

Анализ теплогидродинамики циркуляционных контуров с помощью кода БАГИРА.

Калиниченко С.Д., Крошилин А.Е., Крошилин В.Е.

ВНИИАЭС

Теплогидродинамический код БАГИРА представляет собой код улучшенной оценки исследовательского класса точности, позволяющий моделировать трехмерные нестационарные течения двухскоростной двухтемпературной парогазожидкостной смеси. В коде используются наиболее точные замыкающие соотношения и полунейная численная схема, точно (т.е. без упрощающих приближений) аппроксимирующая параметры в каждой расчетной ячейке. Код БАГИРА разрабатывался как универсальный с точки зрения моделируемых режимов течения теплоносителя, что позволило использовать его для решения всевозможных теплогидродинамических задач, связанных с безопасностью АЭС, таких как, например, исследование особенностей циркуляции в парогенераторах АЭС; взаимодействие струи, возникающей при разрыве ГЦК, с перегородками в АЭС и др.

В последнее время были выполнены следующие работы. Код БАГИРА был интегрирован в полномасштабный тренажер Калининской АЭС. В рамках этого тренажера, помимо одномерных моделей циркуляционных петель, моделируются трехмерные течения в корпусе реактора и двумерные – в парогенераторах, причем расчет всех режимов (включая сложные аварийные) осуществляется в масштабе реального времени. Проведенный численный анализ показал, что трехмерные эффекты играют существенную роль в следующих режимах: изменение расхода теплоносителя в одной или нескольких петлях; работа энергоблока на неполном числе петель; нарушение условий теплоотвода со стороны второго контура; внесение положительной или отрицательной реактивности в ограниченный сектор активной зоны; отказ работы части систем аварийного охлаждения реактора; перегрев и разрушение АЗ в локальных областях. В настоящее время идет сдача тренажера заказчику.

Помимо данного проекта в рамках непрерывно проводимых работ, направленных на совершенствование и верификацию кода БАГИРА была усовершенствована методика моделирования процессов, происходящих при повторном заливе, а также проведен расчет эксперимента по исследованию разогрева и расхолаживания испарительных каналов, выполненного сотрудниками ИАЭ. Методика моделирования соответствующих явлений базируется на использовании алгоритма для расчета скорости продвижения фронта смачивания вдоль канала, нагретого до температур, превышающих значение температуры Лейденфроста. Результаты численного моделирования свидетельствуют, что получено хорошее согласование экспериментальных и расчетных данных.

Выполненные работы продемонстрировали широкие возможности кода БАГИРА по моделированию разнообразных теплогидродинамических задач.