

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Лобанова Павла Дмитриевича  
**«Экспериментальное моделирование локальной гидродинамики и теплообмена в элементах ядерных энергетических установок»**,  
представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 1.3.14 – Теплофизика и теоретическая теплотехника

Целью диссертационной работы Лобанова П.Д. является экспериментальное исследование гидродинамической структуры и теплообмена одно- и двухфазных турбулентных потоков теплоносителя в элементах ядерных энергетических установок (ЯЭУ). Особая актуальность и ценность данной работы связаны с изучением локальных характеристик течений и теплообмена однофазных и двухфазных течений, в том числе и для тяжелого жидкометаллического теплоносителя.

В первой главе приведен обзор работ, относящихся к теме диссертации, вторая глава посвящена обзору современных методов проведения теплофизического эксперимента исследованию локальных характеристик течения и теплообмена двухфазной жидкости, которые использовались при выполнении работы. В последующих главах автор приводит результаты конкретных экспериментальных исследований следующих задач:

В частности, автором рассмотрены следующие задачи:

- влияние дистанционирующих и перемешивающих решеток на гидродинамические параметры и теплообмен при однофазных и двухфазных течениях теплоносителя в 7-ми и 37-ми стержневых моделях тепловыделяющих сборок РУ АЭС-2006.
- локальные гидродинамические характеристики и теплообмен двухфазных течений в элементах реакторных установок с водяным и тяжелым жидкометаллическим теплоносителями;
- смешение разнотемпературных потоков тяжелого жидкометаллического теплоносителя.

Для каждой из задач разработаны методика проведения эксперимента, имеющая свою специфику.

Полученные автором результаты являются новыми и практически значимыми, поскольку могут быть использованы при обосновании проектно-конструкторских решений для реакторных установок с жидко-металлическим

теплоносителем. Достоверность результатов подтверждается использованием надёжных методов измерений, повторяемостью результатов и сравнением экспериментальных данных с расчетом.

К некоторым недостаткам работы можно отнести следующие:

На стр. 15 говорится об измерении осевой скорости в 7-ми и 37-ми стержневых сборках, результаты для 7-ми стержневой сборки приведены на рисунках 6 и 7, однако о результатах исследования в 37-ми стержневой сборке ничего не говорится.

На стр. 17 говорится о полученной автором корреляции для интенсификации теплообмена, а на рисунке 8а приведено сравнение результатов расчетов с данными экспериментов, при этом не говорится о том, по какой корреляции проведен расчет – полученной автором или взятыми из приведенных на той же странице ссылках.

На стр. 22 ссылка на рисунок 13а говорит о том, что на рисунке приведена гистограмма распределения диаметра пузырей, хотя на самом рисунке изображено теневое изображение распределения для 8 экспериментов, хотя условия проведения этих экспериментов не обсуждаются.

На стр. 24 на рисунках 15 а,б наряду с данными, полученными в эксперименте приведены расчетные данные. При этом в тексте автореферата отсутствует обсуждение результатов сравнения и возможных причинах их отклонений.

На стр. 26 при обсуждении результатов, представленных на рисунке 17, говорится о хорошем соответствии результатов экспериментов с расчетом, однако сведения о методике расчета не приводятся.

Стр.29 при описании результатов экспериментов при вариации уровня теплоносителя и начального давления, говорится, что результаты экспериментов приведены в виде линий черного цвета, в то же время на рисунке присутствуют линии красного и цвета, которые были использованы для настройки теплогидравлического кода HYDRA/IBRAE/LM. При этом остаётся непонятным, что это – данные расчета по коду или данные эксперимента. На рисунке есть ещё одна не описанная в автореферате кривая, которая отличается от качественно совпадающих черной и красной кривыми.

Замечания по оформлению автореферата:



На стр. 15 пропущен предлог «к» в предложении: «Установлено, что наличие ДР в потоке приводит интенсификации степени турбулентности течения».

На стр. 20 неверный падеж в предложении: « Эти явления были рассмотрены в работе более подробна на основе моделирования течений газожидкостным потоком», надо «...газожидкостного потока».

На стр. 23 рисунки 13а, 14а,б и 18б,в следовало бы сделать в цвете, оттенки серого плохо различимы, особенно на рисунках 14а и 18.

На стр. 30 непонятное предложение: «В пристенной области градиент скорости жидкости соответствует для различных расходов жидкости».

На стр. 31 не вполне корректное предложение: «Были проведены измерения распределений температуры жидкости по поперечному сечению и стенки в области смешения».

Диссертационная работа представляет собой серьезное исследование в области экспериментальных исследований процессов тепломассопереноса в однофазных и двухфазных средах. Автор, безусловно, внес большой личный вклад в разработку современных методов проведения теплофизических измерений и анализа результатов экспериментов. Полученные данные могут использоваться для валидации расчетных кодов CFD и DNS классов.

Автором проведены экспериментальные исследования по выявлению фундаментальных механизмов переноса массы, импульса и энергии в элементах конструкции ядерных энергетических установок для однофазных и двухфазного теплоносителя, что в полной мере соответствует формуле специальности 1.3.14 – Теплофизика и теоретическая теплотехника.

По теме диссертации автором опубликовано 60 печатных работ, основные результаты диссертации опубликованы в 22 работах, изданных в ведущих российских и зарубежных реферируемых журналах из перечня ВАК при Минобрнауки РФ, а также докладывались на международных и национальных конференциях и семинарах.

Судя по автореферату, диссертационная работа полностью соответствует критериям, предъявляемым к докторским диссертациям на соискание ученой степени доктора технических наук в соответствии с пунктами 9-11, 13, 14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. №842, а соискатель

Лобанов Павел Дмитриевич заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 1.3.14 – Теплофизика и теоретическая теплотехника.

Доктор физико-математических наук  
(01.04.14 – Теплофизика и молекулярная физика)  
старший научный сотрудник  
Заместитель директора  
ФГБУН Институт проблем безопасного развития атомной энергетики РАН



Стрижов Валерий Федорович

10.03.2022

Подпись В.Ф.Стрижова заверяю.  
Ученый секретарь,  
кандидат технических наук

Калантаров В.Е.

Почтовый адрес: 115191, г. Москва, Бояшная Тульская, 52

Тел.: 8 495 955-22-18

Адрес электронной почты: [pbl@ibrae.ac.ru](mailto:pbl@ibrae.ac.ru)

Наименование организации: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Институт проблем безопасного развития атомной энергетики РАН.