Скалозубов Владимир
д.т.н., профессор
Чулкин Олег
к.т.н., доцент
Пирковский Денис
аспирант
Научный руководитель: д.т.н., професор Мазуренко А.С.
Одесский национальный политехнический университет
г. Одесса

АНАЛИЗ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ УСТАНОВКИ РЕГУЛЯТОРОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ НАСОСОВ СИСТЕМ БЕЗОПАСНОСТИ РЕАКТОРНЫХ УСТАНОВОК

В рамках повышения эффективности и надежности управления авариями с течами 1-го контура реакторных установок (РУ) малосерийных ВВЭР-1000/В-302, 338, для которых критичной является работоспособность системы аварийного охлаждения активной зоны высокого давления (САОЗ ВД), разработаны технические обоснования и решения [1] о необходимости модернизации этой системы путем регулирования подачи охлаждающей воды в 1-й контур, осуществляемого дополнительными запорно-регулирующими клапанами (ЗРК).По мнению разработчиков [1] осуществление такого регулирования позволит существенно повысить эффективность и надежность управления авариями с течью теплоносителя (в том числе и межконтурными течами): сократить время подключения системы аварийного охлаждения активной зоны низкого давления (САОЗ НД) после отключения САОЗ ВД,

ограничить потери теплоносителя, исключить отказы проектных арматур, исключить термошок и т.д. Непосредственное регулирование расхода САОЗ ВД предполагается осуществлять ЗРК, установленными на байпасе проектной арматуры на напорной линии САОЗ ВД, для поддержания необходимого запаса температуры теплоносителя ΔT_S до кипения и давления 1-го контура.

Примером таких регуляторов может быть система автоматического регулирования первой управляющей системы безопасности (УСБ-1) [2], в которой предполагается поддержание запасов до кипения ΔT_S = 10, 15 и 20 °С и фиксированного значения давления в трех режимах по выбору оператора: стерегущий режим (РСТ), режим поддержания запаса до кипения (ΔT_S), режим поддержания давления (РПД). Входными сигналами регуляторов являются – давление теплоносителя в 1-м контуре P; температуры теплоносителя в разных местах 1-го контура $T_{1к}$ и положение импульсного механизма регулятора H.

Контраргументами установки на байпасе регуляторов САОЗ ВД может быть следующее.

1. Установка ЗРК требует пересмотра всего проекта САОЗ ВД (в том числе, в связи с изменением гидравлических характеристик системы, с условиями регулирования и т.д.).

2. Регулирование расхода САОЗ ВД требует дополнительных действий операторов по выбору режимов регулирования, расхолаживания 1-го контура [2], что снижает при прочих равных условиях надежность управления аварией из-за возможных ошибочных действий персонала.

ОП Запорожская АЭС совместно с научными организациями был проведен расчетный анализ кодом RELAP5 целесообразности установки ЗРК САОЗ ВД на серийных энергоблоках с ВВЭР-1000 (В-320). Расчеты проводились для аварий с течами 1-го контура и межконтурными течами, в которых критичной является работоспособность САОЗ ВД, в проектном режиме и при установке ЗРК. Анализ полученных результатов не позволяет сделать однозначный вывод о целесообразности установки ЗРК САОЗ ВД на ВВЭР-1000 (В-320), что и определяет актуальность этой работы.

Литература

1. ТР.0.38.01.1656. О регулировании расхода впрыска в 1-й контур от насосов САОЗ ВД при компенсируемых течах теплоносителя 1-го контура на РУ В-302 и В-338 энергоблоков № 1 и № 2 ЮУАЭС: Концептуальное техрешение. 2008.

2. УСБ1.21001.ПБ.01.2-1.М. Программно-технический комплекс системы аварийных регуляторов первой управляющей системы безопасности энергоблока № 1 ЮУАЭС на базе ПТК «Вулкан-М-АР-1/1». Львов: ОРГРЭС. 2009.

3. ТУ У 29.1-24930577-002-2004. Арматура энергетическая. Клапаны регулирующие типа «Диск» DN 50-700.

4. 38-223.203.007.БД.01-09. Ровенская АЭС. Энергоблок № 4.

Окончательный отчет по анализу безопасности. Глава 15. Анализпроектныхаварий. База данных по ЯППУ.

5. 804.17833618.070481.С1.21.1-1М. Система автоматического регулирования реакторного отделения РАЭС. Альбом алгоритмов САР УСБ2 бл. № 1 РАЭС. – ТЕХЭНЕРГО, 2008.

6. Герлига В.А., Хабенский В.Б. Нестабильность потока теплоносителя в энергооборудовании АЭС. Москва: Атомэнергоиздат, 1994. 288 с.

7. Коврижкин Ю.Л., Скалозубов В.И. Термоакустическая неустойчивость теплоносителя в активной зоне ВВЭР. Одесса: ТЭС, 2003. 172 с.