

УТВЕРЖДАЮ
Врио директора
член-корреспондент РАН,
д.ф.-м.н. Н.Н. Колачевский



2020 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Самарского филиала Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Физического института им. П.Н. Лебедева Российской академии наук (СФ ФИАН)

Диссертационная работа «Полимерные пены и вспененная эмульсия: нуклеация пузырей, фазовые переходы, горение» выполнена Коршуновым А.М. в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Физический институт им.П.Н. Лебедева РАН.

В 2007 году Коршунову А.М. присуждена ученая степень кандидата технических наук, диплом кандидата наук выдан Высшей аттестационной комиссией в этом же году.

По итогам обсуждения принято следующее заключение.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Текст диссертации состоит из введения, двух частей, заключения и списка литературы. Первая часть состоит из двух глав, вторая часть – из семи глав. А.М. Коршунов сделал доклад с изложением содержания диссертации.

Основные результаты, полученные в диссертации:

Разработан и создан экспериментальный стенд, для исследования проблем нуклеобразования пузырей при производстве пен экструзионным методом. При помощи созданного оригинального формующего инструмента с вращающимися валами, были проведены уникальные экспериментальные исследования по анализу влияния сдвиговых напряжений на процесс нуклеобразования пузырей в пересыщенном растворе полимер-газ.

Установлено, что если зона зародышеобразования смещается внутрь формующего инструмента, тогда в зависимости от частоты вращения валов, численная плотность пор в

пене будет иметь максимум. Существование максимума обусловлено конкуренцией двух противоположных процессов. С одной стороны, с ростом сдвиговых напряжений возрастает частота нуклеации пузырей, что обусловлено уменьшением вязкости неньютоновской жидкости полиэтилен-изобутан. С другой стороны, при увеличении скорости сдвиговых деформаций усиливается градиентная коалесценция пузырей. Конкуренция между этими процессами ответственна за существование максимума в зависимости численной плотности пор в пене от частоты вращения валов.

Выявлены условия, при которых в неоднородном поле скоростей, вблизи стенки, реализуется градиентная коалесценция пузырей, обусловленная их столкновением.

В работе впервые представлены результаты теоретического и экспериментального исследований горения вспененной эмульсии в кислороде и в смеси водород-кислород. Вспененная эмульсия является новым видом многофазного топлива, обладающим рядом уникальных свойств. Например, если в состав вспененной эмульсии входит порядка 95 мас. %, то она может сохранять свою горючесть.

Выделены основные режимы горения вспененной эмульсии: *“медленный”*, *“ускоренный”*, *“осциллирующий”*, *“воспламенение - погасание”*. Существенным условием горючести вспененной эмульсии является следующие условие: диаметр капель горючего должен быть меньше диаметра капель воды.

В работе исследован детонационный механизм горения микропены. Существование детонационной волны в микропене обусловлено эффектом кумулятивного схлопывания газовых пузырей. При схлопывании пузыря микроскопического размера давление внутри пузыря может возрасти на порядок величины по сравнению с давлением в падающей ударной волне. Благодаря кумулятивному эффекту становится возможным воспламенение горючей смеси внутри пузыря, даже при воздействии на него слабой ударной волны.

Научная и практическая ценность работы:

Результаты, полученные в работе по исследованию горения вспененных эмульсий, легли в основу создания совершенно нового класса горючих систем. Подобный вид многофазного топлива обладает рядом уникальных свойств, что может быть использовано при разработке новых технологических процессов, например, при решении экологических проблем, связанных с разливом нефтепродуктов на поверхности воды. Нефтепродукты могут попадать в водоемы в результате аварии или при бурении скважин. Последствия от аварий, связанных с разливом нефтепродуктов, бывают весьма серьезными. Для решения задачи сжигания смеси углеводород/вода, с повышенным содержанием воды можно

использовать вспененную эмульсию, которая позволяет сжигать такие смеси даже при содержании в составе порядка 95 мас. % воды. В диссертационной работе впервые проанализированы дефлаграционный и детонационный механизмы горения вспененной эмульсии. Впервые показано, что важную роль при ускорении пламени во вспененной эмульсии играет взрывное вскипание жидкой фазы.

Одной из важнейших задач в технологии экструзионного вспенивания полимеров является повышение численной плотности пор в пенопластах. С увеличением площади выходного отверстия формующего инструмента, уменьшается численная плотность пор в пене. Подобная корреляция обусловлена тем, что процесс нуклеации растянут во времени, и часть газа расходуется не только на создание новых пузырей, но и на рост ранее возникших. С целью повышения скорости падения давления в формующем инструменте необходимо повысить массовый расход полимера, что требует значительных капитальных затрат. С целью повышения численной плотности пузырей в пене в диссертации предложена конструкция нового экструзионного формующего инструмента. За счет регулирования частоты вращения валов можно изменять численную плотность пузырей в пене в широком диапазоне. Использование данной технологии позволит существенно улучшить физико-механические свойства пенопластов, при одновременной экономии затрат на материалы. В диссертации впервые проанализировано влияние сдвиговых деформаций на процесс нуклеации газовых пузырей в пересыщенных растворах полиэтилен/изобутан.

В обсуждении диссертации приняли участие д.ф.-м.н. В.Н. Аязов, д.ф.-м.н. М.В. Загидуллин, к.х.н. Я.А. Медведков, д.ф.-м.н. П.А. Михеев. При обсуждении отмечалось, что диссертационная работа Коршунова А.М. выполнена на высоком уровне и содержит важные новые результаты в области исследования фазовых переходов при горении вспененных эмульсий и полимерных пен. Результаты, полученные в работе А.М. Коршунова, с высокой точностью повторяются в многочисленных экспериментах и согласуются с результатами численных исследований других авторов. Научные положения и выводы, сформулированные в диссертации, подкреплены экспериментальными данными и теоретическими выкладками. Диссертационная работа А.М. Коршунова соответствует паспорту специальности *“Теплофизика и теоретическая теплотехника”* (01.04.14), п.6 - *Экспериментальные исследования, физическое и численное моделирование процессов переноса массы, импульса и энергии в многофазных системах и при фазовых превращениях*; п.7 - *Экспериментальные и теоретические исследования процессов совместного переноса тепла и массы в бинарных и*

многокомпонентных смесях веществ, включая химически реагирующие смеси; п.9 - Разработка научных основ и создание методов интенсификации процессов тепло- и массообмена и тепловой защиты.

Все результаты, представленные в диссертации, получены А.М. Коршуновым лично, либо при его определяющем участии.

Основные результаты диссертации отражены в одной монографии, 31 научной работе опубликованных в ведущих российских и зарубежных рецензируемых научных журналах из перечня ВАК, и были доложены на 25 российских и международных конференциях. Исследования в рамках диссертации поддержаны грантами: РНФ №14-50-00124; РНФ №17-19-01392; РНФ № 19-19-00367; РФФИ №18-38-20079. Грант РНФ №19-19-00367 реализуется в настоящее время под руководством автора диссертации.

Постановили:

Рекомендовать к защите докторскую диссертацию А.М. Коршунова «Полимерные пены и вспененная эмульсия: нуклеация пузырей, фазовые переходы, горение» по специальности «Теплофизика и теоретическая теплотехника» на диссертационном совете Д003.053.01. при Институте Теплофизики им. С.С. Кутателадзе СО РАН. Диссертация удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям, выполнена на высоком научном уровне, содержит важные новые результаты.

Рекомендовать в качестве официальных оппонентов:

Доктора технических наук Деревича Игоря Владимировича, профессора кафедры прикладной математики Московского Государственного Технического Университета (МГТУ) им. Н.Э. Баумана

Доктора физико-математических наук Минаева Сергея Сергеевича, главного научного сотрудника, заведующего лабораторией "Информационных технологий", Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт прикладной математики Дальневосточного отделения Российской Академии Наук (ИПМ ДВО РАН)

Доктора физико-математических наук Фурсенко Романа Викторовича, заведующего лабораторией "Физико-математического моделирования процессов горения" Институт теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича СО РАН

В качестве ведущей организации рекомендовать Национальный исследовательский университет МЭИ.

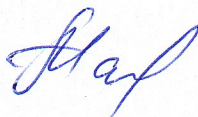
Диссертация А.М. Коршунова «Полимерные пены и вспененная эмульсия: нуклеация пузырей, фазовые переходы, горение» рекомендуется к защите на соискание степени доктора технических наук по специальности 01.04.14 (*Теплофизика и теоретическая теплотехника*). Заключение принято на заседании Ученого совета СФ ФИАН. Из 8 присутствующих членов Ученого совета, при кворуме 6, «за» проголосовало 7, против – 0, недействительных бюллетеней – 1, протокол № 12/2020 от 14 октября 2020 г.

Председатель Учёного совета
д.ф.-м.н.



В.Н. Азязов

Учёный секретарь Ученого совета
к.ф.-м.н.



А.М. Майорова

Подпись В.Н. Азязова и А.М. Майоровой

Заверяю

Начальник ОК



Одачева Н.Ю.