

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.16	12.3.1.2-1
--------------------	---	------------------	------------

12.3.1.2 ТЕПЛОМЕХАНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ РЕЗЕРВНОЙ ДИЗЕЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ САЭ

Дата		08.2016
Заместитель главного инженера проекта		Ю.Л. Ермакович
Нормоконтроль		И.В. Пулина
Проверил		Ю.Г. Портнов
Разработал		Е.В. Гусева
Всего листов		2

СОДЕРЖАНИЕ

12.3.1.2.1 Система хранения и перекачки дизельного топлива дизель-генераторов	12.3.1.2-2
12.3.1.2.2 Система охлаждения дизель-генераторов	12.3.1.2-2
12.3.1.2.3 Система пускового воздуха дизель-генераторов	12.3.1.2-2
12.3.1.2.4 Система смазки дизель-генераторов	12.3.1.2-2
12.3.1.2.5 Система воздухозабора и газовыхлопа дизель-генераторов.....	12.3.1.2-2

LN2O.P.110.1.120301.0301&.021.HD.0003_&_F=0

LN2O.P.110.1.120301.0301&.021.HD.0003	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	30
---------------------------------------	--	----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.16	12.3.1.2-2
--------------------	---	------------------	------------

12.3.1.2.1 Система хранения и перекачки дизельного топлива дизель-генераторов

12.3.1.2.1.1 Информация по системе хранения и перекачки дизельного топлива дизель-генераторов приведена в подразделе 9.8.4.

12.3.1.2.2 Система охлаждения дизель-генераторов

12.3.1.2.2.1 Информация по системе охлаждения дизель-генераторов приведена в подразделе 9.8.5.

12.3.1.2.3 Система пускового воздуха дизель-генераторов

12.3.1.2.3.1 Информация по системе пускового воздуха дизель-генераторов приведена в подразделе 9.8.6.

12.3.1.2.4 Система смазки дизель-генераторов

12.3.1.2.4.1 Информация по системе смазки дизель-генераторов приведена в подразделе 9.8.7.

12.3.1.2.5 Система воздухозабора и газовыхлопа дизель-генераторов

12.3.1.2.5.1 Информация по системе воздухозабора и газовыхлопа дизель-генераторов приведена в подразделе 9.8.8.

LN2O.P.110.1.120301.0301&.021.HD.0003	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	31
---------------------------------------	--	----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.16	12.3.2-1
--------------------	---	------------------	----------

12.3.2 СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ СИСТЕМ БЕЗОПАСНОСТИ

Дата		08.2016
Заместитель главного инженера проекта		Ю.Л. Ермакович
Нормоконтроль		О.М. Смирнова
Проверил		Е.Б. Неплох
Разработал		В.Г. Москаленко
Всего листов		1

СОДЕРЖАНИЕ

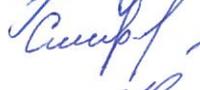
Обозначение	Наименование	Лист
LN2O.P.110.1.120302.0301&.024.HD.0002	12.3.2.1 Система охлаждающей воды ответственных потребителей (РЕ)	12.3.2.1-1
LN2O.P.110.1.120302.0301&.021.HD.0001	12.3.2.2 Промконтур системы охлаждения ответственных потребителей (КАА)	12.3.2.2-1

LN2O.P.110.1.120302.0301&.024.HD.0001_&=0

LN2O.P.110.1.120302.0301&.024.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	32
---------------------------------------	--	----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.16	12.3.2.1-1
--------------------	---	------------------	------------

12.3.2.1 СИСТЕМА ОХЛАЖДАЮЩЕЙ ВОДЫ ОТВЕТСТВЕННЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ (РЕ)

Дата		08.2016
Главный инженер проекта		Ю.Л. Ермакович
Нормоконтроль		О.М. Смирнова
Проверил		Е.Б. Неплох
Разработал		В.Г. Москаленко
Всего листов		29

СОДЕРЖАНИЕ

12.3.2.1.1 Проектные основы	2
12.3.2.1.1.1 Назначение и функции системы	2
12.3.2.1.1.2 Проектные режимы и исходные данные	4
12.3.2.1.1.3 Принципы проектирования	8
12.3.2.1.1.4 Требования к связанным системам	9
12.3.2.1.1.5 Требования к компоновке	10
12.3.2.1.2 Проект системы	11
12.3.2.1.2.1 Описание технологической схемы	11
12.3.2.1.2.2 Описание элементов	12
12.3.2.1.2.3 Описание использованных материалов	14
12.3.2.1.2.4 Размещение оборудования	14
12.3.2.1.3 Управление и контроль работы системы	14
12.3.2.1.4 Испытания и проверки	21
12.3.2.1.5 Анализ проекта	21
12.3.2.1.5.1 Показатели надежности системы	21
12.3.2.1.5.2 Функционирование системы в режимах нормальной эксплуатации	28
12.3.2.1.5.3 Функционирование системы при нарушении нормальной эксплуатации	28
12.3.2.1.5.4 Функционирование системы при проектных авариях	28
12.3.2.1.5.5 Функционирование системы при запроектных авариях	29
12.3.2.1.5.6 Функционирование системы при внешних воздействиях	29
12.3.2.1.5.7 Анализ безопасности проекта системы	29
12.3.2.2.5.8 Сравнение с аналогичными проектами	29

LN2O.P.110.1.120302.0301&.024.HD.0002_&_F=0

LN2O.P.110.1.120302.0301&.024.HD.0002	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	33
---------------------------------------	--	----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.16	12.3.2.1-2
--------------------	---	------------------	------------

12.3.2.1.1 Проектные основы

12.3.2.1.1.1 Назначение и функции системы

Система охлаждающей воды ответственных потребителей РЕ предназначена для выполнения функции отвода тепла к конечному поглотителю от потребителей систем, расположенных в здании безопасности UKD во всех режимах работы блока, включая аварийные.

В соответствии с «Общими положениями обеспечения безопасности атомных станций» НП-001-15 (НП-001-97 (ОПБ-88/97)) система охлаждающей воды ответственных потребителей по назначению является системой безопасности, по влиянию на безопасность - важной для безопасности, а по характеру выполняемых функций - обеспечивающей системой безопасности.

Элементы системы РЕ относятся к 3 классу безопасности (классификационное обозначение ЗНО) по НП-001-15 (НП-001-97 (ОПБ-88/97)), к группе С по ПНАЭ Г-7-008-89 (правила АЭУ), категория сейсмостойкости I по НП-031-01.

Технологическая схема системы охлаждающей воды ответственных потребителей РЕ представлена на рисунке 12.3.2.1.1.

Система РЕ имеет связи со следующими системами:

- системой промконтуров потребителей реакторного отделения КАА;
- системой подпитки (GHC);
- системой электроснабжения нормальной эксплуатации;
- системой аварийного электроснабжения;
- системой вентиляции (SAG);
- системой управления и контроля.

LN20.P.110.1.120302.0301&.024.HD.0002	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	34
---------------------------------------	--	----

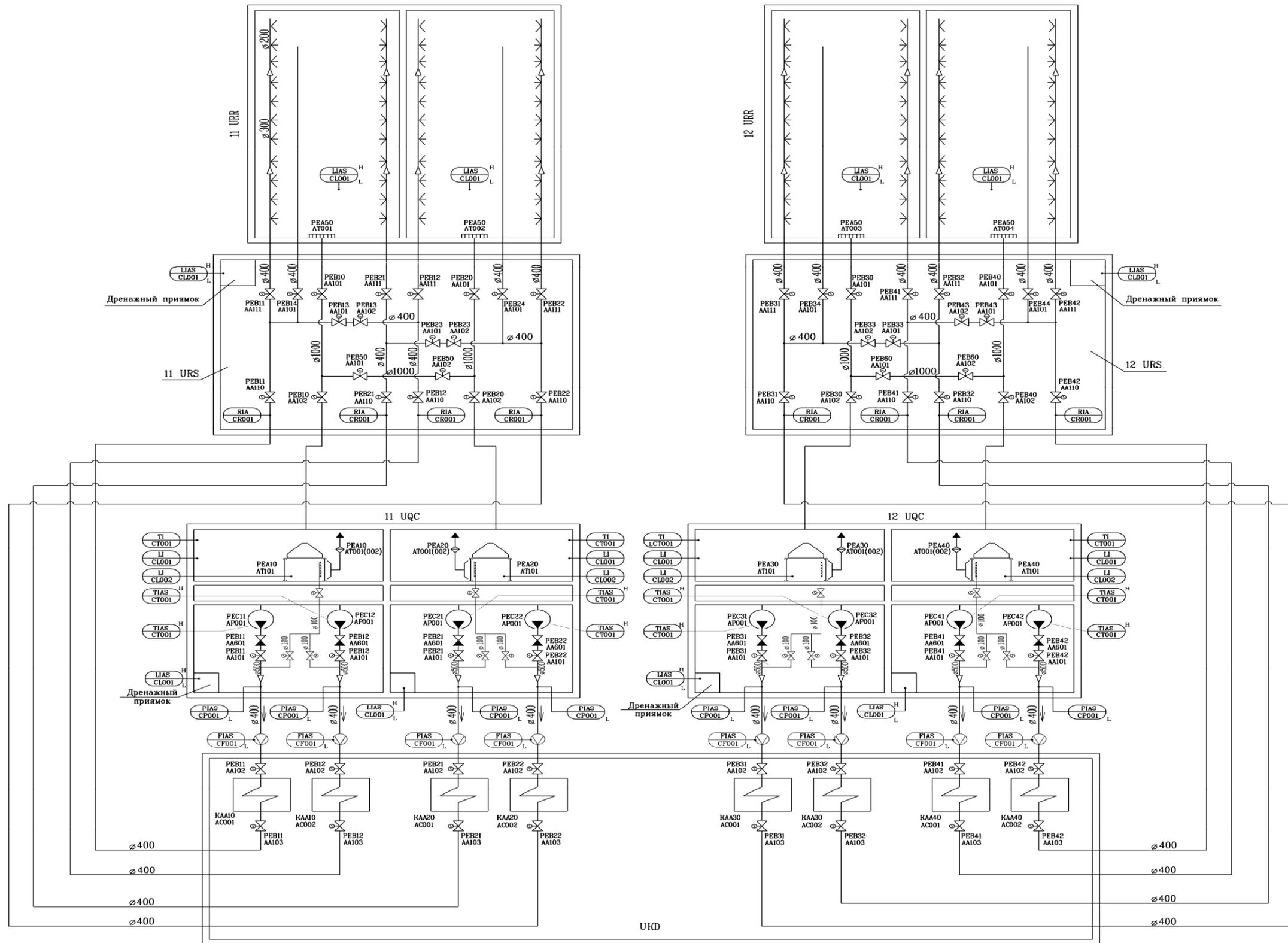


Рисунок 12.3.2.1.1 - Технологическая схема системы охлаждающей воды ответственных потребителей PE

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.16	12.3.2.1-4
--------------------	---	------------------	------------

12.3.2.1.1.2 Проектные режимы и исходные данные

Система охлаждающей воды ответственных потребителей РЕ функционирует во всех режимах эксплуатации энергоблока (включая обесточивание).

В качестве исходных данных для проектирования, определяющих требуемые характеристики и параметры системы охлаждающей воды ответственных потребителей, используются следующие критерии и требования к системе:

- в режимах нормальной эксплуатации при работе реактора на мощности система РЕ должна обеспечивать отвод тепла от потребителей двумя каналами РЕ 10(20) и РЕ 30(40) при температуре охлаждающей воды от плюс 4 до плюс 28 °С;

- в режимах планового расхолаживания первого контура система РЕ должна обеспечивать отвод тепла от потребителей промконтура охлаждения КАА двумя каналами, например РЕ 10 и РЕ 30, и от потребителей зданий УА, УКА одним каналом, например РЕ20, при этом температура охлаждающей воды не должна превышать плюс 28 °С;

- в режимах проектных аварий система должна обеспечивать отвод тепла от потребителей систем безопасности двумя любыми каналами при температуре охлаждающей воды плюс 31 °С.

Совмещение системой функций нормальной эксплуатации и обеспечивающей системы безопасности не снижает уровня безопасности АЭС, так как система независимо от режима работает в той же технологической последовательности, с использованием тех же механизмов и оборудования. При этом данное построение системы позволяет обеспечивать постоянный контроль готовности элементов.

В соответствии со структурой построения систем безопасности система РЕ состоит из четырех каналов, выполненных независимыми по технологическим и электрическим связям, а также по системам контроля и управления. Для выполнения функций безопасности в аварийных режимах с потерей теплоносителя достаточно работы двух из четырех каналов эффективностью 50 % каждый.

Расход воды в каждом работающем канале составляет 1700 или 3400 м³/ч - в зависимости от режимов работы блока и температуры охлаждающей воды.

В режиме обесточивания энергоблока система способна выполнять заданные функции с учетом принципа единичного отказа, поскольку имеет надежное энергоснабжение от дизельгенераторов. Описание системы аварийного энергоснабжения приведено в подразделе 12.3.1 главы 12 ОООб.

Описание защиты системы от пожара приведено в подразделах 1.7.4 и 1.9.14 главы 1 и в подразделе 9.8.1 главы 9 ОООб.

Проектные режимы работы системы РЕ и исходные данные представлены в таблицах 12.3.2.1.1, 12.3.2.1.2 и 12.3.2.1.3.

LN20.P.110.1.120302.0301&.024.HD.0002	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	36
---------------------------------------	--	----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.16	12.3.2.1-5
--------------------	---	------------------	------------

Таблица 12.3.2.1.1 – Тепловые нагрузки и расходы охлаждающей воды потребителей системы РЕ при работе реактора на мощности

Код ККС	Потребитель	Расположение	Тепловые нагрузки и расходы воды РЕ, МВт/м ³ /ч		Тепловые нагрузки и расходы воды РЕ, МВт/м ³ /ч		Тепловые нагрузки и расходы воды РЕ, МВт/м ³ /ч		Примечание
			С учетом борного регулирования и работы выпарных установок и при температуре воды РЕ ≤25 °С		С учетом борного регулирования и работы выпарных установок и при температуре воды РЕ >25 °С		Без учета борного регулирования и работы выпарных установок		
			РЕ 10(20)	РЕ 30(40)	РЕ 10(20)	РЕ 30(40)	РЕ 10(20)	РЕ 30 40)	
КАА10АС001 КАА10АС002 КАА20АС001 КАА20АС002 КАА30АС001 КАА30АС002 КАА40АС001 КАА40АС002	Теплообменник промконтура ответственных потребителей	UKD	16,4 / 1700	22,2 / 1700	21,4 / 3400	21,4 / 3400	9 / 1700	9 / 1700	

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.16	12.3.2.1-6
--------------------	---	------------------	------------

Таблица 12.3.2.1.2 – Тепловые нагрузки и расходы охлаждающей воды потребителей системы РЕ в режиме планового расхолаживания

Код KKS	Потребитель	Расположение	Тепловые нагрузки и расходы воды РЕ, МВт/м ³ /ч			Примечание
			РЕ 10	РЕ 20	РЕ 30(40)	
КАА10АС001 КАА10АС002 КАА20АС001 КАА20АС002 КАА30АС001 КАА30АС002 (КАА40АС001 КАА40АС002)	Теплообменник промконтура ответственных потребителей	UKD	36,4 / 3400	15,5 / 1700	35,4 / 3400	Для режима аварийного расхолаживания тепловые нагрузки каналов: РЕ10 – 44 МВт, РЕ20 – 15,5 МВт, РЕ30(40) – 44 МВт

LN2O.P.110.1.120302.0301&.024.HD.0002	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	38
---------------------------------------	--	----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.16	12.3.2.1-7
--------------------	---	------------------	------------

Таблица 12.3.2.1.3 – Тепловые нагрузки и расходы охлаждающей воды потребителей системы РЕ в режиме проектной аварии - большая течь теплоносителя первого контура

Код KKS	Потребитель	Расположение	Тепловые нагрузки и расходы воды РЕ, МВт/м ³ /ч		Примечание
			РЕ 10(20,30,40)	РЕ 10(20,30,40)	
КАА10АС001 КАА10АС002 КАА20АС001 КАА20АС002 КАА30АС001 КАА30АС002 КАА40АС001 КАА40АС002	Теплообменник промконтура ответственных потребителей	UKD	72 / 3400	68 / 3400	

LN2O.P.110.1.120302.0301&.024.HD.0002	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	39
---------------------------------------	--	----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.16	12.3.2.1-8
--------------------	---	------------------	------------

12.3.2.1.1.3 Принципы проектирования

Система охлаждающей воды ответственных потребителей РЕ спроектирована в соответствии со следующими нормативными документами:

- Общие положения обеспечения безопасности атомных станций НП-001-15 (НП-001-97 (ОПБ-88/97));
- 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);
- 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) СП 2.6.1.28-2000.

При проектировании системы охлаждающей воды ответственных потребителей РЕ учитывались следующие принципы обеспечения безопасности:

- принцип единичного отказа;
- принцип резервирования;
- принцип разделения;
- принцип автоматического включения в работу.

Принцип единичного отказа

Система охлаждающей воды ответственных потребителей РЕ должна выполнять заданные функции при любом исходном событии аварии с наложением одного независимого от исходного события отказа любого активного, имеющего механические движущиеся части элемента, или одной независимой от исходного события ошибки персонала.

Дополнительно к одному независимому от исходного события отказу одного из перечисленных выше элементов должны быть учтены приводящие к нарушению пределов безопасной эксплуатации необнаруженные отказы неконтролируемых при эксплуатации АЭС элементов, влияющих на развитие аварии, или неработоспособное состояние любого активного или пассивного элемента, имеющего механические движущиеся части, вследствие его ремонта или обслуживания.

Система охлаждающей воды ответственных потребителей РЕ не имеет зависимых от исходного события аварии отказов и состоит из четырех каналов, выполненных независимыми по технологическим и электрическим связям, а также системам контроля и управления. Это означает, что активный, пассивный или по вине оператора отказ любого элемента в одном канале или в связанных с ним системах не может привести к отказу хотя

LN2O.P.110.1.120302.0301&.024.HD.0002	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	40
---------------------------------------	--	----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.16	12.3.2.1-9
--------------------	---	------------------	------------

бы одного элемента другого канала системы и рассматривается как единичный отказ в системе.

Таким образом, система способна выполнять свои функции обеспечения безопасности (отвод остаточных тепловыделений и охлаждение потребителей, участвующих в преодолении аварий) в случае единичного повреждения и выхода из строя одного из активных компонентов, влияющих на функцию безопасности (в том числе в связи с ремонтом или техобслуживанием).

Принцип резервирования

Для обеспечения надежности и стабильности работы системы РЕ в режиме нормальной эксплуатации, каждый из двух работающих каналов системы имеет резерв от соседнего канала (РЕ10 и РЕ20, РЕ30 и РЕ40) с обеспечением принципа автоматического ввода в работу резервного канала (АВР).

В режимах обесточивания все четыре канала включаются в работу по программе ступенчатого пуска дизель генераторов (СПДГ).

Принцип разделения

Для исключения зависимых отказов, а также для исключения влияния любых видов работ, выполняемых на оборудовании одного из каналов (ремонт, техническое обслуживание), на другие каналы, оборудование отдельных каналов системы размещается в разных, физически разделенных помещениях.

Насосы каждого канала системы находятся в изолированных помещениях зданий УЭС, в связи с чем, во всех аварийных ситуациях возможен выход из строя не более одного из четырех каналов системы по общей причине.

Каналы системы полностью независимы друг от друга: независимы технологические части, системы управления, места расположения оборудования, трубопроводов, кабелей, элементов управления и т.д. Таким образом, благодаря физическому разделению каналов, отказ в одном канале не может привести к отказу в другом канале.

Принцип автоматического включения в работу

Первичный пуск системы охлаждающей воды ответственных потребителей РЕ осуществляется оператором вручную. В случае отказа работающего насоса в процессе нормальной эксплуатации энергоблока переход на резервный насос (если в канале работает один насос) или на насосы другого канала (при двух работающих насосов канала) осуществляется автоматически. В режимах ННУЭ и в аварийных режимах должно быть реализовано автоматическое включение системы в работу, не требующее вмешательства оператора. Для включения резервных каналов РЕ предусмотрен АВР.

12.3.2.1.1.4 Требования к связанным системам

Работоспособность системы охлаждающей воды ответственных потребителей РЕ и выполнение ею своих функций зависит от следующих систем:

- подпитки;
- электроснабжения;
- управления и контроля;
- вентиляции.

Система подпитки должна обеспечивать компенсацию потерь охлаждающей воды на испарение и унос в брызгальных бассейнах

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

LN2O.P.110.1.120302.0301&.024.HD.0002	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	41
---------------------------------------	--	----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.16	12.3.2.1-10
--------------------	---	------------------	-------------

Энергоснабжение активных элементов осуществляется от системы электроснабжения нормальной эксплуатации.

Электроприводные агрегаты и арматура каждого канала имеют резервное питание от соответствующей системы надежного питания второй группы (дизельгенератор).

Описание систем электроснабжения нормальной эксплуатации и аварийного электроснабжения представлено в главе 8 ОООб и в разделе 12.3.1 главы 12 ОООб.

Система управления и контроля обеспечивает проектное функционирование системы РЕ с учетом необходимых требований, для чего предусмотрены контрольно-измерительные приборы для контроля и управления системой при выполнении заданных функций во всех проектных режимах.

Поддержание параметров системы в проектных пределах осуществляться системой автоматического управления технологическим процессом.

Описание системы управления и КИП представлено в главе 7 ОООб.

Охлаждение электроприводной арматуры осуществляется воздушной средой помещений, где установлена эта арматура. В этих помещениях системами вентиляции поддерживается температура, требуемая для нормальной эксплуатации оборудования, позволяющая производить осмотр, а при необходимости ремонт арматуры и оборудования системы.

Описание системы вентиляции представлено в разделе 9.7 и 12.3.4 ОООб.

12.3.2.1.1.5 Требования к компоновке

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

- система охлаждающей воды ответственных потребителей для выполнения возложенных на нее функций должна иметь четыре независимых канала, при этом допускается устройство одного брызгального бассейна на два канала;
- часть элементов системы охлаждающей воды ответственных потребителей РЕ (насосы, водоочистные вращающиеся сетки, трубопроводы и арматура) размещается в отдельных, изолированных одно от другого огнестойкими физическими барьерами помещениях насосных станций ответственных потребителей UQC;
- часть трубопроводов и запорной арматуры, предназначенной для обеспечения проектных режимов работы отводящих трубопроводов и распределительных сетей брызгальных бассейнов, размещается в камерах переключений URS;
- в брызгальных бассейнах URR размещаются сороудерживающие решетки, трубопроводы распределительной сети (с разбрызгивающими соплами) и трубопроводы холостого сброса.
- вне зданий и сооружений трубопроводы системы РЕ размещаются в проходных тоннелях.

Компоновка системы должна быть выполнена таким образом, чтобы отказ одного канала системы не приводил к отказу других каналов через системы вентиляции, строительные конструкции, транспортные пути, каналы охлаждающей воды и кабельные коммуникации.

Для проведения технического обслуживания и ремонта должен быть обеспечен доступ ко всему оборудованию системы, арматуре и трубопроводам.

Должны быть обеспечены безопасные условия эксплуатации для персонала.

LN2O.P.110.1.120302.0301&.024.HD.0002	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	42
---------------------------------------	--	----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.16	12.3.2.1-11
--------------------	---	------------------	-------------

12.3.2.1.2 Проект системы

12.3.2.1.2.1 Описание технологической схемы

Технологическая схема системы охлаждающей воды ответственных потребителей РЕ представлена на рисунке 12.3.2.1.1.

Система охлаждающей воды ответственных потребителей РЕ принята оборотной с использованием в качестве охладителей брызгальных бассейнов.

Система РЕ состоит:

- из системы механической очистки охлаждающей воды (РЕА);
- из системы трубопроводов охлаждающей воды (РЕВ);
- из насосов системы охлаждающей воды ответственных потребителей (РЕС).

На каждый энергоблок АЭС предусматривается четыре канала системы РЕ, выполненных независимыми по технологическим и электрическим связям.

Каждый канал включает следующие элементы:

- насос подачи воды на ответственные потребители РЕС11АР001, РЕС12АР001 (РЕС21АР001, РЕС22АР001, РЕС31АР001, РЕС32АР001, РЕС41АР001, РЕС42АР001);
- водоочистную вращающуюся сетку РЕА10АТ101 (РЕА20АТ101, РЕА30АТ101, РЕА40АТ101);
- контейнер для смывого мусора с сетки РЕА10АТ001, РЕА10АТ002 (РЕА20АТ001, РЕА20АТ002, РЕА30АТ001, РЕА30АТ002, РЕА40АТ001, РЕА40АТ002);
- сороудерживающую решетку РЕА50АТ001 (РЕА50АТ002, РЕА50АТ003, РЕА50АТ004, РЕА50АТ005);
- арматуру системы РЕ;
- трубопроводы системы РЕ;
- разбрызгивающие сопла на трубопроводах брызгального бассейна.

Каждый из двух смежных каналов 10(30) и 20(40), включает общие для двух каналов (РЕВ10 и РЕВ20, РЕВ30 и РЕВ40) элементы, находящиеся в камерах переключений URS:

- арматуру;
- трубопроводы.

Для системы РЕ каждого энергоблока предусматривается два брызгальных бассейна - по одному брызгальному бассейну на два канала. Соответственно брызгальный бассейн разделен на две секции. Охлажденная в брызгальных бассейнах вода самотечными водоводами через камеры переключений URS подводится к водоприёмникам насосных станций ответственных потребителей UQC (по две на один энергоблок), проходит через вращающиеся водоочистные сетки на всас насосов. От насосных станций вода по подводящим водоводам подаётся к теплообменникам промконтуров ответственных потребителей в здании UKD. Нагретая вода отводится по отводящим водоводам к камерам переключения брызгальных бассейнов и далее к распределительным трубопроводам брызгальных бассейнов для охлаждения. Все водоводы укладываются в тоннелях.

К каждому каналу системы РЕ подсоединены потребители систем безопасности, требующие бесперебойного снабжения охлаждающей водой с температурой не выше 31°C.

Заполнение технологических элементов системы РЕ осуществляется подпиточной водой через заполненные брызгальные бассейны URR насосами РЕС11АР001, РЕС12АР001 (РЕС21АР001, РЕС22АР001, РЕС31АР001, РЕС32АР001, РЕС41АР001, РЕС42АР001).

Объем частично обессоленной воды для заполнения системы составит 62200 м³.

Подпитка системы РЕ осуществляется обессоленной водой из системы подпитки ГНС в водоприёмники насосных станций ответственных потребителей UQC.

Среднегодовой расход подпитки составляет около 110 м³/ч.

LN2O.P.110.1.120302.0301&.024.HD.0002	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	43
---------------------------------------	--	----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.16	12.3.2.1-12
--------------------	---	------------------	-------------

12.3.2.1.2.2 Описание элементов

Описание основных элементов представлено в таблице 12.3.2.1.4.

Таблица 12.3.2.1.4 - Описание оборудования системы РЕ

Наименование	Маркировка по схеме	Количество	Основные технические характеристики оборудования
Насос подачи воды на ответственные потребители	РЕС11АР001, РЕС12АР001, РЕС21АР001, РЕС22АР001, РЕС31АР001, РЕС32АР001 РЕС41АР001, РЕС42АР001	8	Тип ЦВА 1700-67 Расход в рабочей точке 1700 м ³ /ч Напор в рабочей точке 0,67 МПа Число оборотов 1500 об/мин Температура охлаждающей воды 31 °С Режим работы постоянный Класс безопасности - 3НО по НП-001-97 Группа - С по ПНАЭ Г-7-008-89 Категория сейсмостойкости –I по НП-031-01
Водоочистная вращающаяся сетка	РЕА10АТ101 РЕА20АТ101 РЕА30АТ101 РЕА40АТ101	4	Тип – ТН-1500 (требуется переработка) Производительность 1 м ³ /с Размер ячейки сетки 2,5х2,5 мм Режим работы периодический
Решетка сороудерживающая глубинная	РЕА50АТ001, РЕА50АТ002, РЕА50АТ003, РЕА50АТ004, РЕА50АТ005	5	Тип – 1,5-1,5-4,0 Q=1 м ³ /с
Контейнер для смывого мусора с водоочистной вращающейся сетки	РЕА10АТ001, РЕА10АТ002, РЕА20АТ001, РЕА20АТ002, РЕА30АТ001, РЕА30АТ002, РЕА40АТ001, РЕА40АТ002	8	V= 1 м ³

LN2O.P.110.1.120302.0301&.024.HD.0002	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	44
---------------------------------------	--	----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.16	12.3.2.1-13
--------------------	---	------------------	-------------

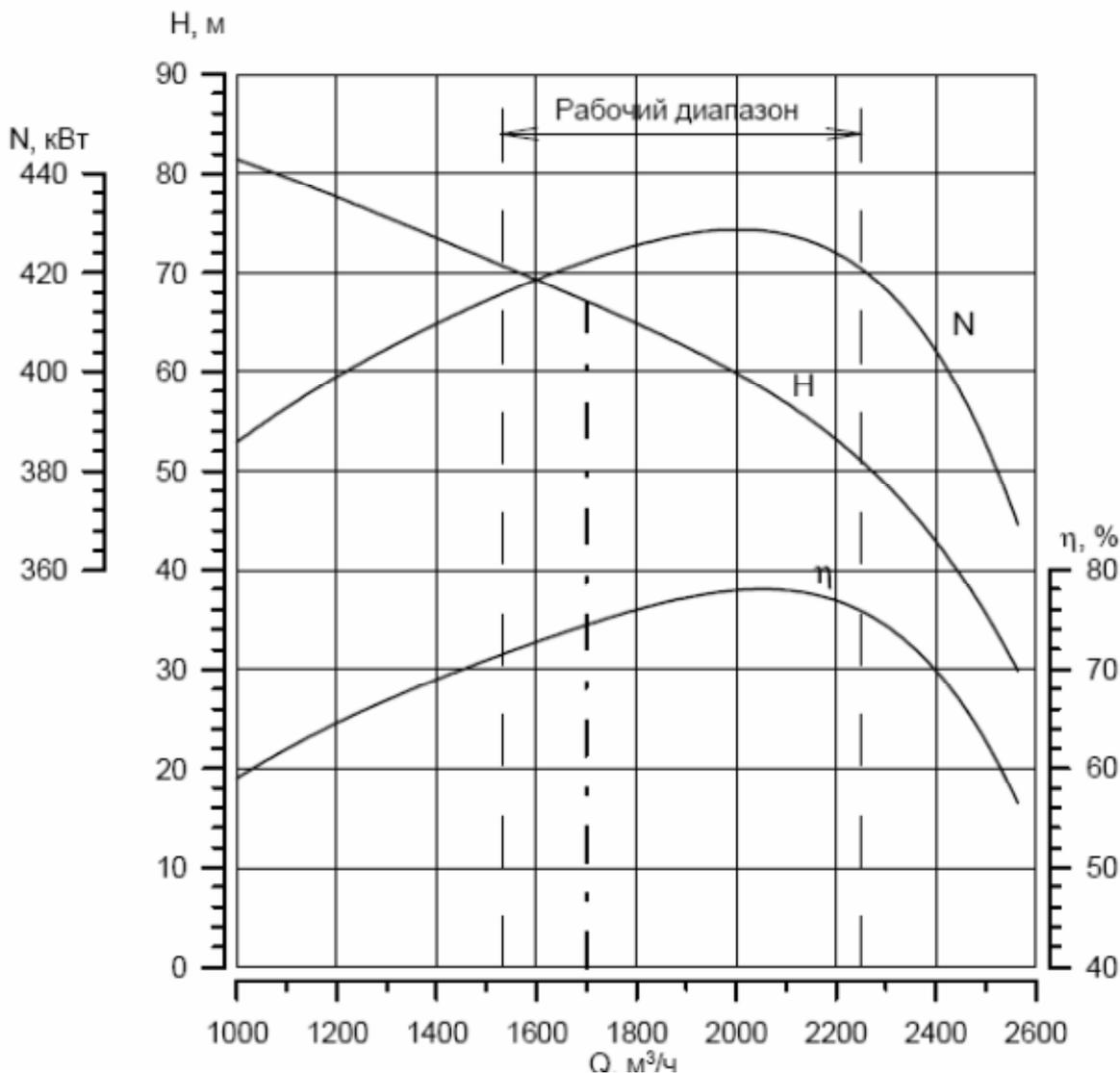


Рисунок 12.3.2.1.2 - Характеристика насоса подачи воды на ответственные потребители

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

Арматура и трубопроводы

Арматура в системе РЕ отвечает требованиям «Трубопроводная арматура для атомных станций. Основные технические требования. (НП-068-05)».

Арматура выполнена из нержавеющей стали. Все соединения с трубопроводами производятся с помощью фланцев под приварку, при этом материал фланцев соответствует материалу присоединяемых трубопроводов с обеспечением отсутствия электрического контакта трубопроводов с арматурой.

Трубопроводы системы РЕ отвечают требованиям ПНАЭ Г-7-008-89. Все трубопроводы выполнены из углеродистой стали. Все соединения деталей трубопроводов сварные.

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

LN2O.P.110.1.120302.0301&.024.HD.0002	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	45
---------------------------------------	--	----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.16	12.3.2.1-14
--------------------	---	------------------	-------------

12.3.2.1.2.3 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.

В качестве основного материала трубопроводов, оборудования, арматуры в системе РЕ принята углеродистая сталь.

12.3.2.1.2.4 Размещение оборудования

Элементы системы РЕ размещаются в зданиях 11,12UQC; 11,12URS и 11,12URR.

В насосных станциях ответственных потребителей 11,12UQC расположено следующее оборудование системы РЕ:

- насосы подачи воды на ответственные потребители PEC11AP001, PEC12AP001, PEC21AP001, PEC22AP001, PEC31AP001, PEC32AP001, PEC41AP001, PEC42AP001;
- водоочистные вращающиеся сетки PEA10AT101, PEA20AT101, PEA30AT101, PEA40AT101;
- контейнеры для смывого мусора с сетки PEA10AT001, PEA10AT002, PEA20AT001, PEA20AT002, PEA30AT001, PEA30AT002, PEA40AT001, PEA40AT002;
- трубопроводы и арматура.

В камерах переключений 11,12URS расположены трубопроводы и запорная арматура, предназначенная для обеспечения проектных режимов работы брызгальных бассейнов 11,12URR.

В брызгальных бассейнах 11,12URR расположены:

- сороудерживающие решетки PEA50AT001, PEA50AT002, PEA50AT003, PEA50AT004, PEA50AT005;
- трубопроводы распределительной сети с разбрызгивающими соплами;
- трубопроводы холостого сброса.
- Для возможности вывода трубопровода подающего воду из брызгального бассейна в водоприемную камеру насосных станций в ремонт, в пазы сороудерживающей решетки устанавливается затвор PUR10AB601.

Размещение оборудования системы обеспечивает доступ персонала к оборудованию для проведения инспекций, работ по техническому обслуживанию и ремонту.

Требуемые параметры воздуха в помещениях системы поддерживаются системами вентиляции и кондиционирования.

12.3.2.1.3 Управление и контроль работы системы

Для обеспечения контроля и управления основным технологическим процессом, для поддержания параметров, характеризующих протекание процессов в пределах заданных проектом, должны предусматриваться системы управления и контроля.

В основу проектирования систем управления и контроля 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 по состоянию и положению элементов;
- обеспечение предупредительной и аварийной сигнализации в случае отклонения параметров от номинальных значений;
- обеспечение защиты оборудования;

LN2O.P.110.1.120302.0301&.024.HD.0002	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	46
---------------------------------------	--	----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.16	12.3.2.1-15
--------------------	---	------------------	-------------

- обеспечение резервного управления элементами необходимыми для безопасного останова энергоблока.

Для управления системой и получения информации об ее состоянии при эксплуатации предусматривается измерение ряда технологических параметров. Основные точки технологического контроля в системе РЕ:

- расход насосов РЕС: РЕС11АР001, РЕС12АР001, РЕС21АР001, РЕС22АР001, РЕС31АР001, РЕС32АР001, РЕС41АР001, РЕС42АР001;
- уровень воды в водоприемной камере перед вращающейся сеткой;
- уровень воды в водоприемной камере перед насосами РЕС11АР001, РЕС12АР001, РЕС21АР001, РЕС22АР001, РЕС31АР001, РЕС32АР001, РЕС41АР001, РЕС42АР001;
- перепад уровней воды на водоочистных вращающихся сетках;
- давление воды системы РЕ на напоре насосов РЕС11АР001, РЕС12АР001, РЕС21АР001, РЕС22АР001, РЕС31АР001, РЕС32АР001, РЕС41АР001, РЕС42АР001;
- температура воды системы РЕ после теплообменников промконтура;
- температура воды системы РЕ до теплообменников промконтура;
- уровень воды в брызгальном бассейне URR;
- объемная активность воды на отводящих водоводах системы РЕ после теплообменников промконтура.

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.

Управление элементами, контроль положения (состояния) элементов, контроль технологических параметров, а также предупредительная и аварийная сигнализация в объеме, обеспечивающем функционирование системы при останове блока при неработоспособной СВБУ, должны быть выполнены также на панелях резервного управления БПУ и РПУ.

Контроль активности охлаждающей воды РЕ осуществляется непрерывно с помощью датчиков, установленных на отводящих водоводах системы РЕ до выхода к распределительным трубопроводам брызгальных бассейнов.

В режимах нормальной эксплуатации система приводится в действие оператором.

При проектной аварии автоматически включаются в работу все работоспособные каналы системы РЕ (максимум четыре канала). С учетом единичного отказа и длительного ремонта одного из каналов в работе находится не менее двух каналов системы. Во избежание ошибочных действий персонала при аварии вводится запрет на вмешательство оператора в управление механизмами и арматурой в течение 30 минут с момента аварийного включения системы.

Места установки датчиков показаны на рисунке 12.3.2.1.1.

В аварийных режимах дистанционное управление производится:

- в случае отказа автоматического запуска канала системы;
- на заключительном этапе аварии, когда блок переведен в стационарное, безопасное, расхожденное состояние и имеется возможность вывода из работы избыточного оборудования;
- если превышена уставка защиты оборудования (запрет может быть снят не ранее, чем через 30 мин. после включения системы в работу).

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

LN2O.P.110.1.120302.0301&.024.HD.0002	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	47
---------------------------------------	--	----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.16	12.3.2.1-16
--------------------	---	------------------	-------------

Для автоматического управления системой предусматриваются защиты и блокировки, приведенные в таблице 12.3.2.1.5.

Таблица 12.3.2.1.5 - Перечень защит и блокировок системы охлаждающей воды ответственных потребителей РЕ

Код KKS	Описание защит и блокировок	
Оборудование		
1. Насосы подачи воды на ответственные потребители РЕС11АР001, РЕС12АР001, (РЕС21АР001, РЕС22АР001, РЕС31АР001, РЕС32АР001 РЕС41АР001, РЕС42АР001)	<p>Управляются дистанционно с БПУ/РПУ, с панели резервного управления и автоматически.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Автоматически включаются по сигналам из системы защиты станции <p>В номинальном режиме постоянно работают два несмежных канала системы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - если температура охлаждающей воды системы РЕ более 26 °С, то работают по два насоса в каналах РЕ 10(20) и РЕ 30(40) - отключение вторых насосов работающих каналов системы РЕ производится оператором. <p>-В случае, когда в канале работают по одному насосу – второй находится в резерве. Когда в канале работают по два насоса – в случае отказа одного из насосов по АВР системы КАА в работу запускаются насосы резервного канала.</p> <p>При обесточивании АЭС насосы запускаются автоматически по программе ступенчатого пуска, их электроснабжение осуществляется от аварийных дизель-генераторов.</p> <p>Защитное отключение насоса по сигналам:</p> <ul style="list-style-type: none"> - уровень воды перед насосами менее минус 2,64 м; - насос включен и давление на напорной линии насосов менее 0,5 МПа, с выдержкой времени 5 минут; - давление на напорной линии насосов более 0,7МПа, с выдержкой времени 5 минут; - превышение заводских уставок технологических защит электродвигателя насоса <p>-Разрешающие сигналы на включение насоса:</p> <ul style="list-style-type: none"> - уровень воды перед насосами выше минус 2,64 м; - открыта арматура на напорной линии соответствующего насоса. 	
2. Водоочистная вращающаяся сетка РЕА10АТ101 РЕА20АТ101 РЕА30АТ101 РЕА40АТ101	<p>Управление:</p> <ul style="list-style-type: none"> - автоматическое, по перепаду уровня на очистном контуре: перепад превышает 0,1 м - сетка автоматически включается в промывку до достижения перепада менее 0,1 метра; - автоматическое, по заданному интервалу между промывками и времени промывки; - по месту, от индивидуального пульта управления 	
LN2O.P.110.1.120302.0301&.024.HD.0002	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	48

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.16	12.3.2.1-17
--------------------	---	------------------	-------------

Продолжение таблицы 12.3.2.1.5

Код KKS	Описание защит и блокировок
Арматура	
1. Дисковый затвор с электроприводом на напоре насоса PEB11AA101 (PEB12AA101 PEB21AA101 PEB22AA101 PEB31AA101 PEB32AA101 PEB41AA101 PEB42AA101)	Нормально открыты. Управляются дистанционно с БПУ/РПУ, с панели резервного управления и автоматически.
2. Дисковый затвор с электроприводом на линиях подающих воду из брызгального бассейна в водоприемную камеру насосных станций PEB10AA101 PEB20AA101 PEB30AA101 PEB40AA101 PEB10AA102 PEB20AA102 PEB30AA102 PEB40AA102	Нормально открыты. Управляются дистанционно с БПУ/РПУ, с панели резервного управления.
3. Дисковый затвор с электроприводом перед теплообменником промконтур ККА PEB11AA102 (PEB12AA102 PEB21AA102 PEB22AA102 PEB31AA102 PEB32AA102 PEB41AA102 PEB42AA102)	Нормально открыты. Управляются дистанционно с БПУ/РПУ, с панели резервного управления и автоматически. Автоматически открываются по аварийным сигналам системы безопасности. Автоматически открываются при включении “своего” насоса PЕС.

LN2O.P.110.1.120302.0301&.024.HD.0002	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	49
---------------------------------------	--	----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.16	12.3.2.1-18
--------------------	---	------------------	-------------

Продолжение таблицы 12.3.2.1.5

Код KKS	Описание защит и блокировок
Арматура	
4. Дисковый затвор с электроприводом после теплообменника промконтура КАА РЕВ11АА103 (РЕВ12АА103 РЕВ21АА103 РЕВ22АА103 РЕВ31АА103 РЕВ32АА103 РЕВ41АА103 РЕВ42АА103)	<p>Нормально открыты.</p> <p>Управляются дистанционно с БПУ/РПУ, с панели резервного управления и автоматически.</p> <p>Автоматически открываются по аварийным сигналам системы безопасности.</p> <p>Автоматически открываются при включении “своего” насоса РЕС.</p>
5. Дисковый затвор с электроприводом на линиях подачи воды к секциям брызгального бассейна РЕВ11АА104 (РЕВ12АА104 РЕВ21АА104 РЕВ22АА104 РЕВ31АА104 РЕВ32АА104 РЕВ41АА104 РЕВ42АА104)	<p>Нормально открыты.</p> <p>Управляются дистанционно с БПУ/РПУ, с панели резервного управления и автоматически.</p> <p>Автоматически закрываются по защитному отключению «своего» насоса РЕС.</p> <p>Автоматически открываются при включении “своего” насоса РЕС.</p>
6. Дисковый затвор с электроприводом на линиях подачи воды к секциям брызгального бассейна РЕВ11АА105 (РЕВ12АА105 РЕВ21АА105 РЕВ22АА105 РЕВ31АА105 РЕВ32АА105 РЕВ41АА105 РЕВ42АА105)	<p>Нормально открыты на работающих линиях с разбрызгивающими соплами “своего” канала.</p> <p>Нормально закрыты на резервных линиях с разбрызгивающими соплами “своего” канала.</p> <p>Управляются дистанционно с БПУ/РПУ, с панели резервного управления и автоматически.</p> <p>Автоматически открываются по аварийным сигналам системы безопасности.</p> <p>Автоматически закрываются и открываются по АВР резервного канала (закрываются при останове “своего” насоса, открываются при пуске своего насоса).</p>

LN2O.P.110.1.120302.0301&.024.HD.0002	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	50
---------------------------------------	--	----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.16	12.3.2.1-19
--------------------	---	------------------	-------------

Продолжение таблицы 12.3.2.1.5

Код KKS	Описание защит и блокировок
Арматура	
<p>7. Дисковый затвор с электроприводом на переключателях на линиях распределения сбросной воды по секциям брызгального бассейна</p> <p>РЕВ13АА101 (РЕВ13АА102 РЕВ23АА101 РЕВ23АА102 РЕВ33АА101 РЕВ33АА102 РЕВ43АА101 РЕВ43АА102)</p>	<p>Нормально открыты. Управляются дистанционно с БПУ/РПУ, с панели резервного управления.</p>
<p>8. Дисковый затвор с электроприводом на переключателях между линиями подающими воду из брызгального бассейна в водоприемную камеру насосных станций</p> <p>РЕВ50АА101 (РЕВ50АА102 РЕВ60АА101 РЕВ60АА102)</p>	<p>Нормально открыты. Управляются дистанционно с БПУ/РПУ, с панели резервного управления.</p>
<p>9. Дисковый затвор с электроприводом на линиях холостого сброса</p> <p>РЕВ14АА101 (РЕВ24АА101 РЕВ34АА101 РЕВ44АА101)</p>	<p>Нормально открыты в «зимнем» режиме. Нормально закрыты в «летнем» режиме. Управляются дистанционно с БПУ/РПУ, с панели резервного управления и автоматически. Автоматически закрываются по аварийным сигналам системы безопасности.</p>

LN2O.P.110.1.120302.0301&.024.HD.0002	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	51
---------------------------------------	--	----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.16	12.3.2.1-20
--------------------	---	------------------	-------------

Продолжение таблицы 12.3.2.1.5

Код KKS	Описание защит и блокировок
Арматура	
10. Дискový затвор с электроприводом на переключателях между линиями холостого сброса РЕВ51АА101 РЕВ51АА102 РЕВ61АА101 РЕВ61АА102	Нормально открыты в «зимнем» режиме. Нормально закрыты в «летнем» режиме. Управляются дистанционно с БПУ/РПУ, с панели резервного управления и автоматически.
11. Дискový затвор с электроприводом на промывное устройство вращающихся сеток РЕА11АА101 (РЕА12АА101 РЕА21АА101 РЕА22АА101 РЕА31АА101 РЕА32АА101 РЕА41АА101 РЕА42АА101)	Нормально открыты при работе «своего» насоса. Нормально закрыты при выключенном «своем» насосе. Управляются автоматически. Автоматически закрываются по защитному отключению «своего» насоса РЕС. Автоматически открываются при включении «своего» насоса РЕС.
12. Дискový затвор с электроприводом на промывное устройство вращающихся сеток РЕА10АА101 РЕА20АА101 РЕА30АА101 РЕА40АА101	Управляются автоматически. Автоматически открываются при включении вращающихся сеток в промывку. Автоматически закрываются после промывки вращающихся сеток.

LN2O.P.110.1.120302.0301&.024.HD.0002	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	52
---------------------------------------	--	----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.16	12.3.2.1-21
--------------------	---	------------------	-------------

12.3.2.1.4 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.

Для обеспечения функционирования системы в соответствии с заводской документацией должен быть предусмотрен необходимый запас расходуемых материалов и запасных частей.

Контроль качества при изготовлении и монтаже оборудования и трубопроводов проводится службами заводов-изготовителей и монтажных организаций в объеме требований «Программы контроля качества изделий атомной энергетике» (ОСТ. 108.004-10-88).

Контроль при монтаже и строительстве выполняется:

- группой авторского надзора Генпроектировщика;
- специальными службами монтажных организаций;
- кураторской группой Заказчика;
- инспекцией органов надзора в атомной энергетике.

По завершению монтажа проводится техническое освидетельствование оборудования и трубопроводов в соответствии с ПНАЭ Г-7-008-89.

Перед пуском энергоблока, а также после проведения ремонтов система или отдельные элементы подвергаются испытаниям для проверки технических характеристик: работоспособность насосов, трубопроводов и арматуры по специальным пуско-наладочным программам.

По результатам испытаний составляется отчетная документация, включающая в себя акты, протоколы, отчеты и т.д.

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

В период работы блока на мощности производится периодическая проверка работоспособности каналов системы в соответствии с регламентом технического обслуживания и периодических опробований систем безопасности.

Результаты проверок и испытаний в процессе эксплуатации фиксируются в соответствующей документации.

Гидравлические (пневматические) испытания основных элементов на прочность и плотность производятся в соответствии с ПНАЭ Г-7-008-89.

Давление гидравлических испытаний $P_{исп.}=1,29$ МПа (изб). При этом температура испытательной и окружающей среды не должна быть ниже +5 °С.

12.3.2.1.5 Анализ проекта

12.3.2.1.5.1 Показатели надежности системы

Показателем надежности системы является вероятность невыполнения системой заданных функций.

Количественный анализ надежности выполнения системой заданных функций для исходных событий аварий, требующих работы системы, представлен в ВАБ [6].

Проект системы РЕ и конструкция отдельных ее элементов отвечает требованиям нормативной документации по безопасности АЭС.

Проектом обеспечивается требуемое количество воды системы для всех режимов эксплуатации энергоблока.

LN2O.P.110.1.120302.0301&.024.HD.0002	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	53
---------------------------------------	--	----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.16	12.3.2.1-22
--------------------	---	------------------	-------------

Система дистанционного и автоматического управления системой обеспечивает необходимые технологические действия по выполнению системой функций и контроль за состоянием ее элементов.

Система РЕ удовлетворяет требованиям безопасности, так как ее радиационное воздействие на персонал, население и окружающую среду при нормальной эксплуатации, нарушениях нормальной эксплуатации, включая проектные аварии, не приводит к превышению установленных доз для персонала и населения, нормативов по выбросам и сбросам, содержанию радиоактивных веществ в окружающей среде.

Проект системы обеспечивает безопасную эксплуатацию энергоблока и исключает причины, которые могут явиться исходными событиями аварии или исходным событием, приводящим к нарушениям условий нормальной эксплуатации или останову блока.

Таким образом, проект системы обеспечивает выполнение ею заданных функций в проектных режимах.

Два канала системы РЕ10(20) и РЕ30(40) постоянно находятся в работе, периодические переключения с рабочего канала на резервный позволяют обеспечивать постоянный контроль готовности элементов.

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 - происходит отказ соответствующего канала промконтур системы охлаждения ответственных потребителей.

Под полным отказом системы понимается отказ трех каналов.

Технические и организационные решения, принятые для обеспечения безопасной эксплуатации системы РЕ, апробированы прежним опытом проектирования, испытаниями, исследованиями, а также подтверждены опытом эксплуатации подобных систем на действующих АЭС России.

Состояние элементов системы в различных режимах работы, возможность восстановления их работоспособности, виды контроля и отказов, влияние отказов на работоспособность системы приведены в таблице 12.3.2.1.6.

Элементные деревья отказов системы представлены в [6].

LN2O.P.110.1.120302.0301&.024.HD.0002	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	54
---------------------------------------	--	----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.16	12.3.2.1-23
--------------------	---	------------------	-------------

Таблица 12.3.2.1.6 – Качественный анализ надежности элементов системы

Наименование элемента	Маркировка	Состояние элемента		Вид отказа		Контроль в режиме ожидания	Возможность восстановления элемента		Последствия отказа
		режим ожидания	режим аварии	режим ожидания	режим аварии		режим ожидания	режим аварии	
1 Дискový затвор с электроприводом	PEB11AA101 (PEB12AA101 PEB21AA101 PEB22AA101 PEB31AA101 PEB32AA101 PEB41AA101 PEB42AA101)	открыт	открыт	закрыт	закрыт	непрерывный	восстановли- ваемый	восстановли- ваемый	отказ 50 % канала
2 Дискový затвор с электроприводом	PEB10AA101 PEB20AA101 PEB30AA101 PEB40AA101	открыт	открыт	закрыт	закрыт	непрерывный	восстановли- ваемый	восстановли- ваемый	отказ канала
3 Дискový затвор с электроприводом	PEB10AA102 PEB20AA102 PEB30AA102 PEB40AA102	открыт	открыт	закрыт	закрыт	непрерывный	восстановли- ваемый	восстановли- ваемый	отказ канала

LN2O.P.110.1.120302.0301&.024.HD.0002	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	55
---------------------------------------	--	----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.16	12.3.2.1-24
--------------------	---	------------------	-------------

Продолжение таблицы 12.3.2.1.6

Наименование элемента	Маркировка	Состояние элемента		Вид отказа		Контроль в режиме ожидания	Возможность восстановления элемента		Последствия отказа
		режим ожидания	режим аварии	режим ожидания	режим аварии		режим ожидания	режим аварии	
4 Дискový затвор с электроприводом	PEB11AA102 (PEB12AA102 PEB21AA102 PEB22AA102 PEB31AA102 PEB32AA102 PEB41AA102 PEB42AA102)	открыт	открыт	закрыт	закрыт	непрерывный	восстановли- ваемый	восстановли- ваемый	отказ 50 % канала
5 Дискový затвор с электроприводом	PEB11AA103 (PEB12AA103 PEB21AA103 PEB22AA103 PEB31AA103 PEB32AA103 PEB41AA103 PEB42AA103)	открыт	открыт	закрыт	закрыт	непрерывный	восстановли- ваемый	восстановли- ваемый	отказ 50 % канала

LN2O.P.110.1.120302.0301&.024.HD.0002	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	56
---------------------------------------	--	----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.16	12.3.2.1-25
--------------------	---	------------------	-------------

Продолжение таблицы 12.3.2.1.6

Наименование элемента	Маркировка	Состояние элемента		Вид отказа		Контроль в режиме ожидания	Возможность восстановления элемента		Последствия отказа
		режим ожидания	режим аварии	режим ожидания	режим аварии		режим ожидания	режим аварии	
6 Дискový затвор с электроприводом	PEB11AA110 (PEB12AA110 PEB21AA110 PEB22AA110 PEB31AA110 PEB32AA110 PEB41AA110 PEB42AA110)	открыт	открыт	-	закрыт	непрерывный	восстановли- ваемый	восстановли- ваемый	отказ 50 % канала
7 Дискový затвор с электроприводом	PEB11AA111 (PEB12AA111 PEB21AA111 PEB22AA111 PEB31AA111 PEB32AA111 PEB41AA111 PEB42AA111)	закрыт	открыт	открыт	закрыт	непрерывный	восстановли- ваемый	восстановли- ваемый	отказ 50 % канала

LN2O.P.110.1.120302.0301&.024.HD.0002	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	57
---------------------------------------	--	----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.16	12.3.2.1-26
--------------------	---	------------------	-------------

Продолжение таблицы 12.3.2.1.6

Наименование элемента	Маркировка	Состояние элемента		Вид отказа		Контроль в режиме ожидания	Возможность восстановления элемента		Последствия отказа
		режим ожидания	режим аварии	режим ожидания	режим аварии		режим ожидания	режим аварии	
8 Дискový затвор с электроприводом	PEB13AA101 (PEB13AA102 PEB23AA101 PEB23AA102 PEB33AA101 PEB33AA102 PEB43AA101 PEB43AA102)	открыт	открыт	закрыт	-	непрерывный	восстановли- ваемый	восстановли- ваемый	Отказ затвора на выполнение функций канала не влияют
9 Дискový затвор с электроприводом	PEB50AA101 (PEB50AA102 PEB60AA101 PEB60AA102)	открыт	открыт	закрыт	-	непрерывный	восстановли- ваемый	восстановли- ваемый	Отказ затвора на выполнение функций канала не влияют
10 Дискový затвор с электроприводом	PEB14AA101 (PEB24AA101 PEB34AA101 PEB44AA101)	закрыт	закрыт в «летнем» режиме; открыт в «зимнем» режиме	открыт	открыт в «летнем» режиме; закрыт в «зимнем» режиме	непрерывный	восстановли- ваемый	восстановли- ваемый	Невыполнение работающим каналом функции охлаждения систем безопасности

LN2O.P.110.1.120302.0301&.024.HD.0002	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	58
---------------------------------------	--	----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.16	12.3.2.1-27
--------------------	---	------------------	-------------

Продолжение таблицы 12.3.2.1.6

Наименование элемента	Маркировка	Состояние элемента		Вид отказа		Контроль в режиме ожидания	Возможность восстановления элемента		Последствия отказа
		режим ожидания	режим аварии	режим ожидания	режим аварии		режим ожидания	режим аварии	
12 Насос	PEC11AP001 (PEC12AP001 PEC21AP001 PEC22AP001 PEC31AP001 PEC32AP001 PEC41AP001 PEC42AP001)	отключен	включен	не запустился	не запустился; останов при работе	непрерывный	восстановливаемый	восстановливаемый	отказ 50 % канала

LN2O.P.110.1.120302.0301&.024.HD.0002	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	59
---------------------------------------	--	----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.16	12.3.2.1-28
--------------------	---	------------------	-------------

12.3.2.1.5.2 Функционирование системы в режимах нормальной эксплуатации

Система функционирует во всех режимах нормальной эксплуатации блока, включая пуск и останов.

В режиме пуска осуществляется подготовка системы в эксплуатацию. Первоначальное заполнение каналов системы производится подпиточной водой через заполненные брызгальные бассейны насосами PEC11AP001, PEC12AP001, PEC21AP001, PEC22AP001, PEC31AP001, PEC32AP001, PEC41AP001, PEC42AP001.

При работе на мощности, а также в режимах планового и ремонтного расхолаживания два несмежных канала РЕВ10(РЕВ20) и РЕВ30(РЕВ40) отводят тепло от ответственных потребителей к своим брызгальным бассейнам. Допускается вывод одного канала системы РЕ в ремонт. Продолжительность ремонта канала определяется «Технологическим регламентом» блока.

Для обеспечения возможности ремонта канала системы РЕ слив воды из этого канала производится в водоприемник насосной станции UQC.

Каналы РЕВ10 и РЕВ20, РЕВ30 и РЕВ40 являются полностью взаимозаменяемыми, и в случае отказа канала переход с одного канала на другой производится автоматически и контролируется на БПУ.

12.3.2.1.5.3 Функционирование системы при нарушении нормальной эксплуатации

В случае выхода из строя одного канала РЕ отвод тепла от ответственных потребителей обеспечивается оставшимися в работе каналами.

В режиме обесточивания насосы системы запускаются автоматически по программе ступенчатого пуска, и их электроснабжение осуществляется от аварийных дизель-генераторов.

12.3.2.1.5.4 Функционирование системы при проектных авариях

В аварийных режимах отвод тепла к брызгальному бассейну может осуществляться двумя любыми каналами системы РЕ и одним из брызгальных бассейнов. Тепло должно отводиться от теплообменников системы промконтур КАА при расчетной температуре охлаждающей воды от 4 °С (min) до 31 °С (max).

Для обеспечения работоспособности системы РЕ в аварийных режимах необходимо функционирование следующих систем:

- системы аварийного электроснабжения (обеспечивает электропитанием электроприводные элементы системы РЕ);
- системы контроля и управления (обеспечивает проектное функционирование системы РЕ);
- системы вентиляции и отопления помещений, в которых расположено оборудование системы РЕ (обеспечивает поддержание параметров окружающей среды, необходимых для работы оборудования).

Суммарный расход охлаждающей воды 3400 м³/ч к потребителям одного канала системы РЕ обеспечивается работой двух насосов.

При авариях, сопровождающихся обесточиванием, все насосы системы РЕ включаются по программе ступенчатого пуска, и их электроснабжение осуществляется от аварийных дизель-генераторов.

LN2O.P.110.1.120302.0301&.024.HD.0002	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	60
---------------------------------------	--	----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.16	12.3.2.1-29
--------------------	---	------------------	-------------

12.3.2.1.5.5 Функционирование системы при запроектных авариях

При запроектных авариях система РЕ используется по своему прямому назначению, если сохраняют работоспособность системы вентиляции и электроснабжения.

12.3.2.1.5.6 Функционирование системы при внешних воздействиях

Система РЕ способна выполнить свои функции при внешних воздействиях, принятых для данного проекта.

Система РЕ защищена от воздействия внешних стихийных явлений: землетрясений, смерча, а также от воздействия воздушной ударной волны. Это обеспечивается конструкцией зданий 11,12UQC, 11,12URS, 11,12URR, относящихся к I категории сейсмостойкости.

Оборудование и трубопроводы системы относятся к I категории сейсмостойкости и выдерживают МРЗ.

Система защищена от экстремальных температур, так как оборудование расположено в помещениях, имеющих системы вентиляции и кондиционирования.

12.3.2.1.5.7 Анализ безопасности проекта системы

Система охлаждающей воды ответственных потребителей РЕ состоит из четырех независимых каналов.

Так как система не имеет зависимых от исходного события отказов, при анализе выполнения системой функции безопасности рассматривается только независимый от исходного события отказ.

При отказе элемента в одном канале системы и неработоспособном состоянии элемента системы в другом канале, каждые два оставшихся в работоспособном состоянии канала могут обеспечивать выполнение функций безопасности в полном объеме в режимах проектных аварий.

Каналы полностью независимы друг от друга. Независимы технологические части, системы управления, места расположения оборудования, трубопроводов, кабелей, элементов управления и т.д. Таким образом, каналы физически разделены. Отказ в одном из каналов не может привести к отказу в другом канале.

Таким образом, проект системы РЕ обеспечивает выполнение ею заданных функций.

12.3.2.2.5.8 Сравнение с аналогичными проектами

Технические и организационные решения, принятые для обеспечения безопасности эксплуатации системы РЕ апробированы прежним опытом проектирования, испытаниями, исследованиями, а также подтверждены опытом эксплуатации подобных систем на действующих АЭС России.

LN2O.P.110.1.120302.0301&.024.HD.0002	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	61
---------------------------------------	--	----