

ОТЗЫВ

официального оппонента

на диссертационную работу Кузьминой Юлии Сергеевны

«Экспериментальное исследование процесса низкотемпературного пиролиза (торрефикации) гранулированного биотоплива» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.01 – энергетические системы и комплексы

Актуальность темы диссертации.

Растительная биомасса (древесные и сельскохозяйственные отходы) относится к возобновляемым углеводородным ресурсам и является одним из перспективных и экологически чистых заменителей ископаемого топлива. Интерес к ее использованию в энергетических целях обусловлен рядом факторов, в частности, развитием средств автономной энергетики, ростом внимания к экологическим аспектам производства тепло- и электроэнергии, доступностью. Наряду с расширением производства пеллет наблюдается тенденция повышения потребительских характеристик этого вида топлива, в частности увеличения удельного энергосодержания и уменьшения предела гигроскопичности. Разработка технологии торрефикации (нагрев до температур 200 – 300 °С в бескислородной среде) позволит получать гидрофобные топливные пеллеты из биомассы с повышенными теплотехническими свойствами.

Промышленные технологии процесса торрефикации гранулированной биомассы на мировом и российском рынках практически не представлены, и требуется разработка новых эффективных технических решений.

Актуальность темы диссертации определяется тем, что спрос на биотопливо растет с каждым годом, а применение процесса торрефикации, исследованного в работе Кузьминой Ю.С., позволит получить энергетически более эффективное топливо из биомассы.

Научная новизна работы.

Для разработки основ технологии производства торрефицированных древесных пеллет автором впервые исследованы особенности процесса торрефикации с прямым нагревом биомассы продуктами сгорания газопоршневой энергоустановки и показана принципиальная возможность создания промышленной технологии с высокой энергетической эффективностью.

Результаты исследований показали принципиальную возможность создания промышленной технологии торрефикации с высокой энергетической эффективностью.

В связи с отсутствием требований к торрефицированным пеллетам, автором были проведены исследования с целью получения набора данных о торрефицированных пеллетах при различных режимах процесса. Автором были исследованы влажность, зольность, выход летучих, теплота сгорания, насыпная и кажущаяся плотность, предел гигроскопичности, а также элементный состав пеллет.

На основе полученных результатов и анализа предшествующих работ в исследуемой области науки автором разработан когенерационный энерготехнологический комплекс с реактором торрефикации и проведены его испытания в составе комплексного экспериментального стенда ОИВТ РАН.

Практическая значимость работы.

Практическая значимость работы заключается в том, что автор экспериментально подтвердил возможность реализации процесса торрефикации в реакторе с прямым нагревом древесных пеллет продуктами сгорания газопоршневой установки.

Разработанная автором схема энерготехнологического когенерационного комплекса с реактором торрефикации производительностью 200 кг/ч реализована на предприятии ОАО «ПРОДМАШ» (г. Ростов-на-Дону) на линии гранулирования биомассы.

Результаты работ могут быть использованы на аналогичных предприятиях по производству гранулированного топлива.

Диссертационная работа изложена на 147 страницах текста, содержит 50 рисунков, 21 таблицу и 4 приложения, включает введение, четыре главы, заключение и список литературы (82 наименования).

Во введении показана актуальность работы, определены цели и задачи исследования.

Первая глава посвящена обзору литературных данных, касающихся темы диссертации. Приведены общие сведения о биомассе и методах ее использования в энергетических целях. Автор, проанализировав существующие схемы процесса торрефикации, выполнил сравнение основных конструкций реакторов и пришел к выводу, что для торрефикации пеллет необходимо применять реактор с прямым нагревом биомассы в движущемся слое. Это связано с тем, что такая конструкция имеет минимальное количество подвижных частей, что не приводит к разрушению пеллет, а также является наиболее эффективной с точки зрения процессов тепло- и массопереноса.

Автор поставил цель разработать когенерационный комплекс, который позволит реализовать эффективный процесс торрефикации биомассы.

Во второй главе представлены описание экспериментального стенда и методики проведения исследований процесса торрефикации. Приведены результаты исследования процесса при трех температурных режимов торрефикации и при двух временах выдержки. Изложены результаты влияния режимных параметров на основные характеристики торрефицированных пеллет: влажность, зольность, выход летучих, теплоту сгорания, насыпную и кажущуюся плотность, предел гигроскопичности, а также на элементный состав.

В третьей главе описана принципиальная схема когенерационного энерготехнологического комплекса с реактором торрефикации, который может быть встроен непосредственно в технологическую линию по производству пеллет. Товарная продукция комплекса – торрефицированные топливные пеллеты, электроэнергия и тепловая энергия. Представлены результаты испытаний типовой секции модульного реактора торрефикации производительностью 200 кг/ч по исходным пеллетам.

В главе представлена математическая модель реактора торрефикации, описывающая процесс фильтрации газообразных продуктов сгорания через пористую среду, образованную слоем пеллет. Результаты расчетов основных параметров процесса торрефикации представлены в виде номограмм.

В четвертой главе приведены оценки экономической эффективности опытно-промышленного комплекса, встраиваемого в линию по гранулированию биомассы на заводе ОАО «Продмаш» (г. Ростов-на-Дону). Выполнена оценка эффективности торрефицированных пеллет для основных сфер применения: сжигание совместно с углем, в пеллетных котлах и в качестве исходного сырья в газогенераторах.

В заключении сформулированы основные результаты работы и выводы.

По теме диссертации автором опубликовано 16 печатных работ, в том числе 3 статьи в журналах из перечня ВАК и 1 статья в журнале, входящем в реферативную базу данных Scopus. В процессе работы над диссертацией получено 2 патента на полезную модель и 1 свидетельство о регистрации программы для ЭВМ. Результаты диссертационной работы докладывались на многих международных и всероссийских конференциях по возобновляемым источникам энергии, по энерго- и ресурсосбережению, экологии и др.

Основные замечания по диссертационной работе.

1) В диссертации не представлено объяснение, почему выбрана схема с торрефикацией пеллет, хотя в большинстве работ по торрефикации используется технология с торрефикацией щепы и опилок с последующим гранулированием.

2) В работе не приведены данные исследования торрефицированных пеллет на прочность, хотя предполагается использование данного сырья в пылеугольных котлах.

3) На странице 48 автор отмечает, что “Для проведения исследований использовались пеллеты диаметром 8 мм и длиной от 10 до 15 мм...”. Возникает вопрос о выборе геометрических параметров пеллет, и о том, как их изменение влияет на конечный технический результат процесса?

4) Так же автор на странице 48 указывает, что время обработки составляет до 1 ч, в связи с чем также возникает вопрос о необходимости столь длительного времени обработки?

3) В диссертации говорится о проведенном ТГА анализе (стр.57-58). Однако, в диссертации не приведены полученные дериватограммы. Также, работа не содержит результатов ДСК анализа.

4) Рисунок 3.2 – Секция реактора торрефикации в разрезе (стр. 69 диссертации). Какие конструктивные особенности секции предотвращают унос пеллет поперечным потоком газа из ГПУ?

4) Стр. 58. Автор отмечает «Из приведенных данных видно, что зольность пеллет уменьшилась по сравнению с необработанными пеллетами». В связи с чем возникает вопрос о том почему произошло уменьшение зольности. Ведь зольность представлена неорганическими элементами, входящими в состав биомассы, которые при термической обработке практически не удаляются из органической матрицы, при этом вес органической матрицы уменьшается, что должно приводить к росту зольности.

5) Почему в описании математической модели говорится о диаметре сфер (стр,75) вместо характеристических размеров цилиндрических пеллет? При этом в модельных уравнениях 3.1-3.4 геометрические параметры отсутствуют. Также в главе 3.3 отсутствует алгоритм расчета модели, что затрудняет правильность оценки полученных результатов.

6) Таблица 4.8, стр. 101. Чем автор может объяснить уменьшение содержания сероводорода в составе генераторного газа, получаемого из торрефицированных пеллет? Так же возникает вопрос о виде торфа, используемого при расчетах.

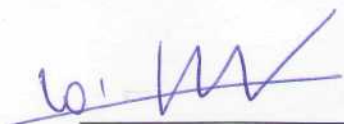
7) На странице 102, для расчета КПД применяется формула 4.19, не учитывающая теплоту, затраченную на выработку газа, в связи с чем возникает вопрос о корректности её применения в данном случае.

Отмеченные замечания не снижают общей положительной оценки работы, научной и практической значимости ее результатов.

Диссертация Кузьминой Ю.С. является завершенной научно-исследовательской квалификационной работой, выполненной автором самостоятельно на высоком научном

уровне. Полученные автором результаты достоверны, выводы и заключения обоснованы. По каждой главе и работе в целом сделаны четкие выводы. Автореферат соответствует основному содержанию диссертации. Диссертация соответствует всем критериям, установленным п. 9 Положения о порядке присуждения ученых степеней № 842 от 24.09.2013 г., а ее автор Кузьмина Юлия Сергеевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.01 – энергетические системы и комплексы.

Официальный оппонент,
Профессор кафедры «Биотехнология и химия»
ФГБОУ ВО «Тверской государственный
технический университет», доктор технических наук, профессор,
(защита докторской диссертации в 2011 г. по специальности 05.17.04)
170026, Тверь, набережная Афанасия Никитина, 22,
Тел. +7 (4822) 44-93-48 e-mail: kosivtsov@science.tver.ru


Косивцов Юрий Юрьевич

Подпись Косивцов Ю. Ю.

Совет
ученого
совета