

## Численное моделирование процесса расхолаживания реактора БН

### Название проекта/исследования

Численное моделирование процесса расхолаживания реактора БН.

### Авторы, место работы, e-mail

С. В. Жлуктов, ООО «ТЕСИС», [sz@tesis.com.ru](mailto:sz@tesis.com.ru)

М.Л. Сазонова, ООО «ТЕСИС», [ms@flowvision.ru](mailto:ms@flowvision.ru)

В.В. Шмелев, ООО «ТЕСИС», [shvv@flowvision.ru](mailto:shvv@flowvision.ru)

### Аннотация к описанию проекта

С помощью ПК FlowVision HPC проводится моделирование процесса расхолаживания реактора БН. Расчеты были проведены для подтверждения эффективности пассивной системы аварийного отвода тепла с погружными теплообменниками.

### Описание проекта/исследования

Эксплуатация реакторных установок связана с большим риском для здоровья людей и окружающей среды. В связи с этим создание аварийных систем требует детальной проработки конструкции, которая связана с большим объемом теоретических расчетов и экспериментальных исследований.

Аварийная система предназначена для отвода остаточных тепловыделений от остановленного реактора к конечному поглотителю – атмосферному воздуху. Эта система состоит из четырех независимых петель, каждая из которых включает в себя три теплопередающих контура: контур в баке реактора, промежуточный и воздушный контуры (рис. 1).

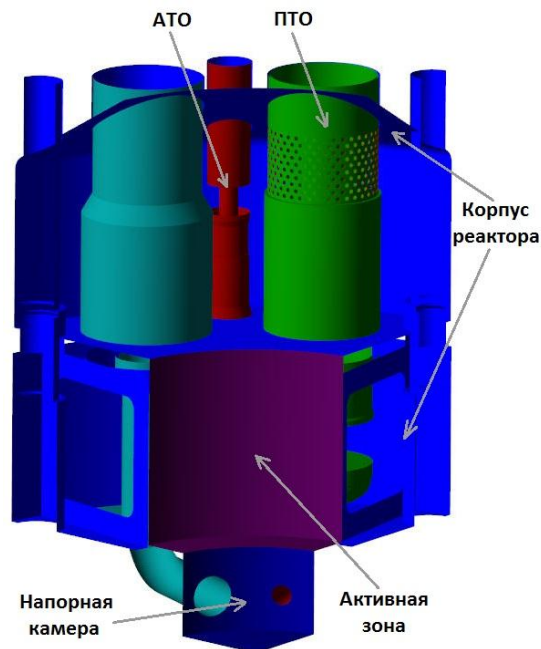


Рис. 1 – Конструкция аварийной системы

В ходе расчета были рассмотрены два режима работы аварийной системы.

### Режим номинальный

Натрий от главного насоса по трубопроводу поступает в напорную камеру реактора и распределяется по активной зоне. Нагретый натрий поступает в полость над активной зоной, откуда через опорную обечайку подается в теплообменник. Далее охлажденный теплоноситель первого контура выходит в сливную камеру. Обратный клапан аварийной системы под действием напора главного насоса находится в закрытом состоянии.

#### **Режим расхолаживания**

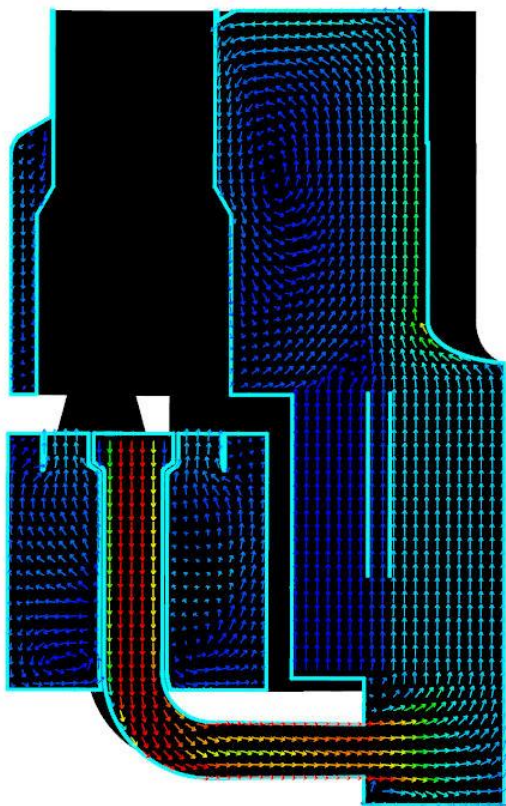
После остановки главного насоса аварийный клапан открывается и обеспечивает доступ натрия, охлажденного в аварийном теплообменнике, в напорную камеру реактора и далее в активную зону.

Моделирование в программном комплексе FlowVision НРС течения рабочего вещества (натрия) в проточной части первого контура реактора выполнено в рамках модели турбулентного течения несжимаемой жидкости с использованием стандартной  $k-\epsilon$  модели турбулентности. Математическая модель представляла собой систему уравнений, в состав которой входили:

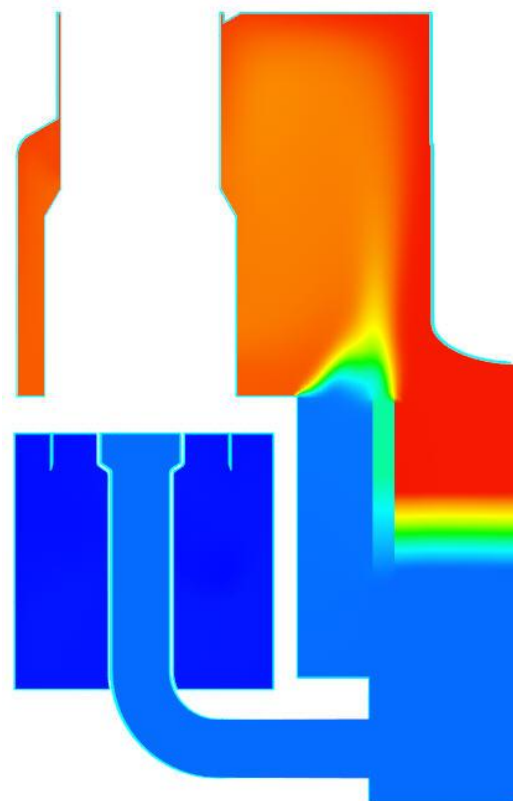
- уравнение энергии;
- уравнения Навье-Стокса;
- уравнения  $k-\epsilon$  модели турбулентности;

При моделировании номинального режима работы реактора использовались граничные условия типа «вход/выход», «стенка» и «свободный выход». Для режима расхолаживания задача усложнялась переменным во времени граничным условием на входе в расчетную область. Это граничное условие позволило смоделировать падение давления на входе при аварийном отключении главного насоса.

В результате решения были получены распределения температуры, давления и скорости для двух режимов работы реакторной установки.



Поле скоростей



Распределение температуры

Рис. 2 – Результаты моделирования в плоскости сечения главного насоса

В результате было проведено исследование особенностей теплогидравлики стратифицированного потока в верхней камере реактора БН и подтверждены принятые проектных решений об эффективности пассивной системы аварийного отвода тепла