

## АНАЛИЗ СИСТЕМ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОЕКТА АЭС-2006

Хроленков П.А., Шабалина Ю.А.  
(Научный руководитель – Архангельская Т.М.)  
Белорусский национальный технический университет

Общая радиационная безопасность эксплуатации АЭС обеспечивается конструктивно-технологическими и организационными мероприятиями, направленными на исключение утечки радиоактивных веществ за пределы рабочих контуров и/или локализацию их в случае выхода.

К основным техническим средствам непосредственного обеспечения радиационной безопасности АЭС относятся: физические барьеры на пути возможного распространения радиоактивных веществ, системы локализации источников радиационного воздействия и защиты персонала, система средств радиационного контроля источников радиационной опасности, системы вентиляции зоны контролируемого доступа, система сбора, переработки и хранения в спецхранилищах радиоактивных отходов.

АЭС-2006 – краткое наименование эволюционного проекта АЭС, разработанного на базе российского проекта ВВЭР-1000.

Проектом гарантируется радиационная защита персонала и населения при обслуживании всех проектируемых процедур и процессов, реализуемых на АЭС, на всех жизненных циклах АЭС, при всех эксплуатационных состояниях. Высокая степень безопасности проекта АЭС-2006 обеспечена множеством факторов. Основные из них – это принцип самозащищенности реакторной установки, наличие нескольких барьеров безопасности и многократное дублирование каналов безопасности. В реакторах ВВЭР применена композиция активной зоны, которая обеспечивает «самозащищенность» реактора или его «саморегулирование». В проекте АЭС-2006 применяется двухконтурная схема, в которой тепло может отводиться прямо в воздух без участия каких-либо внешних источников водоснабжения. Двухконтурная схема принципиально более безопасна, чем использованная в Японии одноконтурная, потому что все радиоактивные среды находятся внутри защитной оболочки (контайнмента), а в первом контуре нет пара - риск «оголения» топлива

и его перегрева принципиально ниже. Кроме того, реакторы ВВЭР комплектуются 4 парогенераторами, системы отвода тепла многопетлевые, то есть в них обеспечиваются значительные резервы воды.

На АЭС с водо-водяными реакторами (ВВЭР) с учетом принципа единичного отказа и возможного необнаруживаемого отказа предусмотрены 3 независимых канала систем безопасности, каждый из которых может выполнить функции всей системы. Система безопасности состоит из четырех барьеров на пути распространения ионизирующих излучений и радиоактивных веществ в окружающую среду. Первый – это топливная матрица, предотвращающая выход продуктов деления под оболочку тепловыделяющего элемента. Второй – сама оболочка тепловыделяющего элемента, не дающая продуктам деления попасть в теплоноситель главного циркуляционного контура. Третий – главный циркуляционный контур, препятствующий выходу продуктов деления под защитную герметичную оболочку. Наконец, четвертый – это система защитных герметичных оболочек (контайнмент), исключающая выход продуктов деления в окружающую среду. Если что-то случится в реакторном зале, вся радиоактивность останется внутри этой оболочки.

Все ядерные реакторы типа ВВЭР имеют контайнмент. При этом оболочка рассчитана не только на внешнее воздействие – например, падение самолета, смерч, ураган или взрыв. Контайнмент выдерживает внутреннее давление в  $5 \text{ кг/см}^2$  и внешнее воздействие от ударной волны, создающей давление 30 кПа, и падающего самолета массой 5 тонн.

В проекте заложена концепция, которая предусматривает не только средства предотвращения аварий, но и средства управления последствиями запроектных аварий, обеспечивающих локализацию радиоактивных веществ в пределах гермооболочки. К ним относятся системы удаления водорода; защиты первого контура от превышения давления; отвода тепла через парогенераторы; отвода тепла от защитной оболочки и устройство локализации расплава (УЛР, так называемая «ловушка расплава»). По проекту АЭС-2006 в настоящее время сооружаются 2 блока Ленинградской АЭС-2

Основные технические особенности проекта следующие: двойная железобетонная защитная оболочка, 4 канала активных систем безопасности, максимальное использование апробированных тех-

нических решений и оборудования, все трубопроводы, проходящие через оболочку, оборудованы локализирующей арматурой, доступ под оболочку осуществляется через шлюз для персонала, шлюз для оборудования и материалов и аварийный шлюз. В конструкции шлюзов предусмотрена невозможность одновременного открытия всех дверей любого шлюза во время работы станции.

Главная цель таких мер по обеспечению безопасности АЭС – гарантировать, что ни при каком сценарии не будет угрозы выхода радиоактивности за пределы площадки.