В диссертационный совет
Д 212.285.02 при ФГАОУ ВПО
"Уральский федеральный университет имени
первого Президента России Б.Н. Ельцина"
620002, Екатеринбург, ул. Мира, 19

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертацию Рютина Сергея Борисовича "Исследование теплопереноса в перспективных теплоносителях при мощном тепловом воздействии", представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.14 – теплофизика и теоретическая теплотехника.

Актуальность темы. Работа Рютина С.Б. посвящена развитию экспериментального метода нестационарного нагрева проволочного зонда и применению его для исследования физических процессов теплопереноса в наножидкостях (растворах наноразмерных оксидных порошков металлов (Al_2O_3, TiO_2, YSZ (ZrO_2, стабилизированный 10.25 мол. % Y_2O_3)) в органических жидкостях (изопропоноле и этиленгликоле) и воде), а также - в органических жидкостях и воде, находящихся в закритическом состоянии, т.н. "сверхкритических флюидах", давление и температура которых превышают критические параметры жидкостей. Необходимость такого исследования определяется, прежде всего, перспективой использования указанных малоизученных объектов в качестве перспективных теплоносителей для интенсификации теплообмена в мощных теплоэнергетических устройствах. Поэтому исследования автора, направленные на экспериментальное изучение физических процессов, определяющих теплоперенос в наножидкостях и сверхкритических флюидов, состояние которых, в общем случае, метастабильно, *несомненно*, актуальны.

Степень обоснованности выводов. Выводы диссертационной работы С.Б. Рютина основаны на выборе в качестве основного экспериментального метода обеспечение постоянства электрической мощности, выделяемой на импульсном проволочном нагревателе. Предложенная автором схема прибора и ее практическая реализация в полной мере обеспечивают требуемое постоянство мощности проволочного нагревателя. Тщательно обсуждена точность используемой экспериментальной методики, убедительно показана воспроизводимость экспериментальных результатов от опыта к опыту. Выше сказанное позволяет утверждать, что все выносимые на защиту положения и выводы диссертации Рютина С.Б. являются обоснованными и аргументированными.

Достоверность и новизна. Диссертационная работа С.Б. Рютина выполнена на достаточно высоком экспериментальном уровне. Достоверность полученных научных результатов обеспечена проверкой экспериментального метода на различных объектах, включая общепринятые в теплофизических измерениях эталоны; использованием для оценки погрешностей измерения электрических величин приборов, внесенных в Государственный реестр средств измерений; признанием развитой в работе методики измерений в качестве Государственного стандарта.

Все полученные в работе результаты являются новыми. Резюмируя полученные в диссертационной работе новые научные результаты, особо можно выделить следующие достижения диссертанта:

1. Предложен и реализован метод, обеспечивающий управление мощностью нагревателя - проволочного зонда для изучения особенностей теплопереноса в импульсном процессе при мощном локальном тепловыделении, защищенный патентом на полезную модель.
2. Предложена методика сопоставления теплового сопротивления различных образцов теплоносителей в строго контролируемых условиях тепловыделения, позволяющая разрешать малые изменения условий теплообмена, соответствующие малым изменениям состава образцов, например, сверхмалых концентраций наночастиц (10^{-2}

Вх. №05-1911-579
от 20.03.16г.

объемных %) в наножидкостях, или внешнего давления. Убедительно установлен факт немонотонности зависимости теплового сопротивления наножидкостей от концентрации наночастиц.

3. Установлено, что в диапазоне давлений $P = (1\text{-}3)P_c$ (P_c - критическое давление) при изобарном заходе в область закритических температур происходит снижение интенсивности теплопереноса. Убедительно показано, что данное снижение имеет пороговый характер.

Научная значимость работы заключаются в том, что ее результаты развивают имеющиеся представления о физических механизмах теплопереноса и могут быть использованы в качестве экспериментальной базы при разработке теоретических моделей теплопереноса в наножидкостях и в сверхкритических флюидах.

Материал в диссертации С.Б. Рютина изложен понятно, диссертация хорошо структурирована и оформлена. Тем не менее по ней, как по всякой хорошей научной работе, можно высказать замечания:

1. Автор допускает терминологические неточности: так вместо термина "диффузионный" теплоперенос, им используется "кондуктивный" (с. 4 диссертации и далее по тексту); на с. 8 диссертации и с. 5 автореферата им утверждается, что "... осуществлен ... перевод вещества из пересжатого состояния ...". "Пересжатого" по отношению к чему?
2. На с. 9 диссертации и с. 5 автореферата в пункте "Достоверность результатов" автор в качестве дополнительного обоснования достоверности полученных им результатов пишет: "Достоверность обеспечивается ... "обсуждением результатов работы на конференциях; получением рецензий от ведущих специалистов". Достоверностью экспериментальных результатов главным образом, по моему мнению, может служить не представление их на конференциях и опубликование, а независимое экспериментальное подтверждение другими исследователями.
3. На с. 103 автор утверждает: "Расчет, представленный на рис. 4.3.3 (кривая 2), соответствует предположению применимости механики сплошной среды. Результат этого расчета качественно не совпадает с результатом опыта, из чего можно предположить, что при вышеуказанных временном и пространственном масштабах механика сплошной среды становится неприменимой." По моему мнению, это утверждение неверно. Неверна не механика сплошной среды, а использованная автором для построения кривой 2 теоретическая модель. В связи с этим в диссертации следовало бы кратко привести основные положения использованной теоретической модели. Отсылки к статье, соавтором которой является автор, по моему мнению, недостаточно.
4. Автором при обосновании метода и интерпретации полученных им интересных научных результатов утверждается, что особенностью и достоинством используемого метода является проведение опытов в области преобладания диффузионного теплопереноса над конвективным. Для большей убедительности этого следовало бы в тексте диссертации сделать количественные оценки относительного вклада диффузионного и конвективного теплопереноса.

Сделанные замечания ни в коей мере не затрагивают основное содержание и положения, выносимые автором на защиту, а также не снижают научной ценности диссертационной работы С.Б. Рютина и не влияют на ее общую положительную оценку. Их следует воспринимать, как пожелание автору в своей дальнейшей работе обратить свое внимание на указанные проблемы, а также более тщательно формулировать свои утверждения и представлять результаты исследований.

Общее заключение. Диссертационная работа С.Б. Рютина представляет собой логически завершенное и выполненное на достаточно высоком уровне экспериментальное научное исследование, получены новые важные результаты в области теплопереноса в жидкостях, содержащих наноразмерные частицы, а также в жидкости, находящейся в

закритическом состоянии. Материалы диссертационной работы достаточно полно опубликованы в журналах, рекомендованных ВАК. Автореферат полностью соответствует содержанию диссертации.

Считаю, что в целом диссертация отвечает квалификационным требованиям, установленным в п. 9 «Положения о присуждении учёных степеней», утверждённого постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, а ее автор - Рютин Сергей Борисович заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.14 – теплофизика и теоретическая теплотехника.

Доктор физико-математических наук,
заведующий лабораторией нелинейной динамики
ФГБУН "Институт электрофизики УрО РАН",
10 марта 2015 г. Волков Николай Борисович

Подпись д.ф.-м.н. Волкова Николая Борисовича заверяю

Ученый секретарь ФГБУН "Институт электрофизики УрО РАН",
кандидат физико-математических наук Е.Е. Кокорина

Волков Николай Борисович,
доктор физико-математических наук,
01.04.13 - электрофизика, электрофизические установки,
старший научный сотрудник

620016, Екатеринбург, ул. Амундсена, 106
ФГБУН "Институт электрофизики УрО РАН"
Тел. +7-343-267-86-60
e-mail: nbv@iep.uran.ru