

КУРС R00: «СИСТЕМЫ И ОБОРУДОВАНИЕ РЦ»

МОДУЛЬ 2: «СИСТЕМЫ И ОБОРУДОВАНИЕ РЦ»

ТЕМА 3: «СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ»

**ЗАНЯТИЕ 5: «СИСТЕМА АВАРИЙНОГО
РАСХОЛАЖИВАНИЯ (LAR,LAS,LSU)»**

ЦЕЛИ ОБУЧЕНИЯ

- Назвать назначение системы аварийного расхолаживания (LAR,LAS,LSU), классификацию по правилам безопасности
- Описать функциональные требования к системе аварийного расхолаживания (LAR,LAS,LSU)
- Описать схемы системы аварийного расхолаживания (LAR,LAS,LSU)
- Назвать технические характеристики оборудования системы аварийного расхолаживания
- Описать конструкцию оборудования
- Описать защиты и блокировки системы
- Описать режимы функционирования системы аварийного расхолаживания (LAR,LAS,LSU)

НАЗНАЧЕНИЕ СИСТЕМА АВАРИЙНОЙ ПИТАТЕЛЬНОЙ ВОДЫ

Система аварийной питательной воды (LAR/LAS) предназначена для обеспечения питательной водой парогенераторов в режимах нарушений нормальных условий эксплуатации и в проектных авариях, когда подача питательной воды от штатной системы и вспомогательной системы невозможна. Система должна функционировать при исходных событиях, связанных с понижением уровня воды в парогенераторах и требующих аварийного расхолаживания или поддержания блока в горячем резерве.

НАЗНАЧЕНИЕ СИСТЕМЫ ПОДПИТОЧНОЙ ВОДЫ

- подача подпиточной воды на подпитку блока в режиме нормальной эксплуатации;
- подача подпиточной воды на аварийную подпитку блока;
- заполнение систем первого и второго контуров перед пуском блока;
- подпитка промконтуров систем охлаждения ответственных и неответственных потребителей;
- подпитка вспомогательных систем первого контура и спецводоочистки через систему КВС-2;
- подача подпиточной воды на промывку фильтров системы очистки конденсата и прочих потребителей;
- хранение и подача обессоленной воды к системе аварийной питательной воды;
- подача обессоленной воды на воздухоохладитель двигателя аварийного питательного насоса;
- заполнение и подпитка системы водяного охлаждения генератора;
- подвод обессоленной воды в систему аварийного использования воды из шахты ревизии ВКУ (JNB90);
- подача подпиточной воды на резервную дизельную электростанцию.

КЛАССИФИКАЦИЯ ОБОРУДОВАНИЯ

В соответствии НП-001-97 (ОПБ-88/97) система аварийной питательной воды по назначению является системой безопасности, по влиянию на безопасность - важной для безопасности, а по характеру выполняемых функций - защитной системой безопасности.

Все элементы системы аварийной питательной воды относятся ко второму классу безопасности в соответствии с НП-001-97 (ОПБ-88/97), классификационное обозначение «23», к группе «В» по ПНАЭ Г-7-008-89 (с изм. 1,2) и первой категории сейсмостойкости по НП-031-01, обозначение на технологической схеме «I».

Арматура и трубопроводы до запорного клапана LAR10(20, 30, 40)AA101, находящиеся вне герметичной оболочки, при аварии с разуплотнением первого контура являются также барьером, препятствующим выходу радиоактивности в окружающую среду, и имеют классификационное обозначение «23Л» в соответствии с НП-001-97 (ОПБ-88/97).

КЛАССИФИКАЦИЯ ОБОРУДОВАНИЯ

Баки запаса подпиточной воды, а также та часть системы, которая обеспечивает хранение и подачу подпиточной воды к системе аварийной питательной воды, по назначению является системой безопасности, по влиянию на безопасность - важной для безопасности, а по характеру выполняемых функций - защитной системой безопасности и относятся ко второму классу безопасности в соответствии с НП-001-97 (ОПБ-88/97), классификационное обозначение «2З», к группе «В» по ПНАЭ Г-7-008-89 изм. 1,2 и первой категории сейсмостойкости по НП-031-01, обозначение на технологической схеме «I».

Часть системы подпиточной воды, обеспечивающая аварийную подпитку блока, по назначению является системой нормальной эксплуатации, по влиянию на безопасность - важной для безопасности, а по характеру выполняемых функций - системой нормальной эксплуатации и относится к третьему классу безопасности в соответствии с НП-001-97 (ОПБ-88/97), классификационное обозначение «3Н», к группе «С» по ПНАЭ Г-7-008-89 изм. и второй категории сейсмостойкости по НП-031-01, обозначение на технологической схеме «II».

Часть системы подпиточной воды, обеспечивающая нормальную подпитку блока через конденсатор и подачу воды потребителям, по назначению является системой нормальной эксплуатации, по влиянию на безопасность - не влияющей на безопасность и относится к четвертому классу безопасности в соответствии с НП-001-97 (ОПБ-88/97) и второй категории сейсмостойкости по НП-031-01

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К СИСТЕМЕ LAR/LAS

В режиме аварийной подпитки система должна обеспечить подачу воды в парогенераторы при следующих значениях противодавления:

9,0 МПа 77 м³/ч

7.4МПа 138 м³/ч

7.5МПа 165 м³/ч

Система должна обеспечивать подачу воды в парогенераторы не позднее, чем через 120 с при обесточивании.

Система должна обеспечивать подачу воды в парогенераторы на всем этапе расхолаживания до давления в парогенераторах 0,1 МПа.

Система должна обеспечивать в режиме обесточивания при работе одного канала и БРУ-А максимально-необходимую скорость расхолаживания 15°С/ч.

Система должна обеспечивать поддержание заданного уровня в парогенераторах.

Трубопроводы от аварийных питательных насосов должны иметь самостоятельное подсоединение к парогенератору.

В переходных режимах (пуск и останов реакторной установки) система должна быть готова к выполнению заданных функций при температуре в первом контуре более 150°С.

Система должна иметь возможность периодического испытания и опробования в составе канала систем безопасности.

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К СИСТЕМЕ LCSU

Нормальное восполнение потерь второго контура в количестве до 1 % номинальной производительности парогенераторов;

аварийную подпитку в деаэратор турбоустановки в количестве от 4 до 5 % номинальной производительности парогенераторов.

При нормальной эксплуатации система должна включать два бака хранения обессоленной воды емкостью 700 м³ каждый LCU02, 03 ВВ001.

Данный объем может быть использован для увеличения продолжительности поддержания блока в «горячем» резерве при запроектных авариях.

Для обеспечения функций системы аварийной питательной воды система LCSU должна включать два бака хранения обессоленной воды емкостью 700 м³ каждый LCU01, 04 ВВ001. Баки должны быть постоянно заполнены водой и подключены к насосам системы аварийной питательной воды на случай возникновения исходного события, требующего работы системы аварийной питательной воды.

Общая емкость баков определяется исходя из обеспечения запаса обессоленной воды для одного из следующих режимов:

- отвод остаточных тепловыделений и расхолаживание реакторной установки на паровом этапе со скоростью не более 30 °С/ч;
- поддержание блока в «горячем» резерве в течение не менее 24 часов.
- Во всех баках должна поддерживаться заданная температура обессоленной воды от плюс 20 до плюс 25 °С.

ПЕРЕЧЕНЬ СВЯЗЕЙ СИСТЕМЫ LAR/LAS

Каждый канал системы LAR/LAS имеет связи со следующими системами:

- парогенераторами (JEA);
- системой подпиточной воды (LCU) (должна обеспечивать хранение и подачу обессоленной воды к системе LAR/LAS во всех режимах, требующих работы системы аварийной питательной воды);
- системой аварийного электроснабжения (должна обеспечивать электропитанием электроприводные компоненты системы LAR/LAS во всех проектных режимах);
- системой контроля и управления (должна обеспечивать: автоматическое регулирование; логическое дискретное (автоматическое) управление (блокировки, пошаговые программы, АВР); технологические защиты оборудования; сбор и обработку информации о состоянии системы; технологическую, предупредительную и аварийную сигнализацию; регистрацию, протоколирование, архивирование и представление ретроспективной информации о технологических параметрах, переключениях в системе, работе автоматики);
- системой вентиляции и охлаждения помещений (должна обеспечивать поддержание параметров окружающей среды, необходимых для работы оборудования данной системы).

ПЕРЕЧЕНЬ СВЯЗЕЙ СИСТЕМЫ ПОДПИТОЧНОЙ ВОДЫ

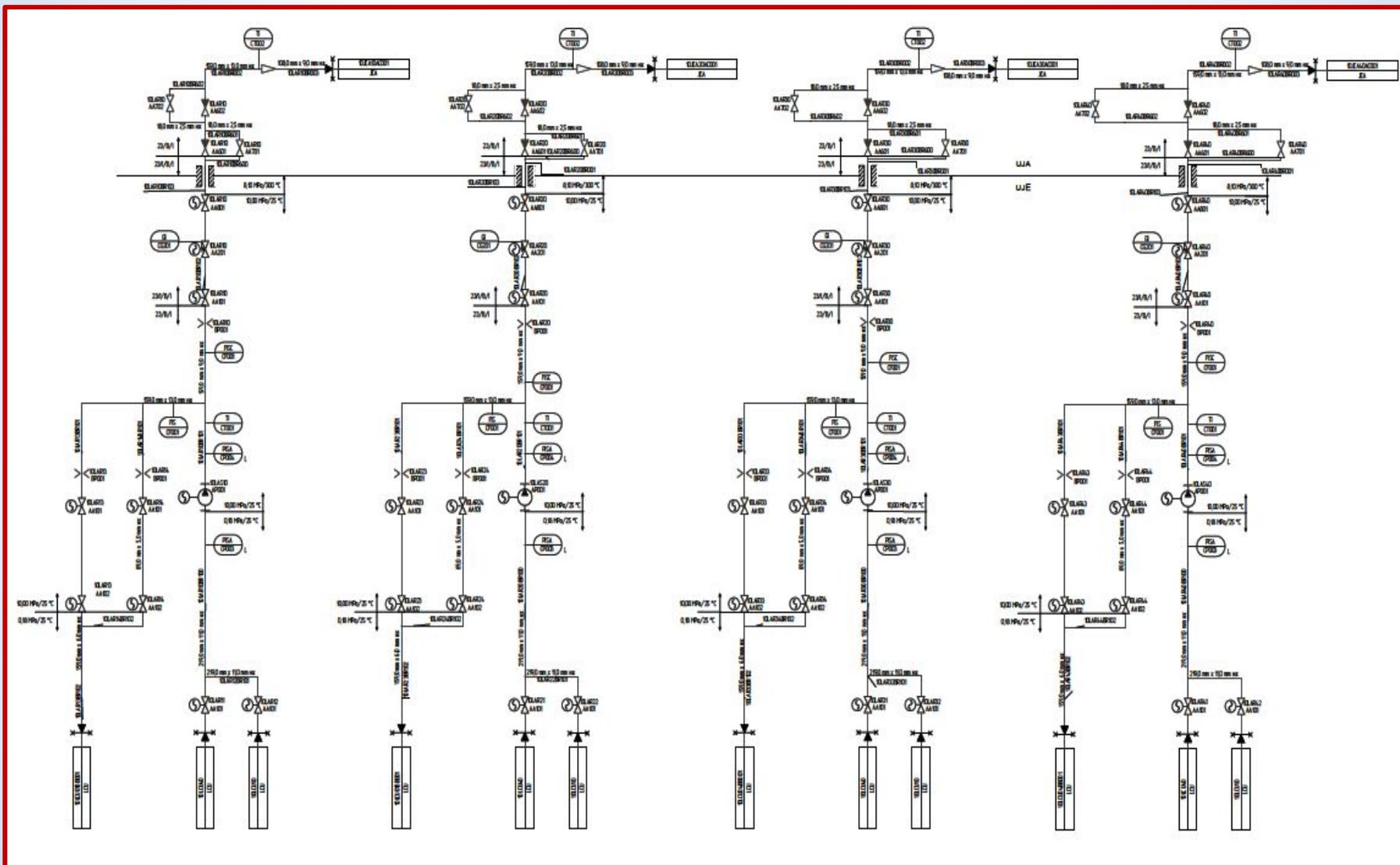
- системой глубокого обессоливания воды (GC);
- главным конденсатором (MAG);
- **деаэратором (LAA);**
- системой пара собственных нужд (LBG);
- **системой аварийной питательной воды (LAR/LAS);**
- системой промконтура охлаждения неответственных потребителей (PGB);
- системой подачи подпиточной воды (KBC-2);
- системой очистки конденсата (LDP, LDF, LDB);
- системой переработки трапных вод (KPF);
- системой сбора (возврата) конденсата и дренажей здания турбины(ЪСМ);
- системе ручного отбора проб второго контура (QUH);
- система приготовления и подачи раствора азотнокислого натрия (QCN);
- системой ливневой канализации, включая обработку стоков(GUC);
- **система пассивного отвода тепла через парогенераторы (JNB);**
- система водяного охлаждения генератора (MKF);
- системой электроснабжения (нормальной эксплуатации, надежного электроснабжения норм. эксплуатации , аварийного электроснабжения);
- АСУТП;
- системами блочной дизельной электростанции (XJG).

ТРЕБОВАНИЯ К КОМПОНОВКЕ

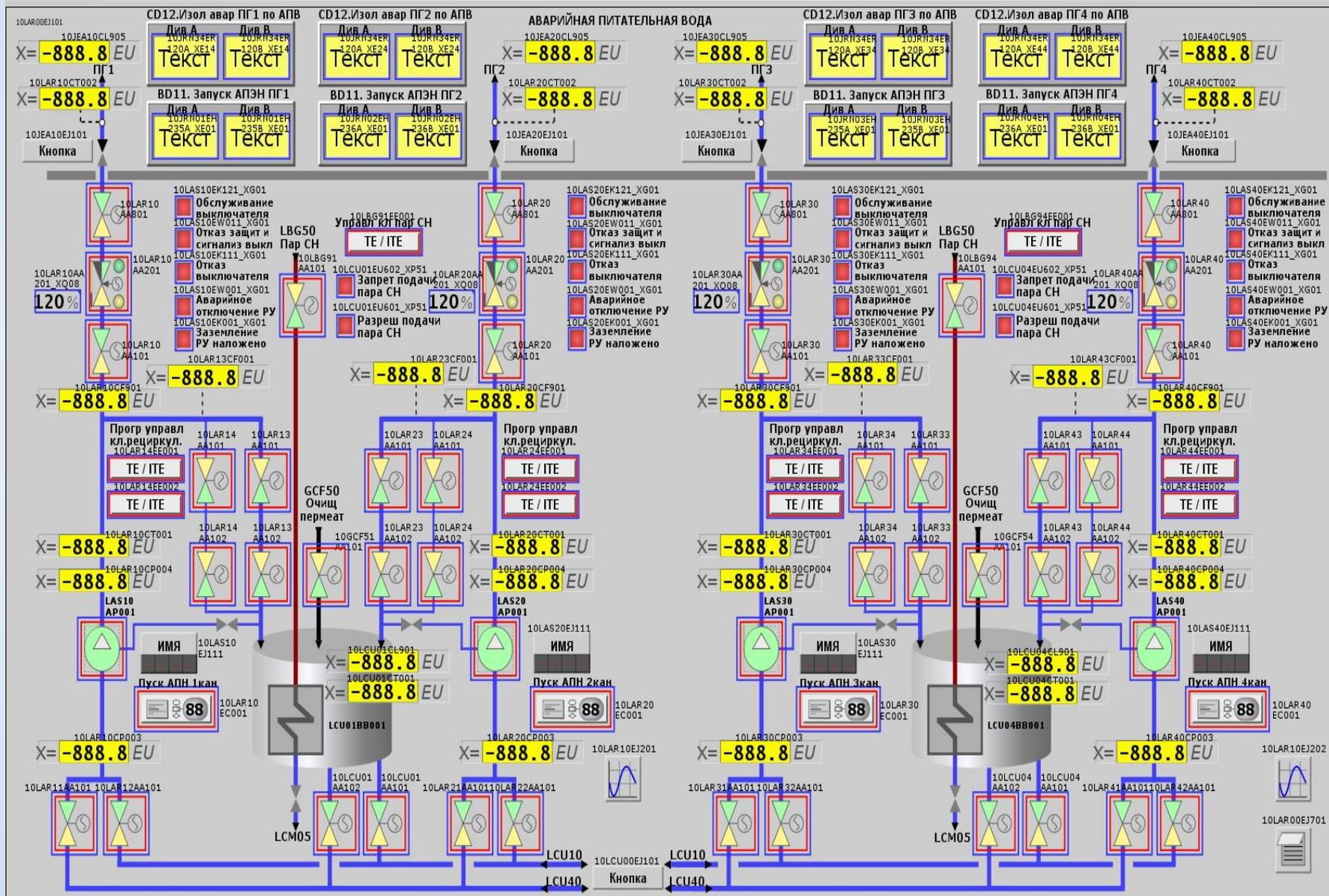
Компоновка системы и взаимное расположение компонентов должны быть выполнены с учетом следующих требований:

- часть оборудования системы LAR/LAS, включая трубопроводы и обратные клапаны, должна размещаться внутри защитной оболочки, а другая часть (насосы LAS10, 20, 30, 40 AP001, арматура, трубопроводы) - в отдельных, изолированных одно от другого огнестойкими физическими барьерами, помещениях паровой камеры;
- трубопроводы каждого канала, размещенные в пределах защитной оболочки, должны трассироваться в разных частях защитной оболочки, для исключения их одновременного повреждения;
- для оборудования, размещенного за пределами защитной оболочки, должен быть обеспечен доступ и условия для проведения технического обслуживания и ремонтов при работе реактора на мощности;
- компоновка системы должна быть выполнена таким образом, чтобы отказы в системах нормальной эксплуатации не приводили к нарушениям в работе системы, а также отказ одного канала системы не должен приводить к отказу других каналов через системы вентиляции, строительные конструкции, транспортные пути и кабельные коммуникации.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА СИСТЕМЫ



ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА СИСТЕМЫ



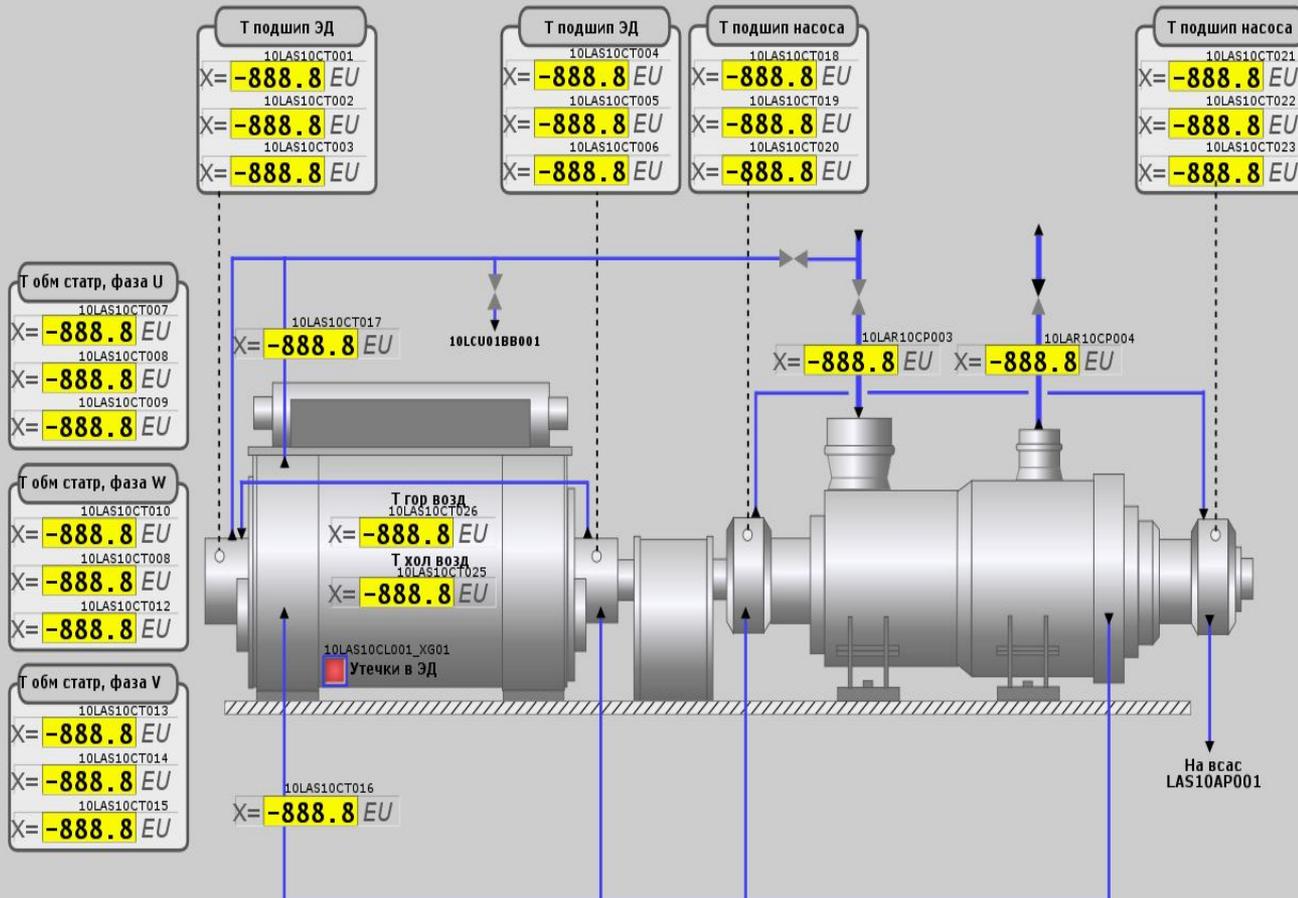
АВАРИЙНЫЙ ПИТАТЕЛЬНЫЙ НАСОС

10LAS10EJ111

АВАРИЙНЫЙ ПИТАТЕЛЬНЫЙ НАСОС 1 КАНАЛ

Защита АПН 1кан

- | | | | | |
|---|--|--|---|--|
| <input type="checkbox"/> Т ПодшСвобСтор>100 грС | <input type="checkbox"/> Т ПодшСторНас>100 грС | <input type="checkbox"/> Т ПередОпрПодш>80 грС | <input type="checkbox"/> Т ЗаднОпрПодш>80 грС | <input type="checkbox"/> Рвсас <0.04 МПа |
| <input type="checkbox"/> Т ОбмСтатр фU>135 грС | <input type="checkbox"/> Т ОбмСтатр фV>135 грС | <input type="checkbox"/> Т ОбмСтатр фW>135 грС | <input type="checkbox"/> L в баках LCU01/04 <0,5м | <input type="checkbox"/> Рнап < 6 МПа |



10LAS10EJ211



10LAS00EJ711



ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ LAR/LAS

Система состоит из четырех одинаковых и полностью независимых один от другого каналов LAR10, LAR20, LAR30, LAR40.

В каждом канале предусматривается:

- аварийный питательный насос LAS10(20, 30, 40) AP001;
- арматура;
- трубопроводы.

При выборе производительности канала предполагалось, что один канал может быть в ремонте, второй канал имеет зависимый от исходного события отказ, в третьем канале - независимый отказ.

Таким образом, система аварийной питательной воды структурно состоит из четырех каналов производительностью 100 % каждый.

Каждый канал подсоединен к бакам запаса обессоленной воды LCU01, 04 VB001 емкостью 700 м каждый. В баках поддерживается заданная температура обессоленной воды от плюс 20 до плюс 25 °С.

На всасывающем трубопроводе установлена запорная арматура LAR11(21, 31, 41) AA101 и LAR12(22, 32, 42) AA101.

ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ LAR/LAS

Напорные трубопроводы каждого канала Ду150 подают воду в парогенераторы. Предусматривается подача воды от каждого канала в один парогенератор.

На напорном трубопроводе последовательно установлены:

- дроссельная шайба LAR10(20, 30, 40) BP001, позволяющая работать насосу при низком давлении в парогенераторе;
- запорная арматура LAR10(20, 30, 40) AA101;
- регулирующий клапан LAR10(20,30,40) AA201 уровня в парогенераторе;
- отсекающий клапан LAR10(20, 30, 40) AA801 вне защитной оболочки, обратный клапан LAR10(20, 30, 40) AA601 внутри защитной оболочки
- обратный клапан LAR10(20, 30, 40) AA602 внутри защитной оболочки

Каждый канал системы имеет линию испытания и линию рециркуляции.

Трубопровод Ду150 (линия испытания) предназначен для периодического испытания насоса на максимальную производительность., эта линия соединена с баком запаса обессоленной воды LCU01(04) BB001. На линии испытания последовательно установлены две арматуры LAR13(23, 33, 43) AA101, LAR13(23, 33, 43) AA102 и дроссельная шайба LAR13(23, 33, 43) BP001, обеспечивающая работу насоса при максимальном проектном расходе.

На линии рециркуляции две арматуры LAR14(24, 34, 44) AA101, LAR14(24, 34, 44) AA102 и шайба LAR14(24, 34, 44) BP001, обеспечивающая минимальный расход насоса при закрытой арматуре на напоре насоса.

ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ LCU

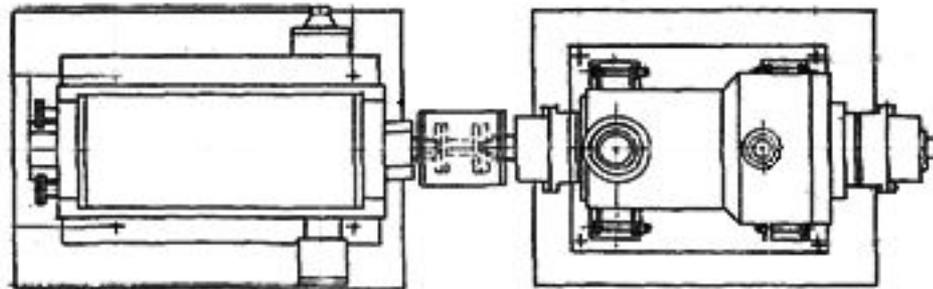
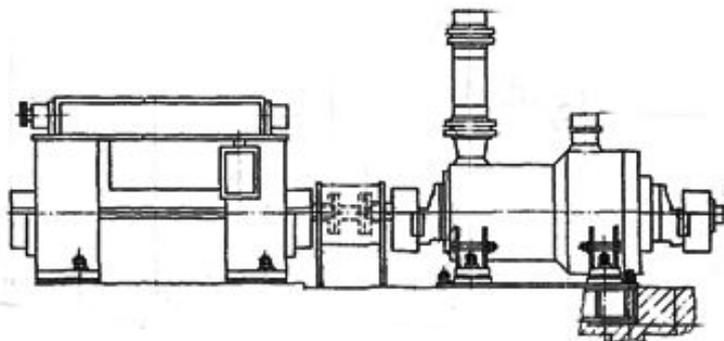
Два бака LCU01, 04 ВВ001 в режиме нормальной эксплуатации предназначены для хранения запаса обессоленной воды, они подключены к системе аварийной питательной воды LAR/LAS через коллекторы LCU10, 40, диаметром 400мм.

Обессоленная вода из баков LCU02, 03 ВВ001 в режиме нормальной эксплуатации используется для нормальной и аварийной подпитки блока, подпитки промконтуров и подачи к потребителям. В случае необходимости предусмотрена возможность подачи воды из этих баков в систему LAR/LAS. Для этой цели выполнено подключение баков к магистралям LCU10, 40.

Для аварийной подпитки блока устанавливается два аварийных насоса подпиточной воды LCU07,08 АР001. У насоса предусмотрена линия рециркуляции во всасывающий коллектор. На линиях рециркуляции установлены дроссельные шайбы, рассчитанные на полный перепад давления на насосе при 30% его производительности.

Обессоленная вода из общего коллектора LCU00 также поступает на всас аварийных насосов подпиточной воды LCU07, 08 АР001. Аварийная подпитка блока осуществляется в деаэратор питательной воды LAA10ВВ001, в случае значительного понижения в нем уровня. На линии аварийной подпитки устанавливаются регулирующие клапаны LCU30 АА201, АА202, которые вступают в работу, если регулирующие клапаны на линии основного конденсата LCA20 АА201-203 не справляются с задачей поддержания уровня в деаэраторе. Для поддержания в баках требуемой температуры обессоленной воды от плюс 20 до плюс 25 °С подогрев воды паром, поступающим из коллектора системы пара собственных нужд (LBG).

ГАБАРИТНЫЙ ЧЕРТЕЖ НАСОСА АВАРИЙНОЙ ПИТАТЕЛЬНОЙ ВОДЫ



НАЗНАЧЕНИЕ АВАРИЙНОГО ПИТАТЕЛЬНОГО НАСОСА LAS10(20,30,40)AP001

Насос предназначен для подачи питательной воды в парогенераторы в аварийных режимах и в режимах с нарушениями нормальных условий эксплуатации.

Насос – центробежный, горизонтальный, двухкорпусный, внутренний корпус секционного типа, восьмиступенчатый. Концевые уплотнения – торцевые. Осевое усилие, действующее на ротор, воспринимается разгрузочным устройством. Ротор опирается на подшипники скольжения с жидкой картерной смазкой. Конструкция насоса предусматривает отбор конденсата из камеры разгрузочного устройства для охлаждения воздухоохладителя и маслоохладителей подшипников двигателя.

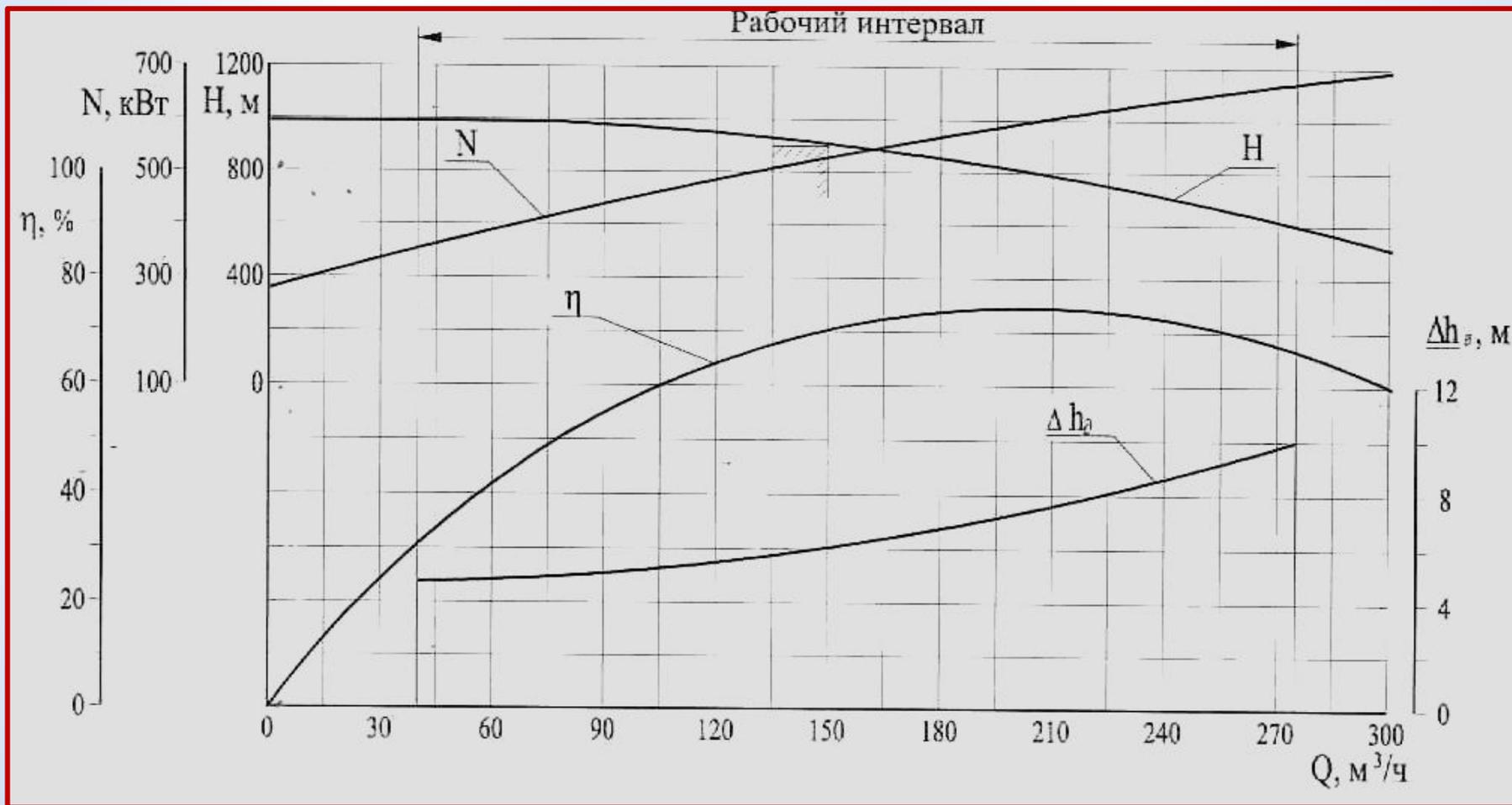
АВАРИЙНЫЙ ПИТАТЕЛЬНЫЙ НАСОС LAS10(20,30,40)AP001

Количество, шт.	4
Тип	АЦНА 150-90-1
Номинальная производительность, м ³ /ч	165
Напор при номинальной подаче, м.вод.ст	864
Напор при нулевом расходе, м.вод.ст	994
Максимальная производительность, м ³ /ч	275
Напор при максимальной производительности, м.вод.ст	600
Допустимый кавитационный запас, м.вод.ст	10
Рабочая температура, °С	от +25 до +35
Потребляемая мощность, кВт	547
Частота вращения, об/мин	2973
Электропитание	сеть трехфазного переменного тока

АВАРИЙНЫЙ ПИТАТЕЛЬНЫЙ НАСОС LAS10(20,30,40)AP001

Напряжение, В	6000
Частота, Гц	50
Мощность двигателя, кВт	800
Тип двигателя	4А3МА 800/6000 М3
Концентрация твердых частиц в перекачиваемой среде, г/л	не более 5×10^{-3}
Материал	нержавеющая сталь
Класс безопасности	23
Режим работы	периодический

ХАРАКТЕРИСТИКА АВАРИЙНОГО ПИТАТЕЛЬНОГО НАСОСА



ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ

Активные элементы системы аварийной питательной воды (кроме локализирующей арматуры) обеспечиваются электропитанием второй группы надежности системы аварийного электроснабжения (САЭ). В качестве источника электропитания второй группы надежности используются резервные дизель-электрические станции (РДЭС). Локализирующая арматура обеспечивается электропитанием первой группы надежности САЭ. В качестве источника электропитания первой группы надежности используются аварийные аккумуляторные батареи.

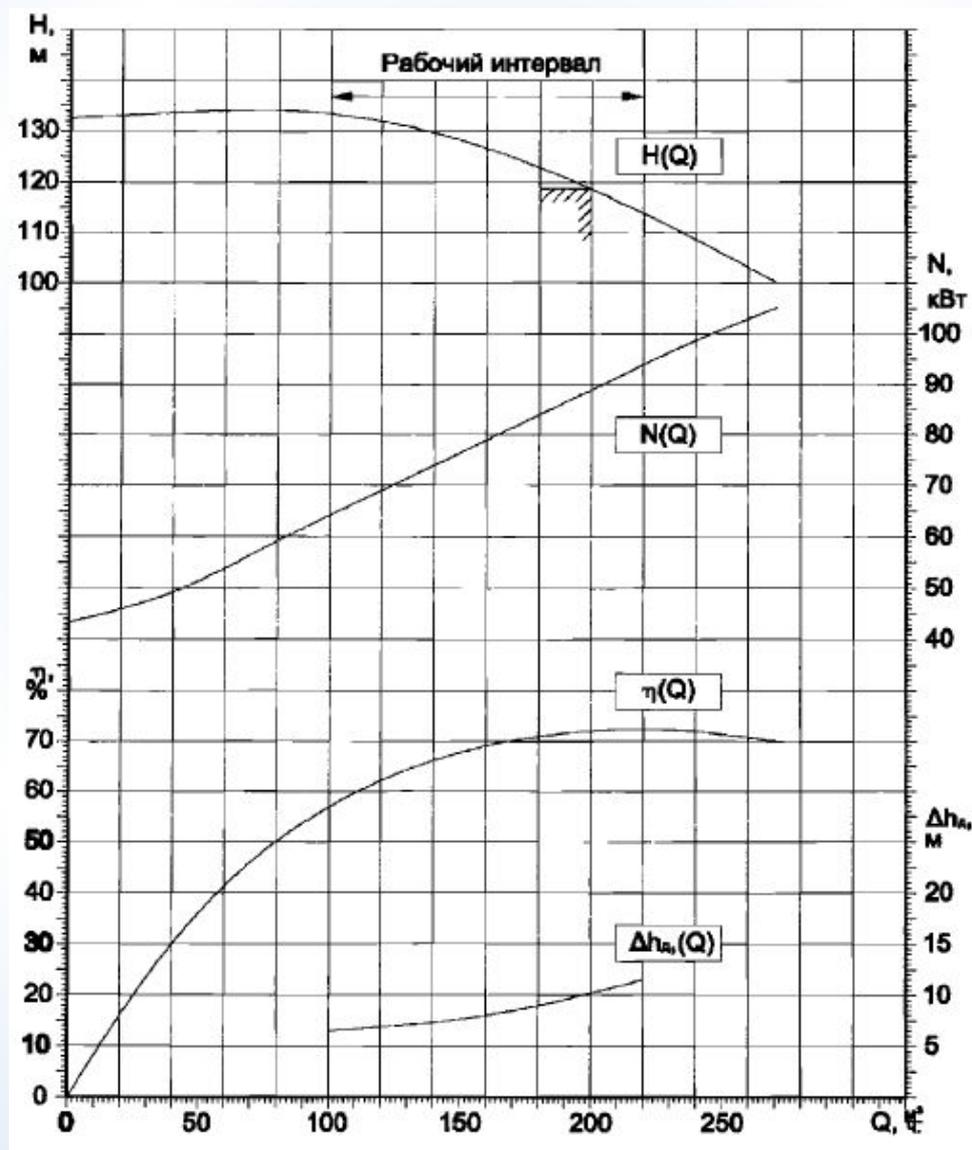
АВАРИЙНЫЙ НАСОС ПОДПИТОЧНОЙ ВОДЫ LCU07,08AP001

Насос предназначен для подачи подпиточной воды в деаэратор и для аварийной подпитки блока.

Насос –центробежный, горизонтальный, консольный, одноступенчатый с осевым подводом жидкости, направляющим аппаратом и кольцевым отводом

- Тип насоса - АЦНА 200-120
- Производительность - 200м³/ч
- Напор – 120 м.в.ст.
- Мощность – 110кВт
- Число оборотов - 2967об/мин
- Напряжение – 220/380 В
- Класс безопасности – 3

ГРАФИК ХАРАКТЕРИСТИК АВАРИЙНОГО НАСОСА ПОДПИТОЧНОЙ ВОДЫ LCU07,08AP001



ОПИСАНИЕ ЗАЩИТ И БЛОКИРОВОК

Аварийный питательный насос LAS10 AP001 LAS20 AP001 LAS30 AP001 LAS40 AP001

Насосы управляются дистанционно (БПУ/РПУ) и автоматически.

При работе насосов по аварийным технологическим сигналам (от системы защиты станции) прекращается действие защит и разрешений на пуск насосов, а также в течение 0,5 часа не должно требоваться вмешательство оператора в управление насосами. Отключение насосов производится оператором с БПУ/РПУ и автоматически от системы защиты станции.

Насос автоматически включается в работу:

- при прохождении программы ступенчатого пуска дизель - генераторов;
- или при совпадении сигналов:
- уровень в парогенераторе менее номинального $H_{НОМ}$ минус 900 мм;
- температура в первом контуре более 150 °С.
- Насос автоматически отключается при совпадении сигналов:
- давление в паропроводе менее 5,14 МПа
- разность температур насыщения первого и второго контуров (тот же паропровод) более 70°С
- температура в первом контуре более 150 °С или по сигналу:
- разность между давлением в паропроводах неаварийных парогенераторов и давлением в паропроводе соответствующего парогенератора более 1,0 Мпа.

ОПИСАНИЕ ЗАЩИТ И БЛОКИРОВОК

При проверке работоспособности системы LAR/LAS и отсутствии сигналов из системы управления защитными системами реактора действие защит насоса сохраняется. Автоматическое отключение насоса по защите осуществляется по следующим сигналам:

- давление на напоре насоса менее 6,0 МПа;
- давление на всасе насоса менее 0,04 МПа;
- работа насоса на закрытую задвижку более 1 мин;
- температура подшипников насосного агрегата более 80 °С;
- температура подшипников электродвигателя более 100 °С;
- температура обмоток статора электродвигателя более 135 °С;
- уровень в баках запаса обессоленной воды LCU01, 04 ВВ001 менее 0,5 м.

ОПИСАНИЕ ЗАЩИТ И БЛОКИРОВОК

Клапан на линии подачи воды от баков LCU LAR11 AA101 LAR21 AA101 LAR31 AA101 LAR41 AA101 LAR12 AA101 LAR22 AA101 LAR32 AA101 LAR42 AA101

Нормально открыт.

Управляется дистанционно с БПУ/РПУ и автоматически.

Автоматически открывается при совпадении сигналов:

уровень в парогенераторе менее номинального $H_{\text{НОМ}}$ минус 900 мм;

температура в первом контуре более 150 °С.

Клапан на напорной магистрали насоса перед регулирующим клапаном LAR10 AA101 LAR20 AA101 LAR30 AA101 LAR40 AA101

Нормально закрыт.

Управляется дистанционно с БПУ/РПУ и автоматически.

Автоматически открывается при совпадении сигналов:

уровень в парогенераторе менее номинального $H_{\text{НОМ}}$ минус 900 мм;

температура в первом контуре более 150 °С.

Автоматически закрывается при совпадении сигналов:

давление в паропроводе менее 5,14 МПа

разность температур насыщения первого и второго контуров (тот же паропровод) более 70 °С

температура в первом контуре более 150 °С или по сигналу:

разность между давлением в паропроводах неаварийных парогенераторов и давлением в паропроводе соответствующего парогенератора более 1,0 МПа.

ОПИСАНИЕ ЗАЩИТ И БЛОКИРОВОК

Клапан на подводе питательной воды к парогенератору LAR10 AA801 LAR20 AA801 LAR30 AA801 LAR40 AA801

Нормально открыт.

Управляется дистанционно с БПУ/РПУ и автоматически.

Автоматически открывается при совпадении сигналов:

уровень в парогенераторе менее номинального $H_{ном}$ минус 900 мм;
температура в первом контуре более 150 °С.

Автоматически закрывается при совпадении сигналов:

- давление в паропроводе менее 5,14 МПа
- разность температур насыщения первого и второго контуров (тот же паропровод) более 70 °С
- температура в первом контуре более 150 °С или по сигналу:
- разность между давлением в паропроводах неаварийных парогенераторов и давлением в паропроводе соответствующего парогенератора более 1,0 МПа.

Клапан

регулирующий на подводе питательной воды к

парогенератору LAR10 AA201 LAR20 AA201 LAR30 AA201 LAR40 AA201

Управляется дистанционно с БПУ/РПУ и автоматически. Автоматически поддерживает заданный уровень в парогенераторе плюс/минус 50 мм от номинального.

Автоматически закрывается при уровне в парогенераторе более номинального $H_{ном}$ плюс 150 мм.

ОПИСАНИЕ ЗАЩИТ И БЛОКИРОВОК

Клапан на линии минимальной рециркуляции в бак LCU LAR14 AA101 LAR24 AA101 LAR34 AA101 LAR44 AA101,

Нормально закрыт.

Управляется дистанционно с БПУ/РПУ и автоматически.

Клапан автоматически закрывается по сигналам от системы защиты станции при совпадении следующих сигналов:

- уровень в парогенераторе менее номинального $H_{ном}$ минус 900 мм;
- температура в первом контуре более 150 °С.

В дальнейшем при работе системы:

клапан автоматически открывается при расходе в напорной магистрали < 11 кг/с при включенном насосе.

клапан автоматически закрывается при расходе в напорной магистрали > 15 кг/с при включенном насосе.

ОПИСАНИЕ ЗАЩИТ И БЛОКИРОВОК

Клапан на линии испытания насоса LAR13 AA101 LAR23 AA101
LAR33 AA101 LAR43 AA101

Нормально закрыт.

Управляется дистанционно с БПУ/РПУ и автоматически.

Клапан автоматически закрывается по сигналам при совпадении следующих сигналов:

- уровень в парогенераторе менее номинального Нном минус 900 мм;
- температура в первом контуре более 150 °С.

Клапан на линии испытания насоса LAR13 AA102 LAR23 AA102
LAR33 AA102 LAR43 AA102

Нормально закрыт.

Управляется дистанционно с БПУ/РПУ и автоматически.

Клапан автоматически закрывается при совпадении следующих сигналов:

- уровень в парогенераторе менее номинального Нном минус 900 мм;
- температура в первом контуре более 150 °С.

ОПИСАНИЕ ЗАЩИТ И БЛОКИРОВОК СИСТЕМЫ LCU

Аварийный насос подпиточной воды LCU07AP001 LCU08AP001

Управляется оператором с БПУ и РПУ и автоматически.

Один насос - рабочий, включается оператором или автоматически, второй - резервный. Первый рабочий насос включается автоматически при уровне в деаэраторе питательной воды меньше 2 м. Резервный насос включается автоматически при отказе работающего или при падении давления в напорном коллекторе.

Разрешением на пуск насоса является наличие одного из следующих сигналов:

- открыта задвижка на всасе и закрыта задвижка на напоре;
- открыта задвижка на всасе и давление в напорном коллекторе больше минимально допустимого.

Насос отключается по защите, при появлении одного из следующих сигналов:

- снижение уровня в баках подпиточной воды LCU02,03BB001 ниже допустимого или не открыты задвижки на подаче воды из баков;
 - повышение температуры подшипников;
 - падение давления на всасе ниже минимально допустимого;
 - максимальное увеличение напора насоса; снижение напора насоса;
- задвижки на рециркуляции и напоре не открыты, с выдержкой времени 180 секунд;
уровень в деаэраторе питательной воды выше заданного

ОПИСАНИЕ ЗАЩИТ И БЛОКИРОВОК СИСТЕМЫ LCU

Задвижка запорная на подводе воды от бака LCU01,04BB001 к коллектору LCU10,40 LCU01AA101 LCU01AA102 LCU04AA101 LCU04AA102-нормально открыта. Управляется оператором с БПУ, РПУ и автоматически. Автоматически открывается по сигналу из системы защиты станции при совпадении сигналов:

- уровень в парогенераторе менее номинального $H_{НОМ}$ минус 900 мм;
- температура в первом контуре более 150 °С.

Закрывается защитой, если уровень в баке подпиточной воды LCU01,04 BB001 ниже допустимого.

Задвижка запорная на напоре аварийного насоса подпиточной воды LCU07AA102,LCU08AA102.Нормально открыта.

Управляется оператором с БПУ, РПУ и автоматически.

Автоматически открывается при появлении одного из следующих сигналов:

- запорная задвижка на напоре аварийного насоса подпиточной воды не открыта и перепад давления на насосе больше максимума;
- включен соответствующий насос и давление в общем напорном коллекторе больше минимума.

Автоматически закрывается при появлении одного из следующих сигналов:

- запорная задвижка на напоре аварийного насоса подпиточной воды не закрыта и перепад давления на насосе не больше максимума;
- выключен соответствующий насос и давление в общем напорном коллекторе меньше минимального; насос отключен по сигналам защиты.

ОПИСАНИЕ ЗАЩИТ И БЛОКИРОВОК СИСТЕМЫ LCU

Задвижка запорная на линии рециркуляции аварийного насоса подпиточной воды LCU07AA103 LCU08AA103

Нормально закрыта. Управляется оператором с БПУ, РПУ и автоматически.

Автоматически открывается при совпадении сигналов:

- включен соответствующий насос;

- расход в общем напорном коллекторе меньше минимума. Автоматически закрывается при появлении одного из следующих сигналов:

- запорная задвижка на напоре аварийного насоса подпиточной воды открыта и расход в общем напорном коллекторе больше минимума -включен соответствующий насос и давление в общем напорном коллекторе меньше минимума;

насос отключен по сигналам защиты.

Задвижка запорная на трубопроводе подачи аварийной подпитки в деаэратор

LCU30AA101

LCU30AA102

Нормально закрыта. Управляется оператором с БПУ, РПУ и автоматически.

Автоматически открывается при открытии соответствующего регулирующего клапана LCU30AA201,202 по сигналу аварийного снижения уровня в деаэраторе. Автоматически закрывается при закрытии клапана LCU30AA201.

ОПИСАНИЕ ЗАЩИТ И БЛОКИРОВОК СИСТЕМЫ LCSU

Клапан регулирующий на трубопроводе подачи аварийной подпитки в деаэратор LCSU30AA201 LCSU30AA202

Управляется оператором с БПУ, РПУ и автоматически. Два клапана по 100 %. Работают с регулятором уровня в деаэраторе питательной воды.

Первый клапана автоматически подключается к регулятору уровня при уровне в деаэраторе меньше 1,8 м в деаэраторе, второй подключается к регулятору уровня в случае отказа работающего.

Автоматически закрываются при повышении уровня в деаэраторе выше номинального.

РАБОТА СИСТЕМЫ ПРИ НОРМАЛЬНОМ РЕЖИМЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭНЕРГОБЛОКА

Работа РУ на мощности

При работе блока на мощности система аварийной питательной воды находится в режиме ожидания (в состоянии готовности на случай возникновения аварии).

В состоянии готовности параметры системы обеспечиваются за счет:

- контроля состояния компонентов;
- готовности баков запаса обессоленной воды (LCU01, 04 ВВ001);
- готовности обеспечивающих систем;
- охлаждения оборудования и вентиляции помещений;
- периодических эксплуатационных испытаний.
- Инв. № БЛ-01063 пм

Регламент эксплуатационных испытаний предусматривает контроль периодически контролируемых элементов каждого канала с периодичностью 672 часа. При этом насос работает по линии рециркуляции в течение 30 минут, во время которых производится контроль его работоспособности.

РАБОТА СИСТЕМЫ ПРИ НАРУШЕНИЯХ НА ЭНЕРГОБЛОКЕ

При нарушениях нормальных условий эксплуатации, связанных с прекращением нормального отвода тепла через второй контур (потеря вакуума в конденсаторе турбины, потеря нормального расхода питательной воды и т.д.), по совпадению технологических сигналов:

уровень в парогенераторе менее номинального $H_{\text{ном}}$ минус 900 мм;

температура в первом контуре более 150 °С.

запускаются аварийные питательные насосы, открываются задвижки LAR10(20, 30, 40) AA101 на напоре питательного насоса и питательная вода подается в парогенератор.

В зависимости от дальнейшего протекания режима, система аварийной питательной воды обеспечивает подачу питательной воды в парогенераторы для поддержания, совместно с БРУ-А, реакторной установки в горячем состоянии до восстановления нормального отвода тепла через второй контур или перевода ее в холодное состояние (на паровом этапе расхолаживания).

При обесточивании АЭС аварийные питательные насосы включаются по программе ступенчатого пуска дизель генераторов и работают по линии рециркуляции.

В дальнейшем по совпадению технологических сигналов:

уровень в парогенераторе менее номинального $H_{\text{ном}}$ минус 900 мм;

температура в первом контуре более 150 °С.

открываются задвижки LAR10(20, 30, 40) AA101 на напоре питательного насоса и питательная вода подается в парогенератор.

РАБОТА СИСТЕМЫ ПРИ АВАРИЯХ НА ЭНЕРГБЛОКЕ

При проектных авариях по совпадению технологических сигналов:

-уровень в парогенераторе менее номинального $H_{ном}$ минус 900 мм;

-температура в первом контуре более 150 °С.

запускаются аварийные питательные насосы, открываются задвижки LAR10(20, 30, 40) AA101 на напоре питательного насоса и питательная вода подается в парогенератор из баков запаса обессоленной воды системы LCU.

В случае прохождения сигнала обесточивания в любой момент аварии насосы системы переключаются на систему аварийного электроснабжения по программе ступенчатого пуска дизель-генераторов.

Отвод остаточных тепловыделений реакторной установки производится сбросом пара в атмосферу через БРУ-А.

РАБОТА СИСТЕМЫ ПРИ АВАРИЯХ НА ЭНЕРГООБЛОКЕ

При авариях с разрывом трубопроводов пара и питательной воды в неотсекаемой от парогенераторов части при совпадении сигналов:

- давление в паропроводе менее 5,14 МПа;
- разность температур насыщения первого и второго контуров (тот же паропровод) более 70 °С;
- температура в первом контуре более 150 °С.

либо по сигналу:

разность между давлением в паропроводах неаварийных парогенераторов и давлением в паропроводе соответствующего парогенератора более 1,0 МПа;

останавливается аварийный питательный насос LAS10(20,30,40) AP001, закрываются задвижки LAR10(20,30,40)AA101,AA801 на линии подачи питательной воды в данный парогенератор и подача питательной воды может осуществляться только в неповрежденные парогенераторы.

РАБОТА СИСТЕМЫ ПРИ АВАРИЯХ НА ЭНЕРГБЛОКЕ

При авариях с разрывом трубопроводов пара и питательной воды в неотсекаемой от парогенераторов части при совпадении сигналов:

- давление в паропроводе менее 5,14 МПа;
 - разность температур насыщения первого и второго контуров (тот же паропровод) более 70 °С;
 - температура в первом контуре более 150 °С.
- либо по сигналу:
- разность между давлением в паропроводах неаварийных парогенераторов и давлением в паропроводе соответствующего парогенератора более 1,0 МПа;
 - останавливается аварийный питательный насос LAS10(20, 30, 40) AP001, закрываются задвижки LAR10(20, 30, 40) AA101, AA801 на линии подачи питательной воды в данный парогенератор и подача питательной воды может осуществляться только в неповрежденные парогенераторы.

При запроектных авариях система аварийной питательной воды используется по своему прямому назначению, если имеется энергоснабжение оборудования системы.

РАБОТА СИСТЕМЫ LCU ПРИ НОРМАЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Система работает в режимах пуска, останова и работы блока на мощности.

Перед пуском блока заполнение систем первого и второго контуров осуществляется насосами подпиточной воды и аварийными насосами подпиточной воды.

При работе блока на мощности осуществляется нормальная подпитка в водяные камеры конденсатора турбины насосами подпиточной воды, забор воды производится из двух баков обессоленной воды LCU02, 03 ВВ001. Уровень в конденсаторе турбины поддерживается регулирующим клапаном LCU23 AA201 на трубопроводе подпитки

В режиме нормальной подпитки в работе находится один из насосов LCU05,06AP001, а при периодической (один раз в месяц) подаче воды на промывку фильтров включается второй насос для обеспечения требуемого расхода.

Часть системы, предназначенная для хранения и подачи обессоленной воды к системе аварийной питательной воды, находится в режиме ожидания (в состоянии готовности).

В состоянии готовности параметры системы обеспечиваются за счет:

- контроля состояния компонентов;
- готовности баков запаса обессоленной воды LCU01,04 ВВ001 (баки полностью заполнены обессоленной водой);
- готовности обеспечивающих систем;
- охлаждения оборудования и вентиляции помещений;
- периодических эксплуатационных испытаний совместно с системой аварийной питательной воды.

РАБОТА СИСТЕМЫ LCU ПРИ НАРУШЕНИИ НОРМАЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ И АВАРИЯХ НА ЭНЕРГБЛОКЕ

Аварийная подпитка подается в деаэратор аварийными насосами подпиточной воды, поддержание уровня в деаэраторе обеспечивается с помощью регулирующего клапана LCU30 AA201, AA202 на трубопроводе подпиточной воды в деаэратор.

При нарушениях нормальных условий эксплуатации и проектных авариях, требующих работы системы аварийной питательной воды, система LCU обеспечивает подачу обессоленной воды на всас аварийных питательных насосов LAS10,20,30,40AP001.