

Филиал ОАО «Головной институт «ВНИПИЭТ» «СПбАЭП»	АЭС-2006 Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 9 Вспомогательные системы энергоблока	Изм. 2 12.05.14	9.2.7.1-1
---	--	--------------------	-----------

9.2.7.1 Промконтур охлаждения ответственных потребителей высокого давления

Дата	10.2013
Главный инженер проекта	В.Л. Муравьев
Нормоконтроль	А.А. Дмитриев
Главный специалист ТО	М.И. Яковлев
Проверил	К.М. Ильинский
Разработал	С.А. Кузин
Всего листов	22

СОДЕРЖАНИЕ

9.2.7.1.1 Проектные основы	9.2.7.1-2
9.2.7.1.1.1 Назначение и функции системы	9.2.7.1-2
9.2.7.1.1.2 Проектные режимы и исходные данные	9.2.7.1-4
9.2.7.1.1.3 Принципы проектирования	9.2.7.1-4
9.2.7.1.1.4 Требования к связанным системам	9.2.7.1-5
9.2.7.1.1.5 Требования к компоновке	9.2.7.1-6
9.2.7.1.2 Проект системы	9.2.7.1-6
9.2.7.1.2.1 Описание технологической схемы	9.2.7.1-6
9.2.7.1.2.2 Описание элементов	9.2.7.1-14
9.2.7.1.2.3 Арматура и трубопроводы	9.2.7.1-14
9.2.7.1.2.4 Описание использованных материалов	9.2.7.1-15
9.2.7.1.2.5 Защита от превышения давления	9.2.7.1-15
9.2.7.1.2.6 Размещение оборудования	9.2.7.1-15
9.2.7.1.2.7 Отключение системы	9.2.7.1-16
9.2.7.1.3 Управление и контроль работы системы	9.2.7.1-16
9.2.7.1.4 Испытания и проверки	9.2.7.1-20
9.2.7.1.5 Анализ проекта	9.2.7.1-20
9.2.7.1.5.1 Показатели надежности системы	9.2.7.1-20
9.2.7.1.5.2 Режимы работы	9.2.7.1-21
9.2.7.1.5.3 Оценка проекта	9.2.7.1-22
9.2.7.1.5.4 Сравнение с аналогичными проектами	9.2.7.1-22

LN2O.B.110.1.090207.01&&.021.HE.0002_&_F=2

LN2O.B.110.1.090207.01&&.021.HE.0002	Предварительный отчет по обоснованию безопасности	404
--------------------------------------	---	-----

Филиал ОАО «Головной институт «ВНИПИЭТ» «СПбАЭП»	АЭС-2006 Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 9 Вспомогательные системы энергоблока	Изм. 1 25.10.13	9.2.7.1-2
---	--	--------------------	-----------

9.2.7.1.1 Проектные основы

9.2.7.1.1.1 Назначение и функции системы

Промконтур охлаждения ответственных потребителей высокого давления КАВ предназначен для подачи охлаждающей воды и отвода тепла от вспомогательного оборудования реакторной установки и вспомогательных систем реакторной установки в режимах нормальной эксплуатации, нарушений нормальных условий эксплуатации и проектных авариях (подача воды на охлаждение теплообменников ГЦНА), а также для обеспечения барьера между теплоносителем первого контура высокого давления и промконтуром системы охлаждения ответственных потребителей КАА.

В соответствии НП-001-97 (ОПБ-88/97) промконтур охлаждения ответственных потребителей высокого давления по назначению является системой нормальной эксплуатации, по влиянию на безопасность - важной для безопасности.

Оборудование, трубопроводы и арматура системы КАВ расположенные в здании безопасности UKD и в здании реактора UJA, относятся к третьему классу безопасности в соответствии с НП-001-97 (ОПБ-88/97), классификационное обозначение «ЗН», к группе «С» по ПНАЭ Г-7-008-89 и первой категории сейсмостойкости по НП-031-01, обозначение «I» на технологической схеме.

Трубопроводы и арматура локализуемых групп, относятся ко второму классу безопасности в соответствии с НП-001-97 (ОПБ-88/97), классификационное обозначение «2Л», группе «В» по ПНАЭ Г-7-008-89 и первой категории сейсмостойкости по НП-031-01, обозначение «I» на технологической схеме.

Трубопроводы и арматура системы КАВ расположенные в здании вспомогательного корпуса УКА, относятся к третьему классу безопасности в соответствии с НП-001-97 (ОПБ-88/97), классификационное обозначение «ЗН», к группе «С» по ПНАЭ Г-7-008-89 и второй категории сейсмостойкости по НП-031-01, обозначение «II» на технологической схеме.

Система КАВ имеет связи со следующими системами обеспечивающими проектное функционирование системы:

- системой подачи обессоленной воды (КВС-2);
- промконтуром системы охлаждения ответственных потребителей (КАА);
- системой электроснабжения;
- системой контроля и управления;
- системой вентиляции.

Принципиальная технологическая схема системы КАВ и классификация по НП-001-97 (ОПБ-88/97), ПНАЭ Г -7-008-89 и НП-031-01 представлены на рисунке 9.2.7.1.1.1.1

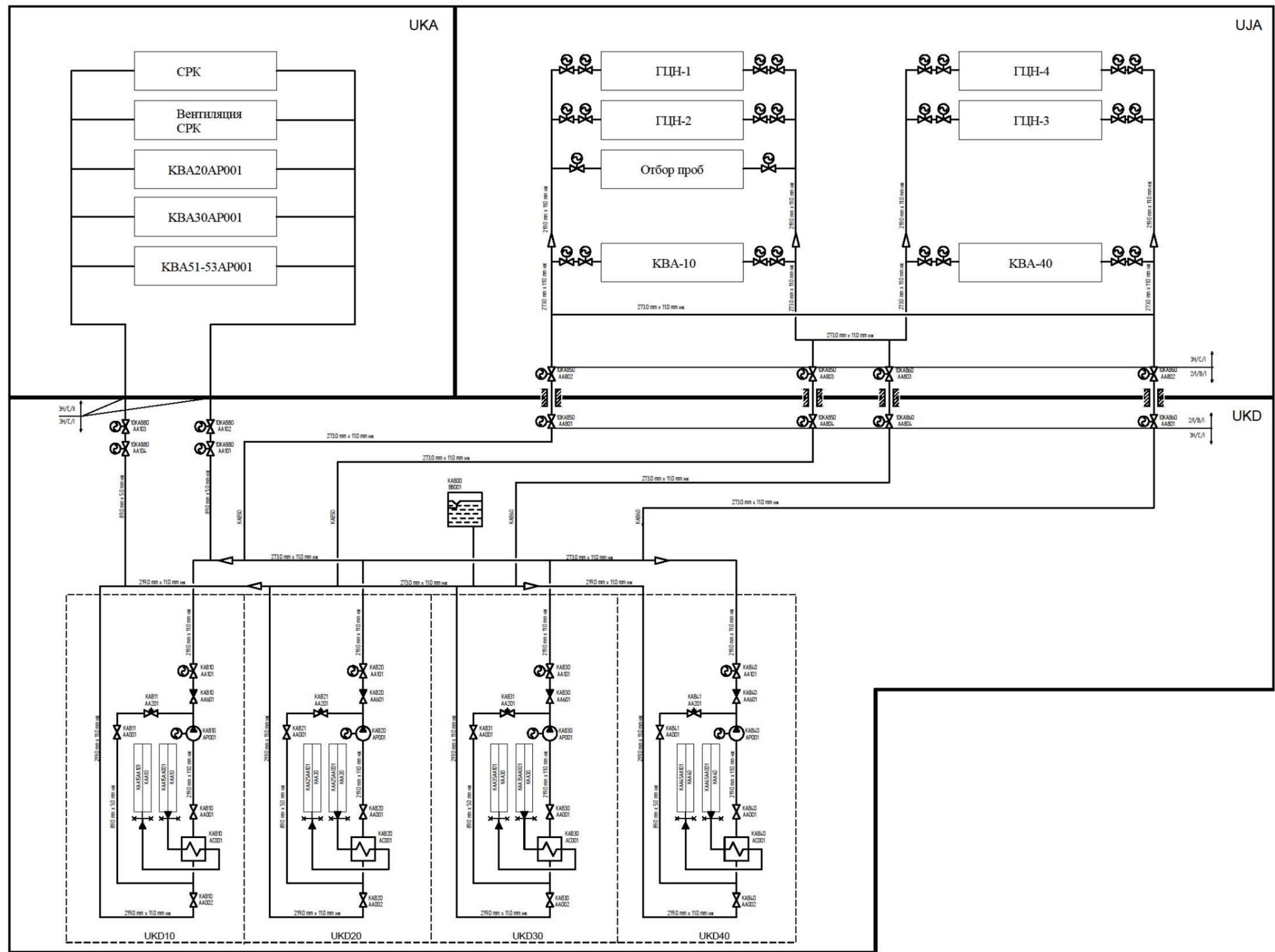


Рисунок 9.2.7.1.1.1-Принципиальная технологическая схема промконтура ответственных потребителей высокого давления КАВ

Филиал ОАО «Головной институт «ВНИПИЭТ» «СПбАЭП»	АЭС-2006 Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 9 Вспомогательные системы энергоблока	Изм. 2 12.05.14	9.2.7.1-4
---	--	--------------------	-----------

9.2.7.1.1.2 Проектные режимы и исходные данные

При работе РУ на мощности система КАВ должна обеспечивать отвод тепла не менее 7,6 МВт от потребителей двумя каналами при температуре охлаждающей воды промконтур КАВ плюс 35 °С и воды системы КАА плюс 33 °С.

В режимах расхолаживания первого контура система КАВ должна обеспечивать отвод тепла не менее 3,3 МВт от потребителей двумя каналами при температуре охлаждающей воды промконтур КАВ плюс 35 °С и воды системы КАА плюс 33 °С.

Система КАВ должна обеспечить отвод тепла от потребителей при поддержании реакторной установки в «горячем» состоянии при температуре охлаждающей воды промконтур КАВ плюс 35 °С и воды системы КАА плюс 33 °С. В режимах проектных аварий, при необходимости, система должна обеспечивать отвод тепла от теплообменников ГЦНА, СРК, насосов КВА двумя каналами при температуре охлаждающей воды промконтур КАВ плюс 37 °С и воды системы КАА плюс 35 °С. Проектные режимы работы системы КАВ представлены в Таблицах 9.2.7.1.2.1.1, 9.2.7.1.2.1.2 и 9.2.7.1.2.1.3.

9.2.7.1.1.3 Принципы проектирования

Система КАВ должна быть спроектирована в соответствии со следующими нормативными документами:

- Общие положения обеспечения безопасности атомных станций ОПБ-88/97 НП-001-97 (ПНАЭ Г-01-011-97);
- Правила ядерной безопасности реакторных установок атомных станций НП-082-07;
- Правила устройства и безопасной эксплуатации оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок ПНАЭ Г-7-008-89 (с изм. 1 и 2);
- Нормы проектирования сейсмостойких атомных станций НП-031-01;
- Трубопроводная арматура для атомных станций. Общие технические требования. НП-068-05;
- Нормы расчета на прочность оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок ПНАЭГ-7-002-86;
- Оборудование и трубопроводы атомных энергетических установок. Сварка и наплавка. Основные положения. ПНАЭГ-7-009-89 (с изм. 1);
- Оборудование и трубопроводы атомных энергетических установок. Сварные соединения и наплавки. Правила контроля. ПНАЭГ-7-010-89 (с изм. 1);
- **Требования к программам обеспечения качества для объектов использования атомной энергии НП-090-11;**
- Санитарные правила проектирования и эксплуатации атомных станций СП АС-03;
- Правила радиационной безопасности при эксплуатации атомных станций ПРБ АС-99.

Система КАВ должна состоять из четырех каналов выполненных независимыми по технологическим и электрическим связям, а также системам контроля и управления. Для обеспечения надежности и стабильности работы системы КАВ в режиме нормальной эксплуатации, каждый из двух работающих каналов системы должен иметь резерв от соседнего канала (КАВ10 и КАВ20, КАВ30 и КАВ40).

Должна быть предусмотрена возможность отсечения потребителей имеющих давление охлаждаемой радиоактивной среды выше давления промконтур КАВ в случае нарушения герметичности поверхности теплообмена.

LN2O.B.110.1.090207.01&&.021.HE.0002	Предварительный отчет по обоснованию безопасности	407
--------------------------------------	---	-----

Филиал ОАО «Головной институт «ВНИПИЭТ» «СПбАЭП»	АЭС-2006 Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 9 Вспомогательные системы энергоблока	Изм. 1 25.10.13	9.2.7.1-5
---	--	--------------------	-----------

При землетрясениях интенсивностью более ПЗ (проектное землетрясение) части системы КАВ, рассчитанные на вторую категорию сейсмостойкости, должны надежно отсекаются с помощью соответствующей арматуры.

При работе РУ на мощности система должна обеспечить подвод охлаждающей воды к потребителям, работающим в режиме нормальной эксплуатации (НЭ).

В режимах нарушений нормальной эксплуатации (ННЭ) система должна обеспечить отвод тепла от теплообменников ГЦНА и КВА.

При проектных авариях (ПА), при необходимости, система должна обеспечивать отвод тепла от теплообменников ГЦНА, СРК, насосов КВА.

9.2.7.1.1.4 Требования к связанным системам

Системы, от которых зависит работоспособность промконтур КАВ, должны быть спроектированы таким образом, чтобы обеспечить выполнение функций системы КАВ во всех проектных режимах.

К таким системам относятся следующие:

- система подачи обессоленной воды (КВС2);
- промконтур системы охлаждения ответственных потребителей (КАА);
- система электроснабжения;
- система контроля и управления;
- система вентиляции.

Система подачи обессоленной воды КВС2 должна обеспечивать заполнение и подпитку промконтур КАВ. Заполнение и подпитка промконтур КАВ должна производиться обессоленной водой, отвечающей следующим требованиям:

- Значение рН (25 °С) от 6,0 до 8;
- Удельная электропроводность, мкСм/см, не более 1,2;
- Концентрация общего органического углерода, мг/дм³, не более 0,3;
- Концентрация хлоридов, мг/дм³, не более 0,005;
- Концентрация кремниевой кислоты, мг/дм³, не более 0,02.

Промконтур системы охлаждения ответственных потребителей КАА должен обеспечивать отвод тепла от теплообменников промконтур КАВ при расчетной температуре воды КАА 33 °С в режимах нормальной эксплуатации и нарушений нормальной эксплуатации, а также по необходимости при проектных авариях (35 °С). Описание промконтур системы охлаждения ответственных потребителей КАА представлено в подразделе 12.3.2.2 ПООБ.

Система электроснабжения должна обеспечивать электропитанием электроприводные компоненты системы во всех проектных режимах.

Локализирующая арматура системы промконтур КАВ, должны обеспечиваться электропитанием первой группы надежности системы аварийного электроснабжения (САЭ).

Активные элементы системы промконтур КАВ, расположенные в здании безопасности UKD, должны обеспечиваться электропитанием второй группы надежности системы аварийного электроснабжения (САЭ).

Активные элементы системы промконтур КАВ, обеспечивающие подачу воды к теплообменникам автономного контура ГЦНА и теплообменникам системы подпитки и борного регулирования КВА, должны обеспечиваться электропитанием второй группы надежности системы аварийного электроснабжения (САЭ).

Активные элементы системы промконтур КАВ, обеспечивающие подачу воды к теплообменникам отбора проб, должны обеспечиваться электропитанием третьей группы надежности системы электроснабжения нормальной эксплуатации (СНЭ).

LN2O.B.110.1.090207.01&&.021.HE.0002	Предварительный отчет по обоснованию безопасности	408
--------------------------------------	---	-----

Филиал ОАО «Головной институт «ВНИПИЭТ» «СПбАЭП»	АЭС-2006 Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 9 Вспомогательные системы энергоблока	Изм. 1 25.10.13	9.2.7.1-6
---	--	--------------------	-----------

Описание систем электроснабжения нормальной эксплуатации и аварийного электроснабжения представлено в главе 8 ПООБ.

Система контроля и управления - должна обеспечивать: автоматическое регулирование; логическое дискретное (автоматическое) управление (блокировки, пошаговые программы, АВР); технологические защиты оборудования; дистанционное управление; 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 и т.д.

Описание системы управления и КИП представлено в главе 7 ПООБ.

Система вентиляции и охлаждения помещений, в которых расположено оборудование системы промконтур КАВ, должна обеспечивать поддержание параметров окружающей среды, необходимых для работы оборудования системы КАВ.

Описание системы вентиляции представлено в разделе 9.7 и подразделе 12.3.4 ПООБ.

9.2.7.1.1.5 Требования к компоновке

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

- сокращение до минимума технологических коммуникаций;
- оборудование каждого канала промконтур КАВ должно размещаться в отдельных, изолированных друг от друга огнестойкими физическими барьерами, помещениях здания безопасности;
- 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, каналы охлаждающей воды и кабельные коммуникации;
- обеспечения безопасных условий эксплуатации для персонала.

9.2.7.1.2 Проект системы

9.2.7.1.2.1 Описание технологической схемы

Принципиальная технологическая схема промконтур КАВ представлена на рисунке 9.2.7.1.1.1-1.

Система КАВ состоит из четырех каналов, выполненных независимыми по технологическим и электрическим связям.

Каждый канал КАВ10, 20, 30, 40 подключен к общему напорному и обратному коллекторам. Общие коллектора соединены с коллекторами зданий реакторного отделения УА и вспомогательного корпуса УКА.

Каждый канал промконтур КАВ представляет собой замкнутую систему. "Холодная" вода промконтур насосами подается к потребителям, от потребителей вода

LN2O.B.110.1.090207.01&&.021.HE.0002	Предварительный отчет по обоснованию безопасности	409
--------------------------------------	---	-----

Филиал ОАО «Головной институт «ВНИПИЭТ» «СПбАЭП»	АЭС-2006 Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 9 Вспомогательные системы энергоблока	Изм. 1 25.10.13	9.2.7.1-7
---	--	--------------------	-----------

сливается в обратную магистраль, откуда направляется в теплообменник промконтур, где охлаждается водой системы КАА. Затем "холодная" вода вновь поступает на всас насосов промконтур.

Из двух каналов КАВ10 и КАВ20, один насос канала является рабочим, другой резервным. Из двух каналов КАВ30 и КАВ40, один насос является рабочим, другой резервным.

Каждый канал включает:

- теплообменник КАВ10АС001 (КАВ20АС001, КАВ30АС001, КАВ40АС001);
- насосы КАВ10АР001 (КАВ20АР001, КАВ30АР001, КАВ40АР001);
- общий дыхательный бак КАВ00ВВ001;
- арматуру;
- трубопроводы.

Каждый теплообменник каналов КАВ подключен к "своему" каналу КАА.

Нормально вода КАВ подается (и отводится) в здание реактора по двум линиям КАВ50 и КАВ60, а во вспомогательный корпус по линии КАВ80. При нарушениях подачи охлаждающей воды в здание реактора (например ложное закрытие локализирующей арматуры) потребители будут обеспечены охлаждающей водой при подаче по одной линии КАВ50 или КАВ60 от работающих каналов КАВ.

Давление воды промконтур КАВ, ниже давления среды потребителей, что не исключает загрязнение радиоактивными веществами воды промконтур КАВ. Поэтому возможные источники загрязнения промконтур КАВ снабжены отсекающей арматурой, закрывающейся автоматически при повышении температуры промконтур на выходе из источника (теплообменники КВА10АС002, КВА40АС001, ЖЕВ10, 20, 30, 40АС001, 002) выше 100 °С.

Дыхательный бак КАВ00ВВ001 расположен выше уровня установки теплообменников ГЦНА и подключен ко всасу насосов промконтур КАВ.

Подпитка промконтур КАВ осуществляется автоматически, обессоленной водой из системы КВС2 в дыхательный бак.

Для возможности регулирования радиационных характеристик и водно-химического режима промконтур КАВ, предусмотрена периодическая замена воды промконтур путем слива части воды контур в спецканализацию, а также очистка воды от механических примесей на фильтрах системы КАА.

Распределение потребителей по каналам, тепловые нагрузки и расход воды промконтур КАВ в нормальном и аварийном режиме приведены в таблицах 9.2.7.1.2.1.1, 9.2.7.1.2.1.2, 9.2.7.1.2.1.3.

Филиал ОАО «Головной институт «ВНИПИЭТ» «СПбАЭП»	АЭС-2006 Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 9 Вспомогательные системы энергоблока	Изм. 1 25.10.13	9.2.7.1-8
---	--	--------------------	-----------

Таблица 9.2.7.1.2.1.1-Тепловые нагрузки и расходы воды потребителей промконтур КАВ при работе реактора на мощности (температура промконтур КАВ плюс 35 °С в работе два канала КАВ – условно рабочие каналы КАВ10 и КАВ30)

Код KKS	Тепловые нагрузки, МВт/ расходы воды КАВ, м ³ /ч				Доп. информация
	КАВ10	КАВ20	КАВ30	КАВ40	
Здание реактора УА					
Теплообменники автономного контура ГЦНА JEV10, 20, 30, 40 АС001, 002	1 / 100	0 / 0	1 / 100	0 / 0	
Теплообменники отбора проб реакторного отделения системы подготовки проб KUB01AC001 KUB11AC001 KUA06AC001 KUA07AC001, 002	0,33 / 18	0 / 0	0,33 / 18	0 / 0	
Доохладитель продувки КВА10АС002	1,6 / 45 (0,5 / 7,5) ¹⁾	0 / 0	1,6 / 45 (0,5 / 7,5) ¹⁾	0 / 0	Расход регулируется
Теплообменник аварийного вывода теплоносителя КВА40АС001	0,8 / 25	0 / 0	0,8 / 25	0 / 0	
ИТОГО общее по УА на два работающих канала КАВ	7,5 / 376 (5,3 / 300) ¹⁾				
Здание вспомогательного корпуса					
Теплообменники на линии рециркуляции насосов подпитки и борного регулирования КВА21,31АС001	0 / 5	0 / 0	0 / 5	0 / 0	

Филиал ОАО «Головной институт «ВНИПИЭТ» «СПбАЭП»	АЭС-2006 Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 9 Вспомогательные системы энергоблока	Изм. 1 25.10.13	9.2.7.1-9
---	--	--------------------	-----------

Код KKS	Тепловые нагрузки, МВт/ расходы воды КАВ, м ³ /ч				Доп. информа ция
	КАВ10	КАВ20	КАВ30	КАВ40	
Насосы подпитки и борного регулирования большой производительности КВА20,30AP001	0,05 ¹⁾ / 6	0 / 0	0,05 ¹⁾ / 6	0 / 0	
Насосы подпитки и борного регулирования малой производительности КВА51,52,53AP001	0 / 0,5	0 / 0	0 / 0,5	0 / 0	
Теплообменники радиационного контроля воды первого контура KUC50AC001	0,01 / 1,9	0 / 0	0,01 / 1,9	0 / 0	
Рециркуляционные охлаждающие установки вспомогательного корпуса УКА KLE40	0.015 / 10,1	0 / 0	0.015 / 10,1	0 / 0	
ИТОГО общее по УКА на два работающих канала КАВ	0,05 / 47				
ИТОГО по станции на два работающих канала КАВ	7,6 / 423 (5,2 / 348) ¹⁾				
Примечание: ¹⁾ – Без борного регулирования.					

Филиал ОАО «Головной институт «ВНИПИЭТ» «СПбАЭП»	АЭС-2006 Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 9 Вспомогательные системы энергоблока	Изм. 1 25.10.13	9.2.7.1-10
---	--	--------------------	------------

Таблица 9.2.7.1.2.1.2-Тепловые нагрузки и расходы воды потребителей промконтуров охлаждения КАВ в режиме расхолаживания (температура промконтуров КАВ 35 °С, $T_{1к}=130$ °С, $P_{1к} = 2,0$ МПа, в работе два канала КАВ - условно в работе КАВ10 и КАВ30)

Код KKS	Тепловые нагрузки, МВт/ расходы воды КАВ, м ³ /ч				Доп. информация
	КАВ10	КАВ20	КАВ30	КАВ40	
Здание реактора УА					
Теплообменники автономного контура ГЦНА JEV10, 20, 30, 40 АС001, 002	0,3 / 100	0 / 0	0,3 / 100	0 / 0	
Теплообменники отбора проб реакторного отделения системы подготовки проб KUB01AC001 KUB11AC001 KUA06AC001 KUA07AC001, 002	0,3 / 18	0 / 0	0,3 / 18	0 / 0	
Доохладитель продувки KBA10AC002	0,8 / 25	0 / 0	0,8 / 25	0 / 0	Расход регулируется
Теплообменник аварийного вывода теплоносителя KBA40AC001	0,2 / 25	0 / 0	0,2 / 25	0 / 0	
ИТОГО общее по УА на два работающих канала КАВ	3,2 / 336				
Здание вспомогательного корпуса					
Теплообменники на линии рециркуляции насосов подпитки и борного регулирования KBA21,31AC001	0 / 5	0 / 0	0 / 5	0 / 0	

Филиал ОАО «Головной институт «ВНИПИЭТ» «СПбАЭП»	АЭС-2006 Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 9 Вспомогательные системы энергоблока	Изм. 1 25.10.13	9.2.7.1-11
---	--	--------------------	------------

Код KKS	Тепловые нагрузки, МВт/ расходы воды КАВ, м ³ /ч				Доп. информа ция
	КАВ10	КАВ20	КАВ30	КАВ40	
Насосы подпитки и борного регулирования большой производительности КВА20,30AP001	0,05 / 6	0 / 0	0,05 / 6	0 / 0	
Насосы подпитки и борного регулирования малой производительности КВА51,52,53AP001	0 / 0,5	0 / 0	0 / 0,5	0 / 0	
Теплообменники радиационного контроля воды первого контура KUC50AC001	0,01 / 1,9	0 / 0	0,01 / 1,9	0 / 0	
Рециркуляционные охлаждающие установки вспомогательного корпуса УКА KLE40	0,015 / 10	0 / 0	0,015 / 10	0 / 0	
ИТОГО общее по УКА на два работающих канала КАВ	0,1 / 47				
ИТОГО по станции на два работающих канала КАВ	3,3 / 383				

Филиал ОАО «Головной институт «ВНИПИЭТ» «СПбАЭП»	АЭС-2006 Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 9 Вспомогательные системы энергоблока	Изм. 1 25.10.13	9.2.7.1-12
---	--	--------------------	------------

Таблица 9.2.7.1.2.1.3-Тепловые нагрузки и расходы воды потребителей промконтур КАВ в режиме проектной аварии “течь теплоносителя первого контура” (температура промконтура КАВ 37 °С)

Код KKS	Тепловые нагрузки, МВт/ расходы воды КАВ, м ³ /ч				Доп. информация
	КАВ10	КАВ20	КАВ30	КАВ40	
Здание реактора УА					
Теплообменники автономного контура ГЦНА ЖЕВ10, 20, 30, 40 АС001, 002	0,5 / 100	0 / 0	0,5 / 100	0 / 0	
Теплообменники отбора проб реакторного отделения системы подготовки проб КУВ01АС001 КУВ11АС001 КУА06АС001 КУА07АС001, 002	0 / 18	0 / 0	0 / 18	0 / 0	
Доохладитель продувки КВА10АС002	0 / <10	0 / 0	0 / <10	0 / 0	Расход регулируется
Теплообменник аварийного вывода теплоносителя КВА40АС001	0 / 25	0 / 0	0 / 25	0 / 0	
ИТОГО общее по УА на два работающих канала КАВ	0,4 / 300				
Здание вспомогательного корпуса					
Теплообменники на линии рециркуляции насосов подпитки и борного регулирования КВА21,31АС001	0 / 5	0 / 0	0 / 5	0 / 0	

Филиал ОАО «Головной институт «ВНИПИЭТ» «СПбАЭП»	АЭС-2006 Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 9 Вспомогательные системы энергоблока	Изм. 1 25.10.13	9.2.7.1-13
---	--	--------------------	------------

Код KKS	Тепловые нагрузки, МВт/ расходы воды КАВ, м ³ /ч				Доп. информа ция
	КАВ10	КАВ20	КАВ30	КАВ40	
Насосы подпитки и борного регулирования большой производительности КВА20,30AP001	0,05 / 6	0 / 0	0,05 / 6	0 / 0	
Насосы подпитки и борного регулирования малой производительности КВА51,52,53AP001	0 / 0,5	0 / 0	0 / 0,5	0 / 0	
Теплообменники радиационного контроля воды первого контура KUC50AC001	0,01 / 1,9	0 / 0	0,01 / 1,9	0 / 0	
Рециркуляционные охлаждающие установки вспомогательного корпуса УКА KLE40	0,015 / 10	0 / 0	0,015 / 10	0 / 0	
ИТОГО общее по УКА на два работающих канала КАВ	0,09 / 47				
ИТОГО по станции на два работающих канала КАВ	0,53 / 348				

Филиал ОАО «Головной институт «ВНИПИЭТ» «СПбАЭП»	АЭС-2006 Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 9 Вспомогательные системы энергоблока	Изм. 2 12.05.14	9.2.7.1-14
---	--	--------------------	------------

9.2.7.1.2.2 Описание элементов

Насосы

Насосы КАВ10,20,30,40АP001 предназначены для подачи охлаждающей воды к потребителям промконтура.

Производительность насоса определена в соответствии с нагрузками - таблицы 9.2.7.1.1.2.1, 9.2.7.1.1.2.2, 9.2.7.1.1.2.3.

Расчетная величина напора насоса выбрана так, чтобы обеспечить необходимый расход к каждому потребителю.

- Количество 4;
- Рабочая температура, °С не более 37;
- Расчетная температура, °С не менее 60;
- Производительность, м³/ч ~150-350;
- Напор, м.в.ст. ~40-35;
- Мощность электродвигателя, кВт ~75

Теплообменники

Теплообменники КАВ10(20,30,40)АС001 предназначены для охлаждения воды промконтура водой системы КАА.

В каждом канале установлено по одному пластинчатому теплообменнику.

Поверхность теплообмена одного теплообменника определяется в соответствии с тепловыми нагрузками - таблицы 9.2.7.1.1.2.1, 9.2.7.1.1.2.2, 9.2.7.1.1.2.3.

- Количество 4;
- Тип пластинчатый;
- Со стороны воды промконтура (КАВ):
 - Расход, м³/ч ~ 225;
 - Расчетная температура, °С не менее 100;
- Со стороны воды промконтура (КАА):
 - Расход, м³/ч ~ 250;
 - Расчетная температура, °С не менее 100.

Дыхательный бак

Дыхательный (атмосферный) бак КАВ00ВВ001 предназначен для восприятия температурных изменений объема воды промконтура, подпитки промконтура, компенсации протечек в системе и создания подпора на всасе насоса.

- Количество 1;
- Рабочая температура, °С не более 60;
- Расчетная температура, °С не менее 100;
- Рабочий (полезный) объем бака, м³ не менее 1,5.

Заключение о соответствии оборудования требованиям НТД РФ входит в состав сопроводительной документации на оборудование.

9.2.7.1.2.3 Арматура и трубопроводы

Арматура в системе КАВ отвечает требованиям НП-068-05.

Арматура выполнена из коррозионностойкой стали, все соединения с трубопроводами сварные.

Трубопроводы системы КАВ отвечают требованиям ПНАЭ Г-7-008-89.

Материал трубопроводов – коррозионностойкая сталь. Соединения сварные.

Филиал ОАО «Головной институт «ВНИПИЭТ» «СПбАЭП»	АЭС-2006 Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 9 Вспомогательные системы энергоблока	Изм. 2 12.05.14	9.2.7.1-15
---	--	--------------------	------------

Применяется сортамент трубопроводов низкого давления согласно СТО 79814898 109-2009 и сортамент трубопроводов высокого давления согласно ОСТ.24.125.01-89.

Заключение о соответствии арматуры и трубопроводов требованиям НТД РФ входит в состав сопроводительной документации на арматуру и трубопроводы.

9.2.7.1.2.4 Описание использованных материалов

Выбор материала трубопроводов и оборудования осуществляется с учетом требуемых физико-механических характеристик, технологичности, свариваемости, а также способности работать в условиях проектных характеристик рабочей среды, а при необходимости, и в условиях применения дезактивирующих растворов, в течение всего срока службы.

Условия окружающей среды для оборудования, расположенного в герметичной оболочке, представлены в разделе 9.7 ПООБ.

2

В качестве основного материала трубопроводов, оборудования, арматуры в системе КАВ принята коррозионностойкая сталь.

9.2.7.1.2.5 Защита от превышения давления

Оборудование и трубопроводы системы КАВ, работающие при низком давлении защищены от превышения давления посредством предохранительных клапанов. Трубопроводы обвязки теплообменников КВА и ЖЕВ снабжены отсекающей арматурой и трубопроводами, рассчитанными на параметры первого контура, а также предохранительной арматурой для защиты оборудования и трубопроводов системы КАВ от превышения давления (вследствие температурного расширения среды в замкнутом объеме).

Для защиты локализуемых групп: КАВ50, КАВ60 от превышения давления (вследствие температурного расширения среды в замкнутом объеме), при локализации герметичной оболочки по сигналам аварийной защиты, предусмотрены предохранительные клапаны: КАВ50АА810, КАВ50АА811, КАВ60АА810, КАВ60АА811.

Количество, настройка и пропускная способность предохранительной арматуры, установленной в системе КАВ, выбраны в соответствии с п. 6.2.2 ПНАЭ Г-7-008-89.

9.2.7.1.2.6 Размещение оборудования

Оборудование промконтура КАВ – насосы, теплообменники, арматура и трубопроводы в обвязке насосов и теплообменников, а также арматура отделяющая оборудование и трубопроводы I и II категорий сейсмостойкости размещены в помещениях здания безопасности. Каждый канал располагается в отдельном помещении изолированном один от другого огнестойкими физическими барьерами. Часть системы промконтура КАВ – трубопроводы и арматура размещены в пределах защитной оболочки и в здании вспомогательного корпуса.

Для оборудования, размещенного за пределами защитной оболочки, обеспечены доступ и условия для проведения технического обслуживания и ремонтов при работе реактора на мощности.

Места установки оборудования системы КАВ представлены в таблице 9.2.7.1.2.6.1.

LN2O.B.110.1.090207.01&&.021.HE.0002	Предварительный отчет по обоснованию безопасности	418
--------------------------------------	---	-----

Филиал ОАО «Головной институт «ВНИПИЭТ» «СПбАЭП»	АЭС-2006 Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 9 Вспомогательные системы энергоблока	Изм. 1 25.10.13	9.2.7.1-16
---	--	--------------------	------------

Таблица 9.2.7.1.2.6.1 Места установки оборудования

Оборудование	Помещение	Отметка установки
КАВ10АР001	UKD00121	Плюс 0.00
КАВ20АР001	UKD00221	Плюс 0.00
КАВ30АР001	UKD00321	Плюс 0.00
КАВ40АР001	UKD00421	Плюс 0.00
КАВ10АС001	UKD05121	Плюс 5.10
КАВ20АС001	UKD05222	Плюс 5.10
КАВ30АС001	UKD05322	Плюс 5.10
КАВ40АС001	UKD05421	Плюс 5.10
КАВ00ВВ001	UKD27320	Плюс 27.00

9.2.7.1.2.7 Отключение системы

Операции, связанные с переключениями каналов КАВ с рабочего канала на резервный, производит оператор. После остановки соответствующего канала КАВ запорная арматура КАВ10(20, 30, 40)АА101 закрывается автоматически, для исключения перетоков воды по линии рециркуляции из работающего канала КАВ.

9.2.7.1.3 Управление и контроль работы системы

В основу проектирования систем управления и контроля для системы КАВ положено выполнение следующих требований:

- обеспечение выполнения технологической системой заданных функций во всех режимах требующих ее работы;
- обеспечение дистанционного и автоматического управления элементами, имеющими электропривод;
- выдача оператору информации по технологическим параметрам, а также состоянию и положению элементов;
- обеспечение предупредительной и аварийной сигнализации в случае отклонения параметров от номинальных значений;
- обеспечение защиты оборудования;
- обеспечение резервного управления элементами необходимыми для безопасного останова энергоблока.

Точки контроля

Основные точки технологического контроля в системе КАВ:

- температура воды на сливе из здания UJA;
- расход воды на здание UJA;
- давление на всасе насосов КАВ;
- давление на напоре насосов КАВ;
- давление в сливном трубопроводе здания UJA;
- радиационный контроль каналов КАВ;
- расход воды на здание UKA;
- температура воды на сливе из здания UKA.

LN2O.B.110.1.090207.01&&.021.HE.0002	Предварительный отчет по обоснованию безопасности	419
--------------------------------------	---	-----

Филиал ОАО «Головной институт «ВНИПИЭТ» «СПбАЭП»	АЭС-2006 Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 9 Вспомогательные системы энергоблока	Изм. 1 25.10.13	9.2.7.1-17
---	--	--------------------	------------

Перечень контролируемых параметров в виде таблицы будет представлен в ОООб после разработки рабочей документации.

Управление всеми элементами, имеющими электропривод, контроль положения (состояния) элементов, контроль технологических параметров, а также предупредительная и аварийная сигнализация обеспечены системой верхнего блочного уровня (СВБУ) на БПУ и РПУ в полном объеме.

Требования к контрольно-измерительной аппаратуре, информация о резервировании датчиков, а также связь с управляющими системами подробно изложены в главе 7 ПООБ.

Описание защит и блокировок

Описание защит и блокировок представлено в таблице 9.2.7.1.3.1.

Таблица 9.2.7.1.3.1 Перечень защит, блокировок и действий оператора

Код KKS	Описание защит и блокировок
Оборудование	
Насос промконтура охлаждения КАВ10АР001 КАВ20АР001 КАВ30АР001 КАВ40АР001	Управляются дистанционно с БПУ/РПУ и автоматически. При обесточивании АЭС работавшие до момента обесточивания насосы КАВ автоматически включаются в работу по программе ступенчатого пуска дизель-генератора. Разрешение на включение насоса: - открыта запорная арматура на напоре соответствующего насоса. Отключение насоса по защите по любому из сигналов: - насос включен и расход в напорной магистрали меньше минимума, с выдержкой времени, - насос включен и давление на напоре меньше минимума с выдержкой времени, - давление на всасе насоса меньше минимума, с выдержкой времени, - температура любого из подшипников более максимума; - температура любой из обмоток статора больше максимума. Из четырех насосов два насоса рабочих, два резервных. В каналах КАВ10 и КАВ20 насос одного канала рабочий, второй резервный. В каналах КАВ30 и КАВ40 также насос одного канала рабочий второго резервный.
Арматура	
Запорная арматура на напоре насоса промконтура КАВ КАВ10АА101 КАВ20АА101 КАВ30АА101 КАВ40АА101	Нормально открыты. Управляются дистанционно с БПУ/РПУ и автоматически. Автоматически открываются при включении “своего” насоса.

Филиал ОАО «Головной институт «ВНИПИЭТ» «СПбАЭП»	АЭС-2006 Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 9 Вспомогательные системы энергоблока	Изм. 1 25.10.13	9.2.7.1-18
---	--	--------------------	------------

Продолжение таблицы 9.2.7.1.3.1

Код KKS	Описание защит и блокировок
Локализирующая арматура на подводе воды промконтур к потребителям гермозоны (вне гермозоны) и на сливе воды от потребителей (в гермозоне и вне ее) КАВ50АА801 КАВ50АА802 КАВ50АА803 КАВ50АА804 КАВ60АА801 КАВ60АА802 КАВ60АА803 КАВ60АА804	Нормально открыты. Управляются дистанционно с БПУ/РПУ, с панели резервного управления.
Запорная арматура на подводе и сливе воды от доохладителя продувки первого контура и теплообменника аварийного вывода теплоносителя: КВА10АС002 КВА40АС001 КАВ52АА101 КАВ52АА102 КАВ52АА103 КАВ52АА104 КАВ62АА101 КАВ62АА102 КАВ62АА103 КАВ62АА104	Нормально открыты. Управляются дистанционно с БПУ/РПУ и автоматически. Автоматически закрываются по сигналам температура промконтура КАВ на выходе из соответствующего теплообменника более 100 °С. Автоматически закрываются и открываются по программе поиска течи.
Клапан регулирующий за доохладителем продувки КВА10АС002 КАВ52АА201	Управляются дистанционно с БПУ/РПУ и автоматически. Управляется регулятором КВА и поддерживает температуру теплоносителя перед КВЕ 55 °С

Филиал ОАО «Головной институт «ВНИПИЭТ» «СПбАЭП»	АЭС-2006 Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 9 Вспомогательные системы энергоблока	Изм. 1 25.10.13	9.2.7.1-19
---	--	--------------------	------------

Продолжение таблицы 9.2.7.1.3.1

Код ККС	Описание защит и блокировок
Запорная арматура на подводе и сливе воды на охлаждение ГЦН КАВ50АА101 КАВ50АА102 КАВ50АА103 КАВ50АА104 КАВ50АА105 КАВ50АА106 КАВ50АА107 КАВ50АА108 КАВ60АА101 КАВ60АА102 КАВ60АА103 КАВ60АА104 КАВ60АА105 КАВ60АА106 КАВ60АА107 КАВ60АА108	Нормально открыты. Управляются дистанционно с БПУ/РПУ и автоматически. Автоматически открываются по программе пуска соответствующего ГЦН. Автоматически закрываются по сигналам температура промконтура КАВ на выходе из соответствующего теплообменника более 100 °С. Автоматически закрываются и открываются по программе поиска течи.
Запорная арматура на подводе и сливе воды от теплообменников КУА06(07)АС001(002) КУВ01,11АС001 КАВ56АА101 КАВ56АА102 КАВ56АА103 КАВ56АА104 КАВ56АА105 КАВ56АА106 КАВ56АА107 КАВ56АА108	Нормально открыты. Управляются дистанционно с БПУ/РПУ.
Запорная арматура на магистралях КАВ80 КАВ80АА101 КАВ80АА102 КАВ80АА103 КАВ80АА104	Нормально открыты. Управляются дистанционно с БПУ/РПУ. Закрываются по сигналу землетрясения силой выше ПЗ.

Филиал ОАО «Головной институт «ВНИПИЭТ» «СПбАЭП»	АЭС-2006 Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 9 Вспомогательные системы энергоблока	Изм. 1 25.10.13	9.2.7.1-20
---	--	--------------------	------------

Пределы и условия безопасной эксплуатации, эксплуатационные пределы

Эксплуатационные пределы и пределы безопасной эксплуатации системы КАВ зависят от состояния системы КАА. Эксплуатационные пределы и пределы безопасной эксплуатации системы КАА приведены в главе 16 ПООБ.

Действия оператора

В случае отказов в работе регулятора регулирующего клапана КАВ52АА201 оператор имеет возможность поддерживать требуемое значение технологического параметра с помощью дистанционного управления регулирующим клапаном.

В случае отказов защит и блокировок оператор имеет возможность, контролируя значения технологического параметра по которому сработала отказавшая защита или блокировка, дистанционно воздействовать на требуемый исполнительный механизм.

9.2.7.1.4 Испытания и проверки

Изготовление и монтаж оборудования и трубопроводов производятся в соответствии с требованиями действующих нормативно-технических документов по безопасности в атомной энергетике и с требованиями рабочей документации.

Контроль качества при изготовлении и монтаже оборудования и трубопроводов проводится службами заводов-изготовителей и монтажных организаций в объеме требований «Программы контроля качества изделий атомной энергетики» (ОСТ 108.004-10-86 с изм. 9).

По завершению монтажа и в процессе дальнейшей эксплуатации проводится техническое освидетельствование оборудования и трубопроводов системы КАВ в соответствии с ПНАЭ Г-7-008-89.

Перед пуском станции проводится полная серия испытаний системы КАВ для проверки того, что достигнута проектная техническая характеристика системы и ее компонентов. Программа пусконаладочных работ по системе КАВ будет представлена в главе 14 ОООб.

Эксплуатационный контроль системы и ее элементов производится в соответствии с заводскими инструкциями по эксплуатации примененного в проекте оборудования и технологическим регламентом.

Для системы предусмотрена возможность проверки работоспособности ее элементов, отнесенных к I и II категориям сейсмостойкости по НП-031-01, после прохождения сейсмических воздействий силой ПЗ и выше. При этом детализация процесса проверки элементов и технические меры по восстановлению их работоспособности указываются в соответствующей эксплуатационной документации.

9.2.7.1.5 Анализ проекта

9.2.7.1.5.1 Показатели надежности системы

Система КАВ является системой нормальной эксплуатации. Проект системы и конструкция отдельных ее элементов отвечает требованиям нормативной документации по безопасности АЭС.

Показателем надежности системы является вероятность невыполнения системой заданных функций.

Система КАВ состоит из четырех каналов, для выполнения функций охлаждения оборудования первого контура достаточно работы двух каналов.

LN2O.B.110.1.090207.01&&.021.HE.0002	Предварительный отчет по обоснованию безопасности	423
--------------------------------------	---	-----

Филиал ОАО «Головной институт «ВНИПИЭТ» «СПбАЭП»	АЭС-2006 Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 9 Вспомогательные системы энергоблока	Изм. 1 25.10.13	9.2.7.1-21
---	--	--------------------	------------

Для выполнения функции предотвращения течи теплоносителя первого контура в промконтур КАВ предусмотрено резервирование запорной арматуры у потребителей КВА и ЖЕВ в здании УА.

Два канала промконтура КАВ10(20) и КАВ30(40) постоянно находятся в работе, периодические переключения с рабочего канала на резервный позволяют обеспечивать постоянный контроль готовности элементов.

Таким образом, отказ активных элементов системы не приводит к отказу выполнения функций.

Отказом канала системы является событие, когда при возникновении исходного события, требующего работы системы, охлаждающая вода не подается по данному каналу к потребителям с требуемым расходом и не обеспечивается отвод тепла.

При отказе обеспечивающих систем - электропитания, управления, вентиляции, охлаждения КАА - происходит отказ соответствующего канала промконтура КАВ.

Под полным отказом системы понимается отказ трех каналов.

9.2.7.1.5.2 Режимы работы

9.2.7.1.5.2.1 Нормальная эксплуатация

Режим пуска

В режиме пуска осуществляется подготовка системы к эксплуатации. Первоначальное заполнение и подпитка системы ведется химобессоленной водой через дыхательный бак.

Работа РУ на мощности

В работе находятся два насоса системы КАВ – КАВ10(20)AP001и КАВ30(40)AP001. Два насоса системы КАВ находятся в резерве.

Каждый работающий канал КАВ работает по замкнутой схеме: “холодная” вода промконтура КАВ насосами подается к потребителям, от потребителей сливается в обратную магистраль, откуда направляется в теплообменник КАВ, где охлаждается водой промконтура КАА. Затем “холодная” вода вновь поступает на всас насосов промконтура КАВ.

Вода промконтура КАВ подается (и отводится) в здание реактора по двум линиям КАВ50 и КАВ60. В здание вспомогательного корпуса вода подается по магистралям КАВ80.

Тепловые нагрузки и расходы воды к потребителям представлены в таблице 9.2.7.1.2.1.1.

Нарушения в системе при работе на мощности

При выходе из строя рабочего канала по АВР включается резервный канал, и система КАВ работает как в номинальном режиме.

При ложном закрытии локализирующей арматуры КАВ на любой из магистралей КАВ50 или КАВ60 изменений в работе системы КАВ не происходит, вода к потребителям подается через оставшуюся магистраль в полном объеме.

Плановое расхолаживание

Отвод тепла обеспечивается при работе двух каналов КАВ10(20)и КАВ30(40).

Функционирование системы КАВ в данном режиме аналогично работе системы в режиме работы РУ на мощности.

Тепловые нагрузки и расходы воды к потребителям в режимах планового расхолаживания представлены в таблице 9.2.7.1.2.1.2.

LN2O.B.110.1.090207.01&&.021.HE.0002	Предварительный отчет по обоснованию безопасности	424
--------------------------------------	---	-----

Филиал ОАО «Головной институт «ВНИПИЭТ» «СПбАЭП»	АЭС-2006 Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 9 Вспомогательные системы энергоблока	Изм. 1 25.10.13	9.2.7.1-22
---	--	--------------------	------------

9.2.7.1.5.2.2 Нарушения нормальной эксплуатации

9.2.7.1.5.2.2.1 Нарушение нормальных условий эксплуатации

При ННУЭ (кроме обесточивания) работа системы КАВ аналогична НЭ.

Обесточивание.

По программе ступенчатого пуска дизель генератора (СПДГ) в работу включаются ранее работавшие насосы КАВ и система КАВ работает как в номинальном режиме.

9.2.7.1.5.2.2.2 Проектные аварии

В режимах проектных аварий связанных с течью теплоносителя (сигнал из системы защиты станции) при необходимости обеспечивается отвод тепла от теплообменников ГЦНА, СРК и насосов КВА. Тепловые нагрузки и расходы воды к потребителям в режиме проектной аварии представлены в таблице 9.2.7.1.2.1.3

9.2.7.1.5.2.2.3 Функционирование при внешних воздействиях

Система КАВ защищена от воздействия внешних стихийных явлений: землетрясений, ураганов, экстремальных температур и падения самолета. Это обеспечивается конструкцией здания безопасности, относящейся к первой категории сейсмостойкости и рассчитанного на весь спектр внешних воздействий, в том числе и на падение самолета. Описание и обоснование проекта с точки зрения внешних воздействий представлено в подразделах 3.5.1 и 3.10.1 ПООБ.

При максимальном расчетном землетрясении (МРЗ) оборудование, расположенное во вспомогательном корпусе отсекается от здания безопасности закрытием запорной арматуры КАВ80АА101-104.

9.2.7.1.5.3 Оценка проекта

Качественный анализ системы показывает, что она удовлетворяет предъявляемым нормативными документами требованиям по безопасности и обеспечивает выполнение функций во всех режимах, требующих ее работы. Отступлений от НТД нет.

9.2.7.1.5.4 Сравнение с аналогичными проектами

Основные схемные решения и алгоритмы управления, принятые в настоящем проекте являются стандартными для проектов с В-320.

Основным отличием призванным улучшить характеристики системы является применение принципа независимости по технологическим и электрическим связям каналов КАВ, а также резервирование каналов КАВ.