

«УТВЕРЖДАЮ»

Первый проректор –

проректор по научной работе

МГТУ им. Н.Э.Баумана

д.т.н., профессор

/Зимин В.Н./

«__» _____ 2017 г.



ОТЗЫВ

ведущей организации

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

Рассмотрев и обсудив диссертационную работу Лавренова Владимира Александровича «Экспериментальное исследование процесса двухстадийной термической конверсии древесной биомассы в синтез-газ» в соответствии с п. 9 Положения о порядке присуждения ученых степеней № 842 от 24.09.2013 г., отмечаем следующее:

Актуальность темы диссертационной работы

Сегодня во всем мире активно развивается энергетика на основе возобновляемых источников энергии, в частности биомассы. Древесина и отходы деревообработки рассматриваются в качестве альтернативы ископаемым углеводородным энергоресурсам для производства теплоты и электроэнергии. Развитие распределенной энергетики, основанной на локальном когенерационном производстве энергии, во многом может быть ускорено за счет создания инновационных технологий энергетической переработки отходов и местных видов топлив. В этой связи работа Лавренова В.А., направленная на исследование процесса двухстадийной конверсии древесной биомассы в синтез-газ, который может использоваться для комбинированной выработки тепловой и электрической энергии, без сомнения, актуальна.

Структура и содержание работы

Диссертационная работа оформлена в соответствии с существующими требованиями, изложена на 152 страницах текста, содержит 32 рисунка и 26 таблиц, включает введение, четыре главы, заключение, список литературы (146 наименований) и 1 приложение.

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

В первой главе приведен литературный обзор существующих методов термохимической конверсии древесной биомассы в газообразный энергоноситель. Показаны основные способы преобразования энергии древесной биомассы в электроэнергию. Рассмотрены основные способы очистки и кондиционирования газа, получаемого при газификации биомассы. Анализ литературных источников показал перспективность разработок в выбранном направлении, а его результаты являются достаточным обоснованием для дальнейших исследований метода двухстадийной пиролизической конверсии, направленных на достижение целей и решение задач, сформулированных автором во введении.

Во второй главе приведено подробное описание экспериментальной установки и методики проведения исследований процесса двухстадийной термической конверсии древесной биомассы в синтез-газ, сочетающего пиролиз и последующий гетерогенный крекинг летучих в слое коксового остатка биомассы. Представлены результаты исследования влияния отношения массы коксового остатка к массе образца древесной биомассы на значение удельного выхода получаемого синтез-газа и зависимости удельного содержания смол и влаги в синтез-газе от температуры в зоне гетерогенного крекинга. Описан метод расчета объема реактора крекинга модуля термохимической конверсии непрерывного действия.

В третьей главе приводится описание принципиальной схемы модуля термохимической конверсии (МТК) древесной биомассы непрерывного действия. Представлены результаты испытаний двух МТК производительностью 5 и 6 кг/ч по исходному сырью, в том числе значения удельного выхода и химического состава образующегося синтез-газа. На основании полученных экспериментальных данных произведен расчет массового, элементного, энергетического баланса МТК и его эффективности. Показаны возможности повышения коэффициента полезного действия МТК

при оптимизации схемы, включающей замену природного газа побочным продуктом процесса – коксовым остатком, а также утилизацию теплоты продуктов сгорания на выходе из МТК.

В четвертой главе приведены результаты испытаний МТК в составе энерготехнологического когенерационного комплекса на базе газопоршневого двигателя, а также (в качестве надстройки) жидкотопливной котельной производственного предприятия ООО «Энергонезависимость» (г. Нижний Новгород), цитируются работы, написанные В.А. Лавреновым (в соавторстве), в которых экспериментально показана возможность использования получаемого синтез-газа для производства базового компонента авиационного топлива. Приведены результаты оценки экономической эффективности электростанции с установкой конверсии древесной биомассы.

В заключении сформулированы основные результаты работы и выводы.

Представленные в тексте диссертации экспериментальные данные свидетельствуют о большом объеме выполненного научного исследования. По теме диссертации автором опубликованы 22 печатные работы, 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. Результаты исследований докладывались на 19 российских и международных научных конференциях. Содержание публикаций соответствует содержанию диссертационной работы. Автореферат полностью соответствует основному содержанию диссертации.

Научная новизна работы

Автором впервые получены данные о зависимости удельного содержания смол и влаги в синтез-газе, образующемся в процессе двухстадийной термической конверсии биомассы, от температуры в зоне гетерогенного крекинга летучих продуктов пиролиза. Реализация процесса двухстадийной термической конверсии древесной биомассы в синтез-газ в опытной установке производительностью 6 кг/ч по исходному сырью позволила впервые получить экспериментальные данные об удельном выходе и химическом составе синтез-газа, образующегося в непрерывном процессе.

Практическая значимость работы

Практическая значимость полученных автором результатов заключается в том, что синтез-газ, полученный методом двухстадийной термической конверсии древесной биомассы, может без дополнительной очистки от смол использоваться в газопоршневых двигателях внутреннего сгорания. Испытания разработанного автором когенерационного комплекса на базе газопоршневого электроагрегата подтвердили возможность использования древесных отходов (опилок) в качестве основного вида топлива для совместной выработки теплоты и электроэнергии, а созданная надстройка жидкотопливной котельной производственного предприятия ООО «Энергонезависимость» (г. Нижний Новгород) позволила произвести частичную замену дизельного топлива синтез-газом, получаемым при переработке сосновых опилок. Результаты работы могут быть использованы на аналогичных объектах, в частности для замещения дальнепривозного топлива в котельных местными видами возобновляемых энергоресурсов.

Обоснованность и достоверность выводов

Выводы, представленные в заключении, являются обоснованными и отражают основные результаты проведенного исследования. Исследования выполнены с использованием современных методов и оборудования.

Замечания по работе

1. В литературном обзоре следовало бы уделить больше внимания подробному анализу публикаций, непосредственно касающихся исследуемого метода двухстадийной термической конверсии биомассы.

2. Методика расчета объема реактора крекинга модуля термохимической конверсии не является универсальной, поскольку представляет собой масштабирование экспериментальной установки до размеров промышленного реактора в предположении подобия процессов. Неясно, до каких размеров реактора приемлем такой подход.

3. Следовало бы изучить влияние плотности «загрузки» биомассы на показатели процесса двухстадийной термической конверсии, поскольку плотность и размеры частиц коксового остатка биомассы в реакторе крекинга должны напрямую влиять на интенсивность взаимодействия пиролизных продуктов и коксового остатка.

4. Оценка экономической эффективности электростанции на базе установки двухстадийной конверсии представляется несколько завышенной,

поскольку предполагается годовая наработка 8000 часов (что маловероятно), а выбранное значение ставки дисконтирования меньше принятых значений инфляции и ростов тарифов.

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

Заключение по работе

Диссертационная работа Лавренова В.А. является завершенной научно-исследовательской квалификационной работой, выполненной автором самостоятельно на высоком научном уровне. По работе в целом и по каждой главе сделаны четкие и обоснованные выводы. Полученные автором результаты достоверны. Диссертация соответствует всем критериям, установленным п. 9 Положения о порядке присуждения ученых степеней № 842 от 24.09.2013 г., а ее автор Лавренов Владимир Александрович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.01 – энергетические системы и комплексы.

Диссертационная работа была заслушана на расширенном семинаре кафедры Газотурбинных и нетрадиционных энергоустановок (ЭЗ) факультета Энергомашиностроение ФГБОУ ВО «МГТУ им. Н.Э. Баумана». Присутствовало на заседании 10 членов профессорско-преподавательского состава кафедры. Результаты голосования: «за» 10 чел., «против» 0 чел., «воздержалось» 0 чел. Протокол №1 от «20» января 2017 г.

К.т.н., доцент



Иванов В.Л.

К.т.н



Куникеев Б.А.

Д.т.н., профессор



Манушин Э.А.

Подписи Иванова Вадима Леонидовича, Куникеева Бари Амрулловича, Манушина Эдуарда Анатольевича заверяю:



А. Г. МАТТЕЕР
М. НАЧ. УПРАВЛЕНИЯ КАДРОМ
121 8499 263 67 69