

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.16	12.1.6-1
--------------------	---	------------------	----------

12.1.6 СИСТЕМА ЗАЩИТЫ ВТОРОГО КОНТУРА ОТ ПРЕВЫШЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ

Дата	08.2016
Заместитель главного инженера	 Ю.Л. Ермакович
Нормоконтроль	 К.В. Горенинов
Проверил	 Л.В. Носанкова
Разработал	 С.В. Краснов
Всего листов	19

СОДЕРЖАНИЕ

12.1.6.1 Проектные основы	12.1.6-2
12.1.6.1.1 Назначение и функции системы.....	12.1.6-2
12.1.6.1.2 Проектные режимы и исходные данные	12.1.6-2
12.1.6.1.3 Принципы проектирования.....	12.1.6-3
12.1.6.1.4 Требования к связанным системам	12.1.6-4
12.1.6.1.5 Требования к компоновке	12.1.6-4
12.1.6.2 Проект системы.....	12.1.6-5
12.1.6.2.1 Описание технологической схемы.....	12.1.6-5
12.1.6.2.2 Описание элементов	12.1.6-6
12.1.6.2.3 Описание использованных материалов	12.1.6-9
12.1.6.2.4 Размещение оборудования.....	12.1.6-10
12.1.6.2.5 Перечень постулируемых исходных событий	12.1.6-10
12.1.6.2.6 Отключение системы.....	12.1.6-10
12.1.6.3 Управление и контроль работы системы	12.1.6-10
12.1.6.3.1 Описание защит, блокировок и действий оператора	12.1.6-10
12.1.6.3.2 Точки контроля	12.1.6-11
12.1.6.4 Испытания и проверки	12.1.6-14
12.1.6.5 Анализ проекта.....	12.1.6-14
12.1.6.5.1 Показатели надежности системы	12.1.6-14
12.1.6.5.2 Функционирование системы в режимах нормальной эксплуатации.....	12.1.6-18
12.1.6.5.3 Функционирование системы при отказах	12.1.6-18
12.1.6.5.4 Функционирование системы в режимах нарушений нормальных условий эксплуатации и в аварийных режимах.....	12.1.6-18
12.1.6.5.5 Функционирование системы защиты второго контура от превышения давления при внешних воздействиях.....	12.1.6-19
12.1.6.5.6 Анализ безопасности проекта.....	12.1.6-19
12.1.6.5.7 Сравнение с аналогичными проектами	12.1.6-19
6.4.6.5.8 Выводы	12.1.6-19

LN20.P.110.1.120106.0101&.021.HD.0001_&_F=0

LN20.P.110.1.120106.0101&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	159
---------------------------------------	--	-----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.16	12.1.6-2
--------------------	---	------------------	----------

12.1.6.1 Проектные основы

12.1.6.1.1 Назначение и функции системы

Система защиты второго контура от превышения давления предназначена для предотвращения превышения давления в парогенераторах и паропроводах свежего пара сверх допустимой величины.

Система защиты второго контура от превышения давления по назначению является системой безопасности, по влиянию на безопасность - важной для безопасности, а по характеру выполняемых функций - защитной системой безопасности.

Элементы системы защиты второго контура от превышения давления входят в состав главных паровых арматурных блоков, которые устанавливаются по одному на каждый паропровод. Каждый главный паровой арматурный блок включает в себя два импульсно-предохранительных устройства парогенераторов (ИПУ ПГ), одну быстродействующую редуцирующую установку сброса пара в атмосферу (БРУ-А) и один запорный клапан перед БРУ-А.

Элементы системы защиты второго контура от превышения давления по НП-001-97 (ОПБ-88/97) относятся ко второму классу безопасности, к группе "В" в соответствии с ПНАЭ Г-7-008-89 (с изм. № 1, № 2) и в соответствии с НП-031-01 к первой категории сейсмостойкости.

Трубопроводы и элементы системы свежего пара за предохранительной арматурой LBA10(20,30,40) AA410(420), LBU10(20,30,40) AA201 относятся к третьему классу безопасности в соответствии с ОПБ-88/97, классификационное обозначение 3Н, к группе "С" по ПНАЭ Г-7-008-89 (с изм. 1, 2) и первой категории сейсмостойкости по НП-031-01, обозначение на технологической схеме "Т".

Участки трубопроводов после запорного устройства 30LBU10(20,30,40)AA001 в соответствии с п.2.1-2.7 НП-001-97 (ОПБ-88/97) относятся к классу безопасности «4» и к первой категории сейсмостойкости по НП-031-01, обозначение на схеме I.

Классификация элементов системы защиты второго контура от превышения давления представлена на рисунке 6.2.1.1.1 раздела 6.2.

Система защиты второго контура от превышения давления имеет связи со следующими системами:

- система вентиляции и охлаждения помещений;
- система управления и контроля;
- система электропитания нормальной эксплуатации;
- система аварийного электроснабжения.

12.1.6.1.2 Проектные режимы и исходные данные

В режимах нормальной эксплуатации система защиты от превышения давления не функционирует и находится в состоянии ожидания, проходя периодические проверки и испытания согласно регламента периодических проверок и опробования систем безопасности.

Система защиты от превышения давления предназначена для работы в режимах, сопровождающихся ростом давления в парогенераторах сверх допустимого.

В режиме обесточивания энергоблока система работоспособна, поскольку ее элементы относятся к потребителям первой группы надежности и подключены к системе аварийного электроснабжения. Описание системы аварийного электроснабжения приведено в подразделе 12.3.1.

Основные исходные данные представлены в 12.1.6.2.2 «Описание элементов»

LN2O.P.110.1.120106.0101&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	160
---------------------------------------	--	-----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.16	12.1.6-3
--------------------	---	------------------	----------

12.1.6.1.3 Принципы проектирования

Система спроектирована в соответствии со следующими нормативными документами: Общие положения обеспечения безопасности атомных станций (ОПБ-88/97) НП-001-97;

- 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, № 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, № 2);
- Оборудование и трубопроводы атомных энергетических установок. Сварные соединения и наплавки. Правила контроля. ПНАЭГ-7-010-89 (с изм. 1);
- Требования к программе обеспечения качества для атомных станций НП-011-99;
- Санитарные правила проектирования и эксплуатации атомных станций СП АС-03;
- Правила радиационной безопасности при эксплуатации атомных станций ПРБ АС-99.
- НПБ 105-03 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной безопасности»;
- НПБ 114-02 "Противопожарная защита атомных станций. Нормы проектирования".

Критерием выполнения системой своих функций является обеспечение следующих требований:

- не допускать роста давления в парогенераторах в аварийных режимах выше 9,0 МПа;
- ИПУ ПГ срабатывают и при отсутствии электропитания;
- обеспечить защиту второго контура от роста давления в парогенераторе сверх допустимого при неработающей БРУ-К;
- БРУ-А и ИПУ ПГ выбраны с учетом работы на насыщенном паре, пароводяной смеси и воде.

Контроль за состоянием системы, а также управление ею в случае необходимости осуществляются на БПУ и РПУ.

При проектировании системы учитывались следующие принципы обеспечения безопасности:

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

Принцип единичного отказа

Система защиты второго контура от превышения давления выполняет заданные функции при любом исходном событии аварии с наложением одного независимого от исходного события отказа любого активного или пассивного, имеющего механические движущиеся части, элемента, или одной независимой от исходного события ошибки

LN2O.P.110.1.120106.0101&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	161
---------------------------------------	--	-----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.16	12.1.6-4
--------------------	---	------------------	----------

персонала. Количество паросбросных устройств (2 ИПУ ПГ и 1 БРУ-А с запорным клапаном перед ней) выбрано исходя из требуемого непревышения давления в парогенераторах (в соответствии с п.6.2.7 ПНАЭ Г-7-008-89 (с изм. № 1, № 2)).

Пропускная способность всех ИПУ ПГ не меньше паропроизводительности РУ при максимально допустимой тепловой мощности, определённой уставкой на останов реактора по нейтронному потоку.

Принцип резервирования

В случае отказа одного из элементов системы, оставшиеся в работе элементы обеспечивают требуемое непревышение давления в парогенераторах.

Принцип разделения

Элементы системы каждого канала расположены в своем помещении паровой камеры, отделенном от элементов других каналов строительными конструкциями. Строительные конструкции рассчитаны на восприятие динамических воздействий от разрыва трубопроводов, летящих предметов и сейсмического воздействия (МРЗ), а также от перепада давления при разрыве паропроводов. Таким образом, благодаря физическому разделению, отказ элемента системы какого-либо канала не приведет к отказу элементов системы другого канала.

Принцип автоматического включения в работу

Реализовано автоматическое включение системы в работу, не требующее вмешательства оператора. Автоматическое включение системы в работу происходит при повышении давления во втором контуре до уставки срабатывания клапанов.

12.1.6.1.4 Требования к связанным системам

Для обеспечения работоспособности системы защиты второго контура от превышения давления и выполнения ею своих функций необходимо функционирование следующих систем:

- системы электроснабжения (нормального и аварийного) для обеспечения электропитанием электроприводных элементов системы. Описание системы аварийного электроснабжения представлено в главе 8 ОООб;
- система управления, КИП и автоматики - предусматривает контрольно-измерительные приборы для управления и контроля системы, обеспечивает автоматическое включение в работу системы. Описание системы управления и КИП представлено в главе 7 ОООб;
- система вентиляции и охлаждения помещений - обеспечивает поддержание параметров окружающей среды, необходимых для нормальной эксплуатации системы. Описание системы вентиляции представлено в разделе 12.3 ОООб.

12.1.6.1.5 Требования к компоновке

Компоновка системы и взаимное расположение элементов выполнены с учетом следующих основных принципов:

- обеспечение принципа разделения;
- обеспечение необходимых условий для нормального протекания предусмотренных проектом технологических процессов;
- для оборудования, трубопроводов и арматуры обеспечены доступ и условия для проведения технического обслуживания и ремонта в период ППР;
- сокращение до минимума технологических коммуникаций;
- обеспечение безопасных условий эксплуатации для персонала.

LN2O.P.110.1.120106.0101&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	162
---------------------------------------	--	-----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.16	12.1.6-5
--------------------	---	------------------	----------

12.1.6.2 Проект системы

12.1.6.2.1 Описание технологической схемы

Система защиты второго контура от превышения давления входит в состав главного парового арматурного блока системы паропроводов свежего пара LBA, которая представлена на рисунке 6.2.1.1.1 раздела 6.2 ОООб.

На паропроводе от каждого парогенератора установлен главный паровой арматурный блок, в состав которого входит:

- БРУ-А с запорным клапаном перед ним;
- Контрольное ИПУ ПГ;
- Рабочее ИПУ ПГ;

Конструкцией главного парового арматурного блока предусмотрен доступ среды к предохранительным устройствам вне зависимости от положения запорной арматуры, входящей в его состав.

Схема главного парового арматурного блока для канала LBA10 представлена на рисунке 12.1.6.2.1.1. Для каналов LBA20, LBA30, LBA40 схемы идентичны.

БРУ-А LBU10(20, 30, 40) AA201 представляет собой регулирующий клапан с электроприводом.

Запорный клапан перед БРУ-А LBU10(20, 30, 40) AA110 представляет собой клапан с поршневым приводом, работающим от собственной среды. Управление обеспечивается двумя управляющими электроприводными клапанами LBU10(20, 30, 40) AA111 и LBU10(20, 30, 40) AA112, установленными на корпусе основного клапана.

Для обеспечения проведения гидравлических испытаний выхлопного трубопровода БРУ-А предусмотрено запорное устройство 30LBU10(20,30,40)AA001 на трубопроводе перед шумоглушителем. Конструктивно запорное устройство представляет собой корпус, комплектуемый двумя выемными частями. Выемная часть в виде распорного устройства устанавливается только на время гидроиспытаний. Во всех других случаях в корпус запорного устройства устанавливается выемная часть, представляющая собой трубопроводную вставку, что исключает возможность несанкционированного закрытия.

ИПУ ПГ LBA10(20, 30, 40) AA410 и LBA10(20, 30, 40) AA420 состоят из основного клапана, работающего от собственной среды и импульсного клапана LBA10(20, 30, 40) AA411, 421 который может работать как электромагнитный по сигналам от системы защиты станции и как клапан прямого действия в случае отсутствия электропитания.

Конструкция импульсных клапанов ИПУ ПГ LBA10(20, 30, 40)AA410(420) и LBU10(20, 30, 40) AA110 обеспечивает возможность регулирования давления открытия в пределах диапазона ± 7 % от рабочего давления и невозможность несанкционированного изменения настройки.

Пружины импульсных клапанов защищены от непосредственного влияния рабочей среды и от перегрева. Возможность перенапряжения пружин исключена. Параметры пружин ИПУ ПГ обеспечивают периоды нормальной эксплуатации, равные двум годам без регулировки.

LN2O.P.110.1.120106.0101&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	163
---------------------------------------	--	-----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.16	12.1.6-7
--------------------	---	------------------	----------

Таблица 12.1.6.2.2.1 - Техническая характеристика БРУ-А LBU10(20, 30, 40) AA201

Описание	Значение
Завод изготовитель	ЗАО «ЦКТИА»
Обозначение исполнения	NC.006
Проход условный, мм	Определяется расчетом
Диаметр входа, $D_{вх}$, мм	300
Диаметр выхода, $D_{вых}$, мм	400
Номинальное давление в системе при работе БРУ-А в режиме поддержания давления, МПа (абсолютное)	7,4
Расчетное давление, МПа (абсолютное)	8,2
Расчетная температура, °С	300
Расход насыщенного пара через клапан при $P=7,8$ МПа, с учетом гидравлического сопротивления главного парового арматурного блока и шумоглушителя, т/ч	1000
Расчетный перепад давления на клапане, МПа (максимальный, для прочности)	8,1
Время полного открытия, с, не более	15
Величина протечки через затвор, $см^3/мин$	$0,0006 \cdot DN$
Величина протечки в окружающую среду, $см^3/мин$	Не допускается
Масса, кг, не более	По согласованию
Наружный диаметр и толщина присоединяемого трубопровода DN•S: - на входе - на выходе	325×19 426×24
Давление гидроиспытаний, МПа (абсолютное): - на плотность в затворе - на прочность	8,2 10,98
Характеристика регулирования с учетом гидравлического сопротивления главного парового арматурного блока и шумоглушителя	Линейная

LN2O.P.110.1.120106.0101&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	165
---------------------------------------	--	-----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.16	12.1.6-8
--------------------	---	------------------	----------

Таблица 12.1.6.2.2.2 - Техническая характеристика запорного клапана перед БРУ-А LBU10(20, 30, 40) AA110

Описание	Значение
Проход условный, мм	определяется расчетом
Номинальное давление в системе при работе БРУ-А в режиме поддержания давления, МПа (абсолютное)	7,4
Расчетное давление, МПа (абсолютное)	8,2
Расчетный перепад давления, МПа	8,1
Давление открытия, МПа (абсолютное)	7,8
Давление закрытия, МПа (абсолютное)	7,05
Расчетная температура, °С	300
Расход насыщенного пара через клапан, т/ч	1000
Величина протечки через затвор, см ³ /мин	не допускается
Величина протечки в окружающую среду, см ³ /мин	не допускается
Время открытия, с, не более	15
Коэффициент гидравлического сопротивления, ξ	Определяется совместно с характеристиками БРУ-А
Масса, кг, не более	по согласованию
Наружный диаметр и толщина присоединяемого трубопровода DN•S: - на входе - на выходе	- 325×19
Давление гидроиспытаний системы, МПа (абсолютное): - на плотность - на прочность	8,2 10,98

Импульсно-предохранительное устройство LBA10(20,30,40)AA410, 420

ИПУ ПГ предназначено для защиты корпуса парогенератора и трубопроводов до БЗОК от сверхдавления.

Каждый клапан рассчитан на 50 % производительность парогенератора.

Техническая характеристика ИПУ ПГ представлена в таблице 12.1.6.2.2.3

Таблица 12.1.6.2.2.3 – Техническая характеристика ИПУ ПГ LBA10(20,30,40)AA410, 420

Описание	Значение
Завод изготовитель	ЗАО «ЦКТИА»
Обозначение исполнения	ND.002
Проход условный, мм	Определяется расчетом

LN2O.P.110.1.120106.0101&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	166
---------------------------------------	--	-----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.16	12.1.6-9
--------------------	---	------------------	----------

Таблица 12.1.6.2.2.3 (продолжение)

Описание	Значение
Номинальное давление в системе при работе блока на мощности 100%, $P_{настройки}$, МПа (абсолютное)	7,0
Расчетное давление, МПа (абсолютное)	8,2
Расчетная температура, °С	300
Давление открытия, МПа [*] (абсолютное): - для контрольного клапана - для рабочего клапана	8,8 9,0
Давление закрытия, МПа (абсолютное): - для контрольного и рабочего клапанов	7,95
Время срабатывания, с, не более	1
Противодавление на выходе клапана до срабатывания	атмосферное
Пропускная способность по насыщенному пару при $P=8,8$ МПа, с учетом гидравлического сопротивления главного парового арматурного блока, т/ч	1050
Пропускная способность по воде с учетом гидравлического сопротивления главного парового арматурного блока	Определяется расчетом и испытаниями опытного образца
Величина протечки через затвор главного клапана, см ³ /мин, не более: - по воде - в окружающую среду	0,0006•DN не допускается
Масса, кг, не более	по согласованию
Наружный диаметр и толщина присоединяемого трубопровода DN•S: - на входе - на выходе	630×25 630×8
Давление гидроиспытаний, МПа (абсолютное): - на плотность - на прочность	8,2 10,98

12.1.6.2.3 Описание использованных материалов

Выбор материалов элементов системы защиты парогенераторов от превышения давления осуществляется с учетом требуемых физико-механических характеристик, технологичности, свариваемости, а также способности работать в условиях проектных характеристик рабочей среды, а при необходимости, в условиях применения дезактивирующих растворов, в течение всего срока службы.

LN2O.P.110.1.120106.0101&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	167
---------------------------------------	--	-----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.16	12.1.6-10
--------------------	---	------------------	-----------

На основании этого, в качестве основного материала принята углеродистая сталь. Все подсоединения к паропроводу сварные.

Материалы для изготовления арматуры соответствуют требованиям НП-068-05 и ПНАЭ Г-7-008-89.

12.1.6.2.4 Размещение оборудования

Главные паровые блоки, в состав которых входят элементы системы защиты второго контура от превышения давления установлены на паропроводах от каждого парогенератора помещениях паровой камеры.

Элементы системы каждого канала расположены в своем помещении, отделенном от элементов системы других каналов строительными конструкциями, которые рассчитаны на восприятие динамических воздействий от разрыва трубопроводов, летящих предметов и сейсмического воздействия (МРЗ).

Все элементы системы расположены за пределами защитной оболочки, и к ним обеспечены условия доступа для проведения технического обслуживания и ремонта.

Компоновочными решениями обеспечено физическое разделение элементов системы разных каналов.

12.1.6.2.5 Перечень постулируемых исходных событий

Автоматическое включение системы в работу происходит при повышении давления во втором контуре до уставки срабатывания клапанов. В случае отказа системы управления ИПУ ПГ, импульсный клапан срабатывает как клапан прямого действия при достижении уставки настройки пружины.

12.1.6.2.6 Отключение системы

При остановленной и расхоложенной реакторной установке, когда параметры первого контура снижены до стояночных, а второй контур расхоложен и сдренирован, система защиты второго контура от превышения давления может быть отключена.

При этом ИПУ ПГ, БРУ-А и запорный клапан перед ней находятся в закрытом положении. Вся вышеперечисленная арматура системы обесточивается, цепи электросилового питания разбираются.

12.1.6.3 Управление и контроль работы системы

12.1.6.3.1 Описание защит, блокировок и действий оператора

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

- обеспечение выполнения технологической системой заданных функций;
- выдача оператору информации по технологическим параметрам, включая отклонения от номинальных значений;
- обеспечение сохранности оборудования.

Управление элементами, контроль за положением (состоянием) элементов, контроль технологических параметров, а также предупредительная и аварийная сигнализация в полном объеме выведены на БПУ и РПУ.

Реализовано автоматическое включение системы в работу, не требующее вмешательства оператора, при повышении давления во втором контуре до уставок срабатывания паросбросных устройств и дистанционное (оператором) с БПУ или РПУ, при этом автоматическое управление имеет приоритет.

На БПУ и РПУ предусмотрен вывод информации конечных положений основного клапана и индикация положения импульсного клапана.

Перечень защит, блокировок и действий оператора представлен в таблице 12.1.6.3.1.1.

LN2O.P.110.1.120106.0101&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	168
---------------------------------------	--	-----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.16	12.1.6-11
--------------------	---	------------------	-----------

12.1.6.3.2 Точки контроля

Точками технологического контроля для системы защиты второго контура от превышения давления являются замеры давления в главных паропроводах LBA10(20, 30, 40)CP811(821, 831, 841), LBA10(20, 30, 40)CP812(822, 832, 842).

Объем технологического контроля показан на технологических схемах паропроводов свежего пара и обвязки парового арматурного блока, рисунки 6.2.1.1.1, 6.2.1.1.2 раздела 6.2 и в Таблице 6.2.3.2.1 раздела 6.2.

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

LN2O.P.110.1.120106.0101&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	169
---------------------------------------	--	-----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.16	12.1.6-12
--------------------	---	------------------	-----------

Таблица 12.1.6.3.1.1 – Перечень защит, блокировок и действий оператора

Оборудование	Описание защит и блокировок
1	2
Контрольное импульсно-предохранительное устройство LBA10 AA410 LBA20 AA410 LBA30 AA410 LBA40 AA410	<p>Нормально закрыто.</p> <p>Управляется дистанционно с БПУ/РПУ и автоматически по сигналам от системы защиты станции.</p> <p>Автоматически открывается при повышении давления в паропроводе LBA10(20,30,40)CP911 до 8,7 МПа.</p> <p>Автоматически закрывается при снижении давления в паропроводе LBA10(20,30,40)CP911 до 7,85 МПа.</p>
Рабочее импульсно-предохранительное устройство LBA10 AA420 LBA20 AA420 LBA30 AA420 LBA40 AA420	<p>Нормально закрыто.</p> <p>Управляется дистанционно с БПУ/РПУ и автоматически по сигналам от системы защиты станции.</p> <p>Автоматически открывается при повышении давления в паропроводе LBA10(20,30,40)CP911 до 8,9 МПа.</p> <p>Автоматически закрывается при снижении давления в паропроводе LBA10(20,30,40)CP911 до 7,85 МПа.</p>
Запорный клапан перед БРУ-А LBU10 AA110 LBU20 AA110 LBU30 AA110 LBU40 AA110	<p>Нормально закрыт.</p> <p>Управляется дистанционно с БПУ/РПУ и автоматически по сигналам от системы защиты станции.</p> <p>Автоматически открывается при повышении давления в паропроводе LBA10(20,30,40)CP911 до 7,7 МПа.</p> <p>Автоматически закрывается при снижении давления в паропроводе LBA10(20,30,40)CP911 до 6,95 МПа.</p> <p>При аварии, связанной с течью из первого контура во второй автоматически открывается на паропроводах неаварийных парогенераторов. На паропроводе аварийного парогенератора автоматически закрывается при совпадении сигналов:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Активированы функции CD13 и CD14 СКУ систем безопасности, подтверждающие факт течи из первого контура во второй. - давление в первом контуре менее 8,2 МПа.

LN2O.P.110.1.120106.0101&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	170
---------------------------------------	--	-----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.16	12.1.6-13
--------------------	---	------------------	-----------

Таблица 12.1.6.3.1.(продолжение)

<p>Быстродействующая редуцирующая установка сброса пара в атмосферу (БРУ-А)</p> <p>LBU10 AA201</p> <p>LBU20 AA201</p> <p>LBU30 AA201</p> <p>LBU40 AA201</p>	<p>Нормально находится в промежуточном положении.</p> <p>Управляется дистанционно с БПУ/РПУ и автоматически по сигналам от системы защиты станции.</p> <p>В режиме горячего резерва автоматически поддерживает давление в паропроводе LBA10(20,30,40)CP911 7,3 плюс/минус 0,1 МПа.</p> <p>В режиме расхолаживания автоматически поддерживает заданную скорость расхолаживания 15, 30, 60 °С/ч.</p> <p>При аварии, связанной с течью из первого контура во второй автоматически закрывается на паропроводе аварийного парогенератора при совпадении сигналов:</p> <p>-Активированы функции CD13 и CD14 СКУ систем безопасности, подтверждающие факт течи из первого контура во второй.</p> <p>давление в первом контуре менее 8,2 МПа (функции CD13 и CD14 СКУ систем безопасности).</p>
---	---

LN2O.P.110.1.120106.0101&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	171
---------------------------------------	--	-----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.16	12.1.6-14
--------------------	---	------------------	-----------

12.1.6.4 Испытания и проверки

Изготовление и монтаж 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 108.004-10-88).

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

Контроль при монтаже и строительстве выполняется:

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

Перед пуском блока проводятся испытания элементов системы по программе пусконаладочных испытаний для проверки соответствия проектным техническим характеристикам. До загрузки топлива выполняется полный комплекс испытаний. При этом проверяется формирование и прохождение сигналов на включение системы, а также срабатывание предохранительных устройств по требуемым уставкам давления.

При работе энергоблока на мощности при нахождении системы в режиме "Ожидание" испытания и проверки соответствуют требованиям раздела 6.2.27 ПНАЭ Г-7-008-89 (с изм. № 1, № 2) и Рабочего технологического регламента.

Гидравлические испытания основных элементов на прочность и плотность производятся в соответствии с ПНАЭ Г-7-008-89 (с изм. № 1, № 2) в составе системы паропроводов свежего пара.

Результаты проверок и испытаний фиксируются в соответствующей документации.

12.1.6.5 Анализ проекта

12.1.6.5.1 Показатели надежности системы

Качественный анализ системы с указанием состояния элементов системы в режимах работы и ожидания, возможность восстановления их работоспособности, виды их контроля и отказов, влияние отказов на работоспособность системы приведено в таблице 12.1.6.5.1.1

Количественный анализ надежности системы и вклад системы в условную вероятность тяжелого повреждения активной зоны реактора для каждого исходного события представлен в «Вероятностном анализе безопасности».

Вероятность безотказной работы за период до капитального ремонта клапанов, входящих в состав системы не ниже 0,995 в течение четырехлетнего периода и 25 рабочих циклов.

LN2O.P.110.1.120106.0101&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	172
---------------------------------------	--	-----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.16	12.1.6-15
--------------------	---	------------------	-----------

Таблица 12.1.6.5.1.1- 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. Предохранительный клапан контрольного ИПУ ПГ	LBA10 AA410 LBA20 AA410 LBA30 AA410 LBA40 AA410	закрыт	открыт	не открывает ся	не открывает ся	непрерывный	не восстанавливаемый	не восстанавливаемый	Отказ ИПУ ПГ
2. Пружинный клапан в составе импульсного клапана ПК ПГ контрольного ИПУ ПГ	LBA10 AA411KA01 LBA20 AA411KA01 LBA30 AA411KA01 LBA40 AA411KA01	закрыт	открыт	не открывает ся	не открывает ся	непрерывный	восстанавливаемый	не восстанавливаемый	Отказ ИПУ ПГ совместном отказе с клапаном 3
3. Электромагнитный клапан в составе импульсного клапана ПК ПГ контрольного ИПУ ПГ	LBA10 AA411KA02 LBA20 AA411KA02 LBA30 AA411KA02 LBA40 AA411KA02	закрыт	открыт	не открывает ся	не открывает ся	непрерывный	восстанавливаемый	не восстанавливаемый	Отказ ИПУ ПГ при совместном отказе с клапаном 2

LN2O.P.110.1.120106.0101&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	173
---------------------------------------	--	-----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.16	12.1.6-16
--------------------	---	------------------	-----------

Таблица 12.1.6.5.1.1 (Продолжение)

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. Предохранительный клапан рабочего ИПУ ПГ	LBA10 AA420 LBA20 AA420 LBA30 AA420 LBA40 AA420	закрыт	открыт	не открывает ся	не открывает ся	непрерывный	не восстанавливаемый	не восстанавливаемый	Отказ ИПУ ПГ
5. Пружинный клапан в составе импульсного клапана ПК ПГ рабочего ИПУ ПГ	LBA10 AA421KA01 LBA20 AA421KA01 LBA30 AA421KA01 LBA40 AA421KA01	закрыт	открыт	не открывает ся	не открывает ся	непрерывный	восстанавливаемый	не восстанавливаемый	Отказ ИПУ ПГ совместном отказе с клапаном 6
6. Электромагнитный клапан в составе импульсного клапана ПК ПГ рабочего ИПУ ПГ	LBA10 AA421KA02 LBA20 AA421KA02 LBA30 AA421KA02 LBA40 AA421KA02	закрыт	открыт	не открывает ся	не открывает ся	непрерывный	восстанавливаемый	не восстанавливаемый	Отказ ИПУ ПГ при совместном отказе с клапаном 5
7. Запорный клапан перед БРУ-А	LBU10 AA110 LBU20 AA110 LBU30 AA110 LBU40 AA110	закрыт	открыт	не открывает ся	не открывает ся	непрерывный	не восстанавливаемый	не восстанавливаемый	Отказ БРУ-А

LN2O.P.110.1.120106.0101&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	174
---------------------------------------	--	-----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.16	12.1.6-17
--------------------	---	------------------	-----------

Таблица 12.1.6.5.1.1 (Продолжение)

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. Управляющий электроприводной клапан запорного клапана перед БРУ-А	LBU10 AA111 LBU20 AA111 LBU30 AA111 LBU40 AA111	закрыт	открыт	не открывает ся	не открывает ся	непрерывный	восстанавливаемый	не восстанавливаемый	Отказ БРУ-А при совместном отказе с клапаном 9
9. Управляющий электроприводной клапан запорного клапана перед БРУ-А	LBU10 AA112 LBU20 AA112 LBU30 AA112 LBU40 AA112	закрыт	открыт	не открывает ся	не открывает ся	непрерывный	восстанавливаемый	не восстанавливаемый	Отказ БРУ-А при совместном отказе с клапаном 8

LN2O.P.110.1.120106.0101&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	175
---------------------------------------	--	-----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.16	12.1.6-18
--------------------	---	------------------	-----------

12.1.6.5.2 Функционирование системы в режимах нормальной эксплуатации

В режимах нормальной эксплуатации система защиты второго контура от превышения давления находится в режиме ожидания и проходит периодические проверки.

12.1.6.5.3 Функционирование системы при отказах

Отказами системы защиты второго контура от превышения давления являются:

- открытие по ложному сигналу и неподача ПК ПГ;
- неоткрытие или ложное закрытие одного ПК ПГ;
- непредусмотренное открытие запорного клапана перед БРУ-А.

Неоткрытие или ложное закрытие одного ПК ПГ не влияет на безопасность АЭС, так как система не теряет функциональных свойств за счет выполнения принципа единичного отказа. Открытие по ложному сигналу и неподача ПК ПГ, а также непредусмотренное открытие запорного клапана перед БРУ-А является исходным событием аварии «Разрыв второго контура». Анализ аварий для данных исходных событий представлен в разделе 15.5 главы 15 ОООб.

12.1.6.5.4 Функционирование системы в режимах нарушений нормальных условий эксплуатации и в аварийных режимах

В режимах нарушения нормальных условий эксплуатации и аварийных режимах, приводящих к повышению давления во втором контуре до уставок срабатывания элементов системы защиты второго контура от превышения давления происходит открытие соответствующих элементов системы. Их пропускная способность и требования к быстрдействию обеспечивают не превышение более чем на 15% от расчетного давления в соответствии с п. 6.2.7 ПНАЭ Г-7-008-89 (с изм. № 1, № 2). Расчетное обоснование режимов, связанных с повышением давления в паропроводах представлено в разделе 15.5 ОООб.

Работа БРУ-А

При работе блока на мощности и отсутствии сигналов из системы защиты станции регулирующей клапан БРУ-А находится в положении открытия на 50%. Запорный клапан перед БРУ-А закрыт. Верхняя и нижняя поршневые камеры привода нагружены давлением системы. Закрытое положение клапана обеспечивается разностью площадей поршня в верхней и нижней камере.

Функция защиты от превышения давления обеспечивается совместной работой БРУ-А и запорного клапана перед ней.

В случае повышения давления в паропроводе до 7,8 МПа открываются управляющие клапаны, верхняя поршневая камера привода запорного клапана через импульсный клапан разгружается в атмосферу, и основной клапан открывается под воздействием давления системы. БРУ-А при этом включается в режим поддержания давления 7,4 МПа. При уменьшении давления до 7,05 МПа управляющие клапаны закрываются, верхняя поршневая камера нагружается давлением системы, запорный клапан закрывается, а БРУ-А возвращается в исходное положение. С целью обеспечения надежности выполнения функции на основном запорном клапане предусмотрено два импульсных электромагнитных клапана.

Работа ИПУ ПГ

В аварийных режимах, связанных с повышением давления во втором контуре до уставок срабатывания ИПУ ПГ, происходит их открытие. При достижении величины давления 8,8 МПа открывается контрольный ПК ПГ, а при давлении 9,0 МПа открывается рабочий ПК ПГ. Оба клапана закрываются при снижении давления во втором контуре до 7,95 МПа. При повышении давления до величины уставки на открытие через импульсный клапан нагружается поршневая камера основного клапана и он открывается за счет усилия, возникающего в результате разности площадей поршня привода.

LN2O.P.110.1.120106.0101&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	176
---------------------------------------	--	-----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.16	12.1.6-19
--------------------	---	------------------	-----------

Для закрытия клапана поршневая камера разгружается в атмосферу через импульсный клапан и основной клапан закрывается под воздействием давления системы.

Для обеспечения принципа разнообразия и повышения надежности выполнения функции ИПУ ПГ на каждом ИПУ предусмотрено два импульсных клапана с разным принципом действия:

- Электромагнитный импульсный клапан, работающий по сигналам из системы защиты станции.
- Пружинный импульсный клапан прямого действия.

12.1.9.5.5 Функционирование системы защиты второго контура от превышения давления при внешних воздействиях

Пуск и останов системы система защиты второго контура от превышения давления производится автоматически по командам LEFU.

Система защиты второго контура от превышения давления способна выполнять все свои функции при внешних воздействиях, принятых для данного проекта.

Система защищена от внешних воздействий, стихийных явлений: землетрясений, ураганов, наводнений, экстремальных температур.

Защита от воздействия струй, попадания летящих предметов и ударов волн обеспечивается компоновочными решениями. Система выполняет заданные функции при условии сохранения целостности и обеспечения электропитания элементов системы.

Оборудование системы относится к первой категории сейсмостойкости и выдерживает максимальное проектное землетрясение. Все оборудование и трубопроводы системы размещены в помещениях первой категории сейсмостойкости.

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

12.1.6.5.6 Анализ безопасности проекта

Оборудование системы защищено от воздействия струй, летящих предметов, ударных волн и рассчитано на работу при параметрах окружающей среды в аварийных режимах.

Качественный анализ системы показывает, что она удовлетворяет предъявляемым нормативными документами требованиям по безопасности и обеспечивает выполнение своей функции - защиту второго контура от превышения давления сверх допустимого.

12.1.6.5.7 Сравнение с аналогичными проектами

Технические и организационные решения, принятые для обеспечения безопасности эксплуатации системы защиты второго контура от превышения давления, апробированы прежним опытом проектирования, испытаниями, исследованиями, а также подтверждены опытом эксплуатации подобных систем на действующих АЭС России и энергоблоках АЭС с ВВЭР-1000 за рубежом.

6.4.6.5.8 Выводы

Система соответствует предъявляемым к ней требованиям и НТД по безопасности.

LN2O.P.110.1.120106.0101&.021.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	177
---------------------------------------	--	-----