

УСТРОЙСТВО ЛОКАЛИЗАЦИИ РАСПЛАВА ДЛЯ АЭС С ВВЭР-1200. ОСТРОВЕЦКАЯ АЭС

Горунов А. А., Райцын В. Г.

(научный руководитель – Архангельская Т. М.)
Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

Одним из технических средств управления ЗПА на АЭС с ВВЭР-1200 является УЛР активной зоны, которое предназначено для локализации тяжелой ЗПА, обеспечивая прием, размещение и охлаждение расплава активной зоны (кориума) в ограниченном пространстве под днищем корпуса реактора на внекорпусной стадии локализации ЗПА. Повышение безопасности достигается за счет исключения выхода жидких и твердых радиоактивных материалов за пределы УЛР, чем обеспечивается исключение повреждения системы герметичного ограждения зоны локализации аварий.

Расплав кориума после проплавления корпуса реактора попадает на нижнюю плиту, которая установлена на ферму-консоль и является направляющим аппаратом, обеспечивая поступление расплава на площадку обслуживания. Далее, расплав, прожигая площадку обслуживания, попадает внутрь корпуса УЛР, где вступает во взаимодействие со специальным наполнителем, постепенно разогревая корпус УЛР. Образовавшийся расплав начинает разрушать тепловую защиту фланца корпуса и разогревать излучением ферму-консоль.

Для охлаждения наружной поверхности корпуса УЛР используется вода из приемка защитной оболочки, поступающая туда в результате истечения из первого контура, при этом в приемок через течь первого контура, помимо содержимого трубопроводов ГЦК, поступает вода из гидроаккумуляторов. Суммарный объем воды в приемке и на полу гермооболочки составляет более 1500 м³.

После попадания кориума в УЛР температура стенок корпуса УЛР снаружи охлаждаемых водой, постепенно повышается, вода нагревается и начинает кипеть. Пароводяная смесь эвакуируется по

паросбросным каналам. Начинается режим охлаждения расплава. Образующийся пар возвращается в гермозону выше отметки расположения выходных отверстий паросбросных каналов, что обеспечивает беспрепятственный выход пара из УЛР. Образующийся пар постепенно конденсируется на холодных поверхностях конструкций гермооболочки и собирается в приямок.

В корпусе УЛР и в ферме консоли установлены клапаны КПВ. Эти клапаны имеют рабочие элементы, обеспечивающие срабатывание на открытие при достижении заданной температуры. Клапаны первой группы, установленные в корпусе УЛР, сообщаются с объемом воды, расположенным в пространстве между корпусом УЛР и бетонной шахтой, то есть, с объемом воды в баке-приямке. Клапаны второй группы, установленные в ферме-консоли, сообщаются с объемом воды в шахтах ревизии ВКУ. Из двух групп клапанов КПВ первыми срабатывают клапаны, установленные в корпусе УЛР. Клапаны, установленные в ферме-консоли, являются вспомогательными и срабатывают только при задержке понижения температуры над поверхностью кориума после срабатывания клапанов первой группы. Возобновляемый запас воды в баке-приямке обеспечивает работоспособность клапанов первой группы неограниченное время.

Основные элементы УЛР представлены на рисунке.

Назначение основных составных частей (поставочных узлов) УЛР по направлению движения кориума следующее:

Нижняя плита.

Обеспечивает тепловую изоляцию днища корпуса реактора при НЭ. Направляет кориум после разрушения или проплавления корпуса реактора в наполнитель, обеспечивает защиту фермы-консоли и сухой защиты от разрушений, предохраняет от повреждений корпус УЛР.

Ферма-консоль.

Обеспечивает защиту корпуса УЛР и коммуникаций УЛР от разрушения со стороны кориума, является опорой для нижней плиты и имеет в своем составе:

- трубопроводы орошения кориума, обеспечивающие подключение системы подачи охлаждающей воды из шахты ревизии ВКУ,

охлаждающая вода по трубопроводы орошения поступает через ферму-консоль сверху на кориум;

- трубопроводы для отвода пара, обеспечивающие естественную циркуляцию парогазовой среды между подреакторным помещением бетонной шахты и гермозоной на стадии охлаждения кориума в УЛР отводом тепла через корпус УЛР; трубопроводы обеспечивают отвод насыщенного пара без превышения допустимого давления в бетонной шахте;

- подводящие трубопроводы, обеспечивающие поступление воздуха на охлаждение сухой защиты и нижней плиты при НЭ.

Площадка обслуживания.

Обеспечивает возможность наружного осмотра корпуса реактора, герметизирует наполнитель от попадания воды при ЗПА до поступления кориума в УЛР, обеспечивает тепловую защиту основания фермы-консоли при ЗПА.

Наполнитель.

Обеспечивает объёмное рассредоточение расплава кориума в пределах корпуса УЛР. Предназначен для доокисления кориума и его разбавления в целях уменьшения объёмного энерговыделения и увеличения поверхности теплообмена энерговыделяющего кориума с корпусом УЛР. Способствует созданию условий для всплытия топливосодержащих фракций кориума над слоем стали.

Корпус.

Обеспечивает длительное удержание и охлаждение кориума.

Данное устройство установлено на Островецкой АЭС, как основной элемент её безопасности. Белорусская АЭС, как утверждает зам. гл. инженера Парфёнов Александр, соответствует всем стандартам безопасности:

1. Предусмотрена многоуровневая система барьеров на пути распространения ионизирующего излучения и радиоактивных веществ в окружающую среду и множество технических и организационных мер по защите этих барьеров. Наличие таких барьеров (4 шт.) не позволят техническим сбоям перерасти в аварию ни при каких обстоятельствах.

2. Системы, важные для безопасности, спроектированы на прин-

ципах резервирования, разнообразия и независимости. Для этого предусмотрены дублирующие системы, выполняющие одну и ту же функцию, но работающие по разным принципам, ввод действие которых производится независимо друг от друга, т.е. если не работает одна система, её функцию выполнит другая.

Проект АЭС 2006 по ряду показателей безопасности превосходит аналогичные зарубежные проекты.

Принятые сокращения:

АЭС - атомная электростанция,

БЩУ - блочный щит управления,

ВВЭР - водо-водяной энергетический реактор,

ВКУ - внутрикорпусные устройства,

ЗПА - запроектная авария,

КИП - контрольно-измерительные приборы,

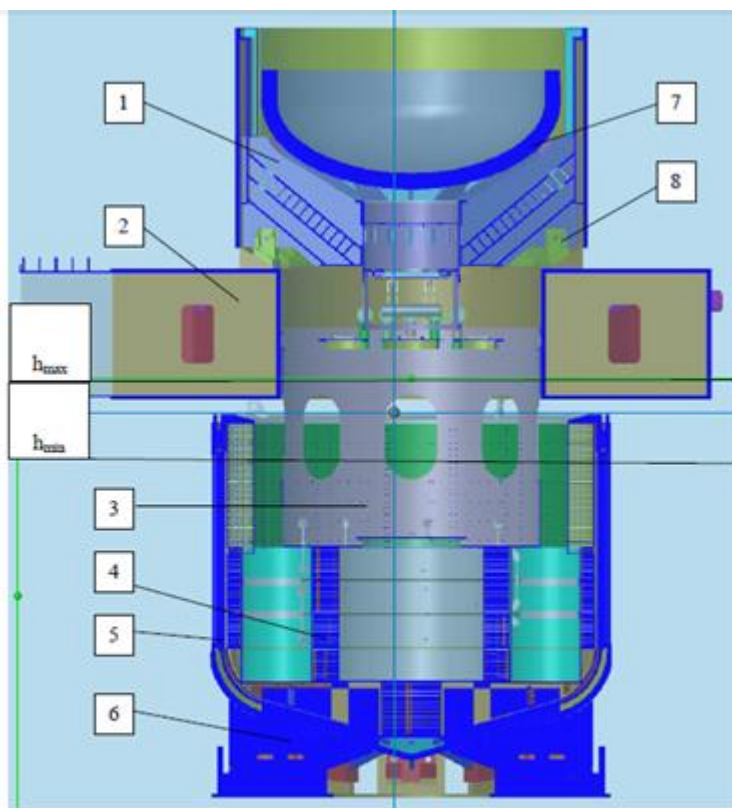
КПВ - клапан пассивной подачи воды с термомеханическим элементом,

ПОЖА - пластины из оксидов железа и алюминия,

НЭ - нормальная эксплуатация,

УЛР - устройство локализации расплава,

ШР - шахты ревизии.



Внутреннее устройство УЛР:

1 - нижняя плита; 2 - ферма-консоль; 3 - площадка обслуживания; 4 - наполнитель;
 5 - корпус УЛР; 6 - опора корпуса УЛР; 7 - корпус реактора; 8 - опора нижней плиты;
 h_{max} - максимальный уровень воды; h_{min} - минимальный уровень воды