

НЕКОТОРЫЕ ЗАДАЧИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ТЕПЛООБМЕНУ И ГИДРОДИНАМИКЕ ДЛЯ СОВРЕМЕННЫХ РЕАКТОРНЫХ УСТАНОВОК

Н.А. Прибатурин

Институт теплофизики СО РАН, Новосибирск, Россия

Одной из первоочередных задач теплофизики современных ядерных реакторных установок является установление закономерностей протекания ключевых теплофизических процессов при течении теплоносителей в условиях интенсивных фазовых переходов, обосновании новых подходов к интенсификации теплообмена в тепловыделяющих сборках (ТВС), двухфазных течениях, межфазных взаимодействиях в межконтурных течениях, течениях жидкометаллических теплоносителей. Экспериментальное исследование теплообмена и гидродинамики реальных течений теплоносителей должно идти по пути понимания физических механизмов проявления изучаемого процесса с постепенным усложнением объекта исследования. В этой связи особую роль приобретает физическое моделирование относительно простых геометрически, но сложных по структуре неизотермических течений, которые необходимо использовать как для теплогидравлического обоснования принимаемых проектных решений, так и как тесты для верификации расчетных кодов нового поколения, в том числе CFD расчетов.

Учитывая накопленную к настоящему времени обширную отечественную и зарубежную базу экспериментальных данных, задачи дополнительных экспериментов состоят в получении локальных осредненных и пульсационных данных по распределениям скоростей, температуры, газо- и паросодержания, их спектрам и корреляциям, динамическим взаимодействиям между паром и жидкостью. Особое внимание должно уделяться обоснованности проведения экспериментов с точки зрения применимости их результатов для реальных условий работы реакторной установки, надежности и точности получаемых данных.

В докладе рассмотрены основные результаты экспериментальных исследований, выполненных в ИТ СО РАН за период 2005 -2015 годов. Задачи исследований заключались в изучении формирования конденсационных гидроударов в трубопроводах, интенсификации теплообмена в ТВС новых типов, в том числе при наличии двухфазного течения, моделировании разгерметизации трубопроводов с высокоэнтальпийным теплоносителем, определении основных закономерностей формирования струй вскипающего теплоносителя при внезапном разрыве трубопровода и их взаимодействия с преградами, выполнении модельных исследований (совместно с ИБРАЭ РАН) течений тяжелого жидкометаллического теплоносителя (ТЖМТ) в условиях тепловой перемежаемости потока и межфазного взаимодействия с газом и паром. Работы с ТЖМТ направлены на изучение особенностей теплообмена и гидродинамики при малых числах Прандтля, взаимодействию теплоносителя с газом и водяным паром, определению возникновения областей с повышенной циклической тепловой нагрузкой.

Данные проведенных экспериментальных исследований применяются при обосновании проектных решений при вводе в эксплуатацию новых ТВС, учете нагрузок на корпус реактора при максимально возможной аварии с потерей теплоносителя, работы пассивной системы охлаждения. Результаты этих работ также используются для обоснования адекватности предлагаемых расчетных моделей, тестирования, в том числе проведения «слепых тестов», верификации CFD кодов.