

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Рандина Вячеслава Валерьевича «Гидродинамическая структура и теплообмен двухфазных газожидкостных потоков», представленной на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.02.05 – механика жидкости, газа и плазмы

Содержание диссертационной работы В.В. Рандина, изложенное в автореферате, составляет результаты проведенных автором детальных измерений внутренней структуры двухфазных газожидкостных потоков в разных режимах. Тема работы безусловно **актуальна**: двухфазные газожидкостные течения имеют место в теплообменных устройствах энергетических установок, включая ядерные, в том числе и в аварийных режимах. В то же время имеющаяся экспериментальная информация не покрывает полностью всех условий и режимов таких течений. Работа автора способствует восполнению пробелов в экспериментальных данных и пониманию явлений, определяющих характеристики таких течений.

Автором проведены прецизионные измерения важнейших характеристик газожидкостных потоков - распределения газосодержания, скорости жидкости, турбулентных пульсаций, механических напряжений, теплового потока – в разных условиях течения. Такие измерения выполнены для опускного вертикального пузырькового потока в турбулентном режиме (глава 3), а также в квазиламинарном режиме (глава 4). Получены данные измерений для восходящего вертикального потока в снарядном режиме (глава 5), а также данные по исследованию пузырькового течения (включая данные по теплообмену) в наклонном канале при разных углах наклона (глава 6).

Все эти исследования относятся к тем режимам двухфазных течений, по которым в настоящее время экспериментальная информация недостаточна. Многие полученные автором результаты являются новыми и получены впервые. Так, впервые получены данные измерений, касающиеся распределения газосодержания, скорости, интенсивности турбулентных пульсаций в опускном пузырьковом турбулентном течении. Впервые получены данные о структуре опускного газожидкостного потока с докритическими числами Рейнольдса. Автором получены новые данные, касающиеся трения и теплообмена в пузырьковом двухфазном потоке в наклонных каналах, и установлен диапазон углов наклона, где наиболее существенно влияние газовой фазы. Установлен

интересный эффект сильного влияния малых добавок газовой фазы на характеристики течения. Все эти результаты определяют научную **новизну** работы.

Для проведения этих исследований автор модифицировал методику локальных гидродинамических измерений, основанную на электродиффузионном методе, и адаптировал ее к пристеночным измерениям. Используется также методика измерения теплообмена на основе термосопротивлений, методика теневой фотографии. Автор вообще много внимания уделяет методикам измерений, тщательно обосновывает их применимость, дает оценку ограничений и погрешности измерений. Все это делает полученные им результаты вполне **достоверными** и обоснованными.

Полученные автором результаты исследования существенно дополняют базу данных по характеристикам двухфазных газожидкостных течений и дают основу для развития новых физических моделей для описания таких течений. Полученные автором данные могут быть использованы для верификации расчетных кодов, предназначенных для оценки теплообмена и гидравлического сопротивления в контурах охлаждения ядерных реакторов, в том числе, в аварийных режимах. В этом состоит **практическая ценность** работы.

Результаты, представленные в работе, многократно докладывались и обсуждались на различных международных и российских конференциях и семинарах. Материалы работы достаточно полно опубликованы в журналах из перечня ВАК - 18 статей.

Представленный в автореферате список публикаций достаточно полно отражает **личный вклад** автора в получение результатов, вынесенных на защиту.

В качестве замечания можно отметить, что в тексте реферата не сказано о том, какие эмпирические и полуэмпирические методики, применяемые сейчас для расчета газожидкостных потоков, могли бы быть уточнены на основе полученных автором результатов.

Несмотря на отмеченный недостаток, работа достойна высокой оценки. Это законченная научная работа, сделанная на высоком уровне. Ее результаты расширяют базу знаний о газожидкостных двухфазных потоках и имеют практическое значение.

Содержание диссертации, изложенное в автореферате, соответствует паспорту специальности.

На основании изложенного считаю, что диссертация В.В. Рандина. удовлетворяет всем требованиям ВАК, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по заявленной специальности и полностью соответствует требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», а В.В. Рандин заслуживает присуждения ему ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.02.05 – механика жидкости, газа и плазмы.

Заместитель заведующего отделением

Анализа безопасности ядерных энергетических установок

Института проблем безопасного

развития атомной энергетики

Российской академии наук

д.ф.-м.н



Семенов Владимир Николаевич

25.04.19

115191, Москва, Б.Тулская, 52

8 (495) 955-22-59

sem@ibrae.ac.ru

Подпись В.Н. Семенова удостоверяю.

Ученый секретарь ИБРАЭ РАН

К.Т.Н.



В.Е. Калантаров