

ВЕРИФИКАЦИЯ 3D CFD КОДА «GIDR-3M» НА ЗАДАЧЕ О КИПЕНИИ НЕДОГРЕТОЙ ЖИДКОСТИ

В.В. Даничев¹, М.Н. Загуменный¹, Л.П. Смирнов¹,
А.И. Федюшкин^{1,2}, В.С. Устинов¹

¹ НИЦ «Курчатовский институт

² Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН

Процессы кипения жидкостей давно исследуются поскольку широко используются и играют важную роль в промышленности, в технологиях получения материалов, энергетике, в процессах интенсивного охлаждения нагреваемых поверхностей. Несмотря на большое количество научных работ по кипению, явление кипения до настоящего времени изучено недостаточно и нет единой математической модели кипения, без эмпирических предположений. Это связано с тем, что физические процессы, происходящие при кипении, являются сложными, многофакторными с точки зрения тепломассообмена, гидродинамики движения и взаимодействия паровых пузырьков, фазового перехода жидкости в пар, зарождения центров и частоты образования пузырьков. Первые исследования процессов кипения были экспериментальными, затем наряду с экспериментальными работами стали появляться теоретические работы с аналитическими приближениями и только в последние десятилетия появились работы по численному моделированию, использующие накопленные эмпирические и теоретические знания для замыкания математических моделей.

Проблема подкипания теплоносителя первого контура (кипения недогретой жидкости) в активной зоне является актуальной для водородного энергетического реактора (ВВЭР). От паросодержания зависят нейтронно-физические характеристики реактора, водно-химический режим теплоносителя и локальный перегрев оболочек ТВЭЛов влияет на надежность активной зоны. В данной работе приводятся результаты численного моделирования охлаждения ТВЭЛов с использованием трехмерного программного CFD кода «GIDR-3M», разработанного авторами. Проведены

верификационные расчеты процесса подкипания теплоносителя для топливной сборки FRIGG (FT-6a), состоящей из шести электрически нагреваемых стержней в цилиндрическом сосуде давления. Результаты расчетов сравнены с экспериментальными данными по распределению паровой фракции.

Разработана модель, кипения недогретой жидкости теплоносителя с учетом течения пароводяной смеси и реализована в отечественном 3D коде GIDR-3M. Сравнение результатов расчетов по коду GIDR-3M с экспериментальными данными показало хорошее согласие по распределению паросодержания, что правильно отражает характер протекающих процессов в двухфазной среде.