расходом пара (до 30 т на 1 тонну продукта) и угля-сырца (до 5 т на 1 тонну продукта). Кроме того, использование для производства АУ только стволовой древесины не позволяет увеличить степень использования биомассы дерева за счет дополнительного вовлечения в переработку тонкомера и сучьев.

Основным направлением совершенствования технологии получения древесных АУ, по нашему мнению, является использование технологии, позволяющей существенно снизить себестоимость продукции за счет снижения удельных норм расхода пара и угля-сырца.

Цель и задачи исследования

Целью работы является разработка научно - обоснованной технологии производства древесных АУ из березовой щепы различного качества.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить ряд конкретных задач:

1. Получить древесные угли (ДУ) на основе березовой щепы различного качества.
2. Исследовать влияние качества сырья и технологических факторов на выход и свойства ДУ из березовой щепы различного качества.
3. Получить образцы березовых АУ путем проведения парогазовой активации.
4. Изучить влияние качества сырья и технологических факторов на выход и качество АУ.
5. Определить оптимальные условия активации ДУ, полученного из березовой щепы различного качества.
6. Провести испытания полученных АУ.
7. Разработать технологию производства АУ из березовой щепы различного качества и дать ее технико-экономическую оценку.

Место проведения исследований и объекты исследования

Работа проводилась на кафедре химической технологии древесины Уральского государственного лесотехнического университета (УГЛТУ); на АООТ «Алкона», г. Екатеринбург; на Западной фильтровальной станции, г. Екатеринбург.

В качестве объектов исследования использовались образцы березовой древесины различного качества, а также полученные из них ДУ и АУ.

Достоверность и обоснованность результатов

Достоверность результатов и выводов обеспечена использованием в работе стандартных методик по исследованию состава и свойств древесного сырья, ДУ и АУ, приведенных в действующей нормативной документации (ГОСТах) и проверенных методов математической обработки результатов экспериментов.

Научные положения, выносимые на защиту:

1. Результаты исследований свойств ДУ из березовой щепы различного качества.
2. Результаты исследований пористой структуры и адсорбционных свойств АУ из березовой щепы различного качества.
3. Технологическая схема получения АУ из березовой щепы различного качества.

Научная новизна работы:

- впервые показана зависимость выхода и свойств ДУ и АУ от качества исходной березовой щепы;
- получены статистические модели пиролиза и активации, установлено влияние основных технологических факторов на выход и свойства продуктов;
- впервые разработана гибкая технология производства АУ из березовой щепы различного качества.

Практическая значимость и реализация результатов работы

По результатам исследования проведены наработки березовых АУ и проведены испытания их свойств на опытных установках по доочистке питьевой воды на Западной фильтровальной станции г. Екатеринбург и очистке сортировки на ликеро-водочном предприятии АООТ "Алкона" г. Екатеринбург. По результатам испытаний имеются акты о целесообразности и перспективности применения АУ, полученных по новой технологии.

Технико-экономические расчеты показали эффективность разработанной технологии переработки березовой щепы различного качества на АУ. Предложенная технология позволяет вовлечь в переработку такое практически неиспользуемое сырье как древесина сучьев и тонкомер.

Апробация работы

Основные положения и результаты работы докладывались и обсуждались на научно - технических конференциях и симпозиумах: в Екатеринбу-

бурге (1997...2000 г.), Казани (1996 г), Москве (1996 г), Сыктывкаре (1998 г), Красноярске (1998 г), Зволене (Словакия, 1998 г).

Публикации

По материалам диссертационной работы опубликовано 13 печатных трудов.

Структура и объем диссертации

Диссертационная работа состоит из введения, литературного обзора, методической, экспериментальной и технологической частей, заключения, выводов, библиографического списка из 123 наименований, приложений, включающих данные статистической обработки результатов, тепловые балансы, характеристики оборудования, калькуляции себестоимости, результаты испытаний АУ. Материал изложен на 155 страницах машинописного текста, включая 31 таблицу и 38 рисунков.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность работы. Приведены основные положения, выносимые на защиту.

В первой части приведен анализ научно - технической и патентной литературы по вопросам структуры и свойств древесины, а также по вопросам технологии ДУ и АУ. Более подробно рассмотрены химические, физико-механические свойства древесины березы.

Показано, что отечественная технология пиролиза основана на переработке крупномерной древесины, в основном березовой, в связи с чем практически отсутствует информация о переработке на ДУ таких видов сырья как щепы из березового тонкомера и сучьев.

Проанализирована информация о влиянии технологических факторов активации на выход, свойства и структуру АУ. Показано, что существующие способы производства АУ обладают рядом недостатков.

Исходя из результатов анализа литературы, были сформулированы цель и задачи исследования.

Во второй части охарактеризованы методы исследований, приведены описания лабораторных и опытных установок для пиролиза древесины и активации угля, изложены методы анализа исходного сырья, методы изучения пористой структуры и свойств получаемых ДУ и АУ.

Анатомическое строение древесины и получаемых углей изучали с помощью электронного микроскопа.

В качестве сырья были использованы различные образцы древесины березы, произрастающей в Свердловской области: крупномерная древеси-

на (диаметр выше 14 см); тонкомерная древесина (диаметр 4...6 см); древесина сучьев (диаметр 4...6 см).

Древесный уголь получали пиролизом березовой щепы во вращающейся реторте с внешним обогревом. На основании ранее проведенных исследований продолжительность пиролиза образцов щепы составляла 20 или 40 мин при температуре 400, 500, 600 и 700 °С.

По окончании процесса пиролиза в полученных древесных углях (ДУ) определялись выход древесного угля, содержание нелетучего углерода, суммарный объем пор, содержание золы, кажущаяся плотность, адсорбционная активность по йоду. Для получения регрессионных зависимостей был реализован полный факторный эксперимент (ПФЭ) 2².

Активный уголь (АУ) получали во вращающейся зигзагообразной реторте путем активации водяным паром. Температура процесса активации составляла 800 или 850 °С, удельный расход пара 1 или 2 кг/кг ДУ, продолжительность активации составляла 1,5 или 2 ч.

В качестве параметров оптимизации были приняты: выход активного угля, суммарный объем пор, содержание золы, адсорбционная активность по йоду. Для получения регрессионных зависимостей был реализован полный факторный эксперимент (ПФЭ) 2³.

При определении закономерностей процессов пиролиза и активации, и разработке технологических режимов применялись математические методы планирования эксперимента.

В третьей части изложены результаты исследования процессов пиролиза и активации и их обсуждение.

Первый раздел посвящен изучению химического состава исследуемых образцов древесины.

Исследование химического состава древесного сырья показало, что суммарное содержание целлюлозы и лигнина для крупномерной древесины составляет 65,2 %, что значительно превосходит аналогичный показатель для тонкомерной (59,9 %) и древесины сучьев (57,0 %). Кроме того, тонкомерная древесина имеет повышенную зольность по сравнению с другими образцами.

Второй раздел экспериментальной части посвящен изучению взаимосвязи структуры древесины и древесного угля. Микрофотограммы образцов древесного угля и древесины, сделанные с помощью электронного микроскопа, подтвердили, что в древесном угле сохраняются основные анатомические компоненты древесины: сосуды, годичные кольца, волокна, сердцевинные лучи (рис. 1). При этом в процессе пиролиза происходят изменения пористой структуры древесной матрицы: заметно увеличивается пористость волокон при незначительном увеличении пористости сосудов; снижается доля пористости, обусловленная порами лучей и стенок сосудов и волокон. Под действием высокой температуры происходит выгорание межклеточного вещества и клеточных стенок (их толщина снижается от

4,2 до 1,27 мкм, т.е. более чем в три раза), нарушаются соединения между отдельными элементами сосудов (рис. 2).

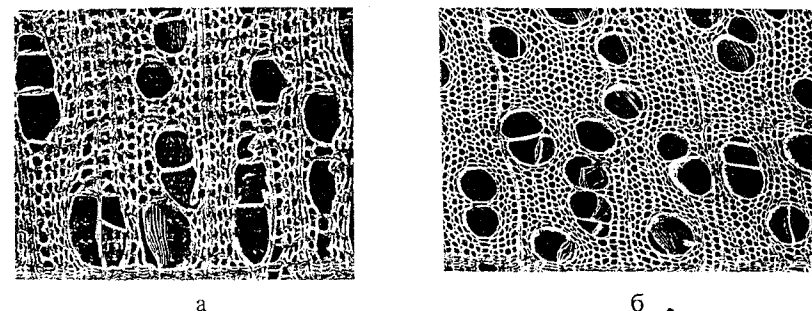


Рис. 1. Микрофотограммы поперечного среза (увеличение в 200 раз): а – тонкомерная древесина; б – уголь из тонкомерной древесины.

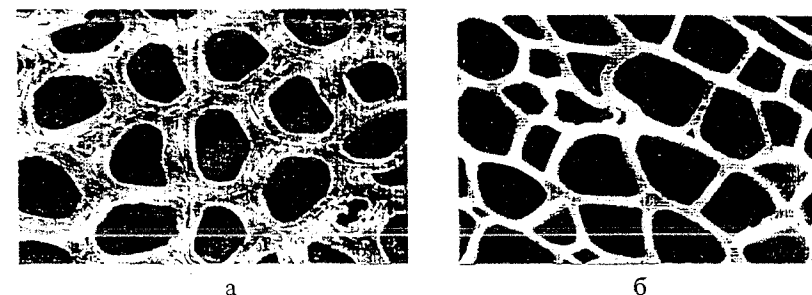


Рис. 2. Микрофотограммы поперечного среза (увеличение в 2000 раз): а – тонкомерная древесина; б – уголь из тонкомерной древесины.

В третьем разделе экспериментальной части представлено исследование физико-химических характеристик и структуры угля – сырья, полученного в горизонтальной вращающейся реторте пиролизом щепы из крупномерной, тонкомерной древесины и сучьев.

Практически весь промышленный ДУ производится в интервале конечной температуры пиролиза 500...600 °С, поэтому нас в первую очередь интересовал этот диапазон, но для изучения степени влияния действующих факторов исследования проводились и в соседних диапазонах.

Статистическая обработка экспериментальных данных показала адекватность линейного характера полученных зависимостей в каждом узком диапазоне температур. Уравнения регрессии в кодированном выражении для древесных углей в интервале температур 500-600 °С представлены в таблице 1.

Как видно из полученных уравнений, для всех образцов наблюдалась сходная картина влияния температуры (X_1) и продолжительности (X_2) на

выход и свойства ДУ. Выход древесного угля (Y_1) падает с увеличением температуры, содержание нелетучего углерода (Y_2) и зольность (Y_4) увеличиваются. В интересующем нас интервале температур кажущаяся плотность (Y_5) образцов увеличивается, что говорит об уплотнении структуры углеродной матрицы. Поэтому такой показатель как суммарный объем пор (Y_3) в данном диапазоне уменьшается. Активность по йоду (Y_6) для ДУ с ростом температуры несколько увеличивается. Из полученных уравнений видно, что процесс пиролиза проходит в основном в кинетической области.

Таблица 1

Уравнения регрессии для древесных углей, полученных из березовой щепы различного качества

Для тонкомера	Для сучьев	Для крупномера
$Y_1=20,8-1,2X_1$	$Y_1=19,8-0,85X_1$	$Y_1=21,7-1,6X_1-1,1X_2$
$Y_2=91,5+2,0X_1$	$Y_2=90,5+3,0X_1+2,0X_2$	$Y_2=93,3+2,3X_1+1,8X_2$
$Y_3=3,03-0,28X_1-0,23X_2$	$Y_3=1,88-0,23X_1$	$Y_3=2,05-0,25X_1$
$Y_4=2,90+0,15X_1$	$Y_4=2,00+0,15X_1$	$Y_4=1,45+0,15X_2$
$Y_5=0,275+0,020X_1$	$Y_5=0,403+0,028X_1$	$Y_5=0,383+0,028X_1$
$Y_6=16,0+4,0X_1$	$Y_6=13,5$	$Y_6=12,3+2,8X_1$

Для всех образцов влияние конечной температуры пиролиза на выход угля ослабевает с ее ростом, что связано с повышением термической устойчивости образующейся углеродной матрицы. При сравнительно невысоких температурах пиролиза (400 ... 500 °С) выход ДУ из древесины тонкомера и сучьев существенно ниже (рис. 3), чем из крупномерной древесины, но с повышением конечной температуры различия между образцами сглаживаются. Полученные зависимости являются, по нашему мнению, следствием различного химического состава исходной древесины. Содержание основных углеобразующих компонентов (лигнина и целлюлозы) в крупномерной древесине значительно превышает содержание последних в тонкомере и сучьях.

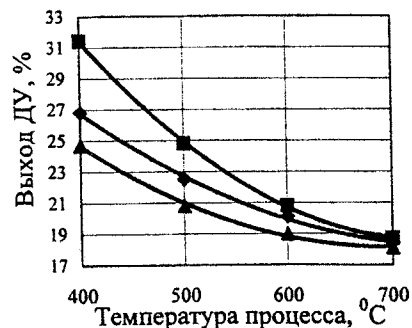


Рис. 3. Зависимость выхода ДУ от температуры:

■ крупномер; ◆ тонкомер; ▲ сучья.

Влияние температуры процесса и его продолжительности на содержание

нелетучего углерода в ДУ постоянно ослабевает с повышением жесткости проведения процесса, что связано с повышением термоустойчивости образующейся углеродной матрицы. При равной конечной температуре пиролиза наибольшее значение данного показателя имеет ДУ из крупномера, наименьшее – ДУ из сучьев (рис. 4).

На содержание нелетучего углерода во всех образцах ДУ основное влияние оказывает температура процесса.

Установлено, что при температуре пиролиза около 500 °С наблюдается максимальное развитие пористой структуры древесного угля, о чем свидетельствует изменение такого показателя качества ДУ как суммарный объем пор. При повышении конечной температуры процесса до 500 °С суммарный объем пор увеличивался, а при дальнейшем росте температуры во всех образцах наблюдалось уменьшение суммарного объема пор. Экстремальный характер такой зависимости можно объяснить процессом уплотнения структуры углеродной матрицы при температурах выше 500 °С. Данный факт подтверждается также характером изменения кажущейся плотности ДУ от температуры (рис. 5). При повышении температуры пиролиза выше 500 °С углеродная матрица древесного угля переходит в более упорядоченную термоустойчивую структуру. Из рис. 6 видно, что адсорбционная активность по йоду углей, полученных при температуре пиролиза 400 °С, практически одинакова для всех образцов. С ростом температуры пиролиза активность ДУ по йоду несколько увеличивает-



Рис. 4. Зависимость содержания нелетучего углерода в ДУ от температуры:

■ крупномер; ◆ тонкомер; ▲ сучья.

процессом уплотнения структуры углеродной матрицы при температурах выше 500 °С. Данный факт подтверждается также характером изменения кажущейся плотности ДУ от температуры (рис. 5). При повышении температуры пиролиза выше 500 °С углеродная матрица древесного угля переходит в более упорядоченную термоустойчивую структуру.

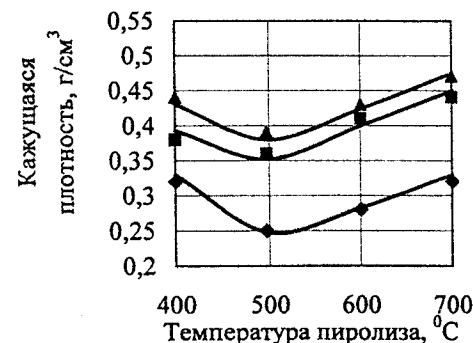


Рис. 5. Зависимость кажущейся плотности ДУ от температуры:

■ крупномер; ◆ тонкомер; ▲ сучья.

с ростом температуры несколько увеличивается. Из рис. 6 видно, что адсорбционная активность по йоду углей, полученных при температуре пиролиза 400 °С, практически одинакова для всех образцов. С ростом температуры пиролиза активность ДУ по йоду несколько увеличивает-

с ростом температуры пиролиза выше 500 °С углеродная матрица древесного угля переходит в более упорядоченную термоустойчивую структуру.

Из рис. 6 видно, что адсорбционная активность по йоду углей, полученных при температуре пиролиза 400 °С, практически одинакова для всех образцов. С ростом температуры пиролиза активность ДУ по йоду несколько увеличивает-

ся, но остается невысокой, поскольку при пиролизе наблюдаемое увеличение данного показателя происходит только за счет термической активации, возможности которой весьма ограничены. У всех образцов в интервале температур 600...700 °С

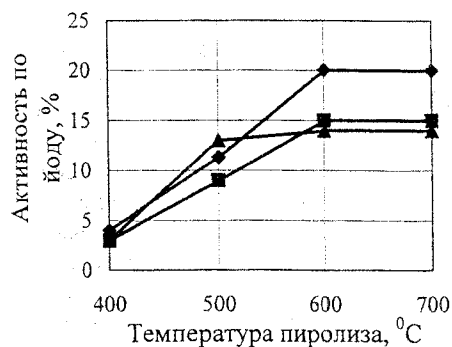


Рис. 6. Зависимость активности по йоду ДУ от температуры:

■ крупномер; ◆ тонкомер; ▲ сучья.

ные угли, полученные из тонкомерной древесины. В выбранных нами условиях проведения пиролиза показатель зольность для любого вида сырья не выходит за пределы стандарта.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что древесные угли, полученные из березовой щепы различного качества при температуре не менее 500 °С, имеют сформированную углеродную матрицу и могут использоваться в качестве сырья для активации.

Четвертый раздел экспериментальной части посвящен исследованию процесса активации древесных углей, полученных из березовой щепы различного качества.

Изучено влияние технологических факторов активации на выход и свойства полученных активных углей. Выход активного угля находится в обратной зависимости от температуры активации и удельного расхода пара, причем расход пара оказывает большее влияние. Это подтверждает большую устойчивость углеродной матрицы к воздействию температуры по сравнению с ее устойчивостью к окислению. Продолжительность процесса активации является значимой лишь для активных углей, полученных из древесины сучьев, что указывает на диффузионный характер процесса.

С увеличением температуры активации, удельного расхода пара и продолжительности процесса активации увеличивается суммарный объем пор. Расход пара при этом оказывает наибольшее влияние, так как основной объем пор образуется за счет окисления поверхности угля водяным паром, а не за счет термической деструкции. Следует отметить, что при ак-

тивации ДУ из крупномера и сучьев влияние продолжительности процесса становится сопоставимым с влиянием температуры, что указывает на существенное воздействие диффузионного фактора.

Зольность имеет обратную зависимость от выхода древесного угля, поскольку минеральная часть древесины при пиролизе остается в твердой фазе. Наибольшую зольность, как и предполагалось ранее, имеют древес-

ные угли, полученные из тонкомерной древесины. В выбранных нами условиях проведения пиролиза показатель зольность для любого вида сырья не выходит за пределы стандарта.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что древесные угли, полученные из березовой щепы различного качества при температуре не менее 500 °С, имеют сформированную углеродную матрицу и могут использоваться в качестве сырья для активации.

Изучено влияние качества древесного сырья на выход и свойства активных углей. Выход АУ из сучьев выше по сравнению с остальными образцами. Такие показатели как суммарный объем пор, активность по йоду для активных углей, полученных из сучьев, ниже, чем для АУ из крупномерной, а тем более – из тонкомерной древесины. По нашему мнению, это связано с устойчивостью исходной древесной матрицы и генетически связанной с ней устойчивостью матрицы ДУ. При переходе к более плотной углеродной матрице влияние температуры и расхода пара ослабевает, но начинает оказывать существенное влияние продолжительность активации, что указывает на переход процесса в диффузионную область.

Нами проведены исследования по изучению влияния удельного расхода пара на выход и адсорбционную активность по йоду АУ, полученных на основе трех образцов древесины: крупномерной, тонкомерной и древесины сучьев.

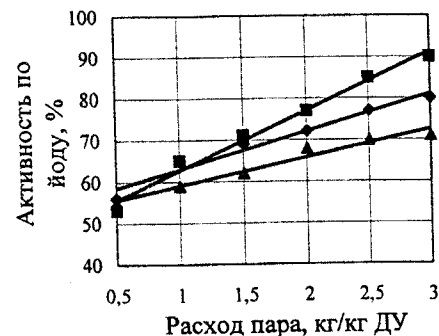


Рис. 7. Зависимость активности по йоду АУ от расхода пара:

■ крупномер; ◆ тонкомер; ▲ сучья.

Выявлено, что наиболее устойчивыми к действию водяного пара является древесный уголь, полученный из сучьев. Показано, что выход АУ во всем диапазоне изменения фактора линейно падает с увеличением удельного расхода пара, поэтому предпочтительней процесс проводить при небольших расходах пара. На рис. 7 представлена зависимость адсорбционной активности по йоду от удельного расхода пара для ДУ, полученных из

крупномерной, тонкомерной древесины и древесины сучьев.

Как видим из графика, в данном диапазоне изменения фактора зависимости адсорбционной активности по йоду от удельного расхода пара с доверительной вероятностью $P=0,95$ является корреляционной линейной для всех образцов ДУ. Наиболее легко активируются ДУ, полученные из крупномерной древесины. Наиболее сильная зависимость активности по йоду от удельного расхода пара для ДУ из крупномерной древесины по сравнению с другими образцами, по нашему мнению, объясняется различиями в химическом составе исходной древесины, а именно наиболее высоким соотношением «лигнин – целлюлоза» в крупномерной древесине.

Проведены исследования по изучению влияния удельного расхода пара на выход и качество активных углей, полученных на кафедре активацией ДУ из березовой щепы и промышленных образцов ДУ из стволовой древесины. Активация ДУ из березовой щепы проходит легче, чем для промышленных образцов угля. При равном удельном расходе пара на активацию лабораторные АУ на основе щепы имеют более высокий выход и активность по йоду по сравнению с АУ, полученными из кускового промышленного ДУ.

Результаты проведенных исследований послужили основанием для создания технологии получения активных углей из березовой щепы различного качества.

Четвертая часть включает описание технологической схемы производства активного угля из древесной щепы с использованием внешнего обогрева печи пиролиза и активации; материальные и тепловые балансы производства активных углей, расчет и подбор технологического оборудования, а также технико-экономические показатели предлагаемой технологии.

Принципиальная схема технологического процесса разработана в двух вариантах. Первый вариант предусматривает полное сжигание парогазовой смеси (ПГС), образующейся при пиролизе щепы. При этом топочные газы, полученные от сжигания ПГС, используются в качестве теплоносителя для проведения процессов сушки и пиролиза щепы.

По второму варианту при необходимости из ПГС выделяется смола с помощью центробежного смолоотделителя типа ТГ-150-1,12, а обессмоленная ПГС подается в топку печи пиролиза на сжигание. При этом теплотворная способность обессмоленной ПГС снижается примерно в 1,5 раза, поэтому применение схемы с отбором смолы требует затрат дополнительного топлива в количестве около 0,2 т/(т АУ).

Наиболее приемлемым аппаратом для активации ДУ, по нашему мнению, является барабанная печь с зигзагообразной вставкой, обогреваемой кондуктивным методом. Не разбавленные теплоносителем высококалорийные газы активации (ГА) сжигаются с целью получения тепла, что решает проблему их утилизации. Кроме того, отсутствие инертного тепло-

носителя дает возможность иметь в зоне активации максимальную концентрацию активирующего агента, обеспечить высокий коэффициент утилизации водяного пара и провести процесс в максимально короткий срок. Отсутствие топочных газов в зоне активации позволяет резко снизить там скорость газового потока и практически исключить унос продукта из аппарата.

Процесс активации ведется в среде водяного пара. Продолжительность активации составляет 1,75 ч. При этом для перемещения материала используют зигзагообразные каналы. Благодаря зигзагообразной конструкции каналов образуется пульсирующее давление, что при коэффициенте заполнения канала до 50 % позволяет резко снизить расход пара и иметь его не более чем с 30 %-ным избытком над теоретическим. Отработанный теплоноситель после печи активации направляется в рекуператор-перегреватель на вторую стадию получения водяного пара.

Данная технология предусматривает 2-х ступенчатое охлаждение угля. В качестве холодильников используются шнеки с рубашками. На первой стадии хладоагентом является водяной пар, на второй – вода. Технология позволяет использовать тепло, выделяющееся в процессе охлаждения, для получения активирующего агента.

По обоим вариантам разработанной технологии составлены калькуляции себестоимости. Показано, что производство АУ из древесной щепы различного качества позволяет снизить их себестоимость по сравнению с традиционной технологией парогазовой активации за счет затрат на сырье и энергоресурсы. Наименьшую себестоимость имеют АУ, полученные из крупномерной древесины, затем АУ из древесины сучьев, и наконец – из тонкомерной древесины. Применение схемы с частичным отбором смолы является целесообразным для активации древесных углей, полученных из тонкомерной древесины и древесины сучьев. Затраты на привлечение штатного топлива окупаются прибылью от продажи смолы при благоприятной конъюнктуре рынка смолопродуктов.

ВЫВОДЫ ПО ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЕ

В результате проведенных исследований разработана научно - обоснованная технология получения конкурентоспособных АУ стабильного качества из щепы на основе березового тонкомера и сучьев.

1. Изучено влияние качества березовой древесины на выход и свойства древесных углей. Показано, что выход ДУ зависит от суммарного содержания лигнина и целлюлозы в древесине. Показано, что наибольшее значение адсорбционной активности по йоду и суммарного объема пор наблюдается у ДУ из тонкомерной древесины. Это объясняется исходным строением древесной матрицы тонкомерной древесины, что в конечном

итоге делает углеродную матрицу наименее устойчивой к действию температуры.

2. Изучено влияние температуры и продолжительности процесса на выход и свойства ДУ из березовой щепы. Показано, что процесс пиролиза проходит в основном в кинетической области.

3. Определен оптимальный режим получения древесных углей как сырья для активации из березовой щепы различного качества: температура процесса – не ниже 500 °С, продолжительность – 20 мин.

4. Изучено влияние технологических факторов активации на выход и качество активных углей. Выявлено, что наиболее устойчивой к действию температуры и водяного пара является древесина сучьев, наименее устойчива – тонкомерная древесина. Показано, что при переходе к более плотной матрице влияние таких факторов как температура и расход пара ослабевает, но начинает оказывать влияние продолжительность активации, что указывает на переход процесса в диффузионную область. Показано, что наиболее легко активируются ДУ из крупномерной древесины. Данный факт можно объяснить наиболее высоким отношением «лигнин - целлюлоза», так как уголь, получаемый из лигнина, имеет аморфную структуру и быстрее реагирует на воздействие водяного пара.

5. Показано, что ДУ, полученный из березовой щепы, активируется эффективнее, чем промышленный березовый уголь, т. е. при равном расходе пара на активацию дает повышенный выход АУ с высокой активностью по йоду.

6. Определены оптимальные режимы активации древесных углей, полученных из березовой щепы различного качества. Для ДУ из крупномерной древесины рекомендуется следующий режим активации: температура 820 °С, удельный расход пара – 1,4 кг/(кг ДУ), продолжительность процесса – 1,75 ч. Для ДУ из тонкомерной древесины: температура 810 °С, удельный расход пара – 1,2 кг/(кг ДУ), продолжительность – 1,75 ч. Для ДУ из древесины сучьев: температура 825 °С, удельный расход пара – 1,5 кг/(кг ДУ), продолжительность – 1,75 ч.

7. Разработана новая гибкая технология, позволяющая получать активные угли из березовой щепы различного качества и при необходимости дополнительно выделять смолу без полной конденсации ПГС.

8. С положительными результатами проведены испытания полученных активных углей по доочистке питьевой воды (Западная фильтровальная станция г. Екатеринбурга) и по очистке водно-спиртовой смеси (АООТ «Алкона»).

9. Показано, что организация производства активных углей по предложенной технологии является экономически целесообразной.

Основное содержание работы изложено в следующих публикациях:

1. Юрьев Ю.Л., Семенов В.Э., Штеба Т.В. Изменение свойств древесной матрицы в процессе термообработки // Синтез, исследование свойств, модификация и переработка высокомолекулярных соединений. (Материалы Восьмой Международной конференции молодых ученых: тезисы докладов). – Казань, 1996. – С. 142-143.

2. Юрьев Ю.Л., Штеба Т.В., Семенов В.Э. Изменение пористой структуры древесной матрицы в процессе термообработки // Структура, свойства и качество древесины. (Материалы второго Международного симпозиума: тезисы докладов). – Москва, 1996. – С. 89-90.

3. Юрьев Ю.Л., Штеба Т.В., Гомзикова Н.М., Демиц И.А., Семенов В.Э. Исследование процесса активации древесных углей различного происхождения // Вклад ученых и специалистов в развитие химико-лесного комплекса. (Материалы Областной конференции: тезисы докладов). – Екатеринбург, 1997. – С. 144-145.

4. Юрьев Ю.Л., Штеба Т.В., Демин И.А., Семенов В.Э. Испытания процесса доочистки питьевой воды с применением активных древесных углей // Отчет по теме Nr.p.01970009861. Екатеринбург: УГЛТА, 1997. – 84с.

5. Юрьев Ю.Л., Штеба Т.В., Демин И.А. Новая технология получения активных древесных углей // Лесохимия и органический синтез. (Материалы третьего Всероссийского совещания: тезисы докладов). – Сыктывкар, 1998. – 234 с.

6. Юрьев Ю.Л., Штеба Т.В., Демин И.А. Применение активных древесных углей для доочистки питьевой воды // Перспективные материалы, технологии, конструкции. (Материалы четвертой Всероссийской конференции: тезисы докладов). – Красноярск, 1998. – С. 547.

7. Y. Yuriev, I. Demin, T. Shteba. Manufacture and application of the plant-based sorbents: Тез. докл. II. International symposium «Chosen processes at the chemical wood processing» - Zvolen, Slovak Republic, 1998 – С. 215.

8. Юрьев Ю.Л., Штеба Т.В., Демин И.А., Куприянова Т.А., Полякова К.В., Цеулин А.Б. Исследование процесса пиролиза березовой щепы древесины разного возраста // Социально-экономические и экологические проблемы лесного комплекса. (Материалы Международной научно-технической конференции: тезисы докладов). – Екатеринбург, 1999 – С. 177.

9. Юрьев Ю.Л., Демин И.А., Штеба Т.В., Воронков А.В., Ломовцев В.А. Испытания активных древесных углей для доочистки питьевой воды // Социально-экономические и экологические проблемы лесного комплекса. (Материалы Международной научно-технической конференции: тезисы докладов). – Екатеринбург, 1999. – С. 69.

10. Ткачев К.В., Стахровская Т.Е., Штеба Т.В., Демин И.А., Юрьев Ю.Л. Разработка технологии получения активного угля – сорбента для

очистки воды. // Чистая вода России 99. (Материалы международного симпозиума и выставки: тезисы докладов). – Екатеринбург, 1999.- С. 130-131.

11. Полякова К.В., Штеба Т.В., Юрьев Ю.Л. Эффективность и варианты сжигания парогазовой смеси пиролиза древесины // Материалы научно-технической конференции студентов и аспирантов: тезисы докладов – Екатеринбург, 2000. – С. 42.

12. Юрьев Ю.Л., Орлов В.П., Панюта С.А., Штеба Т.В. Проблемы аппаратного оформления процессов переработки измельченной древесины в активные угли.// Изв. ВУЗов. Лесной журнал. – Архангельск. - 2000. - №5-6. – С. 52-57.

13. Юрьев Ю.Л., Штеба Т.В., Стахровская Т.Е., Панюта С.А. Разработка технологии активации древесных углей. // Экологические проблемы и химические технологии. (Сборник научных трудов УГЛТА). – Екатеринбург. - 2000. - С. 83-89.

Отзывы на автореферат в двух экземплярах с заверенными подписями просим присылать в Уральский государственный лесотехнический университет по адресу: 620100, Екатеринбург, Сибирский тракт, 37. Ученому секретарю.

Уральский государственный лесотехнический университет
Отдел оперативной полиграфии

Заказ №407 Тираж 100 экз. Подписано в печать 05.07.04.