

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Елизаветы Евгеньевны Песковой
«Математическое моделирование процессов лазерной термохимии»,
представленной на соискание учёной степени доктора физико-математических
наук по специальности 1.2.2. - Математическое моделирование, численные методы
и комплексы программ.

Диссертационная работа Елизаветы Евгеньевны Песковой посвящена развитию
важного направления – разработке новых численных моделей для решения задач
лазерной термохимии, позволяющих исследовать внутренние дозвуковые течения
химически реагирующего газа и каталитических наночастиц под влиянием
лазерного излучения, что связано с важнейшей научной проблемой газохимии и
водородной энергетики.

Автором выполнен большой объем исследований по модификации
существующих математических моделей к решению задач лазерной каталитической
термохимии газа, по выбору численной схемы и ее параметров, по разработке
эффективного параллельного алгоритма и программы, по верификации и валидации
программы путем сравнения с экспериментальными данными и с найденным
автором аналитическим решением, по анализу и систематизации полученных
результатов вычислительных экспериментов.

Среди основных результатов диссертационного исследования можно выделить
следующие:

1. Разработана новая математическая модель, одновременно описывающая
газ и наночастицы, которые могут иметь собственную температуру; влияние энергии
от стенок и от лазерного излучения; эндотермические реакции, сильно меняющие
температуру в среде.

2. Разработаны вычислительные алгоритмы и создан комплекс программ,
который успешно прошел этапы верификации и валидации.

3. Получены решения задач газофазной конверсии метана, конверсии метана
в присутствии каталитических наночастиц, конверсии метана в присутствии
каталитических наночастиц и лазерного излучения.

4. Впервые разработана цифровая модель реактора для неокислительной каталитической конверсии метана с рекордным значением конверсии исходного газа 65%. Отдельно хочется отметить детальное исследование теплообмена между стенкой трубы и газопылевой смесью, нагретой лазерным излучением. Посредством вычислительных экспериментов автором показано существенное понижение удельной энергии на конверсию метана благодаря вводу поглощаемого наночастицами и газом лазерного излучения, что определяет перспективность использования CO₂ лазеров в химических технологиях.

Достоверность приведенных в диссертационной работе результатов подтверждается сопоставлением расчетов с аналитическими решениями, сравнением расчетных данных с данными экспериментов и с результатами для течений без лазерного излучения, полученными по другим расчетным методикам другими исследователями.

В качестве замечаний, которые не снижают общую положительную оценку работы, отметим следующие:

1. На стр. 11 сказано, что математическая модель дозвуковых газопылевых потоков с учетом сопровождающих процессов разработана для малых чисел Маха, однако не отмечается какие рассматриваются течения, сжимаемые либо несжимаемые.
2. Судя по уравнению (5) на стр. 12, которое является следствием уравнения неразрывности, за основу взята модель сжимаемого газа. Уравнения этой модели имеют смешанный гиперболически-параболический тип. Использование уравнения неразрывности в форме (5) привело к построению вычислительного алгоритма решений гиперболически-параболических уравнений для компонент скорости, компонентом смеси и энтальпии и решению эллиптического уравнения для давления. В связи с этим встает вопрос: будет ли решение дискретных уравнений сходиться к решению исходных уравнений.
3. Математическая модель включает описание процессов, которые происходят с различными скоростями, что должно приводить к своим ограничениям на счетный шаг по каждому процессу. В автореферате отсутствует информация по выбору счетного шага.

Оценивая в целом автореферат диссертации и известные публикации автора, можно отметить, что представленные материалы свидетельствуют о высокой

квалификации и широком кругозоре автора. Разработанные в диссертации методы и полученные с их помощью результаты расчётов имеют несомненную практическую ценность. В целом выполненную автором работу можно классифицировать как существенное развитие важного направления – математического моделирования задач лазерной термохимии применительно к практической задаче неокислительной конверсии метана.

Диссертационная работа Елизаветы Евгеньевны Песковой соответствует требованиям п.9 «Положения о присуждении учёных степеней», предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения степени доктора физико-математических наук по специальности 1.2.2. – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Я, Дерюгин Юрий Николаевич, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Елизаветы Евгеньевны Песковой, и их дальнейшую обработку.

14 февраля 2025 г.

Главный научный сотрудник ФГУП – "РФЯЦ – ВНИИЭФ"
доктор физико-математических наук
Дерюгин Юрий Николаевич

Почтовый адрес 607188, г. Саров, Нижегородской обл., пр. Мира, 37 ФГУП – "РФЯЦ – ВНИИЭФ"

Тел. 8 (83130) 2-90-29, E-mail: deryugin@vniief.ru

Организация – место работы: Федеральное государственное унитарное предприятие – "Российский Федеральный Ядерный Центр – Всероссийский Научно-Исследовательский Институт Экспериментальной Физики"
web-сайт организации: <http://www.vniief.ru/>

Подпись и сведения Дерюгина Юрия Николаевича заверяю:
Ученый секретарь ФГУП – "РФЯЦ – ВНИИЭФ"
кандидат физико-математических наук
Бликов Антон Олегович

