

СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ С РЕАКТОРОМ ВВЭР

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь*

Михайловская А. В., Гришкевич А. А.

Зацепин Е. Н. – канд. техн. наук, доцент

Белорусская АЭС – проект российской атомной станции нового поколения «3+» с улучшенными технико-экономическими показателями. Используемый реактор водо-водяной энергетический реактор ВВЭР, выполнен в соответствии с требованиями ядерной и радиационной безопасности. На сегодняшний день он является основой мировой мирной ядерной энергетики.

Проект базируется на критериях безопасности, содержащихся в нормативной документации, действующей в России, и учитывает рекомендации МАГАТЭ. В основу обеспечения безопасности в проекте АЭС заложен принцип глубоко эшелонированной защиты, а также системы технических и организационных мер по защите барьеров и непосредственной защите населения.

Основными принципами проектирования технических средств в проекте являются: принцип единичного отказа, пассивность и физическое разделение.

Системы безопасности предназначены для осуществления так называемых критических функций безопасности во время аварий: контроль цепной реакции, то есть остановка реактора, и контроль его подкритического состояния после установки – отвод остаточных энерговыделений реактора, ограничения распространения радиоактивных продуктов.

Ко всем системам безопасности в проекте применен принцип единичного отказа, в соответствии с которым функции безопасности выполняются при любом независимом от исходного события, вызвавшего аварию, отказе в системах безопасности. В серийных установках используемых на Белорусской АЭС кратность резервирования принята 3-100 %, то есть каждая система безопасности состоит из трех независимых каналов, каждый из которых самостоятельно способен обеспечивать выполнение проектных функций.

Системы безопасности включают систему аварийного охлаждения активной зоны САОЗ, спринклерную систему снижения давления в гермооболочке и систему аварийного парогазоудаления. Система аварийного охлаждения активной зоны является защитной системой безопасности и обеспечивает отвод тепла от активной зоны в аварийных режимах. Она состоит из двух узлов: пассивного и активного. Пассивный узел предназначен для первоначального быстрого залива активной зоны раствором борной кислоты при разрыве трубопровода первого контура, поскольку при этом быстро падает давление и обезвоживается активная зона. Активный узел состоит из двух независимых контуров: аварийно-планового расхолаживания и аварийного ввода (впрыска) бора.

Пассивная система аварийно-планового расхолаживания предназначена как для аварийного расхолаживания активной зоны и отвода остаточных энерговыделений, так и для планового расхолаживания установки при остановке и отводе остаточных энерговыделений при перегрузке топлива. Система начинает подачу не позднее, чем через 35-40 секунд с момента установления в первом контуре необходимого давления. В состав системы входят насосы, бак-прямо́к борированной воды и теплообменники аварийно-планового расхолаживания.

Активная система аварийного впрыска осуществляет подачу раствора борной кислоты в первый контур. Это необходимо при авариях с выделением положительной реактивности в активной зоне с сохранением высокого давления в контуре. Подача раствора обеспечивается не более чем через 5 минут после аварийного сигнала. В состав системы входят баки аварийного запаса борного концентрата и насосные агрегаты.

Спринклерная система предназначена для локализации аварий с разрывом трубопровода первого и второго контура в пределах гермооболочки. При такой аварии в гермооболочке возникает давление. Чтобы не допустить ее разрушения, а также связать радиоактивные изотопы йода и осуществлять аварийное заполнение бассейна выдержки топлива, спринклерная система подает раствор борной кислоты во множество форсунок под куполом гермооболочки. С помощью орошения спринклерным раствором во внутреннем объеме оболочки конденсируется пар и снижается давление. В состав системы входят центробежные и водоструйные насосы, баки спринклерного раствора и распылительные форсунки.

Система аварийного парогазотушения предназначена для удаления газовой смеси из оборудования первого контура: верхних точек реактора, компенсатора давления, коллекторов парогенераторов по первому контуру. Система представляет собой комплекс электроприводной запорной арматуры и трубопроводов, соединяющих основное оборудование первого контура с барботажным баком системы компенсации давления, в который производится сброс парогазовой смеси в случае необходимости.

Система аварийной подпитки парогенераторов предназначена для работы в условиях аварий системы питательной воды второго контура, что необходимо для создания условий расхолаживания реакторной установки. В состав системы входят насосы и баки химически обессоленной воды.

Предусматриваемое в проекте сочетание пассивных и активных систем безопасности обеспечи-

ваает отсутствие разрушения активной зоны в течение не менее 72 часов с начала возникновения тяжелой запроектной аварии при любом сценарии ее развития, а технические решения проекта гарантируют переход реакторной установки в безопасное состояние при любых комбинациях исходных событий (природных и техногенных), приводящих к потере всех источников электроснабжения.

Список использованных источников:

1. Андрушечко, С. А. АЭС с реактор типа ВВ-1000. От физических основ эксплуатации до эволюции проекта / С. А. Андрушечко, Афров А.М., Васильев Б.Ю., Генералов В.Н., Косоуров К.Б., Семченков Ю.М., Украинцев В.Ф. М.: Логос, 2010. – 604 с.
2. Матухов, Н. А. Динамика и прочность водо-водяных энергетических реакторов / Н. А. Матухов. М.: Наука, Исследование напряжений и прочности ядерных реакторов, 2004. – 440 с.

Библиотека БГУИР