

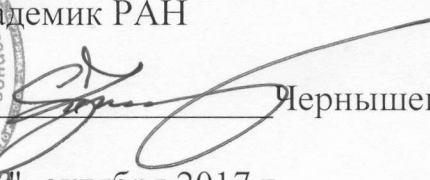
МИНИСТЕРСТВО ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ТОРГОВЛИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
«ЦЕНТРАЛЬНЫЙ АЭРОГИДРОДИНАМИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
имени профессора Н.Е. Жуковского»
(ФГУП «ЦАГИ»)



УТВЕРЖДАЮ:

Генеральный директор ФГУП "ЦАГИ",
академик РАН

 Чернышев С.Л.

"12" октября 2017 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертацию

Ильиных Андрея Юрьевича «ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
ГИДРОДИНАМИКИ ВСПЛЕСКА КАПЛИ», представленной на соискание
ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности
01.02.05 "Механика жидкости, газа и плазмы"

Диссертационная работа Ильиных А.Ю. посвящена фундаментальной актуальной проблеме – исследованию физических процессов при столкновении капель с поверхностью жидкости. Такие процессы часто встречаются в природе и технике. Эти процессы, в частности, ответственны за поступление из водоемов в атмосферу соли, микробов и вирусов. В технике получают развитие, так называемые, капельные технологии, которые используются и в поливе и в тушении пожаров и в производстве мелкодисперсных продуктов.

Основной целью рассматриваемой работы является доскональное изучения процессов, сопровождающих падение капли одного жидкого вещества на поверхность другого. При этом рассматриваются вопросы и гидродинамики и акустики.

Диссертация состоит из введения, пяти глав, выводов и списка цитируемой литературы, содержащего 122 наименования. Работа содержит 150 страниц, в том числе 60 иллюстрации и 9 таблиц.

Во **введении** обсуждаются актуальность и новизна исследования, сформулирована цель диссертации, представлено краткое содержание работы, проведен обзор литературы.

В **первой главе** приведены размерные параметры задачи гидродинамики всплеска свободно падающей капли. Приведена система уравнений гидродинамики для вязкой однородной жидкости в декартовой системе координат. Система включает уравнение неразрывности, условие несжимаемости и переноса импульса в плоском гравитационном поле. Для определения требований к методике эксперимента на основе выделенных размерных параметров проведен масштабный пространственно-временной анализ системы уравнений.

Во **второй главе** приведена принципиальная схема экспериментальной установки для визуализации мелкомасштабных быстропротекающих процессов и описаны особенности ее конструкции с учетом целей и задач проводимого исследования. Приведено описание оптических и электронных схем, даны оценки пространственно-временного разрешения используемых экспериментальных инструментов.

В **третьей главе** рассмотрены картины течений, инициированных погружением свободно падающей капли в покоящуюся жидкость, приведены стадии процесса (первичное соприкосновение, погружение капли, формирование венца и каверны, образование розетки, кумулятивная струя, тонкая вторичная струя – стример, разбегающиеся капиллярные волны, погружение жидкости и формирование системы вихрей в толще жидкости), описаны характерные особенности структурных элементов на разных стадиях процесса.

В **четвертой главе** систематически описана наблюдаемая пространственная картина распределения вещества окрашенной капли по поверхности каверны и венца.

В **пятой главе** проведена параметризация картин распределения вещества капли по деформированной поверхности принимающей жидкости, полученных в предыдущей главе.

В конце работы изложены основные результаты и выводы, среди которых необходимо отметить наиболее значимые:

1. Разработана методика фото и видеорегистрации всплеска капель.
2. Разработан датчик удельной электропроводности для исследования течений в стратифицированных средах.
3. Экспериментально установлены следующие особенности взаимодействия капли с поверхностью жидкости:
 - верхняя кромка капли остается невозмущенной, а в области слияния наблюдается комплекс нестационарных процессов, проявляющихся в зональном характере распределения брызг в

горизонтальной плоскости и формировании отдельных стримеров с различным угловым положением;

- при определенном относительном коэффициенте поверхностного натяжения жидкостей часть брызг во время первичного контакта попадает на поверхность погружающейся капли и генерирует на ней короткие капиллярные волны;
- брызги содержат вещества обеих взаимодействующих сред, а соотношение веществ в них зависит от величины относительного коэффициента поверхностного натяжения жидкостей;
- вещество капли, смешивающееся с принимающей жидкостью, распределяется в толще жидкости и на ее деформированной поверхности в форме тонких линейчатых (полосчатых и сетчатых) структур, а для несмешивающихся жидкостей картина распределения равномерная, линейчатые структуры не наблюдаются;
- определены масштабы, при которых геометрия течения (формы каверны, венца, обратной кумулятивной струи и стримера) существенно зависит от формы дна.

Практическая и научная ценность работы состоит в разработанной методике и в полученных с ее помощью тонких ранее неизученных деталях течения на всех его стадиях.

Результаты исследований могут быть использованы для совершенствования теории капельных течений, разработки капельных систем охлаждения, профилактики возгораний и оптимизации методик тушения пожаров, повышения эффективности капельных технологий в химической, нефтехимической и биохимической промышленности.

Для использования полученных в работе результатов с материалами диссертации рекомендуется ознакомить следующие организации: ФГУП "ЦИАМ", Институт механики МГУ, ТУ МЭИ, МГТУ им. Баумана, ИО РАН, Научные институты Росгидромета.

Развитие представленной работы целесообразно вести по линии исследования взаимодействия падающей капли с твердой поверхностью.

По диссертации могут быть сделаны следующие замечания:

- Разработанный датчик удельной электропроводности для исследования течений в стратифицированных фактически не использовался в работе.
- В материале диссертации не содержится информации об измерении поверхностного натяжения жидкостей используемых в работе. Добавка даже микроскопического количества органического красителя может

сильно отразиться на величине коэффициента поверхностного напряжения.

- Не пояснен используемый термин «относительная освещенность».
- Желательно указывать на рисунке путь, вдоль которого проводилось фотометрирование.
- Подписи к рисункам не всегда достаточно полно поясняют изображенное, иногда отсутствует описание буквенных рисунков и расшифровка цифровых обозначений (например, рисунки 4.3-4.6).

Эти замечания не влияют на положительную оценку выполненной работы и не ставят под сомнение основные выводы диссертации.

Диссертация написана ясным языком, хорошо структурирована. Каждая глава содержит выводы, что облегчает восприятие материала.

Автореферат правильно отражает содержание диссертации.

Основные результаты опубликованы в открытой печати в журналах «Известия РАН. МЖГ» (две статьи), «Доклады Академии наук» и «Измерительная техника».

Результаты диссертации обсуждались в ЦАГИ, на конференции по измерительной технике КИМИЛА-2016.

Таким образом, диссертация А.Ю. Ильиных в целом представляет собой научный труд, в котором содержится решение задачи, имеющей существенное значения для развития механики жидкостей, что соответствует требованиям п. 9 ПОСТАНОВЛЕНИЯ ПРАВИТЕЛЬСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ от 24 сентября 2013 г. № 842, Москва, "О порядке присуждения ученых степеней", предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор заслуживает присуждения искомой ученой степени.

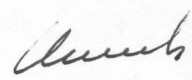
Отзыв составлен доктором технических наук, заместителем начальника отделения Метрологии и измерительной техники (НИО-7) ФГУП «ЦАГИ» Мошаровым В.Е. и обсужден на заседании НТС НИО-7 11 октября 2017 г..

Зам. начальника НИО-7, д.т.н.



В.Е. Мошаров

Секретарь НТС, начальник сектора, к. т. н.



С.И. Иншаков

Председатель НТС, начальник НИО-7, к.т.н.



В.В. Петроневич