

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.

Актуальность тематики диссертационной работы. Течения двухфазных паро- и газожидкостных потоков широко распространены в традиционной и ядерной энергетике, химической технологии и биотехнологии, при совместном сборе и транспорте нефти и газа, очистке сточных вод и других высокотехнологичных отраслях народного хозяйства. При этом используются каналы различных геометрических форм, размеров и пространственной ориентации в широкой области режимных условий течения. Совершенствование их конструкций наряду с обеспечением эффективной и надежной работы на основе использования современных экспериментальных – оптических, электродиффузионных и других локальных методов исследования «тонкой структуры» полей течений является актуальной проблемой.

Научная новизна заключалась в том, что:

- Разработана методика проведения комплексного экспериментального исследования гидродинамической структуры двухфазных газожидкостных течений в различных условиях и, что особенно важно, детального изучения «тонкой структуры» - характеристик пульсаций пузырьков и их размеров непосредственно в пристенной области.
- Впервые получены экспериментальные данные о гидродинамической структуре опускающего пузырькового течения в развитом турбулентном режиме, включая пристенную зону течения.
- Показано наличие механизмов демпфирования турбулентных пульсаций в пристенной зоне газожидкостного потока. Показано существенное влияние дисперсности газовой фазы на пульсационные характеристики трения и скорости.
- Впервые получены экспериментальные данные о структуре опускающего пузырькового течения при докритических числах Рейнольдса жидкой фазы. Показано качественное подобие структур течения в развитом турбулентном и псевдоламинарном режимах.
- Получены результаты исследования восходящего снарядного течения методом условного осреднения по ансамблю реализаций. Получена осредненная структура течения в жидких пробках и в пленках жидкости вокруг газовых снарядов.
- Получены новые результаты по трению и теплообмену в пузырьковом газожидкостном течении в прямоугольном канале при различных углах наклона. Показано, что наиболее существенное влияние газовой фазы наблюдается при промежуточных углах наклона относительно вертикали.
- Экспериментально показано значительное влияние малых концентраций газовой фазы на гидродинамические характеристики и теплообмен пузырькового течения в различных условиях.

Научная и практическая значимость. Полученные результаты способствуют более глубокому пониманию процессов, происходящих в опускающем пузырьковом течении, и влиянию газовой фазы на турбулентную структуру потока и могут быть использованы для реализации эффективных методов управления тепломассопереносом в газожидкостных потоках. Экспериментальные данные в наклонном канале позволяют выяснить влияние силы тяжести на движение газожидкостных смесей. Анализ экспериментальных данных позволяет

создать реальную физическую картину газожидкостных течений и может служить основой разработки и верификации современных термогидравлических кодов, что поможет при создании технологического оборудования. Особо высокую значимость имеют экспериментальные данные о «тонкой структуре» пристенной зоны, - степени влияния пульсаций и размеров пузырьков на профили скорости жидкости и сопротивление трения.

Достоверность полученных результатов основана на использовании отработанных методов измерений и проведенном анализе погрешностей. Используемые методики измерений тестировались для условий однофазных потоков и сравнивались с известными в литературе зависимостями. Полученные экспериментальные результаты в соответствующих областях режимных параметров качественно совпадают с известными в литературе расчетами других авторов.

Положения, выносимые на защиту, содержат формулировки основных результатов экспериментальных исследований в области гидродинамики и теплообмена двухфазных потоков, а именно:

1. Результаты экспериментального исследования локальных средних и пульсационных характеристик опускного пузырькового потока в вертикальной трубе в турбулентном режиме течения.
2. Результаты экспериментального исследования опускного пузырькового течения при докритических числах Рейнольдса в «псевдо-ламинарном» режиме.
3. Результаты измерения локальных гидродинамических характеристик в жидких пробках и в пленках жидкости вокруг газовых снарядов в восходящем снарядном течении.
4. Результаты исследования влияния пузырей и угла наклона канала на гидродинамику и теплообмен в пузырьковом течении в наклонном плоском канале.

Личный вклад автора.

Основные научные результаты, включенные в диссертацию и выносимые на защиту, получены соискателем лично. Им получены экспериментальные данные, проведен их анализ и интерпретация, оценка погрешностей измерений, сформулированы заключения, послужившие основой выводов диссертации. Постановка решаемых задач проводилась диссертантом как лично, так и совместно с д.ф.-м.н. О.Н. Кашинским. Автор принимал непосредственное участие в создании и отладке систем измерения на основе электрохимического метода. Он разработал алгоритмы обработки данных, подготовил экспериментальные установки и измерительное оборудование, провел измерения и обработку экспериментальных данных, подготовил публикации по результатам исследований.

Публикации. В реферате: а) указаны 18 статей в изданиях, рекомендованных ВАК, б) в целом, результаты диссертации были представлены в 46 публикациях.

Итоги рецензирования материала автореферата.

Как видно из текста автореферата, работа Вячеслава Валерьевича Рандина представляет собой академическое по постановке, высокопрофессионально реализованное с использованием современных средств измерения, собрание экспериментов, нацеленных по совершенствованию знаний о структуре газожидкостных потоков. Полученные экспериментальные данные с фиксацией «тонкой структуры» распределений гидравлических параметров представляют большую ценность для разработки и верификации гидродинамических моделей современных расчетных кодов, необходимых для анализа термогидравлических процессов, как при проектировании, так и обосновании их безопасной

работы.

К недостаткам изложения материала автореферата можно отнести следующие замечания:

1. В конце описания каждой из глав автореферата отсутствуют заключения, суммирующие и обобщающие и полученные в представленной диссертации результаты. Это понижает, в целом, благоприятное впечатление о высоком качестве данной работы.
2. В автореферате ни в табличной, ни в какой-либо иной форме не приведены области режимных и геометрических параметров, в которых осуществлены автором эксперименты в сравнении с имеющими в литературе данными.
3. В содержании глав 2–6 автореферата отсутствуют конкретные данные об оценках погрешностей проведенных экспериментальных исследований, в частности, не указано: а) влияние порога дискриминации газовой фазы, б) дисперсности размеров газовых включений, а также в) параметров электрохимических датчиков на результаты измерений.
4. В главе 4 автореферата представлено описание экспериментов по опускному пузырьковому течению в «псевдоламинарном» режиме течения. Следует отметить, что пульсации скорости жидкости в «псевдо-ламинарном» режиме расслаиваются. Пульсации для малых расходных газосодержаний (0.005 и 0.01) расположены ниже, чем пульсации для более высоких значений газосодержания. Тогда как в турбулентном режиме такого расслоения не наблюдалось. Не приведено объяснения данного эффекта.
5. В работе «показано значительное влияние малых концентраций газовой фазы на гидродинамические характеристики и теплообмен пузырькового течения в различных условиях», однако не приведены авторские корреляции, описывающие этот эффект.

Заключение

В целом, указанные недостатки не снижают научной и методической ценности выполненной соискателем работы, полученные результаты являются новыми научными знаниями в малоисследованных (низко-рейнольдсовых) областях гидродинамики и теплообмена двухфазных потоков в каналах различной формы и ориентации.

Проведенные исследования представляют комплекс законченных НИР, имеющих большое научное и практическое значение, выполненных самостоятельно на высоком научном уровне, а их автор Рандин Вячеслав Валерьевич заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.02.05 - механика жидкости, газа и плазмы.

Главный специалист Теплофизического отделения
АО ОКБ «ГИДРОПРЕСС», д.т.н.
Е-мэйл: komienko_un@grpress.podolsk.ru, сот.:8-910-593-4318


Ю.Н. Корниенко

Подпись Ю.Н. Корниенко заверяю
Начальник отдела кадров АО ОКБ «ГИДРОПРЕСС»



Е.Б. Яркина

д.т.н. Корниенко Юрий Николаевич, Главный специалист АО ОКБ «ГИДРОПРЕСС»
142103, Московская обл., г. Подольск, ул. Орджоникидзе д. 21. Е-mail: grpress@grpress.podolsk.ru