

Руководитель: Голых Роман Николаевич

Название: Выявление условий и режимов кавитационного взаимодействия жидких сред с газами

Эксперт 1

Общее заключение:

На второй год реализации проекта были достигнуты важные результаты в исследовании влияния ультразвуковых воздействий на параметры кавитационной области и аэрационных пузырьков. Основное внимание уделялось разработке математических моделей и численных методов, позволяющих описать динамику многофазной среды. Были построены уравнения, учитывающие нелинейные изменения индекса кавитации, фазовый сдвиг между акустическим давлением и плотностью среды, а также влияние аэрационных пузырьков на кавитационно-акустическое поле. Эти результаты позволяют более точно описывать системы с обратной связью между кавитацией и барботажем, что ранее не рассматривалось.

Проведены численные расчёты распределения акустического давления и вихревых течений, что позволило установить закономерности распространения кавитационной области и параметров звукового воздействия в жидкости с газовыми включениями. Важной инновацией стала модернизация методов расчёта, обеспечивающая сходимость при высоких коэффициентах поглощения, что особенно актуально для областей с развитой кавитацией вблизи барботажных пузырьков. Эти данные подтверждаются экспериментально и соответствуют теоретическим предсказаниям.

Полученные результаты имеют высокую научную значимость, поскольку предоставляют новые возможности для анализа и прогнозирования процессов, происходящих в многофазных средах под действием ультразвуковых волн. Впервые разработаны модели, которые учитывают взаимное влияние кавитации и барботажа. Это открывает перспективы для применения результатов в технологиях ультразвуковой аэрации, очистки жидкостей и управления межфазными поверхностями. Модели и численные методы, разработанные в проекте, уже получили признание в научной среде, что подтверждается публикацией статей в журналах высокого уровня.

Особо следует отметить создание web-ресурса, который в научно-популярной форме предоставляет доступ к ключевым результатам проекта. Это расширяет аудиторию проекта и способствует популяризации знаний об ультразвуковых технологиях. Кроме того, открытый доступ к экспериментальным данным и научным публикациям на облачных платформах повышает прозрачность и стимулирует коллаборации.

Таким образом, заявленные планы работ выполнены успешно и полностью, получены результаты мирового уровня.

Дальнейшее развитие проекта может быть направлено на расширение диапазона моделей для других типов многофазных систем, а также на внедрение полученных результатов в инженерные разработки. Перспективным направлением является создание новых устройств для управления процессами барботажа с помощью ультразвука. Также возможно дальнейшее улучшение численных алгоритмов для работы с большими объёмами данных и более сложными условиями задачи.

Результаты представлены на значимых международных и всероссийских научных конференциях.

Опубликованы 17 статей в журналах, индексируемых SCOPUS и РИНЦ, что существенно превышает запланированные показатели.

Материал отчета изложен последовательно и логично. Очень хорошо то, что к отчету приложен файл с иллюстрациями и формулами (иначе теоретические результаты сложно воспринимать).

Планы выполнения проекта на следующий период достаточно детализированы и содержат конкретные ожидаемые результаты. Сроки и задачи выглядят обоснованными и выполнимыми. Финансовая составляющая плана также представляется адекватной содержанию проекта и достаточно обоснованной. Финансирование направлено, в основном, на вознаграждение членов коллектива. Проект достаточно масштабный, поэтому, такое направление адекватно. Часть финансового обеспечения направлено на командировки (конференции) для представления результатов на научных мероприятиях. Ожидаемые научные результаты соответствуют мировому уровню.

В целом, отчет изложен логично и последовательно, тема проекта обладает научной новизной, большим фундаментальным значением и перспективами практического использования.

Эксперт 2

Общее заключение:

Рассматриваемый отчет по проекту «Выявление условий и режимов кавитационного взаимодействия жидких сред с газами» посвящен разработке фундаментальных и технологических основ создания комплексной взаимосвязанной теоретической модели ультразвуковой кавитационной интенсификации растворения газа в жидкости с учётом кавитационного дробления межфазной поверхности и интенсификации диффузии. По замыслу авторов, такая модель необходима для выявления оптимальных режимов и условий воздействия, обеспечивающих возможность достижения заданной концентрации растворённого газа в заданном объёме жидкости с максимально высокой скоростью, и управления этим процессом.

Проект выполняется в рамках конкурса отдельных научных групп на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова". Тематика проекта безусловно актуальная и нужная для развития методов кавитационного воздействия на вещество.

За отчетный период авторами согласно плану работ проведены исследования по выявлению основных механизмов и закономерностей влияния режимов и условий ультразвукового воздействия на макроскопические параметры как кавитационной области, так и аэрационных (или барботажных) пузырьков. Была разработана модель распространения ансамбля длительно существующих аэрационных пузырьков в объеме жидкости с учётом взаимного влияния параметров пузырьковой области и акустических свойств жидкости в зависимости от различных режимов и условий ультразвукового воздействия. Описаны основные особенности процесса распространения ансамбля, связанные с наличием пристеночного слоя, градиентов звукового давления, и режима вырожденной кавитации, которая возникает вблизи поверхности аэрационных пузырьков. Экспериментальные исследования позволили подтвердить теоретические выводы и выявить оптимальные параметры ультразвукового воздействия (частота, амплитуда звукового давления вблизи излучателя, параметры импульсной модуляции колебаний — длительность и период следования ультразвуковых импульсов), при которых достигается максимальная удельная площадь межфазной поверхности.

Из представленного отчета видно, что результаты, полученные авторами соответствуют запланированным. По результатам реализации проекта в отчетном году авторами подготовлены 9 публикаций в изданиях, индексируемых в базах данных WoS, Scopus и RSCI. Таким образом, на втором году выполнения проекта коллектив перевыполнил план по опубликованным статьям. Авторами представлены доклады по результатам работ по проекту на профильных конференциях в г. Новосибирске, г. Якутске и г. Бийске. Коллектив исполнителей подвергся изменениям, уровень квалификации исполнителей соответствует задачам проекта и способен обеспечить его эффективное выполнение. План на следующий

год реализации проекта детально проработан, находится в русле общего плана исследований, расходы по проекту обоснованы. В целом, можно заключить, что исследование развивается в правильном направлении, запланированные результаты и показатели выполнения проекта будут достигнуты. Отчет следует принять, выполнение проекта продолжить.

Руководитель: Шалунов Андрей Викторович

Название: Формирование, распространение и динамическое взаимодействие аэрозолей в ультразвуковых полях

Эксперт 1

Общее заключение:

В ходе второго года реализации проекта РНФ "Формирование, распространение и динамическое взаимодействие аэрозолей в ультразвуковых полях" авторами получены интересные теоретические и практические результаты. Отчет написан подробно и удобно структурирован. Отдельно хотелось бы поблагодарить авторов за предоставление конкретного математического описания и графиков в дополнительных документах. На основании представленных данных можно сделать вывод, что представленные в данном отчете конкретные научные результаты полностью соответствуют заявленным задачам. В ходе отчетного периода в состав проекта снова включен сотрудник, фигурировавший в заявке Голых Роман Николаевич (д.т.н.). Авторы опубликовали множество статей, все из которых содержат ссылку только на проект РНФ 23-19-00875, а также соответствуют тематике проекта. Следует отметить, что две статьи опубликованы в ведущих журналах области (Q1) - Ultrasonics Sonochemistry (импакт-фактор 8,7) и Applied System Innovation (импакт-фактор 3,8). Следует отметить и высокую практическую значимость работы, которая также косвенно подтверждается подачей заявки на патент, а также тесным взаимодействием команды проекта с ООО "Центр ультразвуковых технологий", что позволяет ожидать появления новых устройств на рынке. План работ на следующий отчетный период описан подробно, ожидаемые результаты сформулированы способом приемлемым для будущей экспертной оценки. Хотелось бы отметить, что отсутствует ожидаемое количество публикаций. Учитывая, что в заявке на проект авторы ожидали 16 публикаций, а также то, что за два года эта планка практически достигнута, остается надеяться, что авторы планируют опубликовать результаты проекта и по итогам третьего года реализации. Представленные выше комментарии не влияют на общую крайне высокую оценку проекта, продолжение которого целесообразно.

Эксперт 2

Общее заключение:

План работ за 2024 г. выполнен в полном объеме, что подтверждается как выполнением показателей публикационной активности, так и сутевой части проекта. В частности, программа, предусмотренная пунктами 1-8 плана на 2024 г., приведенными в П.1.2 выполнены полностью. Особенно интересные результаты относятся к п. 2 (математическая модель, впервые описывающая процесс тонкодисперсного взрывного диспергирования жидкости в нелинейно-искаженных ультразвуковых полях) и п.7 (распространение аэрозоля под действием внешних полей). Недостатком данной работы в целом является отсутствие каких-либо попыток оценить влияние неконтролируемых примесей (например, типичных атмосферных поллютантов : серной кислоты, аммиака, аминов и многих других). Из содержания отчета не ясно, как, когда, каким образом проводились или не проводились данные оценки. Контроль чистоты среды крайне важен,

поскольку присутствие вышеупомянутых и многих других поллютантов сильно влияет на процессы нуклеации даже в случае нахождения их в мизерных концентрациях (10^5 - 10^7 см⁻³). Также не ясно, каким образом нуклеация учитывается при решении уравнений, описывающих распространение и эволюцию аэрозоля. Это пожалуй главный видимый недостаток данной работы. Хотелось бы также увидеть обоснования применения тех или иных приближений, которые в огромном количестве используются для получения конечных численных результатов. Но, с другой стороны, учитывая специфику данной области и крайнюю сложность исследуемой системы, само по себе наличие каких либо кажущихся вполне разумными численных или аналитических результатов можно смело представлять в качестве некоего достижения. В остальном все выглядит в высшей степени прилично, интересно и даже (местами) многообещающе. Хотя результаты данной работы опубликованы не в самых топовых журналах, которые, не смотря на присутствие в Q1, к числу наиболее высокорейтинговых не относятся, представление результатов работы более чем адекватно цели проекта и задачам данного этапа. План работы на следующий /заключительный этап более чем вразумительный, детализированный и логически связан с предыдущим этапом. Перспективы успешного выполнения проекта более чем очевидны, никаких видимых проблем и препятствий для этого не наблюдается.

Руководитель: Хмелев Владимир Николаевич

Название: Экспериментально-теоретическое выявление режимов и условий ультразвукового воздействия для создания систем снижения уровня задымления при пожаре

Эксперт 1

Общее заключение:

Рассматриваемый отчет по проекту «Экспериментально-теоретическое выявление режимов и условий ультразвукового воздействия для создания систем снижения уровня задымления при пожаре» посвящен разработке фундаментальных и технологических основ создания новых методов удаления дыма и увеличения дальности видимости за счет выявления оптимальных условий и режимов воздействия механическими колебаниями ультразвуковой частоты, обеспечивающих быстрое объединение дымовых частиц между собой в крупные агрегаты и кратное снижение их счетной концентрации за счет объединения с каплями распыленной воды путем инициирования пространственного взаимодействия частиц.

Проект выполняется в рамках конкурса проектов отдельных научных групп на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова". Тематика проекта безусловно актуальная и нужная для развития новых подходов к созданию оптимальных условий взаимодействия дымовых частиц, способных обеспечить их коагуляцию между собой и каплями распыленной жидкости, что позволит авторам в дальнейшем разработать принципы построения аппаратного оформления, обеспечивающего практическую реализацию ультразвуковых систем борьбы с задымлением при пожарах.

За отчетный период авторами согласно плану работ проведены исследования по установлению основных закономерностей осаждения дыма под действием ультразвуковых полей с различными характеристиками колебательного процесса. Для этого были предложены и разработаны теоретические модели для исследования механизмов ускорения осаждения дыма, созданы экспериментальные стенды и предложены способы, реализующие различные варианты ультразвукового воздействия. Это позволило предложить и научно обосновать новый способ двухчастотного ультразвукового

осаждения дыма, обеспечивающий сокращение времени, требующегося для увеличения видимости в дыму.

Из представленного отчета видно, что результаты, полученные авторами соответствуют запланированным. По результатам реализации проекта в отчетном году авторами подготовлено 7 публикаций в изданиях, индексируемых в базах данных WoS, Scopus и RSCI. Таким образом, на первом году выполнения проекта коллектив перевыполнил план по опубликованным статьям. Авторами представлены доклады по результатам работ по проекту на профильных конференциях в г. Красноярске и г. Бийске. Коллектив исполнителей претерпел изменения, однако уровень квалификации исполнителей соответствует задачам проекта и способен обеспечить его эффективное выполнение. План на следующий год реализации проекта детально проработан, находится в русле общего плана исследований, расходы по проекту обоснованы. В целом, можно заключить, что исследование развивается в правильном направлении, запланированные результаты и показатели выполнения проекта будут достигнуты. Отчет следует принять, выполнение проекта продолжить.

Эксперт 2

Общее заключение:

В ходе выполнения проекта предложено использовать воздействие на дым акустическими полями сложной структуры. Теоретически обоснован и экспериментально реализован новый способ двухчастотной ультразвуковой коагуляции дыма, обеспечивающий повышение эффективности коагуляции дымовых частиц за счет наложения близких по частоте ультразвуковых колебаний и обеспечения стабильного вращения агломератов при наложении колебаний. В ходе выполнения проекта создан экспериментальный стенд, состоящий из дымовой камеры с измерителями относительного светопропускания дыма в инфракрасном диапазоне, дымогенератором и ультразвуковыми излучателями, способными создавать различные виды ультразвукового воздействия. Создана математическая модель пространственного взаимодействия на основе механизма акустического следа одно и многокомпонентных дымовых частиц различной морфологии (между собой и с препятствиями в виде агломератов и капель жидкости) с учетом вязких эффектов и формы образуемых агломератов. Установлено, что ход зависимости абсолютной дальности видимости для дымов различного происхождения существенно отличается, однако, полученные значения дальности видимости удовлетворяют требованиям, по минимальной видимости при пожаре. Результаты работы представляют большой практический интерес, послужат основой для создания систем тушения пожаров и эвакуации людей при помощи ультразвукового воздействия на дымы. Результаты работы по проекту могут быть использованы при решении актуальных экологических проблем. По результатам исследований подготовлены публикации статей в престижных научных изданиях, входящих в базы данных Web of Science и SCOPUS, план по публикациям существенно перевыполнен. Результаты исследований представлены на значимых российских конференциях, хорошо известны научной общественности. Важным положительным итогом работы по проекту является подготовка нескольких патентов, что свидетельствует о большой практической значимости результатов работы. Новые научные результаты, полученные в ходе выполнения проекта, свидетельствуют об успешности работы данного этапа работы, вероятность выполнения плана работы по проекту на следующем этапе является высокой. План работы последующего этапа проекта написан подробно, полностью соответствует основным целям и задачам проекта.

Руководитель: Барсуков Роман Владиславович

Название: Контролируемое влияние нелинейных эффектов ультразвукового поля на реологические и диффузионные свойства полимеров

Эксперт 1

Общее заключение:

Рассматриваемый отчет по проекту «Контролируемое влияние нелинейных эффектов ультразвукового поля на реологические и диффузионные свойства полимеров» посвящен разработке фундаментальных и технологических основ создания условий для вклада гидродинамических эффектов (кавитационные явления, акустические микропотоки, релаксационные эффекты вязкости) в контролируемое изменение свойств и интенсификацию диффузии на границе раздела полимеров под действием мощных ультразвуковых колебаний, в ходе реализации ультразвуковой сварки.

Проект выполняется в рамках конкурса проектов малых отдельных научных групп на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова". Тематика проекта безусловно актуальная и нужная для развития новых подходов к созданию оптимальных условий для создания ультразвукового оборудования для качественной сварки полимерных материалов при производстве продукции практического назначения. В результате решения проблемы будет реализовано развитие математического аппарата для описания нелинейной гидродинамики неньютоновских сред, который может быть использован для предсказания контролируемого изменения свойств полимеров при любых быстро меняющихся и мощных механических воздействиях. На основе созданного и экспериментально подтверждённого математического описания будет создана методика контроля изменений свойств полимеров. Всё это позволит в полной мере раскрыть потенциал ультразвуковой сварки полимеров, обеспечив эффективную сварку разнородных материалов.

За отчетный период авторами согласно плану работ проведены исследования по установлению основных закономерностей распространения ультразвуковых колебаний в полимерных материалах: Разработана единая модель формирования, распространения и поглощения колебаний. Теоретически установлено, что при постоянной амплитуде колебаний вне зависимости от частоты УЗ воздействия отношение вклада релаксационных эффектов к вкладу тепловых эффектов в переход материала в вязкопластичное состояние одинаково. Было установлено, что исследование возникновения кавитационного процесса является необходимым не только для выявления механизмов УЗ сварки, но и для исследования формирования, распространения и поглощения колебаний в полимерной плёнке. Выявлены взаимосвязи между частотой, интенсивностью колебаний, импедансными характеристиками материала и спектром нелинейных искажений вторичных колебаний, излучаемых материалом. Экспериментально показано, что увеличение амплитуды УЗ воздействия приводит к уменьшению разброса времени перехода полимера от начала его пластификации до его перехода в вязкопластичное состояние.

Из представленного отчета видно, что результаты, полученные авторами соответствуют запланированным. По результатам реализации проекта в отчетном году авторами подготовлено 2 публикация в изданиях, индексируемых в базах данных RSCI. Таким образом, на первом году выполнения проекта коллектив выполнил план по опубликованным статьям. Авторами представлены доклады по результатам работ по проекту на профильных конференциях в г. Бийске. Коллектив исполнителей не претерпел изменений, уровень квалификации исполнителей соответствует задачам проекта и способен обеспечить его эффективное выполнение. План на следующий год реализации проекта детально проработан, находится в русле общего плана исследований, расходы по проекту обоснованы. В целом, можно заключить, что исследование развивается в правильном направлении, запланированные результаты и показатели выполнения проекта будут достигнуты. Отчет следует принять, выполнение проекта продолжить.

Эксперт 2

Общее заключение:

В отчете приведены результаты исследования по программе первого этапа выполнения проекта. В рамках реологической модели распространения колебаний в полимерной плёнке были выявлены условия перехода полимера в вязкоупругое состояние, что необходимо для ультразвуковой сварки соединяемых пленок. Теоретически выявлены режимы ультразвукового воздействия и время, необходимые для перехода полимерного материала и соединяемых слоев в вязкопластичное состояние. Исполнителями проекта было установлено, что возникновение кавитационного процесса в полимере является необходимым для выявления механизмов ультразвуковой сварки. Это является практически важным результатом. Экспериментально было показано, что увеличение амплитуды ультразвукового воздействия приводит к уменьшению разброса времени перехода полимера от начала его пластификации до его перехода в вязкопластичное состояние. Все это можно считать новыми результатами. Полученные результаты полностью соответствуют заявленным в плане проекта на данный этап. Реализованы все основные заявленные на год научные задачи. Достигнутые результаты были доложены на Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых с международным участием г. Бийск, Алтайский край. Выполнен и план по публикациям. По результатам работы на первом этапе были опубликованы две статьи в рецензируемом научном издании, который индексируется в базе RSCI. Представленный план работ на следующий этап предполагает продолжение основных направлений исследований, проводившихся на первом этапе выполнения проекта. Оценивая отчет в целом, можно заключить, что проект выполняется успешно.

В качестве рекомендаций можно пожелать исполнителям проекта представлять свои результаты не только на студенческих конференциях, но и на Всероссийской конференции по акустике (сессии Российского акустического общества), а публикации представлять в профильный Акустический журнал. В таком случае авторы могут получить профессиональную критику своей работы, что, безусловно, будет способствовать качественному выполнению проекта.

Из представленного отчета не видно возможных рисков невыполнения проекта. Отчет следует принять, а выполнение проекта продолжить.