

УДК 621.182.12

СИСТЕМА КОМПЕНСАЦИИ ДАВЛЕНИЯ I КОНТУРА ВВЭР-1000

Лешок В.И.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Чиж В.А.

Система компенсации давления предназначена для компенсации объема теплоносителя при температурном расширении, для создания и поддержания давления в I контуре в заданном интервале, а также для ограничения отклонений давления в аварийных или переходных режимах.

Система компенсации давления выполняет следующие задачи безопасности:

- защита оборудования первого контура от превышения установленного давления;
- отвод остаточных тепловыделений от активной зоны через импульсно-предохранительные устройства компенсатора давления;
- прием и конденсация парогазовой смеси из системы аварийного парогазоудаления.

Система компенсации давления выполняет следующие задачи нормальной эксплуатации:

- компенсация объема теплоносителя при температурных расширениях I контура;
- плавная компенсация небольших возмущений давления I контура;
- создание давления в I контуре в период пуска реакторной установки;
- снижение давления в I контуре при расхолаживании реакторной установки;
- компенсация возмущений давления I контура в переходных процессах реактора;
- сбор и конденсация протечек через импульсно-предохранительные устройства компенсатора давления в режиме нормальной эксплуатации;
- прием и конденсация пара, сбрасываемого при срабатывании импульсно-предохранительных устройств компенсатора давления.

Функциональная схема системы компенсации давления I контура представлена на рисунке 1.

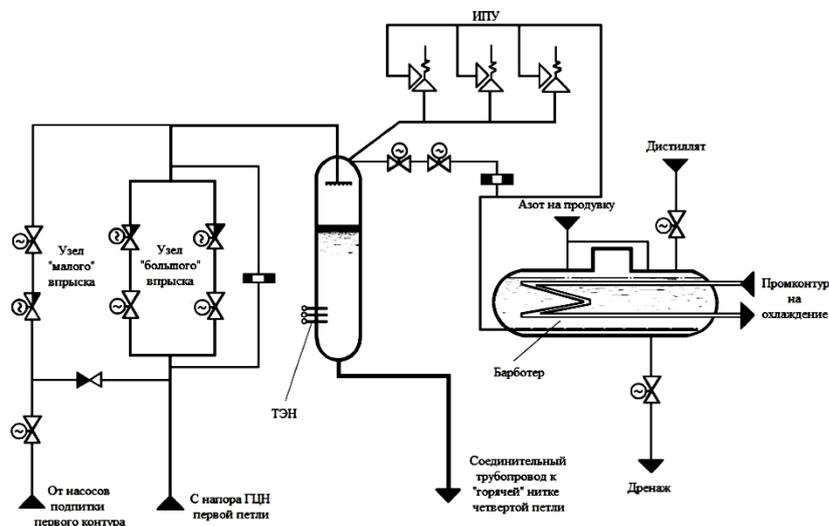


Рисунок 1 – Функциональная схема системы компенсации давления

Компенсатор давления соединен с «горячей» ниткой четвертой петли главного циркуляционного контура трубопроводом диаметром 400 мм, не имеющем арматуры. Через него осуществляется переток теплоносителя из первого контура в компенсатор давления и обратно при изменениях температуры первого контура.

В верхнее днище компенсатора давления врезан трубопровод «холодного» впрыска, соединяющий напорный трубопровод главного циркуляционного насоса первой петли с верхним парогазовым объемом компенсатора давления. Впрыск предназначен для снижения давления в компенсаторе давления и, следовательно, в первом контуре, а также для расхолаживания компенсатора давления. Трубопровод врезается в компенсатор давления через штуцер впрыска и соединяется внутри компенсатора с коллектором распылителей. «Холодный» впрыск условно разделяется на узел «малого» впрыска с трубопроводом диаметром 100 мм и узел «большого» впрыска с трубопроводом диаметром 200 мм.

«Большой» впрыск выполнен в виде двух идентичных параллельных ниток, на каждой из которых установлены запорная и запорно-регулирующая арматура.

Линия «большого» впрыска имеет байпас диаметром 15 мм с дроссельной шайбой, обеспечивающей при четырех работающих главных циркуляционных насосах перепад давления 0,6 МПа и расход 1,5 м³/ч. Байпасная линия предназначена для организации постоянной циркуляции теплоносителя через трубопровод впрыска для поддержания его в разогретом состоянии, а также для перемешивания среды с целью выравнивания концентрации борной кислоты и реагентов в первом контуре и компенсаторе давления.

Узел «малого» впрыска состоит из обратного клапана, регулирующей арматуры и запорной арматуры. В трубопровод впрыска между обратным клапаном и регулирующим клапаном врезана линия впрыска в компенсатор давления от напорного коллектора системы подпитки-продувки первого контура. Этот трубопровод используется для расхолаживания компенсатора давления при отключенных главных циркуляционных насосах. Обратный клапан в этом случае предотвращает переток подпиточной воды в I контур.

К верхней части компенсатора через штуцер диаметром 200 мм присоединен коллектор импульсно-предохранительных устройств, на котором установлены три импульсно-предохранительных устройства. В состав каждого импульсно-предохранительного устройства входит главный клапан и два импульсных клапана. Один из импульсно-предохранительных устройств является контрольным, имеет дополнительное устройство с электроприводной арматурой для дистанционного открытия с блочного щита управления. Среда из компенсатора давления подводится к главным клапанам по трубопроводам диаметром 200 мм, а к импульсным клапанам - по трубопроводам диаметром 32 мм. Каждый импульсный клапан оснащен запорной арматурой для отключения от компенсатора давления и от главного клапана.

В коллектор, соединяющий объем компенсатора давления и импульсно-предохранительные устройства врезается трубопровод аварийного парогазоудаления из компенсатора и трубопровод отбора проб из парового объема компенсатора давления.

При срабатывании импульсно-предохранительных устройств среда из компенсатора сбрасывается в нижнюю часть барботажного бака проходит через слой дистиллята и конденсируется. При этом излишки конденсата удаляются в систему организованных протечек. Для предотвращения образования в объеме барботажного бака взрывоопасной газовой смеси предусмотрена подача азота в барботажный бак по трубопроводу диаметром 32 мм. Отвод газов из барботажного бака осуществляется в систему газовых сдувок. Барботажный бак имеет дренаж в систему организованных протечек и систему спецканализации.

По трубопроводу диаметром 32 мм в верхнюю часть компенсатора давления подается азот, предназначенный для создания первоначального давления в первом контуре. В этот трубопровод врезан воздушник компенсатора давления, предназначенный для удаления воздуха при заполнении. Кроме того, к трубопроводу подачи азота в компенсатор присоединена линия сброса азота в барботажный бак с арматурой и дроссельная шайба,

ограничивающая расход до 60 м³/ч. Трубопровод сброса азота заведен в сбросной коллектор главных клапанов импульсно-предохранительных устройств.

Первоначальное давление в первом контуре создается подачей азота в компенсатор давления давлением 2,0 МПа для обеспечения нормальной работы главных циркуляционных насосов. Выбор азота обусловлен его преимуществами перед другими газами - азот не вызывает коррозии конструкционных материалов, не взрывоопасен и легко получаем из воздуха. При разогреве первого контура и достижении температуры теплоносителя температуры насыщения при данном давлении производится перевод компенсатора давления с газового на паровой режим. При этом парогазовая смесь сбрасывается из компенсатора давления в барботажный бак по линии газовых сдувок. При расхолаживании производится обратный процесс подачи азота в компенсатор давления. Таким образом, возможна работа компенсатора в двух режимах: газовом и паровом.

При изменении средней температуры теплоносителя первого контура в переходных режимах, связанных с нарушениями в работе оборудования и при изменении мощности, часть его перетекает из компенсатора в первый контур или обратно по «дыхательному» трубопроводу. Ограничение отклонений давления от номинального значения достигается за счет сжатия или расширения паровой подушки в компенсаторе давления. Повышение давления осуществляется за счет испарения воды при включении трубчатых электронагревателей, а понижение давления происходит при конденсации пара за счет впрыска «холодной» воды в паровое пространство компенсатора давления. В зависимости от переходного процесса подача «холодного» теплоносителя замедляет или полностью прекращает рост давления в первом контуре. При работе в стационарном режиме в работе находятся первая и периодически вторая группы трубчатых электронагревателей, необходимые для компенсации тепловых потерь и подогрева воды, используемой для прогрева трубопроводов впрыска. В режимах разогрева или расхолаживания первого контура в работе могут находиться все группы трубчатых электронагревателей. Поддержание давления в этом случае осуществляется за счет создания в компенсаторе давления азотной подушки, которая в дальнейшем заменяется на паровую.

Литература

1. Моргунова Т.Х. Атомные электрические станции: Учебник для вузов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. школа, 1978. – 360 с.: ил.
2. Тепловые и атомные электрические станции: Справочник / Под общ. ред. В.А. Григорьева, В.М. Зорина. – 2-е изд., перераб. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 608 с.: ил.