

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Сердюкова Владимира Сергеевича «Экспериментальное исследование микрохарактеристик и теплообмена при кипении жидкостей в условиях различных давлений», представленную на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.14 – теплофизика и теоретическая теплотехника

Условия и характеристики отвода тепла от нагретых поверхностей интенсивно изучаются мировым научным сообществом на протяжении многих лет. К настоящему времени предложено достаточно много различных способов и подходов. Кипение жидкости на поверхности принято считать наиболее эффективным способом. При этом в связи с широкими диапазонами варьирования температур, скоростей прогрева, испарения и кипения характеристики теплоотвода могут быть разными. В одном случае они вполне приемлемы, а в других условиях их недостаточно. Диссертационная работа В.С. Сердюкова направлена на изучение микрохарактеристик и теплообмена при кипении жидкостей в условиях различных давлений. За счет проведения такого рода исследований и можно определить эффективные условия теплообмена для разных установок. В связи с этим **тематика диссертационных исследований Сердюкова Владимира Сергеевича является, безусловно, актуальной.**

Тема диссертации В.С. Сердюкова соответствует приоритетному направлению развития науки в Российской Федерации (Указ Президента России от 07.07.2011 № 899): «Энергоэффективность, энергосбережение, ядерная энергетика», а также находится в сфере критической технологии федерального уровня, получившей высокий рейтинг по перспективам развития: «Технологии создания энергосберегающих систем транспортировки, распределения и использования энергии». Актуальность тематики исследований также подтверждает их выполнение в рамках грантов и контрактов, номера которых перечислены в диссертации и автореферате.

Диссертация В.С. Сердюкова **состоит из введения, четырех глав и заключения.** Можно выделить хорошую структурированность рукописи диссертации и уместное использование автором разделов и подразделов практически в каждой главе. Особенно следует выделить качественные первичные результаты экспериментов – кадры видеogramм. Прочитано 196 работ, большая часть из которых опубликованы в профильных международных журналах.

Во введении обоснована актуальность тематики исследований, сформулированы цель и задачи исследований, защищаемые положения, научная новизна и практическая значимость, личный вклад автора.

В первой главе диссертации приведены результаты анализа международной и отечественной литературы по тематике исследований. Выполнено разделение направлений исследований в области интенсификации теплообмена за счет кипения жидкости. Сформулированы вопросы, ответы на которые пока не получены научным сообществом.

Во второй главе диссертации представлено описание элементов стенда, методик исследований, погрешностей регистрации основных характеристик.

В третьей главе приведены полученные результаты экспериментальных исследований локальных и интегральных характеристик теплообмена при пузырьковом кипении насыщенных воды и этилового спирта в условиях свободной конвекции при атмосферном давлении.

В четвертой главе диссертации представлены результаты экспериментального исследования влияния понижения приведенного давления на интегральные и локальные характеристики теплообмена при пузырьковом кипении воды на линии насыщения в условиях свободной конвекции.

В заключении сформулированы основные выводы по результатам исследований.

Практическая направленность диссертации В.С. Сердюкова заключается в том, что получены новые экспериментальные данные, которые могут быть использованы при определении безопасных и устойчивых режимов работы систем термостабилизации, в том числе применяемых для охлаждения устройств микроэлектроники. Результаты обобщения экспериментальных данных могут быть использованы при разработке современных модельных подходов при теоретическом описании физических процессов при пузырьковом кипении жидкостей, разработке новых и развитии существующих моделей исследуемых процессов.

Научная новизна диссертации заключается в разработке стендов, определении условий их применимости, изучении локальных и интегральных характеристик теплообмена и динамики парообразования при кипении воды и этилового спирта в широком диапазоне тепловых потоков и давлений с использованием современных экспериментальных методик. Получены новые опытные данные по структуре и динамике двухфазного слоя вблизи тепловыделяющей поверхности при кипении воды и этилового спирта в области высоких тепловых нагрузок.

Сформулированные научные положения диссертационных исследований **обоснованы**. В тексте автореферата и диссертации приведены результаты, иллюстрирующие правомерность сделанных автором заключений.

Достоверность полученных автором диссертации результатов **основана** на достаточном анализе неопределенной измерений ключевых параметров и характеристик, сравнении с известными данными других авторов, а также удовлетворительной воспроизводимости результатов измерений.

Личный вклад автора сформулирован в рукописи и автореферате с указанием разных видов работ и помощи коллег.

Анализ содержания рукописи и автореферата диссертации дает основание для формулирования нескольких **замечаний и рекомендаций**:

1. Защищаемые положения сформулированы в общем виде в формате перечисления типа полученных результатов. В таком виде можно сформулировать положения в разных диссертациях. Целесообразно было выделить конкретные результаты и их новизну, либо прописать данные формулировки с добавлением «отличающиеся от известных ... (указать конкретику результатов и специфику работы)».
2. Диссертационная работа подготовлена на базе результатов экспериментальных исследований. Соответственно, ключевой момент состоит в тщательном анализе и представлении СКО и доверительных интервалов. К сожалению, не на всех рисунках данные характеристики представлены. Как следствие, не везде можно понять реальные отклонения кривых или рассев экспериментальных точек. На стр. 84 приводится таблица со значениями неопределенностей измеряемых величин, но нужны пояснения по условиям, которые бы позволили минимизировать данные неопределенности, для каких диапазонов варьируемых параметров эти неопределенности максимальным и минимальны.
3. При обработке экспериментальных данных автор использует выражения, в которые входят значения теплофизических и реологических характеристик жидкости и пара. Ключевой вопрос состоит в том, при каких значениях температуры и давления принимались эти характеристики. Желательно было привести пояснения и обоснования со ссылками на работы коллег.
4. Важную роль в работе играет глубина резкости объектива и камеры. Целесообразно было подробнее обсудить этапы калибровки системы с учетом этих характеристик при регистрации размеров исследуемых объектов.
5. Большая часть представленных в диссертации результатов опубликована в виде статей и докладов, но не под всеми рисунками и таблицами

указаны ссылки на работы автора диссертации, в которых данные опубликованы.

6. В диссертационной работе основные заключения сформулированы по результатам выполненных исследований с водой и спиртом. Для большинства потенциальных приложений результатов исследований типичны растворы, эмульсии, суспензии. Желательно было привести оценки или пояснения, как изменятся результаты исследований при переходе к таким объектам. Как влияют давления на характеристики процессов?
7. В тексте автореферата и диссертации значения давлений и тепловых потоков приведены в виде строгих равенств при упоминании исходных условий. В разделе с описанием схемы установки и пояснением неопределенностей показано, что эти значения могут несколько меняться. Целесообразно либо использовать знак « \approx », либо указать допустимые интервалы отклонений значений относительно среднего. Может быть этим обусловлен и рассев экспериментальных значений регистрируемых и пересчитанных величин. Это особенно важно, так как приведены результаты многофакторного эксперимента.
8. Выводы по главам и в целом диссертационной работы в разделе «Заключение» следовало подкрепить численными значениями регистрируемых параметров в экспериментах и полученных соотношений при их обработке. Много интересных количественных результатов осталось без упоминания в выводах. Некоторые выводы по работе приводятся без изменения как в конце глав, так и в конце работы в целом. Как правило, дублирование не применяется, добавляются комментарии по работе в целом.

Сделанные замечания **не снижают высокой положительной оценки диссертационной работы В.С. Сердюкова.**

Тема диссертации В.С. Сердюкова «Экспериментальное исследование микрохарактеристик и теплообмена при кипении жидкостей в

условиях различных давлений» **соответствует паспорту специальности** «01.04.14 – теплофизика и теоретическая теплотехника» (по части **формулы специальности**: «... экспериментальные исследования свойств веществ в жидком, твердом и газообразном состоянии при наличии всех видов тепло- и массообмена во всем диапазоне температур и давлений ...»); **области исследований**: «Экспериментальные исследования термодинамических и переносных свойств чистых веществ и их смесей в широкой области параметров состояния; Экспериментальные и теоретические исследования процессов взаимодействия интенсивных потоков энергии с веществом; Экспериментальные исследования, физическое и численное моделирование процессов переноса массы, импульса и энергии в многофазных системах и при фазовых превращениях»).

Содержание автореферата соответствует содержанию рукописи диссертации.

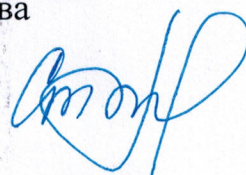
Результаты диссертационного исследования В.С. Сердюкова хорошо апробированы **на научных конференциях различного уровня** (в университетах и исследовательских центрах не только России, но и других стран) и **публиковались в журналах**, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ для публикации материалов кандидатских и докторских диссертаций (Experimental Thermal and Fluid Science, International Journal of Heat and Mass Transfer, Journal of Visualization, Теплофизика и Аэромеханика, Теплофизика Высоких Температур и др.).

На основании анализа содержания рукописи и автореферата диссертации В.С. Сердюкова можно сделать вывод о том, что **диссертационная работа соответствует требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней**, утвержденного Постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г. (с изменениями на 01.10.2018 г.), так как является **законченной научно-квалификационной работой**, в которой содержится **решение крупной научно-технической проблемы**,

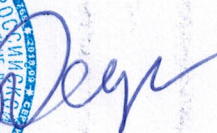
имеющей **существенное значение** для теории теплообмена при кипении жидкостей в условиях разных давлений.

Учитывая вышеизложенное, **считаю, что В.С. Сердюков заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.14 – теплофизика и теоретическая теплотехника.**

Официальный оппонент, д-р физ.-мат. наук, профессор
(01.04.14, физико-математические науки),
профессор Научно-образовательного центра И.Н. Бутакова
Национального исследовательского
Томского политехнического университета
Стрижак Павел Александрович
(3822) 606-102
pavelpsa@tpu.ru



Подпись П.А. Стрижака заверяю
Ученый секретарь Национального
исследовательского Томского
политехнического университета
Ананьева Ольга Афанасьевна



Национальный исследовательский
Томский политехнический университет
634050, г. Томск, пр. Ленина, д. 30
т. 8(3822), 701-777, доп. 1910.

20.11.2020