

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Шагияновой Анастасии Михайловны
«Анализ пограничного слоя течений жидкости на основе высокоскоростной
термографии»,
представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по
специальности
01.04.01 – Приборы и методы экспериментальной физики

Представленная для защиты диссертационная работа Шагияновой Анастасии Михайловны на тему «Анализ пограничного слоя течений жидкости на основе высокоскоростной термографии» это научно-квалификационная работа высокого уровня на актуальную научную тему. В этой работе на основании выполненных автором экспериментальных исследований предложены разработанные теоретические обоснования и интерпретации, совокупность которых можно квалифицировать как новое крупное научное достижение. В этом состоит несомненная актуальность работы, в ее новизне и новизне научного направления, в рамках которого проведены исследования. Это направление связано с термографией высокоскоростных потоков жидкости для количественных исследований пограничных течений. При этом, основным предметом данного диссертационного исследования стал новый экспериментальный метод анализа неизотермических течений пограничного слоя жидкости на основе инфракрасной термографии. Метод позволяет проводить измерения и получать новые данные в области теплофизики, гидромеханики и физики жидкости. Тематика защищаемой диссертации имеет несомненный конечный выход в практические применения. Предложенные автором новые фундаментальные и практические решения строго аргументированы и критически оценены по сравнению с другими известными решениями и публикациями.

Основной текст диссертационной работы Шагияновой Анастасии Михайловны состоит из введения, четырех глав, заключения, благодарностей и списка цитируемой литературы (134 ссылки). Объем диссертации составляет 112 страниц и содержит 46 рисунков и 2 таблицы.

Во введении обоснована актуальность темы диссертационной работы, сформулированы цели и приведены положения, выносимые на защиту. Также аргументированы и обоснованы научная новизна, теоретическая, методическая и практическая значимость работы, описаны объект и предмет исследования.

Первая глава диссертационной работы посвящена обсуждению и классификации основных используемых сейчас методов визуализации течений в жидкости и в газе. В этой главе обсуждаются базовые публикации и литературные источники в которых исследуются струйные течения, механизмы турбулизации в пристеночной области и тепломассопереноса потока со стенкой.

Во второй главе диссертационной работы Шагияновой Анастасии Михайловны дается описание оригинального метода термографии высокоскоростных потоков жидкости (ТВПЖ), экспериментальных установок и используемого при выполнении работы термографического оборудования. В этой главе работы изложены физические основы метода ТВПЖ, основанного на том, что жидкость, например вода, поглощает инфракрасное излучение в рабочем диапазоне типичной тепловизионной камеры 3.7 – 4.8 мкм на субмиллиметровом масштабе в пристеночном пространстве измерений. Регистрация через окно, которое прозрачно в ИК диапазоне частот позволяет визуализировать непосредственно пристеночный слой жидкости. Для измерений не требуется использования в движущейся жидкости контрастирующих частиц или красителя; индикатором течения служит разность температур в сечении жидкости. Фокусировка точки наблюдения камеры настраивается на внутреннюю поверхность ИК-прозрачного окна. Метод ТВПЖ применим для определенного класса течений. Поток должен быть неизотермическим, а само течение – динамическим или турбулентным. Вихри в турбулентном неизотермическом потоке образуют «кластеры» одинаковой температуры. Возможные пульсации теплового поля обусловлены гидродинамикой течения, что приводит к корреляции пульсаций температуры и пульсаций скорости.

В третьей главе диссертационной работы представлены результаты двух типов экспериментов, которые обсуждаются в работе по определению области применимости метода ТВПЖ, толщины слоя визуализации: динамический подход с погружением нагретого диска в контрастную воду и статический – с клиновидной щелью в ИК-прозрачной пластине, заполненной водой.

Четвертая глава работы посвящена применению метода ТВПЖ для экспериментального исследования струйных течений для трех экспериментальных конфигураций: импактная затопленная струя, взаимодействие двух затопленных струй в дискообразном тройниковом устройстве, высокоскоростная незатопленная струя.

В заключении сформулированы основные выводы диссертации. Основная направленность работы – экспериментальные исследования, которые подкреплены теоретическими моделями в соответствующих разделах диссертационной работы. Научный уровень диссертационной работы Шагияновой Анастасии Михайловны

не вызывает сомнений. Опубликованные в ведущих научных изданиях результаты отличаются новизной и обоснованностью. Работа прошла апробацию на многих конференциях и научных семинарах.

Диссертация отвечает критерием актуальности, новизны, теоретической и практической значимости, а также достоверности полученных результатов. Научные статьи автора по теме исследования отражают основные положения диссертации. Диссертация содержит достаточное количество исходных данных, имеет пояснения, рисунки, графики, описывает основные этапы работы, выводы и результаты. Текст написан квалифицированно и аккуратно оформлен. Таким образом, из всего рассмотренного выше можно сделать вывод, что представленная диссертационная работа Шагияновой Анастасии Михайловны является законченным научным исследованием и полностью удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к работам на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по искомой специальности 01.04.01 – Приборы и методы экспериментальной физики.

Научные положения диссертационной работы Шагияновой Анастасии Михайловны соответствуют основной цели и задачам исследования, обоснованию теоретических, методических и фундаментальных положений. Обоснованность и достоверность выводов и заключений диссертации подтверждается использованием широко апробированного научного инструментария: публикации в научных журналах, выступлениями на международных и отечественных конференциях где они получили одобрение научной общественности. Автором работы проведен подробный и тщательный анализ 134 источников научной литературы, которые включают в себя информационно-аналитические материалы как российских, так и зарубежных ученых по теме диссертационного исследования. Обоснованность и достоверность результатов исследования, выводов и теоретических расчетов достигается автором за счет использования в качестве теоретической и экспериментальной основы диссертации фундаментальных исследований и прикладных научных трудов российских и зарубежных ученых в области ИК оптики, а также публикацией результатов исследования в рецензируемых изданиях, входящих в перечень Высшей аттестационной комиссии.

Диссертационная работа Шагияновой Анастасии Михайловны содержит совокупность новых результатов и положений, а соискатель использует в характеристике своей работы понятие «впервые» и это характеризует наличие в ней научной новизны. А именно: в работе впервые определены и обоснованы пространственные и температурные диапазоны применимости метода. Метод ТВПЖ позволил впервые экспериментально получить количественные данные для ряда струйных течений воды:

- 1) спектральные характеристики (частотой до 150 Гц) приповерхностных пульсаций в пристеночном течении импактной затопленной струи;
- 2) область двойного инерционного интервала в спектре турбулентных пульсаций приповерхностного течения, образующегося при смешении двух затопленных струй в дискообразном тройниковом устройстве;
- 3) динамические и пространственные характеристики теплового излучения с поверхности высокоскоростной незатопленной струи.

Диссертационная работа не лишена недостатков и неточностей, незавершенности общей структуры изложения материалов, а именно:

- 1) Второе защищаемое положение на стр.8 в настоящей форме не содержит принципиальной научной новизны и не может быть интерпретируемо как вклад в науку автора диссертации. В пункте 2 заключения к главе 4 на странице 97 это утверждение представлено как экспериментальный факт, что соответствует например рисунку 4.18 на котором слабое различие приведенных экспериментальных данных при разных температурах друг могут быть связаны с недостаточным отношением сигнал/шум детектора и разрядности цифрового преобразователя детектора. Особенности оцифровки изображения на малых освещенностях и разностях температур в параграфе 2.4.1 изложены недостаточно детально для оценки ошибки измерения.
- 2) Четвертое защищаемое положение на странице 9 в настоящей формулировке «впервые» не имеет обобщенного характера и, может быть, рассмотрена как одна из экспериментальных реализаций.
- 3) На некоторых представленных в экспериментальных главах результатах измерений не представлены ошибки измерений, что делает некоторые выводы, основанные на совпадении и различии экспериментальных данных слабо обоснованными.

Все вышеперечисленные недостатки не снижают важности и значимости представленной работы и носят уточняющий характер.

Диссертационная работа А.М. Шагияновой является законченным научным исследованием, соответствующим требованиям, установленным Положением о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В.Ломоносова, а соискатель заслуживает присуждения искомой ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.01 – приборы и методы экспериментальной физики.

Официальный оппонент,
член-корреспондент РАН, д.ф.-м.н., профессор кафедры общей физики и волновых процессов физического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова

Шкуринов Александр Павлович

Индекс, почтовый адрес места работы: 119991, Москва, Ленинские горы, д.1 стр.2
физический факультет МГУ.

Рабочий e-mail, рабочий телефон: ashkurinov@physics.msu.ru, +7 495 939-11-06

Подпись д.ф.-м.н., профессора кафедры общей физики и волновых процессов

А.П. Шкуринова заверяю:

Ученый секретарь

физического факультета

МГУ имени М.В. Ломоносова,

профессор

В.А. Караваев