

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Воронежский государственный технический университет»
(ФГБОУ ВПО «ВГТУ», ВГТУ)

Московский пр-т., д. 14, Воронеж, 394026.

Тел./факс (473) 246-42-65

E-mail: mail@vorstu.ru, http://www.vorstu.ru

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию

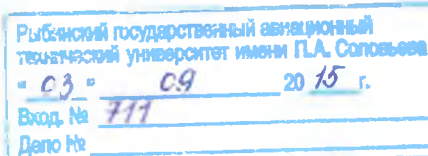
Ванчикова Виктора Цыреновича

на тему: «Развитие теории массообменных процессов в граничных слоях жидкости с целью совершенствования капиллярных и тонкопленочных технологий»

по специальности 01.04.14 – Теплофизика и теоретическая теплотехника на соискание ученой степени доктора технических наук.

1. Актуальность темы диссертации. В последних поколениях авиадвигателей, использующие конвективно-пленочную систему воздушного охлаждения, ключевой проблемой стали термические повреждения экрана, корпуса, стабилизаторов пламени, створки сопла, поскольку средняя температура рабочего газа превысила 1200 К. Конструкционные материалы типа керамики, способные без охлаждения выдерживать отмеченные температуры, пока не обещают приемлемых эксплуатационных свойств. Таким образом, темпы освоения новых жаропрочных материалов значительно отстают от темпов повышения температуры рабочего газа.

В этой связи использование результатов диссертационного исследования Ванчикова В.Ц. для решения проблемы развития перспективных систем охлаждения высокотемпературных элементов конструкции авиационной и ракетно-космической техники становится весьма актуальной. К решению проблемы надежного охлаждения теплонапряженных конструкции можно подойти применением капиллярно-щелевых интенсификаторов водяного охлаждения, предложенные в диссертации, в которых наблюдается явление аномального увеличения теплоотдачи в неподвижной пленке водяного граничного слоя. В рамках концепции эмульгирования и деструктурирования топлива отмеченное явление может быть использовано в схеме попутного охлаждения теплонапряженных элементов конструкции авиадвигателей самой топливоводяной эмульсией.



2. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации. Механизм аномального увеличения теплоотдачи при уменьшении высоты капиллярно-щелевого канала менее 50 мкм обосновывается теоретическим доказательством, удовлетворяющего известным селективным критериям, в виде фрагментной теории гидроадгезионной разновидности конвективной массоотдачи, обусловленной теплофизическими особенностями молекулярной структуры воды в условиях неподвижной пленки граничного слоя жидкости. Экспериментальное подтверждение (верификация) явления модуляции сдвигового усилия в процессе сдвиговой деформации идеального кристалла с периодичностью кристаллической решетки, предсказанной теорией Я.И. Френкеля, до сих пор оставался незамеченным. Это обстоятельство, затерянное в информационном потоке научных достижений, использовано автором для обоснования научных положений и выводов, сформулированных в диссертации.

Расчетное значение энергии связи, которое необходимо затратить для отделения молекулы от неподвижной пленки граничного слоя жидкости, а также скорость движения молекул потока жидкости к отмеченной пленке по порядку величин согласуются с экспериментальными результатами, полученных в диссертации, и с данными других авторов, что позволило Ванчикову В.Ц. сформулировать основные положения теории гидроадгезионной разновидности конвективной массоотдачи в условиях эффекта адгезии частиц потока к стенкам капилляров.

3. Достоверность и новизна исследования, полученных результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации. Достоверность полученных экспериментальных результатов обеспечивалась с применением в опытах измерительных приборов, прошедших требуемую государственную поверку метрологического контроля. Согласие теоретических и экспериментальных результатов, полученных автором, с данными литературных источников подтверждает научную достоверность выводов диссертационного исследования.

Предложенные автором теоретические положения гидроадгезионной разновидности конвективной механизма массоотдачи в условиях эффекта адгезии частиц потока к стенкам капилляров является новым научным направлением теории массообмена. В отмеченном разновидности массоперенос осуществляется когезионными силами притяжения молекул поверхностных слоев потока жидкости и неподвижной пленки граничного слоя. При этом энергия когезионного взаимодействия превышает на 0,02 эВ/молекула энергию хаотического теплового движения молекул, приводящее к механизму диффузионного массопереноса.

Разработанная автором математическая модель закрытия просвета капилляров, выражающая гидроадгезионный процесс преобразования кинетической энергии потока в работу ориентационного упорядочения в направлении течения молекул поверхностных слоев неподвижной пленки

граничного слоя жидкости, является новым знанием в области термодинамики преобразования энергии и гидродинамической работы потока.

Впервые приведена зависимость, устанавливающая эмпирический факт: произведение времени наполнения жидкостью фиксированного объема малой емкости на площадь поперечного сечения капилляра величина постоянная.

Отмеченное отражает особенности формирования многослойной структуры жидкости в капиллярных подложках близкой к морфологии жидких кристаллов. Полученный результат согласуется с известным селективным критерием в виде максвелловского принципа взаимосвязи пространства, времени и взаимодействия, а также с принципом наименьшего времени Ферма, устанавливающего зависимость между геометрическим параметром и временем протекания исследуемого процесса.

Экспериментально установлено неизвестное ранее явление перехода движения жидкости при числе Рейнольдса, равном 6.3, в разновидность слоистого течения, характеризующееся прилипанием частиц потока к стенкам капилляров.

Новизна, предложенных автором технических решений и способов интенсификации массообменных процессов в граничных слоях жидкости, подтверждены авторским свидетельством и патентами России.

4. Значимость для науки и практики полученных автором результатов. Отдельные теоретические результаты являются вкладом в общую теорию теплообмена, позволяющие разработать научные основы и создание методов интенсификации процессов тепло- и массообмена и тепловой защиты. Разработанные положения теории массообменных процессов в граничных слоях жидкости использованы при разработке ультразвукового метода пропитки обмоток крупногабаритных электротехнических изделий. Результаты диссертационной работы внедрены в ремонтных заводах и локомотивных депо РЖД.

5. Конкретные рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации.

При движении воды в капиллярно-щелевых системах интенсификации охлаждения всегда возникают большие силы сопротивления, замедляя скорость течения, что приводит к уменьшению теплоотдачи. Для ускорения движения воды можно использовать ультразвуковой метод интенсификации массообменных процессов в граничных слоях, разработанного в диссертации.

Результаты исследования могут использоваться в учебном процессе в вузах. При этом следует отметить, что, в отличие от диффузионного механизма переноса веществ из области высокой его концентрации в область низкой концентрации, перенос вещества (молекулы) осуществляется силами когезии межмолекулярного взаимодействия поверхностных слоев потока

жидкости и граничного слоя. В результате чего образуется неподвижная пленка граничного слоя жидкости, фиксируемая силами адгезии твердого тела.

6. Оценка содержания диссертации, ее завершенность. Содержание и структура диссертации Ванчикова В.Ц. логически взаимосвязаны и соответствует сформулированной цели исследования. Выдвигаемые в диссертационной работе теоретические и методологические положения, а также сформированные выводы и предложения, как результаты исследования, обладают научной новизной. Завершенность исследования подтверждается авторским свидетельством, патентами России и внедрением диссертационной разработки на ремонтных заводах и локомотивных депо РЖД.

7. Общие замечания по диссертационной работе

1. На странице 93 не пояснено, что скорость частицы не может измениться мгновенно и введение импульса силы отражает эту ситуацию, которое позволяет оценить изменение импульса частицы потока как одной из функций ее механического состояния.

2. Не приведено подробное объяснение формулы (3.39), описывающей замечательный факт: прилипание частиц потока к неподвижной пленке граничного слоя жидкости происходит в соответствии с механикой тел с переменной массой И.В. Мещерского.

3. Недостаточно четко и ясно сформулировано понятие неподвижной многослойной пленки граничного слоя жидкости. По-нашему мнению, эта формулировка могла выглядеть следующим образом.

При малых числах Рейнольдса, когда доминирующую роль играют силы адгезии поверхности по сравнению с усилием потока, граничный слой жидкости имеет не только определенный объем, но и также проявляет упругость формы. В многослойной пленке граничного слоя жидкости частицы связаны слабым межмолекулярным ван-дер-ваальсовским взаимодействием.

4. В диссертации осталась не учтенной аналогия послойного роста пленок супрамолекулярных структур по механизму Франка-Ван дер Мерве, получаемые в результате нековалентного синтеза с образованием слабых ван-дер-ваальсовых связей между молекулами.

5. Как недостаток отмечаем, что в работе не приведены результаты по распыливанию воды.

В связи с ограниченностью запасов углеводородных топлив, в перспективе становится актуальной применение водотопливных эмульсий или водоугольных суспензий в газотурбинных установках (ГТУ). При этом высококачественное распыливание отмеченных топлив является необходимым условием достижения высокой эффективности горения в камере сгорания ГТУ.

6. Недостаточно проработано понятие волны материи де Бройля применительно к методам молекулярной технологии получения тонких и толстых пленок в капиллярных подложках.

При любой температуре выше абсолютного нуля броуновское движение атомов и молекул приводит к испусканию электромагнитного излучения. (Само излучение представляет собой одно из форм существования материи). В отмеченном движении потоки тепла (или энтропии) от спинов к решетке, от магнитных облаков к протону иллюстрируют процессы установления теплового равновесия.

В диссертации показано, что в процессе утолщения граничного слоя морфологическая особенность островкового механизма роста пленок приводит к образованию молекулярно-шероховатой поверхности пристенного слоя жидкости. Чтобы молекулы расположились вдоль потока, надо их прежде всего отделить друг от друга, сделать подвижными, способными перемещению. Этого можно достичь тепловыми волнами де Бройля, которые уменьшают локальную кинематическую вязкость в отмеченных островках молекулярной шероховатости до $3,5 \cdot 10^{-9}$ м²/с. Тогда под ориентирующим действием динамического давления потока молекулы, как бревна при сплаве по узкой реке, начинают выстраиваться в одном направлении.

Отмеченные недостатки не влияют на главные теоретические и практические результаты диссертации.

В целом, результаты, полученные автором, являются новыми научными знаниями в области основных закономерностей гидроадгезионной разновидности конвективного механизма массообменных процессов, происходящих в условиях эффекта адгезии частиц потока жидкости к стенкам капилляров.

Результаты, представленные на защиту, согласуются с выводами теории сдвиговой деформации идеального кристалла Я.И. Френкеля, теоретически и экспериментально с данными теории перколяции, экспериментальным подтверждением отмеченной теории Френкеля при исследовании микроструктуры конденсированных тел.

Основные результаты диссертационного исследования обсуждались на международных и всероссийских конференциях, опубликованы в 100 печатных работах, в том числе одна монография, 61 статья в журналах, рекомендованных ВАК для публикаций материалов докторской диссертации, 11 статей в зарубежных изданиях, одно авторское свидетельство, шесть патентов на изобретение и один патент на полезную модель. Без соавторов опубликованы 44 работы.

8. Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней по пунктам 8 и 10 и 11:

п. 8 – Ванчиков В.Ц. в своих работах не использовал сведения, составляющие государственную тайну;

п. 10 – Диссертация написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, и свидетельствует о личном вкладе автора диссертации в науку. В диссертации имеет прикладной и теоретический характер. Сведения о практическом использовании полученных автором диссертации научных результатов подтверждены актом внедрения изобретения в производство и семью патентами РФ. Научные выводы диссертационного исследования рекомендуется использовать для обоснования методологической основы формирования теории конвективного механизма массообмена в граничных слоях жидкости.

Развитие и совершенствование методов молекулярной технологии, неразрывно связаны с расширением научных исследований в области практического использования недостаточно изученных физических процессов и явлений. К ним относится и эффект адгезии частиц потока жидкости к стенкам капилляров (облитерация), физическими особенностями которого являются ненасыщенность связей на поверхности и проявления атомно-молекулярной дискретности строения вещества. Практическому использованию отмеченного эффекта препятствует отсутствие разработанной теории конвективного механизма тепло-массообменных процессов в граничных слоях жидкости, происходящих под действием энергии потока жидкости. Диссертационная работа Ванчикова В.Ц. посвящена экспериментальному и теоретическому исследованию области облитерационных процессов вблизи верхней границы ползущего течения, которая не была изучена отечественными и зарубежными исследователями;

п.11 – Основные научные результаты диссертации опубликованы в рецензируемых изданиях.

Заключение. Диссертация Ванчикова Виктора Цыреновича на соискание ученой степени доктора технических наук является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований разработаны теоретические положения, совокупность которых можно квалифицировать как научное достижение в виде решения научной проблемы гидроадгезионных и теплогидравлических явлений в капиллярно-целевых каналах, имеющая важное хозяйственное значение при разработке научных основ и создания методов интенсификации процессов тепло- и массообмена и тепловой защиты. Полученные автором результаты достоверны, выводы и заключения обоснованы. Работа базируется на достаточном числе исходных данных, примеров и расчетов. Она написана доходчиво, грамотно и аккуратно оформлена. По каждой главе и работе в целом сделаны четкие выводы.

Автореферат соответствует основному содержанию диссертации.

Диссертация Ванчикова Виктора Цыреновича на тему «Развитие теории массообменных процессов в граничных слоях жидкости с целью совершенствования капиллярных и тонкопленочных технологий» соответствует критериям, указанным в «Положении о порядке присуждения

ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, а ее автор заслуживает присвоения ученой степени доктора технических наук по специальности 01.04.14 – Теплофизика и теоретическая теплотехника.

Директор института машиностроения
и аэрокосмической техники,
д.т.н., профессор, профессор кафедры
«Ракетные двигатели»

Игорь Геннадьевич Дроздов

20.08.2015

Подпись Дроздова И.Г. удостоверяю:
Учёный секретарь совета ВГТУ

 Андрей Владимирович Мандрыкин

Адрес: 394026, г. Воронеж, Московский проспект, 14, e-mail:
drozdo_v_ig@mail.ru, тел.: +7(473) 2462772, факс: +7(473) 2729288