ОТЗЫВ

официального оппонента

Кузьмина Сергея Николаевича

на диссертационную работу Лавренова Владимира Александровича

«Экспериментальное исследование процесса двухстадийной термической конверсии древесной биомассы в синтез-газ»

на соискание ученой степени кандидата технических наук

по специальности 05.14.01 – энергетические системы и комплексы

Актуальность избранной темы доказывается соискателем убедительно и объективно с обозначением основной проблемы использования биомассы в энергетических целях. Интерес к использованию биомассы обусловлен такими факторами, как развитие средств автономной энергетики, ростом внимания к экологическим аспектам производства тепло- и электроэнергии, а также очевидной доступностью. Результаты анализа литературных и патентных данных позволяют утверждать, что исследования в области термической конверсии органического сырья являются весьма востребованными современной экономикой, наукой и техникой. Промышленные технологии термохимической конверсии биомассы для получения из нее газообразного топлива, представленные на рынке, в основном направлены на получение жидких компонентов пиролиза либо низкокалорийного газообразного топлива. Технология, описанная в работе, позволяет получить среднекалорийное газообразное топливо из биомассы, которое может быть использовано как в газовых двигателях для выработки электроэнергии, так и в отопительных котлах, т.е. является актуальной.

Научная новизна работы

К научной новизне работы необходимо отнести реализацию непрерывного процесса двухстадийной термической конверсии древесной биомассы в синтез-газ с получением новых экспериментальных данных об его удельном выходе и химическом составе.

Также к научной новизне относятся впервые полученные в работе экспериментальные данные о зависимости удельного содержания смол и

влаги в синтез-газе от температурного режима проведения процесса двухстадийной термической конверсии древесной биомассы.

Практическая значимость работы заключается:

- в создании и испытании типового модуля термохимической конверсии опытного образца установки производительностью 6 кг/ч по исходной биомассе с оценкой энергетической эффективности переработки, а также возможных направлений усовершенствования установки конверсии;

- в проведении совместной работы разработанного модуля в составе когенерационной (газопоршневой электроагрегат) и отопительной (котел на жидком топливе) систем, работающих на полученном среднекалорийном газообразном топливе;

- в промышленной апробации результатов исследования на территории предприятия ООО «Энергонезависимость» (г. Нижний Новгород) путем переоборудования отопительной жидкотопливной котельной с целью частичного замещения дизельного топлива синтез-газом, полученным методом двухстадийной термической конверсии древесной биомассы, что подтверждено актом внедрения.

Апробация результатов исследований была проведена на ряде международных научных конференций. Двадцать две печатные работы по теме диссертации, в том числе 3 статьи в журналах из перечня ВАК и 2 статьи в журнале, входящем в реферативные базы данных Scopus и Web of Science соответствуют требованиям к кандидатской диссертации, а сами статьи в полной мере характеризуют изложенные материалы, представляемые к защите и описанные в диссертации и автореферате. Материалы автореферата в концентрированном виде отражают результаты проведенных исследований, подробно описанных в диссертационной работе. Диссертационная работа включает введение, четыре главы, заключение и список литературы (146 наименований). Работа изложена на 152 страницах текста, содержит 32 рисунка, 26 таблиц и 1 приложение.

Во введении отражена актуальность диссертационной работы, сформулированы цели и задачи.

В первой главе представлен обзор основных методов использования биомассы в энергетических целях. Описаны методы прямого сжигания и конверсии биомассы в газообразное топливо. Особое внимание уделено получению газообразного топлива, как более удобного для хранения, транспортировки и преобразования в электрическую и тепловую энергии. Автором показаны экологические аспекты использования биомассы, как CO_2-нейтрального топлива.

Во второй главе представлена экспериментальная часть диссертационной работы. Представлено описание экспериментального стенда с подробной методикой проведения исследований. Полученные автором результаты позволили определить зависимость удельного выхода неконденсирующихся газов, удельного содержания смол и влаги в них от режимных параметров процесса двухстадийной термической конверсии биомассы. По результатам экспериментов автором предложен метод расчета объема реактора крекинга.

В третьей главе описана принципиальная схема модуля термохимической конверсии биомассы в синтез-газ. Представлены результаты испытания модуля производительностью по исходному сырью 6,0 кг/ч (дубовые опилки) и 5,0 кг/ч (сосновая стружка). Полученные количественные данные легли в основу расчета эффективности разработанного модуля. Автор в главе показал возможные пути повышения показателей эффективности до уровня мировых аналогов.

В четвертой главе описаны возможные схемные решения применения разработанной технологии в реальном секторе экономики. Представлены результаты испытаний модуля термохимической конверсии биомассы совместно с газопоршневым двигателем и в составе отопительного комплекса с жидкотопливным котлом на площадке производственного предприятия ООО «Энергонезависимость» (г. Нижний Новгород). Автор

выполнил оценку экономической эффективности электростанции на базе установки двухстадийной термической конверсии.

В **заключении** представлены основные выводы по диссертационной работе.

Основные замечания по диссертационной работе

1. Исследования зависимости содержания смол и влаги от температуры в зоне крекинга, а также удельного выхода синтез-газа от соотношения масс коксового остатка и исследуемого образца биомассы проводились только для одного вида сырья – дубовых опилках (стр. 65-70). Непонятно, чем обоснован выбор такого редкого вида сырья. Следовало бы расширить экспериментальную сырьевую базу и провести аналогичные исследования для других видов биомассы: торфа, отходов сельскохозяйственного производства и т.д.

2. При расчете эффективности КПД модуля термохимической конверсии, соответствующего модернизированной схеме (стр. 105, рис.3.9), температура входящего в твердотопливную топку воздуха принята равной 250°С, что объясняется предельным значением для выбранной топки «ТЛЗМ-0,5/2,4». Применение специального топочного устройства позволило бы повысить данное значение температуры и, соответственно, КПД схемы.

3. Результаты экспериментов по 20% замене дизельного топлива синтез-газом в жидкотопливном котле (стр.123 таблица 4.3) с практической точки зрения не являются значительными, так как существенно усложняют систему топливоподачи. Следовало бы провести подобное замещение при большей доле синтез газа с детальным технико-экономическим обоснованием.

4. Непонятно фрагментарное обращение автора к процессу получения жидких топлив из синтез-газа (стр.124).

5. При оценке экономической эффективности электростанции (стр.124-130) на базе установки двухстадийной термической конверсии, автором рассматривается вариант производства только электрической энергии, в то же время логичней было бы рассмотреть вариант когенерационного

производства энергии, поскольку показатели инвестиционного проекта в этом случае были бы выше.

6. Так как биомасса является коррозионной средой, а сам процесс конверсии приводит к выделению кислотных газов, оценивалась ли автором деградация поверхности материала реактора в ходе экспериментов для последующего расчета срока службы промышленной установки.

7. В автореферате диссертации недостаточно подробно описывается расчет значения КПД модуля термохимической конверсии, соответствующего модернизированной схеме.

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

Заключение по диссертации

Диссертационная работа Лавренова В.А. содержит ряд научно-обоснованных технических и технологических решений в области разработки процесса двухстадийной термической конверсии древесной биомассы в синтез-газ с возможностью получения топлива с улучшенными энергетическими характеристиками.

Полученные теоретические и экспериментальные данные имеют несомненную научную новизну и большую практическую ценность. Практическая значимость работы подтверждается актом внедрения результатов исследования. Основные результаты диссертационной работы достаточно полно опубликованы в 22 печатных работах из которых 3 статьи в журналах, входящих в перечень ВАК, и 2 статьи в журнале, входящем в реферативные базы данных Scopus и Web of Science. Автореферат отражает основное содержание диссертации.

Диссертационная работа Лавренова В.А. является завершенной научно-исследовательской квалификационной работой, выполненной автором самостоятельно, и соответствует всем критериям, установленным п.9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» (Постановление Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842),

предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук. Диссертация отвечает паспорту специальности 05.14.01 – энергетические системы и комплексы.

На основании вышеизложенного считаю, что диссертационная работа Лавренова Владимира Александровича полностью отвечает требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.01 – энергетические системы и комплексы.

Официальный оппонент, доцент кафедры «Энергообеспечение предприятий и теплотехника» ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», к.т.н. (защита кандидатской диссертации в 1982 г. по специальности 05.17.08), доцент Кузьмин Сергей Николаевич.

392032, г. Тамбов, ул. Мичуринская, д. 112-А, Тел.: +7 (4753) 63-04-48

E-mail: teplotehnika@nnn.tstu.ru

_____ Кузьмин С. Н.

Ученый секретарь Ученого Совета ФГБОУ ВО «ТГТУ»

392000, г. Тамбов, ул. Советская, д.106,+7 (4753) 63-86-55

usecret@admin.tstu.ru

_____ Мозгова Г.В

25.02.2017г

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тамбовский государственный технический университет» (ФГБОУ ВО «ТГТУ») 392000, г. Тамбов, ул. Советская, д.106, (4753) 63-10-19, tstu@admin.tstu.ru