

ОТЗЫВ

официального оппонента Меренцова Николая Анатольевича
на диссертационную работу Мустафина Рауиля Мансуровича на тему
**«ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ТЕРМОХИМИЧЕСКОЙ РЕКУПЕРАЦИИ ТЕПЛОТЫ ДЫМОВЫХ ГАЗОВ
ЗА СЧЕТ ГЛУБОКОЙ УТИЛИЗАЦИИ»,**

представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности

2.4.6. – «Теоретическая и прикладная теплотехника»

1. Актуальность темы диссертации

Повышение энергетической эффективности топливопотребляющих установок является важной задачей для промышленности. В особенности в энергетике тепловых технологий, на долю которой приходится до 30% потребления природного газа. Отличительной особенностью высокотемпературных теплотехнологических установок (ВТУ) является их сравнительно низкая эффективность, в основном обусловленная высокой температурой отходящих дымовых газов. Одним из высокоэффективных способов решения этой задачи является применение термохимической рекуперации (ТХР) теплоты дымовых газов. Однако и у этого способа имеются свои недостатки, решение которых представлено в диссертационной работе Мустафина Р.М.

2. Степень обоснованности научных положений, выводов, рекомендаций, сформулированных в диссертации; их достоверность, новизна

Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертационной работе, являются аргументированными и полностью раскрывают цель и задачи работы, обоснованы глубоким анализом литературных источников, результатами экспериментов, а также применением современных средств моделирования. Сопоставимость данных численных экспериментов, справочной информации и данных проведенных расчетов подтверждает достоверность результатов, полученных в диссертационной работе.

Цель работы состоит в разработке и исследовании схемы глубокой термохимической рекуперации тепла отходящих дымовых газов за счет паровой конверсии метана на примере использования в составе высокотемпературной теплотехнологической установки.

3. Значимость для науки результатов диссертационных исследований автора

Значимость для науки представляют следующие результаты диссертационной работы:

- Разработана математическая модель химической кинетики реакций паровой конверсии метана по механизму Лэнгмюра-Хиншельвуда;
- Разработана численная модель процессов теплообмена, протекающих в реакционном пространстве термохимического рекуператора. При моделировании паровой конверсии метана впервые использовано хаотичное заполнение реакционного пространства частицами катализатора ($\text{Ni-}\alpha\text{Al}_2\text{O}_3$), вместо гомогенизированной среды, что согласуется с реальными процессами, протекающими в термохимическом реакторе;
- Впервые проведено сравнение действительного процесса паровой конверсии метана с равновесным решением. Определена зависимость отношения степени конверсии метана, полученной при CFD-моделировании, к степени конверсии метана, полученной при равновесном решении, от температуры дымовых газов, для различных соотношения пара к метану.

4. Значимость для практики результатов диссертационной работы

- Предложена новая схема глубокой термохимической рекуперации теплоты отходящих дымовых газов за счет паровой конверсии метана;
- Определено влияние технологических параметров на эффективность использования термохимической рекуперации теплоты за счет паровой конверсии метана;
- Выполнена оценка энергетической эффективности и экономической целесообразности использования предлагаемого решения на примере схемы термохимической рекуперации теплоты отходящих дымовых газов нагревательной печи.
- Разработанные пользовательские функции для решения химических задач в программном комплексе Ansys Fluent прошли государственную регистрацию, получены свидетельства для ЭВМ;
- Результаты работы внедрены в расчетную практику крупного промышленного предприятия ООО «ТСК Волгаэнергопром», что подтверждается актом о внедрении;
- Результаты используются в учебном процессе кафедры «Промышленная теплоэнергетика» в ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет» в рамках курсов «Высокотемпературные процессы и установки», «Специальные вопросы

компьютерного моделирования объектов теплоэнергетики»;

- Результаты работы использованы при проведении исследований в рамках гранта РНФ 19-19-00327 «Разработка и оптимизация технологии термохимической регенерации теплоты продуктов сгорания органического топлива: экспериментальное и численное исследование», отобранного в рамках конкурса на «Проведение фундаментальных научных исследований и поисковых научных исследований отдельными научными группами» (руководитель – Пащенко Д.И.).

5. Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Диссертационная работа Мустафина Равиля Мансуровича представляет собой перспективное исследование, представляющее интерес для предприятий, занимающихся разработкой и исследованием систем термохимической рекуперации тепла дымовых газов. Результаты проведенных исследований, выводов и рекомендаций целесообразно использовать на предприятиях промышленности, где существует проблема с высокими энергетическими потерями из-за высокой температуры уходящих газов, а также в учебном процессе ВУЗов при подготовке специалистов, магистров и бакалавров по соответствующим направлениям.

6. Оценка содержания диссертации

Диссертационная работа Мустафина Р.М. содержит введение, четыре главы, заключение, а также список литературы, состоящий из 147 наименований. Работа содержит 132 страницы текста, в том числе 3 приложения, 15 таблицы и 40 рисунков. Диссертация оформлена в соответствии с требованиями ВАК РФ и соответствует поставленной цели и решаемым задачам. Диссертация охватывает основные вопросы поставленной научной задачи и соответствует критерию внутреннего единства, что подтверждается наличием последовательного плана, охватывающего все аспекты исследований, связанные с изучением термохимической рекуперации.

По материалам диссертации опубликованы: 15 статей в ведущих рецензируемых научных журналах, включая 2 статьи входящих в перечень ВАК РФ, 8 статей в журналах, входящих в международную базу Scopus, получено 4 свидетельства о регистрации программ для ЭВМ. Публикации достаточно полно отражают содержание диссертации.

Автореферат по форме, содержанию и оформлению соответствует требованиям ВАК РФ, полностью отражает основное содержание и выводы, изложенные в диссертации.

7. Вопросы, замечания и предложения по работе

1. Каким образом дисперсность частиц катализатора, а также неизотропность порозности слоя гранулированных частиц повлияет на кинетику реакции и тепломассообмен в рабочем объеме реактора паровой конверсии метана? При исследовании полей локальных скоростей потоков через слои гранулированных частиц экспериментально выявлены существенные дисбалансы полей потоков, свидетельствующие о хаотичной структуре самих слоев гранул. Каким образом учесть данные факторы и вероятные негативные технологические последствия в ходе математического моделирования и разработки конструкций реакторов паровой конверсии метана?

2. Как автор прогнозирует работоспособность реактора паровой конверсии метана, рассчитанного на высокую производительность по газовой фазе? Какие должны быть конструктивные исполнения и особенности конструкций реакторов состоящих из набора (большого количества) реакционных элементов (которые моделировались и исследовались автором в диссертационной работе)?

3. Для описания фильтрационного течения через слой гранулированных частиц автором работы было предложено использовать уравнение Эргуна (стр. 72, (3.4)). В уравнении Эргуна для определения гидравлического сопротивления зернистого пористого слоя в условиях нелинейной фильтрации в качестве слагаемого, учитывающего действие сил вязкого трения, используется уравнение Козени-Кармана. Однако, на всех этапах исследований, автором работы не были приведены значения порозности среды, характерного размера частиц, фактора формы и др. По какой причине? Судить об этих параметрах представлялось возможным лишь косвенно, по значениям критерия Рейнольдса.

Приведенные вопросы, замечания и предложения не носят принципиального характера и не снижают общую ценность и значимость представленной диссертационной работы.

8. Заключение

Считаю, что диссертационная работа Мустафина Равиля Мансуровича «Повышение энергетической эффективности термохимической рекуперации теплоты дымовых газов за счет глубокой утилизации» является завершенной научно-квалификационной работой на актуальную тему и соответствует требованиям пункта 9-14 «Положение о присуждении учёных степеней» ВАК РФ, так как в ней изложены новые научно обоснованные технические решения

и разработки, направленные на совершенствование технологии термохимической рекуперации теплоты дымовых газов с целью повышения их эффективности и имеющие существенное значение для развития страны. Автор данной диссертационной работы заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.4.6 – «Теоретическая и прикладная теплотехника».

Кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры процессов и аппаратов химических и пищевых производств Волгоградского государственного технического университета Меренцов Николай Анатольевич, 8-917-837-67-38

Ученая степень: кандидат технических наук по специальности 05.23.04 – «Водоснабжение, канализация, строительные системы охраны водных ресурсов»

400005, г. Волгоград, пр.Ленина, 28;

тел. (8442) 23-00-76, e-mail: rector@vstu.ru;

тел (8442) 24-84-40, e-mail: pahp@vstu.ru

Меренцов

Н.А. Меренцов

