

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Антонниковой Александры Александровны «Осаждение аэрозолей с помощью акустического излучения и дополнительной дисперсной фазы», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.05 – механика жидкости, газа и плазмы.

Широкое распространение аэрозолей в окружаемом мире и их интенсивное использование в технологических процессах обуславливает актуальность исследований по свойствам и экономичности получения газовых систем с взвешенными конденсированными частицами, по путям и возможностям их коагуляции и удаления. Мелкодисперсные конденсированные агенты имеют развитую поверхность, что обуславливает их использование в различных промышленных процессах и установках. В том числе для «влажной» очистки от вредных примесей в газовой среде. Такими примесями могут являться частицы загрязнений в атмосфере, что чрезвычайно вредно влияет на здоровье людей, или аэрозоли горючих веществ в окислительной среде (например, в воздухе), что приводит к повышенной пожарной опасности. Как показывает практика, применение для осаждения твердых частиц аэрозоля в виде мелкодисперсных жидких капель не всегда оправдано. Например, это касается случаев, когда твердые мелкодисперсные частицы, взвешенные в газообразной среде, являются конечным продуктом технологического процесса и требуют сбора.

Наличие большого количества различных требований и ограничений на процессы осаждения для разных типов аэрозолей обусловило разнообразие применяемых подходов и технологий. В том числе перспективным для ускорения процесса коагуляции и осаждения частиц является применение акустического воздействия. В этой связи, цель настоящего исследования, сформулированная Антонниковой А. А. и решаемые в связи с этим задачи **являются чрезвычайно актуальными.**

В первой главе представленной диссертации содержится подробный анализ источников продуцирования аэрозолей в промышленности и методов улавливания взвешенных частиц. Рассмотрена классификация и геометрические характеристики основных типов аэрозолей, сопутствующих различным технологическим процессам. Описаны методы очищения газовых сред, дан подробный анализ эффективности исследуемых методов для частиц различных геометрий, физических свойств и химических составов.

Для выбора метода получения аэрозолей, в том числе с использованием источников акустических колебаний, Антонниковой А. А. был проведен анализ существующих конструкций. Данный анализ содержится во второй главе диссертации. Проведенные исследования дали возможность определить основные характеристики и конструкции для лабораторного оборудования, позволяющего провести экспериментальные исследования по осаждению аэрозолей различного типа и характеристик.

Для анализа результатов экспериментов по воздействию акустического поля на аэрозоль Антонниковой А. А. была сформулирована математическая модель процесса эволюции частиц аэрозоля с учетом возможной двухфазности частиц, коагуляции и испарения. При этом рассмотренная математическая модель позволяет исследовать процессы в реальном (наблюдающемся на практике) диапазоне режимов обтекания средой частиц аэрозоля. Анализ физических предпосылок и вывод основных уравнений математической модели процессов коагуляции с учетом акустического воздействия и испарения содержится в третьей главе диссертации.

Сформулированная модель использовалась для анализа результатов проведенных экспериментов. Данный анализ содержится в четвертой главе. Моделировалась эволюция различных типов аэрозолей. Исследовались и анализировались результаты акустических воздействий. Экспериментальные результаты были подвергнуты статистической обработке и представлены в виде графиков эволюций диаметра D_{32} , массы и концентрации частиц аэрозоля во времени с указанием доверительных интервалов. При этом показаны результаты экспериментов по осаждению частиц с акустическим воздействием и без него. На данных графиках присутствуют и результаты соответствующего математического моделирования. Совокупность физически обоснованной непротиворечивой математической модели, хорошая повторяемость физических экспериментов по отработанным методикам, удовлетворительное согласие результатов математических и натуральных экспериментов свидетельствует о **достоверности результатов исследований**, содержащихся в диссертации Антонниковой А. А.

Материалы диссертации, полно опубликованные в профильных журналах и представленные в виде докладов на всероссийских и международных конференциях и семинарах, свидетельствуют о том, что Антонниковой А. А. решена задача, имеющая важное значение для исследования и анализа процессов коагуляции частиц аэрозолей различных типов, в том числе и двухфазных, в условиях акустического воздействия. Это соответствует **пунктам 6, 15 и 18 паспорта специальности 01.02.05 – механика жидкости, газа и плазмы.**

Исследования, проведенные Антонниковой А. А., в части комплексного теоретического и экспериментального исследования акустического воздействия на процессы коагуляции с последующим осаждением аэрозоля с учетом влияния различной природы частиц, их двухфазности и возможного испарения, **несомненно, являются оригинальным.**

Как следует из материалов диссертации, исследования проводились в рамках проекта Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ) № 12-08-90811-мол_рф_нр «Эволюция облака жидкокапельных аэрозолей в поле силы тяжести с учетом взаимных столкновений и процессов динамического взаимодействия частиц с окружающей средой», ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» № 2012-1.4-12-000-4005-8160 «Повышение эффективности ракет космического назначения (РКН) с маршевыми ЖРД за счёт использования ресурсов отделяющихся частей (ОЧ), в том числе заключённых в невырабатываемых остатках компонентов ракетного топлива

(КРТ) и накопленной энергии на участке выведения для реализации программы прикладных и фундаментальных экспериментов». Результаты исследований явились установленные конкретные диапазоны эффективных режимов осаждения аэрозолей конкретных типов и размеров частиц с анализом влияния расположения излучателей на процесс коагуляции. Это **свидетельствует о возможности использования сформулированных предложений и выводов на практике**, что подтверждается соответствующими актами об использовании результатов работ Антонниковой А. А., полученных от БТИ АлтГТУ г. Бийск и ИПХЭТ СО РАН г. Бийск.

По диссертации Антонниковой А. А. необходимо сделать ряд замечаний:

1. Названия первой и четвертой глав желательно бы сделать более конкретными.
2. При написании двух первых глав автору немного не хватило системности в описании методов и конструкций, которая бы обеспечивала выбор математической модели и соответствующих экспериментов. Было бы лучше, если бы по тексту были расставлены акценты по осознанному выбору для дальнейшего исследования типов аэрозолей, методов их создания и исследования, применимости тех или других методов для конкретного типа и размера частиц. При этом такие сведения в тексте есть, но они рассредоточены по всему объему соответствующей главы и трудно воспринимаются.
3. Использование термина «оптимальный» для параметров требует дополнительной расшифровки. Например, для более быстрого процесса коагуляции, для наименьших энергетических затрат и тому подобное.
4. Использование термина «максимальная скорость сближения» как желательной для коагуляции не совсем оправдано, поскольку при превышении некоего порога частицы могут не коагулировать, а отскакивать друг от друга. При этом нет анализа сил, которые приводят к коагуляции, а используется выражение «некоторая сила притяжения».
5. На странице 59 при вводе величины (ρ пропущен термин «относительная». При этом следует заметить, что термин «относительная влажность» вводится как отношение соответствующих плотностей и при определенных условиях ее можно определить через отношение соответствующих давлений.

Все сформулированные замечания, по мнению оппонента, не являются фатальными и в большей степени носят рекомендательный характер.

Материалы рецензируемой диссертации хорошо опубликованы. Девять статей опубликованы в журналах, рекомендованных ВАК Министерства образования и науки РФ для публикации материалов кандидатских и докторских диссертаций.

Содержание автореферата полностью соответствует содержанию рукописи диссертации. Тексты рукописи и автореферата написаны в научном доказательном стиле, хорошо иллюстрированы и пробуждают неподдельный интерес.

По мнению оппонента, диссертация А. А. Антонниковой «Осаждение аэрозолей с помощью акустического излучения и дополнительной дисперсной фазы» является законченной научно-квалификационной работой, которая соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней» к

кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.05 – механика жидкости, газа и плазмы.

Официальный оппонент
профессор кафедры теоретической и промышленной
теплотехники федерального государственного
автономного образовательного учреждения высшего
образования «Национальный исследовательский
Томский политехнический университет», доктор
физико-математических наук, Россия, 634050,
г. Томск, проспект Ленина, дом 30 тел.: 701777-1633,
e-mail: bvborisov@tpu.ru

Б.В. Борисов
29.08.2014?

Б. В. Борисов

Подпись Борисова Б. В. Удостоверяю
Ученый секретарь Ученого совета ТПУ



О. А. Ананьева
О. А. Ананьева