

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Коршунова Алексея Михайловича «Полимерные пены и вспененная эмульсия: нуклеация пузырей, фазовые переходы, горение», представленную на соискание учёной степени доктора технических наук по специальности 1.3.14 – Теплофизика и теоретическая теплотехника.

Создание альтернативных композиционных топлив в последние годы стало устойчивым трендом работы мирового научного сообщества. В качестве компонентов топлив предлагается применять широкую группу веществ и материалов. Каждый компонент добавляется для повышения конкретного экологического, экономического, энергетического, социального или иного показателя. Все специалисты подчеркивают особую роль воды в составе композиционных топлив. Она применяется в качестве несущей среды для обеспечения перемещения топлив с применением разных видов транспорта, уменьшения нагрузки на конструкции форсуночных устройств при распылении топлив, снижения газовых антропогенных выбросов, вторичного измельчения капель топлив за счет эффектов вскипания и микро-взрывной фрагментации. Во всех этих процессах определяющую роль играют фазовые превращения. Автор диссертации сосредоточил свое внимание на изучении фазовых переходов в полимерных пенах при их получении из пересыщенных растворов полимер/газ, а также при горении вспененных эмульсий. Ниша диссертации А.М. Коршунова состоит в поиске решений в области интенсификации горения вспененных эмульсий с обеспечением контролируемых и заранее прогнозируемых характеристик. **Тематика диссертационных исследований А.М. Коршунова является, безусловно, актуальной.**

Тема диссертации А.М. Коршунова соответствует приоритетному направлению развития науки в Российской Федерации (Указ Президента России от 07.07.2011 № 899): «Энергоэффективность, энергосбережение, ядерная энергетика», а также находится в сфере критических технологий федерального уровня, получивших высокий рейтинг по перспективам развития: «Технологии создания энергосберегающих систем транспортировки, распределения и использования энергии». Актуальность тематики исследований также подтверждает их выполнение в рамках контрактов,

программ, грантов различных фондов, перечисленных в диссертации, а также запросов организаций, на которых используются результаты диссертационных исследований.

Диссертация А.М. Коршунова **состоит из введения, двух частей, 9 разделов и заключения.** Можно выделить хорошую структурированность рукописи диссертации и уместное использование автором совокупности разделов и подразделов в каждой главе. В конце диссертации представлен список использованных обозначений с разделением на главы.

Во введении автор сформулировал проблему, на решение которой направлены исследования, и обосновывал целесообразность их проведения с акцентом на применение совокупности экспериментальных методов.

В первой части диссертации представлены две главы. Приведены пояснения по теории нуклеации и коалесценции газовых пузырей в пересыщенных растворах полимер/газ в экструзионном методе вспенивания полимеров. Представлены актуальные направления развития, нерешенные задачи, основные сложности проведения исследований. Во второй главе первой части диссертации приведены результаты экспериментальных исследований процессов нуклеации и коалесценции газовых пузырей в пересыщенном растворе полимер/газ при экструзионном методе вспенивания полимеров. Выделено влияние практически всех ключевых факторов и параметров. Сформулированы основные выводы.

Во второй части диссертации представлены 7 глав. Приведены результаты решения большой совокупности задач, выделены ключевые закономерности и сформулированы выводы и рекомендации. Важно отметить, что автор диссертации последовательно проанализировал практически все вопросы, которые возникают у экспертов при горении вспененных эмульсий, а также пояснил механизмы и способы управления характеристиками (режимы, скорости распространения пламени, возникновение и распространение детонации) исследованных процессов.

В заключении представлены укрупненные формулировки выводов по результатам выполненных исследований.

Практическая направленность диссертации А.М. Коршунова заключается в формировании нового класса горючих систем – вспененных эмульсий. При этом автор рассмотрел условия нерегламентированных

воспламенений таких систем при разливе нефти, а также при целенаправленном зажигании соответствующих топлив в энергетических системах. Автором показано, что важную роль при ускорении распространения пламени во вспененной эмульсии играет взрывное вскипание жидкой фазы. В диссертационной работе приведены результаты для демонстрации того, как можно изменять численную плотность пузырей в пене. Использование данной технологии позволит существенно улучшить физико-механические свойства пенопластов при экономии затрат на материалы. В диссертации проанализировано влияние сдвиговых деформаций на процесс нуклеации газовых пузырей в пересыщенных растворах полиэтилен/изобутан. Сформулированы рекомендации по методикам управления основными свойствами вспененных эмульсий.

Научная новизна диссертации А.М. Коршунова заключается в следующем:

1. Создан стенд для исследования нуклеации в пересыщенных растворах полимер/газ при воздействии сдвиговых напряжений. Обосновано, что за счет варьирования параметров последних можно в широком диапазоне изменять численную плотность газовых пузырей в полимерной пене. С применением данного стенда продемонстрирована интенсивная коалесценция газовых пузырей.
2. Предложен новый тип горючей системы – вспененная эмульсия. Разработаны методы получения горючих вспененных эмульсий на основе эмульсий углеводород/вода и проанализированы различные режимы горения вспененных эмульсий.
3. Исследован механизм кумулятивной детонации в микропенах на водной основе и проанализирован ускоренный режим горения во вспененной эмульсии, когда углеводородные капли диспергированы в жидкой матрице, а в состав пузырей входит водород-кислородная смесь.

Сформулированные научные положения диссертационных исследований **обоснованы**. В тексте автореферата и диссертации приведены результаты, иллюстрирующие правомерность сделанных автором заключений.

Достоверность полученных автором диссертации **результатов** основана на использовании современных экспериментальных методик,

высокоточного оборудования, сравнении с экспериментальными и теоретическими данными других авторов.

Проводя оценку **научной и практической значимости** основных результатов, положений и выводов, представленных в диссертации, необходимо отметить, что автором выполнена масштабная научно-исследовательская и производственная работа, заслуживающая высокой оценки научного сообщества и специалистов в области горения двух- и многофазных систем, а также теплофизиков и исследователей в сфере химических превращений, работающих с эмульгированными топливами.

Личный вклад А.М. Коршунова сформулирован развернуто в тексте диссертации. Представлены благодарности коллегам, с которыми проводились соответствующие исследования, анализ и обсуждение результатов, готовились публикации в журналах и монография.

Анализ содержания рукописи и автореферата диссертации А.М. Коршунова дает основание для формулирования нескольких **замечаний и рекомендаций**:

1. В тексте диссертации используются обозначения, названия, словосочетания, а также в подписях к рисункам на двух языках (русский и английский). Используются разные единицы измерения для одних и тех же величин. Целесообразно выдерживать один стиль и один язык для целостности восприятия материала.
2. Формулировки защищаемых положений слишком общие. Целесообразно было их конкретизировать, иначе не видно ниши автора. Вместо общих шаблонных фраз типа «получены результаты изучения ...» целесообразно привести как раз установленные эффекты и факторы. Диссертация представлена на соискание ученой степени доктора технических наук. Соответственно, ожидалось увидеть конкретные технические результаты, решения конкретных задач, рекомендации и эффекты. В тексте диссертации они имеются, а в защищаемых положениях они не отражены. Из формулировок защищаемых положений сложно понять новизну и значимость проделанной работы автора диссертации, ее уникальность.
3. В исследованной автором диссертации системе определяющую роль играет коалесценция пузырей. Важно определить, какие механические и тепловые факторы являются первичными и вторичными при зарождении и

взаимодействии пузырей, а затем и их измельчении. В названии диссертации выделены три ключевых группы процессов: нуклеация пузырей, фазовые переходы, горение. В определенных условиях они могут протекать последовательно и параллельно. Целесообразно эти условия описать конкретнее.

4. Важный вопрос при формировании эмульгированных топлив состоит в обосновании выбора концентраций и размеров капелек дисперсной фазы и применении разных связующих добавок. Целесообразно отразить в диссертационной работе, как эти факторы влияют на скорости нуклеации и последующего горения вспененных эмульсий.
5. Во многих разделах диссертации сформулированы выводы о том, что решаются проблемы с воздействием энергетических установок на окружающую среду, но прямые подтверждения этому в виде измерений концентраций основных антропогенных выбросов не приведены. Только по относительным величинам можно судить о том, что имеется положительный вклад. Почему автор диссертации не провел измерений концентраций антропогенных выбросов при горении вспененных эмульсий?
6. Открытым остается вопрос о концентрациях водяных паров и углекислого газа, формирующихся при горении вспененных эмульсий относительно традиционных эмульгированных топлив. Важно уточнить, насколько меняется концентрация парниковых газов при применении вспененных эмульсий.
7. В тексте диссертации и автореферата не указано, как результаты исследований используются в образовательной системе вузов РФ и институтов РАН, а также какие результаты используются или внедрены в конкретные производства. Целесообразно было привести пояснения и приложить соответствующие акты использования и внедрения результатов к диссертационной работе.
8. В тексте диссертации и автореферата имеются пунктуационные опечатки. Их целесообразно исключить, так как докторская диссертация служит определенным базисом для более молодых коллег.

Сделанные замечания **не снижают высокой положительной оценки** диссертационной работы А.М. Коршунова.

Тема диссертации А.М. Коршунова «Полимерные пены и вспененная эмульсия: нуклеация пузырей, фазовые переходы, горение» **соответствует паспорту специальности 1.3.14 – Теплофизика и теоретическая теплотехника** (по части **формулы специальности**: «установление связей между строением веществ и их феноменологическими свойствами, обоснование методов расчета термодинамических и переносных свойств в различном агрегатном состоянии, выявление механизмов переноса массы, импульса и энергии при конвекции, излучении, сложном теплообмене»; **области исследований**: «экспериментальные и теоретические исследования процессов совместного переноса тепла и массы в бинарных и многокомпонентных смесях веществ, включая химически реагирующие смеси»).

Содержание автореферата соответствует содержанию рукописи диссертации.

Результаты диссертационного исследования А.М. Коршунова хорошо апробированы **на научных конференциях различного уровня** (в г. Новосибирск, Черноголовка, Москва, Санкт-Петербург, Минск, Рыбинск и др.) и **публиковались в журналах**, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ для публикации материалов докторских диссертаций (Fuel, Fuel Processing Technology, International Journal of Heat and Mass Transfer, Combustion and Flame, Energy and Fuels, Proceeding of the Combustion Institute, Теоретические основы химической технологии и др.). Всего по тематике диссертационных исследований опубликованы более 30 статей. В соавторстве опубликована монография: Леонтьев А.И., Кичатов Б.В., Коршунов А.М. Горение вспененных эмульсий // Издатель: Российская академия наук, Москва, 2017.

На основании анализа содержания рукописи и автореферата диссертации А.М. Коршунова можно сделать вывод о том, что **диссертационная работа соответствует требованиям «Положения о присуждении ученых степеней»**, утвержденного Правительством РФ постановлением от 24.09.2013 № 842, так как является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение крупной научно-технической проблемы, имеющей существенное значение для повышения энергоэффективности работы систем с вспененными эмульсиями. Учитывая вышеизложенное, считаю, что А.М. Коршунов заслуживает

присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности
1.3.14 – Теплофизика и теоретическая теплотехника.

Официальный оппонент, д-р физ.-мат. наук, профессор
(01.04.14, физико-математические науки),
профессор Научно-образовательного центра И.Н. Бутакова
Национального исследовательского
Томского политехнического университета
Стрижак Павел Александрович
(3822) 606-102
pavelpsa@tpu.ru

Подпись П.А. Стрижака заверяю
Ученый секретарь Национального
исследовательского Томского
политехнического университета,
кандидат технических наук
Кулинич Екатерина Александровна



Национальный исследовательский
Томский политехнический университет
634050, г. Томск, пр. Ленина, д. 30
т. 8(3822), 701-777, доп. 1910

12.11.2021