

ОТЗЫВ

официального оппонента, доктора технических наук, профессора Ю.Я. Печенегова на диссертационную работу Галькеевой Айгуль Ахтамовны «Разработка энергоэффективного и энергосберегающего способа газификации водоугольного топлива», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.04 – Промышленная теплоэнергетика

Представленная на рассмотрение диссертационная работа структурно содержит введение, четыре главы, основные результаты и выводы и приложения. Диссертация изложена на 157 страницах, включает 26 рисунков, 24 таблицы, 7 приложений, список использованной литературы из 109 источников.

Цель работы состоит в разработке энергоэффективного и ресурсосберегающего способа газификации твердого топлива в смеси с водой на основе математического моделирования тепломассообменных процессов в системе «движущиеся водотопливные капли – высокотемпературный синтез-газ».

Актуальность работы

Энергобезопасность нашей страны на перспективу в значительной степени основывается на запасах твердого топлива, которые относительно велики. Важным является разработка способов и устройств для осуществления энергоэффективного и экологически безопасного использования разных видов твердого топлива, включая местное топливо. К таким способам относится предварительная газификация твердого топлива для получения энергоносителей и сырьевых продуктов для промышленности органического синтеза. Хотя технологии газификации имеют давнюю историю развития, до настоящего времени остаются нерешенными многие вопросы, относящиеся к аппаратному оформлению процессов газификации и их расчету.

В диссертации А.А. Галькеевой на основе расчетно-теоретического анализа физико – химических закономерностей газификации водотопливной суспензии, выбора режимных параметров процесса и математического моделирования тепломассопереноса в многофазной дисперсной системе, разработана конструкция газогенератора, универсального по виду газифицируемого топлива, и предложена методика расчета его конструктивных характеристик.

Актуальность диссертационной работы А.А. Галькеевой определяется важностью проблемы энергоэффективного и экологически чистого использования твердого топлива и разработки соответствующего аппаратного оснащения.

Основными научными результатами, полученными соискателем, можно назвать следующие:

- полученные в результате анализа физико – химических закономерностей газификации водотопливной смеси рекомендации по температурному уровню процесса газификации, при котором время реагирования исходных компонентов составляет приемлемую величину, а энергозатраты на процесс минимальны;

- математическая модель тепломассообменных процессов при бескислородной газификации водотопливной смеси в условиях взаимодействия между движущейся каплей смеси и средой греющего газа, являющегося продуктом газификации;

- результаты численного исследования процессов течения и тепломассообмена капли водотопливной смеси в объеме реакторного устройства и рекомендации по наиболее предпочтительным характеристикам форсуночного распыла смеси;

- методика расчета реактора – газификатора водотопливной смеси.

Научная новизна работы состоит в полученных расчетных данных, характеризующих совокупность физико – химических, гидравлических и тепломассообменных процессов в условиях взаимодействия капельного распыла водотопливной смеси с горячим газом – теплоносителем в объеме реактора – газификатора.

Достоверность и обоснованность научных выводов и рекомендаций основывается на использовании известных методических подходов составления математических моделей, их алгоритмизации и численных методов расчета на ЭВМ.

Практическую значимость диссертации составляет разработанный автором поточный газогенератор с жаровой и дымогарными трубами (патент на полезную модель № 172709 от 21. 07. 2017г.), методика конструктивного расчета элементов реактора, результаты экономических расчетов получения синтез – газа в разработанном реакторе.

По диссертационной работе имеются следующие замечания и дискуссионные вопросы.

1. Представляется, что для обеспечения текучести и возможности форсуночного распыла исходной водотопливной смеси содержание воды в ее

составе должно преобладать над содержанием твердого топлива, которое должно быть тонкоизмельченным. В процессе взаимодействия с греющей газовой средой и превращения воды в пар исходная капля распадается и трансформируется в совокупность содержащихся в ней твердых топливных частиц. При этом, такой важный параметр, определяющий интенсивность физико-химических процессов, сопровождающих газификацию, как диаметр частицы дисперсной фазы, не может быть принят постоянным, одинаковым в каждой из условных зон реактора, как это сделано в расчетно-теоретическом анализе автора.

2. Излишне усложнен расчет скорости витания модельной частицы в реакционном объеме газогенератора (стр. 76-78). Можно было бы исключить применение итераций, если использовать известную формулу О.М. Тодеса для числа Рейнольдса, определенного по скорости витания и зависящего от числа Архимеда (см. уравнение (7.96) в книге: *Высокотемпературные процессы и установки* / И.И. Перелетов и др.; Под ред. А.Д. Ключникова. М.: Энергоатомиздат, 1989).

3. В представленных результатах расчетов из общего тренда выпадает расчетная зависимость длины зоны газификации реактора от диаметра капли водотопливной смеси (рис. 3.3 в диссертации и рис. 3 в автореферате). Получено, что с ростом диаметра капли длина уменьшается. Возникает вопрос – чем обусловлен такой характер зависимости и какое он имеет физико-химическое обоснование?

4. По конструктивной схеме поточного газогенератора (рис. 4.1 в диссертации и рис. 5 в автореферате) имеются следующие замечания.

а) Так как в реакционном объеме газогенератора нужно поддерживать высокой температуру реакционной смеси, то температура уходящих из трубчатки дымовых газов соответственно тоже должна быть высокой. Это, а также испарение воды, составляющей по объему не менее половины в исходной водотопливной смеси, потребует увеличенных расходов тепла и топливного газа на осуществление процесса, то есть большой доли отбора на сжигание получаемого синтез – газа. В диссертации не приводится величина этой доли. Для разъяснения данного вопроса полезно было бы привести полные материальный и энергетический балансы газогенератора.

б) Размещение трубчатки с большим количеством труб в малоподвижной газопылевой среде реактора неизбежно приведет к активному образованию отложений на стенках труб и заполнению межтрубного пространства слоем твердых частиц, оседающих на горизонтальной поверхности нижней трубной доски. Очевидно, что интенсивность теплопередачи от продуктов сгорания в трубах к реакционной газовой среде в межтрубном пространстве при этом

будет ухудшаться во времени и это приведет к изменению характеристик газогенератора.

в) Размещение горелки внутри реактора, как это предложено в диссертации, делает горелку недоступной для обслуживающего персонала, что затруднит ее эксплуатацию, контроль и управление процессом горения топливного газа.

5. Получаемый в реакторе-газификаторе синтез-газ может содержать значительное количество непрореагировавшего избыточного водяного пара. При этом необходимость осушки синтез-газа путем конденсации содержащегося в нем пара и последующей очистки конденсата от смолистых веществ и фенолов может ухудшить приведенные автором диссертации экономические показатели процесса. Этому же будут способствовать и неучтенные в экономическом анализе, но существующие, затраты на сжигаемое в реакторе-газификаторе топливо.

6. Текст диссертации содержит технические погрешности. Отсутствует список обозначений. Приведенные на стр. 48 уравнения материального баланса для компонентов участвующих в реакциях газификации (в автореферате – это уравнения 1÷5) имеют разные размерности правой и левой частей. В частности, в первых трех записанных уравнениях размерности следующие: $\text{моль}/\text{ч}=\text{моль}$ (?). Во втором из этих трех уравнений, по-видимому ошибочно, включен множитель $\omega^{\text{Слет}}$. Так как, в общем случае, число молей исходных и конечных продуктов реакций газификации не одинаково, то в качестве единицы исчисления при составлении материальных балансов реакций следовало бы принимать кг , а не использованный в диссертации моль .

Приведенная на стр. 58 формула (2.19) в сочетании с представленными в табл. 2.4 численными значениями множителей полиномиальной зависимости энтальпии компонентов реакции от температуры для H_2O , например, при $T=373 \text{ K}$ дает отрицательное численное значение (?). Для сравнения, справочное значение энтальпии пара составляет 2257 кДж/кг .

Площадь поперечного сечения для прохода продуктов сгорания топлива ошибочно определена по наружному диаметру дымогарных труб (стр. 93-94). Параметром здесь должен быть внутренний диаметр труб.

Себестоимость получения синтез-газа в предложенном газогенераторе в одном случае называется $3,18 \text{ руб/м}^3$ (стр. 106, 107, 112), в другом (стр. 110) – $2,38 \text{ руб/м}^3$.

Общее заключение по диссертации

Диссертационная работа А.А. Галькеевой соответствует специальности 05.14.04 – Промышленная теплоэнергетика и отрасли – технические науки,

является законченным научно – квалификационным исследованием на актуальную тему.

Названные выше замечания в значительной мере связаны со сложностью вопросов и многофакторностью процессов, которые рассматривала диссертант в своей работе. Можно пожелать диссертанту учесть высказанные замечания в своей дальнейшей работе по данной теме.

Автореферат диссертации написан хорошим языком и достаточно полно отражает ее содержание. Стиль написания диссертации и автореферата соответствует общепринятому. Основные результаты диссертации опубликованы в научной печати. Количество публикаций и уровень апробации диссертационной работы соответствуют существующим требованиям.


Изложенное позволяет сделать вывод о соответствии рассматриваемой диссертации критериям п.п. 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» (Постановление Правительства РФ от 24.09.2013г. №842).

Автору диссертации может быть присуждена ученая степень кандидата технических наук по специальности 05.14.04 – Промышленная теплоэнергетика.

Официальный оппонент, Печенегов Юрий Яковлевич, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Технологии и оборудование нефтегазовых, химических и пищевых производств» Энгельсского технологического института (филиал) ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.».

413100, г. Энгельс, Саратовской обл., пл. Свободы, д. 17, ЭТИ СГТУ.

Тел. (8453)953553. E-mail: eti@techn.sstu.ru. Сайт: <http://techn.sstu.ru>.


22. 04. 2019 г.

Юрий Яковлевич Печенегов

Подпись д.т.н., профессора О.Г. Неверной заверяю:

Секретарь ученого совета ЭТИ СГТУ



Ольга Геннадьевна Неверная