

## 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»,

представленной на соискание ученой степени доктора технических наук

по специальности

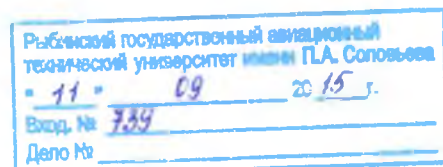
01.04.14 – Теплофизика и теоретическая теплотехника

### 1. Актуальность темы диссертации.

Решение проблемы исключения термических повреждений элементов конструкции современных и перспективных турбин авиационных двигателей, работающих при температуре порядка 2000 К и выше, связано с разработкой новых эффективных систем охлаждения. В качестве альтернативы существующей схеме конвективно-пленочного воздушного охлаждения, можно предложить водяное охлаждение, характеризующееся аномальным увеличением теплоотдачи при течении воды в капиллярно-щелевых каналах.

### 2. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.

Скачкообразное аномальное увеличение теплоотдачи при толщине граничного слоя около 25 мкм, обосновывается достаточным количеством аргументов в пользу утверждения, что отмеченное явление обусловлено



теплофизическими особенностями молекулярной структуры воды в условиях неподвижной пленки граничного слоя жидкости.

Энергия связи молекулы воды в неподвижной пленке водяного граничного слоя и скорость перемещения водяной частицы к отмеченной пленке, получившие оценку в опытных данных диссертации, достаточно хорошо согласуются с результатами, полученными другими авторами, что позволило соискателю разработать методологию объяснения теплофизических особенностей гидроадгезионных и теплогидравлических эффектов в капиллярно-целевых каналах.

### **3. Достоверность и новизна исследования, полученных результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.**

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

Теория массообменных процессов в граничных слоях жидкости, разработанная автором, является новым научным направлением теории теплообмена. Важнейшим в этой теории является адгезионное свойство поверхностных слоев потока жидкости и твердого тела образовывать неподвижную пленку толщиной порядка 100 мкм.

Для объяснения отмеченного, использовано представление о тепловом движении частиц в жидкостях, развитые Я.И. Френкелем. В соответствии с

этим, поведение частиц потока вблизи поверхности неподвижной пленки граничного слоя определяется вкладом в величину потенциального барьера, преодолеваемого частицей при смещении временного положения равновесия в структуре потока. Отмеченный вклад зависит от того, как энергия взаимодействия убывает с расстоянием. Согласно диссертации, эффекты адгезионного взаимодействия, пусть слабые, быстроубывающие с расстоянием (короткодействующие силы), определяются энергией хаотического теплового движения молекул, которая на 0,02 эВ/молекула меньше величины энергии межмолекулярного взаимодействия в граничном слое.

Модель закрытия просвета капилляров, предложенная в диссертации, имеет аналогию с теорией движения тел с переменной массой, и является новым знанием в области термодинамики преобразования энергии потока применительно адгезионным явлениям в капиллярах.

Представляет значительный интерес выявленная автором разновидность ламинарного течения, характеризуемая адгезией частиц потока к стенкам капилляров при числе Рейнольдса, примерно равном 6,3.

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 тепло-массообмена, позволяют разрабатывать научные основы и создавать новые методы интенсификации процессов тепло- и массообмена и тепловой защиты.

Разработанные положения теории массообменных процессов в граничных слоях жидкости позволяют повысить качество пропитки электротехнических изделий исполнительных механизмов, применяемых в авиации и космической технике, железнодорожном и автомобильном транспорте, станкостроении и других отраслях промышленности. Как следствие, возможно увеличение ресурса этих изделий.

## **5. Конкретные рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации.**

Метод пропитки обмоток электротехнических изделий, разработанный автором, применяется при изготовлении крупногабаритных электротехнических изделий. Отмеченный метод внедрен в ремонтных заводах и локомотивных депо РЖД.

## **6. Оценка содержания диссертации, ее завершенность.**

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, пять патентов на изобретение и один патент на полезную модель. Без соавторов опубликованы 44 работы.

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. В тексте диссертации (с. 61) и автореферата (с. 15) приведено утверждение о том, что «произведение времени наполнения мерного сосуда постоянной и малой вместимости жидкостью на площадь поперечного сечения капилляра величина постоянная». Представляется, что такое заявление недостаточно конкретно т.к. отсутствует диапазон его применимости.

2. В некоторых приложениях гидродинамики используются высокомолекулярные соединения, позволяющие управлять погранслоем и снижать сопротивление трения. Думаю, что работа значительно выиграла бы,

если бы автор провел эксперименты и на водном бидистилляте с высокомолекулярными добавками.

3. Не достаточно подробно поясняется случаи движения, когда масса движущегося тела изменяется с течением времени. Это привело тому, что в формуле (3.39), которое является гидроадгезионным выражением уравнения И.В. Мещерского, явно не высказывается механизм, описывающий движение жидкой частицы потока, состоящей из комплекса молекул, когда некоторые из них устремляются к молекулам на поверхности граничного слоя.

4. Не совсем понятна логика преобразования (2.2) в (2.3) (с. 60 диссертации). Формула Гагена-Пуайзеля отражает взаимосвязь параметров течения жидкости и связывает только параметры потока. При образовании неподвижного граничного слоя, характерный размер потока будет равен  $r_L$  (терминология соискателя сохранена). В этом случае радиус капилляра не будет отражать характеристики течения, что в (2.4) приведет к соотношению радиусов в четвертой степени, а не во второй.

5. Представляется, что в диссертации не достаточно детально проанализировано представление о тепловых волнах де Бройля (стр. 146), которое по-новому ставит вопросы о толковании явления ориентационного упорядочения молекул неподвижной пленки граничного слоя энергией движения потока, актуальных при разработке новых подходов к совершенствованию методов тонкопленочных технологий.

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

### **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.

Официальный оппонент,

профессор кафедры «Энергообеспечение и теплотехника» ИрГАУ

д.т.н., доцент

Руденко Михаил Георгиевич

