

Министерство науки и высшего образования  
Российской Федерации  
федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Северный (Арктический) федеральный  
университет имени М.В. Ломоносова»  
(САФУ имени М.В. Ломоносова)  
набережная Северной Двины, д. 17.  
г. Архангельск, Россия, 163002  
http://www.narfu.ru, e-mail: public@narfu.ru  
тел./факс: 8(8182) 28-76-14  
тел.: 8(8182) 21-89-20

29.10.2020 № 12-03-

На № Д/к от 20

**УТВЕРЖДАЮ**

**Проректор по научно-  
инновационному развитию  
ФГАОУ ВО «Северный  
(Арктический) федеральный  
университет имени М.В. Ломоносова»,  
доктор физико-математических наук,  
доцент**

**Есеев Марат Каналбекович**

### ОТЗЫВ

ведущей организации федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова» на диссертационную работу Пекарца Александра Андреевича «Технология древесных и древесно-угольных брикетов из опилок древесины лиственницы», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.21.03 – технология и оборудование химической переработки биомассы дерева; химия древесины.

#### **Актуальность темы диссертационной работы**

В процессе механической переработки лиственницы образуется большое количество древесных опилок, обычно 10–12 %, которые, как правило, сжигаются или складываются в отвалах. В последние двадцать лет в мире опилки широко применяют для производства твердого биотоплива второго поколения – пеллет и брикетов; их производство в мире превысило в 2019 году 35 млн. тонн; в России их производство превысило 2 млн. тонн в год. При этом, однако, используются, как правило, дорогостоящее зарубежное оборудование и технологии с высокой энергоемкостью. В связи с этим одна из актуальных задач для российского ЛПК – создание и реализация инновационной комплексной технологии глубокой переработки опилок, прежде всего, древесины лиственницы, как основной

лесообразующей породы Сибири и Дальнего Востока. Данная диссертационная работа проводилась в продолжение реализации проекта «Разработка инновационной технологии комплексной переработки древесины лиственницы» (далее проект «Лиственница»), выполненного в СПбГУПТД по постановлению Правительства РФ №218.

Цель данного исследования - создание энергосберегающей технологии получения древесных и древесно-угольных брикетов из опилок древесины лиственницы.

### **Научная новизна исследований и результатов**

Автором впервые показана возможность направленного изменения релаксационного состояния полимерных компонентов древесины (в виде опилок) путем совместного воздействия водяного пара, температуры и физико-механического воздействия. Научная новизна исследований и результатов заключается, прежде всего, в том, что разработанная автором инновационная технология топливных и угольных брикетов из лиственничных опилок базируется на направленном изменении релаксационных состояний полимерных компонентов древесины. Это изменение осуществляется за счет совместного действия температуры и паров воды при подготовке к экструзии – измельчению, и, собственно, экструзии. Автором показано, что на первой стадии – измельчения – опилки высушиваются до остаточной влажности 1 %, и при этом происходит застекловывание полимерных компонентов древесины, в результате в аэродинамическом потоке опилки измельчаются по хрупкому механизму до порошкообразного состояния. На второй стадии частицы порошка превращаются в экструдированную систему за счет увлажнения водяным паром до средней влажности 3–4 %. Автором установлен факт снижения вязкости в экструдере за счет совместного воздействия температуры, паров воды и «сжатия – сдвига», с переходом системы к минимальной ньютоновской вязкости. В результате достигается плотность древесного брикета до 1300 кг на кубометр. При выходе из сопла экструдера, благодаря резкому охлаждению, происходит остекловывание поверхности брикета. Автором впервые установлена возможность осуществления низкотемпературного термостабилизированного пиролиза древесины при 380–

450°C в изотермическом карбонизаторе периодического действия, работающем в режиме рекуператора в аэродинамическом циркулирующем потоке.

### **Практическая значимость работы**

Автором предложены инновационные, защищенные 4 патентами РФ, методы получения топливных древесных и древесно-угольных брикетов из опилок древесины лиственницы. Методы реализованы автором в опытно-промышленном масштабе в ООО «Лесная технологическая компания», в Иркутской области. Успешная эксплуатация данной линии и высокая конкурентоспособность получаемых топливных древесных и древесно-угольных брикетов на российских и мировых рынках позволила перейти к тиражированию аналогичных технологических линий в России (5 линий на конец 2019 года). Кроме того, на предприятии INOS (Латвия) по патентам автора начато производство технологических линий по выпуску топливных и угольных брикетов из опилок древесины, позволяющих полностью утилизировать древесные отходы и получать древесные и древесно-угольные брикеты для разных потребителей (восстановитель для кремния и металлургии, топливо для барбекю, топливо для каминов). Эту технологию можно считать принципиально новым шагом в развитии производства и использования биотоплива нового поколения. Особенностью данной работы является параллельное проведение теоретического анализа происходящих процессов, экспериментальных исследований, изготовления оборудования, опытно-промышленных испытаний и постановки на производство новых видов продукции с их реализацией потребителям в России и за рубежом. С одной стороны, это определило необходимый и достаточный объем экспериментов на каждом этапе работы, а, с другой, учитывая инновационность процесса и необходимость патентной защиты разработок, – наложило ограничения на публикацию научных результатов.

### **Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации.**

Методы получения топливных древесных и древесно-угольных брикетов из опилок древесины лиственницы реализованы автором в опытно-промышленном масштабе в ООО «Лесная технологическая компания», в поселке Качуг, Иркутская области в рамках приоритетного регионального проекта Иркутской

области по комплексному использованию лесных ресурсов. Успешная эксплуатация данной линии и высокая конкурентоспособность получаемых топливных древесных и древесно-угольных брикетов на российских и мировых рынках позволила перейти к тиражированию аналогичных технологических линий в России (5 линий на конец 2019 года). Кроме того, по патентам автора, при финансовой поддержке Европейского Союза, на Рижском предприятии INOS (Латвия) осуществлена постройка на производство технологических линий по производству топливных и угольных брикетов из опилок древесины.

#### **Соответствие диссертации и автореферата требованиям Положения о порядке присуждения учёных степеней**

Диссертация изложена на 117 страницах основного текста, включает 33 рисунка, 13 таблиц; библиографический список включает 115 наименования. Рукопись диссертации состоит из введения, литературного обзора, методической части, экспериментальной части и 2 приложений в форме акта об использовании результатов диссертации и благодарственного письма Лесного комитета ЕЭК ООН/ФАО ООН.

По результатам исследования опубликовано 14 печатных работ, в том числе 2 статьи, входящих в перечень, утверждённый ВАК РФ и 4 патента РФ. Результаты доложены на международных научно-практических и Всероссийских конференциях.

Автореферат и диссертация полностью соответствуют требованиям Положения о порядке присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.21.03 – Технология и оборудование химической переработки биомассы дерева; химия древесины.

По содержанию диссертации следует сделать ряд замечаний и вопросов:

#### **Вопросы и замечания по работе**

1. Хотелось бы получить разъяснения по коллаидеру. Это идея самого автора или она заимствована из литературы? Что явилось прообразом для его создания?
2. Откуда у автора появились для экспериментов металлические трубы диаметром свыше 1 м?

3. Осуществлял ли автор контроль за плотностью получаемых им древесных и древесно-угольных брикетов в качестве методов производственного контроля или это отдельные выборочные замеры?

4. В какой степени выводы и технические решения диссертанта относятся к опилкам других пород древесины, к другим древесным отходам на всех стадиях жизненного цикла древесины, включая возможность переработки вторичной древесины?

Высказанные замечания не снижают положительной оценки работы.

### **Заключение**

Диссертация ПЕКАРЦА Александра Андреевича «Технология древесных и древесно-угольных брикетов из опилок древесины лиственницы», в которой изложена и научно обоснована инновационная технология топливных и угольных брикетов из лиственничных опилок, базирующаяся на направленном изменении релаксационных состояний полимерных компонентов древесины за счет совместного действия температуры и паров воды при подготовке к экструзии – измельчении, и собственно экструзии, представляет собой законченную научно-квалификационную работу. В ней предложены новые решения актуальной научной задачи создания новых видов биотоплива, имеющей значение для развития технологии и оборудования химической переработки биомассы дерева. В диссертации изложены новые научно-обоснованные технологические решения и разработки, реализованные в опытно-промышленном масштабе в ООО «Лесная технологическая компания», в поселке Качуг, Иркутская области, и имеющие существенное значение для развития лесопромышленного комплекса страны. Результаты диссертационной работы А.А. Пекарца целесообразно использовать для переработки опилок и других отходов ЛПК, а также для переработки вторичной древесины, в древесные и древесно-угольные брикеты.

Диссертация соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении учёных степеней», утверждённого Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842, ред. от 01.10.2018 г., а область исследований соответствует п. 11. «Химия и технология пирогенетических производств», паспорта специальности 05.21.03 – технология и оборудование химической

переработки биомассы дерева; химия древесины; ее автор Пекарец Александр Андреевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности.

Отзыв подготовил Богданович Николай Иванович профессор, доктор технических наук (научная специальность 05.21.03 – Технология и оборудование химической переработки древесины; химия древесины, 11.00.11 – Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов), профессор кафедры целлюлозно-бумажных и лесохимических производств ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова»

Отзыв на диссертацию рассмотрен на заседании кафедры целлюлозно-бумажных и лесохимических производств ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет имени М. В. Ломоносова», одним из основных направлений научно-исследовательской деятельности которой являются проблемы технологии и оборудования химической переработки биомассы дерева; протокол № 11 от «06» октября 2020 г.

Профессор кафедры целлюлозно-бумажных и лесохимических производств ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет имени М. В. Ломоносова»  
Богданович Николай Иванович

06 октября 2020 г.

Адрес: 163002, Россия, г. Архангельск, наб. Северной Двины, д. 17; Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова»  
телефон 8(8182) 21-89-46; E-mail: [n.bogdanovich@narfu.ru](mailto:n.bogdanovich@narfu.ru)