

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08. 16	12.3.3-1
--------------------	---	-------------------	----------

### 12.3.3 СИСТЕМА ПАССИВНОЙ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ЗАЩИТЫ

Дата		06.2015
Главный инженер проекта		Ю.Л. Ермакович
Нормоконтроль		Н.Б. Наумов
Проверил		Д.Г. Ланин
Разработал		Т.Г. Берендсон
Всего листов		11

#### СОДЕРЖАНИЕ

12.3.3.1 Проектные основы.....	12.3.3-2
12.3.3.1.1 Назначение и функции системы .....	12.3.3-2
12.3.3.1.2 Проектные режимы и исходные данные .....	12.3.3-3
12.3.3.1.3 Принципы проектирования .....	12.3.3-4
12.3.3.1.4 Требования к связанным системам.....	12.3.3-4
12.3.3.1.5 Требования к компоновке.....	12.3.3-5
12.3.3.2 Проект системы .....	12.3.3-5
12.3.3.2.1 Описание схемы.....	12.3.3-5
12.3.3.2.2 Описание элементов.....	12.3.3-5
12.3.3.2.3 Описание используемых материалов .....	12.3.3-8
12.3.3.2.4 Размещение оборудования.....	12.3.3-8
12.3.3.3 Управление и контроль работы системы .....	12.3.3-8
12.3.3.3.1 Требования к АСУ ТП. ....	12.3.3-8
12.3.3.3.2 Точки контроля.....	12.3.3-8
12.3.3.3.3 Описание защит и блокировок.....	12.3.3-8
12.3.3.3.4 Пределы и условия безопасной эксплуатации.....	12.3.3-9
12.3.3.3.5 Действия оператора.....	12.3.3-9
12.3.3.4 Испытания и проверки .....	12.3.3-9
12.3.3.5 Анализ проекта .....	12.3.3-10
12.3.3.5.1 Показатели надежности системы.....	12.3.3-10
12.3.3.5.2 Нормальная эксплуатация .....	12.3.3-10
12.3.3.5.3 Функционирование системы при отклонениях от условий нормальной эксплуатации.....	12.3.3-10
12.3.3.5.4 Функционирование системы при отказах .....	12.3.3-11
12.3.3.6 Оценка проекта .....	12.3.3-11
12.3.3.7 Сравнение с аналогичными проектами .....	12.3.3-11

LN20.P.110.1.120303.0301 & .066#D0001 \_&\_ F=0

LN20.P.110.1.120303.0301 & .066.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	227
---	--	-----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08. 16	12.3.3-2
--------------------	---	-------------------	----------

### 12.3.3.1 Проектные основы

#### 12.3.3.1.1 Назначение и функции системы

12.3.3.1.1.1 На основании требований НПБ 114-2002 и СП 13.13130.2009 пассивный принцип действия систем и элементов противопожарной защиты является приоритетным в обеспечении безопасности АЭС при пожаре, поэтому в проекте ЛАЭС-2 противопожарная защита строится на основе принципа локализации пожара в пределах пожарной зоны, где он возник. Активные системы пожаротушения в обосновании безопасности при пожаре в расчет не принимаются.

Общие положения пожарного зонирования (определение понятия пожарной зоны, методика пожарного зонирования, описание проекта системы противопожарной защиты и анализ проекта) даны в разделе 9.8.1 ОООб.

12.3.3.1.1.2 Система элементов пассивной противопожарной защиты пожарных зон предназначена для локализации пожара в пределах пожарной зоны, где он возник. В настоящем разделе рассмотрена система пассивной противопожарной защиты (СППЗ) пожарных зон, входящих в Перечень помещений, зданий сооружений и открытых технологических площадок, на которые должны распространяться требования по обеспечению безопасности АЭС при пожаре, в дальнейшем «СППЗ пожарных зон».

СППЗ пожарных зон включает в себя:

- совокупность оборудования и элементов границ пожарных зон, т.е. ограждающие конструкции границ пожарных зон (стены, перекрытия), включая двери, люки, вентиляционные клапаны, уплотнения коммуникационных проемов;
- оборудование локализации пожарных нагрузок, позволяющее обеспечить отделение элементов различных каналов систем безопасности друг от друга или от элементов систем нормальной эксплуатации, расположенных в общей пожарной зоне, входящей в Перечень (кабельные короба в конструктивной огнезащите, кабельные каналы, выполненные в строительных конструкциях и т. п.);
- оборудование локализации проливов горючих жидкостей (ГЖ), если оно предназначено для защиты от пожара элементов систем безопасности.

12.3.3.1.1.3 СППЗ пожарных зон, входящих в Перечень, применяется для решения следующих задач:

- исключить одновременное воздействие пожара на оборудование и элементы основного и резервных вариантов безопасного аварийного останова и расхолаживания реакторной установки и, тем самым, обеспечить выполнение этими системами проектных функций в процессе и после пожара;
- обеспечить, при необходимости, локализацию и контроль радиоактивных выбросов в окружающую среду при пожаре;
- защитить персонал/население от превышения установленных доз облучения.

12.3.3.1.1.4 СППЗ пожарных зон выполняет функции основного барьера на пути распространения огня и опасных факторов пожара (высокие температуры, дым, токсичные продукты горения и др.) за пределы пожарной зоны, где он возник. При этом рассматривается полное свободное развитие пожара без учета воздействия на пожар систем пожаротушения, за исключением пассивных устройств самотушения проливов ГЖ.

12.3.3.1.1.5 СППЗ пожарных зон, препятствующая при пожаре выходу из строя систем безопасности, в проекте отнесена к системам безопасности. По характеру выполнения функций совокупность элементов этой системы являются обеспечивающей системой безопасности. Элементы СППЗ пожарных зон, выполняющие функции безопасности, относятся, в основном, к классу 20 по НП-001-97 (ОПБ 88/97).

LN20.P.110.1.120303.0301&.066.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	228
---------------------------------------	--	-----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08. 16	12.3.3-3
--------------------	---	-------------------	----------

12.3.3.1.1.6 Все элементы СППЗ пожарных зон, классифицируемые классом 2О, относятся к I-ой категории сейсмостойкости в соответствии с НП-031-01.

Все элементы СППЗ пожарных зон, классифицируемые классом 3Н, относятся ко II-ой категории сейсмостойкости по НП-031-01, однако в зданиях I-ой категории сейсмостойкости они могут выполняться I-ой категории.

12.3.3.1.1.7 Активные элементы системы (электроприводы огнезадерживающих клапанов, устанавливаемых на воздуховодах при проходе их через стены и перекрытия, являющиеся границами пожарных зон также) относятся к электропотребителям 1 группы надежности в соответствии с РД 210.006-90.

12.3.3.1.1.8 Система СППЗ пожарных зон имеет связи со следующими системами:

- системой контроля и управления противопожарной защитой (СКУ ПЗ);
- системами надежного электроснабжения 1 группы надежности в соответствии с РД 210.006-90.

12.3.3.1.1.9 Система СППЗ пожарных зон спроектирована в соответствии с требованиями следующих нормативных документов:

- «Противопожарная защита атомных станций. Нормы проектирования» НПБ 114-2002;
- ГОСТ 12.1.004-91 «Пожарная безопасность. Общие требования» с Изменением N 1, утвержденным в октябре 1993 г.;
- ГОСТ 30247.0-94 «Конструкции строительные. Методы испытаний на огнестойкость. Общие требования»;
- ГОСТ 30247.1-94 «Конструкции строительные. Методы испытаний на огнестойкость. Несущие и ограждающие конструкции»;
- ГОСТ Р 53307-2009 «Конструкции строительные. Противопожарные двери и ворота. Метод испытаний на огнестойкость.»;
- ГОСТ Р 53301-2009 «Клапаны противопожарные вентиляционных систем. Метод испытаний на огнестойкость»;
- ГОСТ Р 53299-2009 «Воздуховоды. Метод испытаний на огнестойкость»;
- ГОСТ Р 53310-2009 «Проходки кабельные, вводы герметичные и проходы шинопроводов. Требования пожарной безопасности. Методы испытаний на огнестойкость»;
- МДС 21-1.98 «Методическое дополнение к СНиП 21-01-97\*. Предотвращение распространения пожара.»;
- ПНАЭ Г-01-011-97 (НП-001-97) «Общие положения обеспечения безопасности атомных станций (ОПБ- 88/97)»;
- НП-031-01 «Нормы проектирования сейсмостойких атомных станций»;
- ПиН АЭ-5.6 «Нормы строительного проектирования атомных станций с реакторами различного типа»;
- СП 2.6.1.28-2000 «Правила радиационной безопасности при эксплуатации атомных станций» (ПРБ АЭС-99);
- СП 12.13130.2009 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности» (С Изменением № 1),
- СП 13.13130.2009 «Атомные станции требования пожарной безопасности».

### 12.3.3.1.2 Проектные режимы и исходные данные

12.3.3.1.2.1 При условиях нормальной эксплуатации АЭС (НЭ), в отсутствие пожара, система СППЗ пожарных зон находится в режиме ожидания. При этом все двери и люки находятся в закрытом состоянии. В необходимых случаях двери находятся под постоянным контролем закрытого состояния с отображением состояния дверей на видеокдрах СКУ ПЗ.

LN2O.P.110.1.120303.0301&.066.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	229
---------------------------------------	--	-----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08. 16	12.3.3-4
--------------------	---	-------------------	----------

Кабельные заделки и другие коммуникационные проходы уплотнены. Огнезадерживающие клапаны, установленные на воздуховодах при пересечении ими границ пожарных зон, открыты. Положение огнезадерживающих клапанов контролируется с отображением их состояния на видеокадрах СКУ ПЗ.

12.3.3.1.2.2 При условии нарушения нормальной эксплуатации с потерей электропитания СППЗ пожарных зон сохраняет свое состояние таким, как в режиме НЭ, за исключением огнезадерживающих клапанов, которые могут закрыться и в дальнейшем, при восстановлении электропитания, могут быть открыты вручную (дистанционно или по месту).

12.3.3.1.2.3 При возникновении пожара срабатывает система автоматической пожарной сигнализации, по сигналу которой автоматически закрываются огнезадерживающие клапаны. При отказе автоматического закрытия клапаны закрываются по пассивному принципу при срабатывании легкоплавкой вставки.

СППЗ пожарных зон обеспечивает заданную проектом огнестойкость границ пожарной зоны, тем самым обеспечивается локализация пожара в зоне, где он возник, до полной его ликвидации (полное выгорание пожарной нагрузки или выгорание кислорода).

### 12.3.3.1.3 Принципы проектирования

12.3.3.1.3.1 В основе проектирования СППЗ пожарных зон лежит пожарное зонирование, которое выполняется в соответствии с требованиями НПБ 114-2002 и СП 13.13130.2009.

Важнейшим параметром СППЗ пожарных зон является предел огнестойкости ограждающих строительных конструкций помещений, являющихся границами пожарных зон, который устанавливается по времени (в минутах) наступления одного или последовательно нескольких, нормируемых для данной конструкции, признаков предельных состояний:

- потери несущей способности (R);
- потери целостности (E);
- потери теплоизолирующей способности (I).

Пределы огнестойкости строительных конструкций и их условные обозначения устанавливаются по ГОСТ 30247.

12.3.3.1.3.2 Предел огнестойкости границ пожарных зон определяется с помощью различных методов расчетно-аналитического обоснования.

Методика пожарного зонирования и основные подходы к определению границ пожарных зон и пределов огнестойкости границ пожарных зон изложены в разделе 9.8.1 ОООб.

12.3.3.1.3.3 Элементы СППЗ пожарных зон должны быть способны выполнять свои функции с учетом воздействий природных явлений, техногенных событий, возможных механических, тепловых, химических и прочих воздействий проектных аварий.

12.3.3.1.3.4 Должна быть предусмотрена возможность диагностики состояния элементов безопасности СППЗ пожарных зон.

### 12.3.3.1.4 Требования к связанным системам

12.3.3.1.4.1 Для обеспечения работоспособности СППЗ пожарных зон необходимо функционирование следующих систем:

- системы контроля и управления противопожарной защитой (СКУ ПЗ);
- системы надежного электроснабжения 1 группы нормальной эксплуатации, а при необходимости, 1 группы САЭ.

12.3.3.1.4.2 СКУ ПЗ позволяет осуществлять контроль состояния и диагностику состояния элементов безопасности СППЗ пожарных зон (положение огнезадерживающих

LN2O.P.110.1.120303.0301&.066.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	230
---------------------------------------	--	-----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08. 16	12.3.3-5
--------------------	---	-------------------	----------

клапанов, в необходимых случаях – положение дверей). При нарушении заданного проектного положения элементов СППЗ пожарных зон (несанкционированное содержание помещения с незакрытой дверью, не закрывшийся при срабатывании пожарной сигнализации огнезадерживающий клапан) на БПУ и РПУ предусматривается аварийный сигнал об отказе в работе СППЗ пожарных зон.

12.3.3.1.4.3 Системы надежного электроснабжения необходимы для электропитания контроллеров СКУ ПЗ, обеспечивающих контроль закрытого состояния дверей и закрытие электроприводной арматуры огнезадерживающих клапанов, а также для электропитания электроприводов самих клапанов.

### **12.3.3.1.5 Требования к компоновке**

12.3.3.1.5.1 Компоновка СППЗ пожарных зон определяться расположением систем (элементов) технологического оборудования, важных для безопасности (обеспечивающих останов и расхолаживание реактора, локализацию и контроль радиоактивных выбросов в окружающую среду), разделением помещений по зонам радиации и расположением пожарной нагрузки в здании. По результатам анализа этих факторов с учетом необходимости физического разделения элементов резервируемых каналов систем безопасности производится предварительное пожарное зонирование на основе требований НПБ 114-2002 и СП 13.13130. По результатам зонирования определяется Перечень помещений, зданий, сооружений и открытых технологических площадок, на которые должны распространяться требования по обеспечению безопасности АС при пожаре, выполняется расчетно-аналитическое обоснование требуемой огнестойкости границ пожарных зон, и, при необходимости, дополнительная итерация зонирования.

12.3.3.1.5.2 Компоновка СППЗ пожарных зон обеспечивает надежное физическое разделение резервируемого оборудования систем аварийного останова и расхолаживания РУ и выполнение этими системами проектных функций в процессе и после пожара. Компоновка СППЗ пожарных зон также должна изолировать помещения, пожар в которых может представлять угрозу персоналу (от превышения установленных доз облучения) и населению (от превышения нормативов по выбросам и содержанию радиоактивных веществ в окружающей среде) в процессе и после пожара.

12.3.3.1.5.3 Компоновка СППЗ пожарных зон представлена в виде комплекта чертежей пожарных зон и таблиц с указанием характеристик пожарных зон.

## **12.3.3.2 Проект системы**

### **12.3.3.2.1 Описание схемы**

12.3.3.2.1.1 Схемы откорректированного пожарного зонирования представлены в проектной документации на чертежах пожарных зон [12]

В дальнейшем схема пожарного зонирования будет уточняться на протяжении всего жизненного цикла АС, учитывая возможные изменения пожарных нагрузок, как в процессе проектирования, так и в процессе эксплуатации.

### **12.3.3.2.2 Описание элементов**

12.3.3.2.2.1 В состав СППЗ пожарных зон входят следующие элементы:

- ограждающие конструкции границ пожарных зон (строительные конструкции стен и перекрытий);
- противопожарные двери и люки;
- конструктивная огнезащита строительных конструкций, кабельных коробов, каналов и др. оборудования;

LN2O.P.110.1.120303.0301&.066.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	231
---------------------------------------	--	-----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08. 16	12.3.3-6
--------------------	---	-------------------	----------

- оборудование локализации проливов ГЖ (пассивные устройства самотушения проливов ГЖ);
- огнезадерживающие клапаны, устанавливаемые на воздуховодах при пересечении ими ограждающих конструкций помещений, являющихся границами пожарных зон;
- уплотнения коммуникационных проходов через ограждающие конструкции границ пожарных зон.

12.3.3.2.2.2 Минимальный предел огнестойкости границ пожарных зон принят не ниже REI 90. При необходимости могут быть выполнены дополнительные расчеты динамики пожаров в пожароопасных помещениях, что позволит уточнить величины требуемых пределов огнестойкости строительных конструкций, являющихся границами пожарных зон.

Ограждающие конструкции зон могут одновременно являться несущими элементами здания, в связи с чем, их предел огнестойкости должен устанавливаться не ниже указанного в таблице 21 федерального закона № 123-ФЗ.

Конструктивная огнезащита строительных конструкций, применяемая в случаях, когда огнестойкости основных строительных конструкций не достаточно, выбирается из материалов, сертифицированных в области пожарной безопасности. При этом требуемая огнестойкость обеспечивается совместной работой строительной конструкции и конструктивной огнезащиты.

12.3.3.2.2.3 Противопожарные двери и люки, устанавливаемые в ограждающих конструкциях пожарных зон, принимаются с таким же пределом огнестойкости, как и сами конструкции (EI 90). Противопожарные двери и люки выбираются из числа сертифицированной в области пожарной безопасности продукции.

Противопожарные двери, являющиеся элементами СППЗ пожарных зон, снабжены концевыми выключателями, с помощью которых осуществляется контроль их закрытого состояния через СКУ ПЗ.

12.3.3.2.2.4 Конструктивная огнезащита кабельных коробов, каналов и другого оборудования пожарных зон принята с пределом огнестойкости RI 90 и выбирается из материалов, сертифицированных в области пожарной безопасности. При этом опорные конструкции коробов выполняются с пределом огнестойкости не ниже R 90.

12.3.3.2.2.5 Устройствами самотушения проливов оборудованы приемки в полах гермообъема здания реактора, предназначенные для приема проливов масла из систем смазки подшипников электродвигателей ГЦНА. Для этих помещений выбраны устройства самотушения в виде стальных огнепреградительных решеток (объемная ячеистая конструкция, состоящая из вертикальных каналов и горизонтальных сетчатых слоев), расположенных под защищаемым оборудованием.

В основе работы устройств самотушения лежит процесс подавления естественно-конвективных потоков вблизи зоны горения. Подавление естественной конвекции достигается с помощью конструктивных приемов, которые нарушают синергизм пламени, создавая условия его отрыва от поверхности жидкости.

Наилучшим способом эти условия достигаются в вертикальных каналах, имеющих в поперечном сечении осесимметричную форму (равносторонний треугольник, квадрат, шестигранник, круг и др.) и горизонтально расположенных газовых слоях, образованных двумя параллельными плоскостями, установленными на определенном расстоянии друг от друга.

Основной характеристикой вертикальных каналов является соотношение  $H_{кр}/d_{экв}$ , при которых происходит абсолютно надежное подавление процесса пламенного горения

LN2O.P.110.1.120303.0301&.066.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	232
---------------------------------------	--	-----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08. 16	12.3.3-7
--------------------	---	-------------------	----------

жидкостей. Здесь  $H_{кр}$  – высота незатопляемой части вертикальных каналов,  $d_{экр}$  – эквивалентный диаметр.

$d_{экр} = 4F/P$ , где  $F$  – площадь поперечного сечения, а  $P$  – периметр сечения канала.

Проведенные ВНИИПО МЧС РФ исследования показали, что для большого класса углеводородных топлив это соотношение можно представить в виде:

$$H_{кр} \geq 3 d_{экр}.$$

Использование плоских горизонтально расположенных газовых слоев хорошо реализуется с помощью металлических сеток, поскольку при определенных геометрических размерах они обладают уникальными свойствами. Для текучих жидкостей сетки практически не оказывают сопротивления и в то же время являются непроницаемой преградой для естественной конвекции. Другим ценным качеством металлических сеток является их свойство устранять процесс разбрызгивания и разбиения падающей и горячей струи жидкости и одновременно отсекают от нее пламя.

Опыты показали, что для большинства ГЖ оптимально использование сеток из стальной проволоки диаметром 0,5 – 0,6 мм с размером ячейки в свету порядка десятых долей миллиметра. Такие параметры сеток позволяют исключить доступ воздуха к поверхности горения жидкости и достигнуть тушения в объеме поддона. Сетки практически непроницаемы для естественно-конвективных газовых потоков и исключают проскок пламени к поверхности жидкости.

Устройства самотушения впервые были применены для обеспечения самотушения пролива масла из систем смазки подшипников электродвигателей главных циркуляционных насосов, расположенных в гермообъеме реакторного отделения Тяньваньской АЭС. Это устройство самотушения масла было успешно испытано. Испытания разработанного комбинированного устройства полностью подтвердили высокую надежность тушения горящих потоков жидкостей с различными физико-химическими свойствами. При проливе горячей жидкости через такое устройство процесс горения прекращался практически одновременно с окончанием пролива.

12.3.3.2.2.6 Огнезадерживающие клапаны, принятые в СППЗ пожарных зон, отнесены к классу ЗН по ОПБ 88/97, 1 категории сейсмостойкости по НП-031-01. Клапаны соответствуют специальным условиям поставки оборудования, приборов материалов и изделий для объектов атомной энергетики, сохраняют работоспособность при сейсмике, падении самолета на здание реакторного отделения, устанавливаются в зонах свободного и контролируемого доступа, сертифицированы в области пожарной безопасности, имеют предел огнестойкости не ниже EI 90.

Клапаны снабжены электроприводом и легкоплавкой вставкой. Электроприводы отнесены к классу ЗН по ОПБ 88/97, к электропотребителям 1 группы надежности по РД 210.006-90.

12.3.3.2.2.7 Уплотнения коммуникационных проходов через ограждающие конструкции границ пожарных зон обеспечивают такой же предел огнестойкости, как для всей конструкции.

Кроме описанных выше огнезадерживающих клапанов, в соответствии с требованиями СП 13.130.2009, обеспечивается огнестойкость других коммуникационных проходов: кабельных и трубопроводных.

Обеспечение огнестойкости кабельных проходок и герметичных кабельных вводов выполняется в соответствии с требованиями ГОСТ Р 53310-2009.

LN2O.P.110.1.120303.0301&.066.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	233
---------------------------------------	--	-----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08. 16	12.3.3-8
--------------------	---	-------------------	----------

### **12.3.3.2.3 Описание используемых материалов**

12.3.3.2.3.1 Для ограждающих строительных конструкций пожарных зон используются основные строительные материалы: бетон, арматура, кирпич, эффективные многослойные конструкции и т. д. Все применяемые материалы, в том числе материалы для уплотнений коммуникационных проходов, относятся к разряду негорючих. Применение незащищенных металлоконструкций не допускается. Для защиты металлоконструкций применяется только конструктивная огнезащита. Используемые при этом материалы сертифицированы на соответствие нормам и правилам в области пожарной безопасности.

12.3.3.2.3.2 Материалы конструктивной огнезащиты кабельных коробов, каналов и другого оборудования также сертифицированы на соответствие нормам и правилам в области пожарной безопасности.

12.3.3.2.3.3 Материалы уплотнения коммуникационных проходов негорючие и имеют сертификат соответствия нормам и правилам в области пожарной безопасности.

### **12.3.3.2.4 Размещение оборудования**

12.3.3.2.4.1 Размещение элементов СППЗ пожарных зон представлено в проекте на чертежах пожарных зон.

### **12.3.3.3 Управление и контроль работы системы**

#### **12.3.3.3.1 Требования к АСУ ТП**

12.3.3.3.1.1 В основу проектирования системы управления и контроля противопожарной защиты положено выполнение следующих требований:

- обеспечение выполнения системой СППЗ пожарных зон заданных функций;
- обеспечение возможности диагностики состояния элементов безопасности СППЗ. пожарных зон.

12.3.3.3.1.2 Автоматическое управление элементами, имеющими электропривод, осуществляется через СКУ ПЗ. Дистанционное управление этими элементами, контроль состояния этих элементов, в полном объеме предусматривается выполнять на БПУ, РПУ.

Описание блокировок и действий оператора представлено таблице 12.3.3.3.1.1.

Описание СКУ ПЗ представлено в разделе 9.8.1 ПООБ.

#### **12.3.3.3.2 Точки контроля**

12.3.3.3.2.1 Основными параметрами контроля СППЗ пожарных зон, входящих в перечень, являются:

- положение огнезадерживающих клапанов («Открыто», «Закрыто»);
- состояние противопожарных дверей («Открыто», «Закрыто»).

Несанкционированное содержание помещения с незакрытой дверью, не закрывшийся при срабатывании пожарной сигнализации огнезадерживающий клапан приводят к формированию на БПУ и РПУ аварийного сигнала об отказе в работе СППЗ пожарных зон.

#### **12.3.3.3.3 Описание защит и блокировок**

12.3.3.3.3.1 Для автоматического управления огнезадерживающими клапанами, входящими в состав СППЗ, в системе СКУ ПЗ предусматриваются блокировки, приведенные в таблице 12.3.3.3.3.1.1.

LN2O.P.110.1.120303.0301&.066.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	234
---------------------------------------	--	-----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08. 16	12.3.3-9
--------------------	---	-------------------	----------

Таблица 12.3.3.3.1.1 Перечень блокировок и действий оператора

Оборудование	Описание защит и блокировок
Арматура	
Огнезадерживающий клапан с электроприводом, установленный на воздуховодах в местах пересечения ими границ пожарных зон	<p>Нормально открыт</p> <p>Автоматически закрывается при срабатывании пожарной сигнализации защищаемого помещения. При не закрытии на БПУ, РПУ поступает сигнал об отказе в системе СППЗ пожарных зон</p> <p>Предусмотрена возможность дистанционного закрытия:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- оператором с БПУ, РПУ;</li> <li>- персоналом с контроллера нижнего уровня СКУПЗ</li> </ul> <p>Предусмотрено закрытие вручную по месту установки</p> <p>После автоматического закрытия открывается дистанционно оператором с БПУ, РПУ и по месту вручную</p>

#### 12.3.3.3.4 Пределы и условия безопасной эксплуатации

12.3.3.3.4.1 Отказы и нарушения в работе активных элементов системы не приводят к превышению пределов и условий безопасной эксплуатации блока.

#### 12.3.3.3.5 Действия оператора

12.3.3.3.5.1 В случае отказов блокировок оператор имеет возможность дистанционно воздействовать на требуемый исполнительный механизм активного элемента СППЗ пожарных зон.

#### 12.3.3.4 Испытания и проверки

12.3.3.4.1 Для систем и элементов безопасности, входящих в состав СППЗ пожарных зон, до начала физического пуска должны быть проверены и готовы приспособления и устройства, программы и методики для проверки работоспособности систем и элементов, а также для испытания их на соответствие проектным показателям.

Системы и элементы пассивной противопожарной защиты должны проходить прямую и полную проверку на соответствие системы проектным показателям.

Если проведение прямой и/или полной проверки не возможно, проводятся косвенные и/или частичные проверки, достаточность которых обоснована.

12.3.3.4.2 Для обеспечения требуемого уровня надежности СППЗ пожарных зон предусматривается постоянный контроль состояния системы по информации, поступающей на БПУ, РПУ, а также соответствующие систематические проверки состояния элементов СППЗ в соответствии с регламентом эксплуатации.

12.3.3.4.3 Устройство и надежность систем и элементов СППЗ пожарных зон, важных для безопасности, документация и различные виды работ (проектирование, конструирование, изготовление, монтаж, эксплуатация, ремонт, техническое обслуживание и т.д.) являются объектами деятельности по обеспечению качества.

12.3.3.4.4 Условия безопасной эксплуатации АС включают минимальные условия по количеству, характеристикам, состоянию работоспособности и условиям технического

LN2O.P.110.1.120303.0301&.066.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	235
---------------------------------------	--	-----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08. 16	12.3.3-10
--------------------	---	-------------------	-----------

обслуживания СППЗ пожарных зон, при которых обеспечивается соблюдение пределов безопасной эксплуатации и/или критериев безопасности.

### **12.3.3.5 Анализ проекта**

#### **12.3.3.5.1 Показатели надежности системы**

12.3.3.5.1.1 Для доказательства надежности СППЗ пожарных зон, входящих в Перечень, и ее элементов выполнен в [13].

По результатам расчета надежности системы сделаны следующие выводы:

- доминантным вкладчиками в суммарную вероятность отказа системы при выполнении функции «Локализация пожара в пределах пожарных зон, где он возник» является потеря противопожарными клапанами вентиляции огнезащитных свойств;
- вероятность отказа системы для пожарной зоны с тремя внешними огнезадерживающими дверями и тремя клапанами вентиляции, при выполнении рассмотренной в анализе функции системы не превышает  $1,30E-02$  (95 % квантиль), среднее значение  $5,66E-03$ .

12.3.3.5.1.2 Совокупность элементов пассивной противопожарной защиты энергоблока ЛАЭС-2, препятствующих при пожаре выходу из строя систем безопасности, в проекте рассматривается как система безопасности, по характеру выполнения функций она является обеспечивающей. Элементы пассивной системы противопожарной защиты, выполняющие функции безопасности, относятся, в основном, ко 2 классу безопасности по ОПБ 88/97 и имеют показатели надежности выполнения заданных функций достаточные для того, чтобы в совокупности с показателями надежности систем безопасности, которые они обеспечивают, достигалась необходимая надежность последних.

12.3.3.5.1.3 К средствам противопожарной защиты следует применять соответствующий уровень обеспечения качества в соответствии с п.10 Руководства МАГАТЭ по безопасности «Пожарная безопасность при эксплуатации атомных станций» № NS-G-2.1. Элементы пассивной системы противопожарной защиты, выполняющие функции обеспечивающей системы безопасности, рассчитаны на возможность выполнения своих функций в условиях экстремальных внешних воздействий как элементы I категории по ПИН АЭ-5.6.

Эксплуатирующая организация должна составить соответствующие инструкции обеспечения качества при изготовлении, приемке и эксплуатации элементов СППЗ независимо от класса безопасности, для обеспечения надежности системы в целом.

#### **12.3.3.5.2 Нормальная эксплуатация**

12.3.3.5.2.1 При нормальной эксплуатации АЭС, в условиях отсутствия пожара, система СППЗ пожарных зон находится в готовности, в режиме ожидания.

Осуществляется контроль и диагностика состояния активных элементов СППЗ пожарных зон, а также контроль закрытого состояния противопожарных дверей.

#### **12.3.3.5.3 Функционирование системы при отклонениях от условий нормальной эксплуатации**

12.3.3.5.3.1 При возникновении пожара срабатывает система автоматической пожарной сигнализации, по сигналу которой автоматически закрываются огнезадерживающие клапаны. При отказе автоматического закрытия клапаны закрываются по пассивному принципу при срабатывании легкоплавкой вставки.

СППЗ пожарных зон обеспечивает заданную проектом огнестойкость границ пожарной зоны, тем самым обеспечивается локализация пожара в зоне, где он возник, до полной его ликвидации (полное выгорание пожарной нагрузки или выгорание кислорода).

LN2O.P.110.1.120303.0301&.066.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	236
---------------------------------------	--	-----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08. 16	12.3.3-11
--------------------	---	-------------------	-----------

#### **12.3.3.5.4 Функционирование системы при отказах**

12.3.3.5.4.1 При нарушениях условий нормальной эксплуатации, связанных с потерей электропитания активных элементов СППЗ пожарных зон, система обеспечивает выполнение проектных функций.

#### **12.3.3.6 Оценка проекта**

12.3.3.6.1 Качественный анализ системы СППЗ пожарных зон, входящих в Перечень, показывает, что она удовлетворяет предъявляемым нормативными документами требованиям по безопасности и обеспечивает выполнение своих функций во всех режимах, требующих ее работы. Отступлений от нормативно-технической документации нет.

#### **12.3.3.7 Сравнение с аналогичными проектами**

12.3.3.7.1 Технические и организационные решения системы СППЗ пожарных зон, принятые для обеспечения безопасности эксплуатации АС при пожаре, апробированы прежним опытом проектирования, испытаниями и исследованиями, выполненными для АЭС с ВВЭР-1000 за рубежом.

LN2O.P.110.1.120303.0301&.066.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	237
---------------------------------------	--	-----

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

## УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

$N_{\text{ном}}$	– номинальная мощность, МВт
$G$	– расход, м <sup>3</sup> /ч
$P$	– давление, МПа
$T$	– температура, °С
$D_y$	– Условный диаметр, мм
$D_{\text{нхS}}$	– Номинальный диаметр и толщина стенки трубы
$f_{py}$	– условный предел текучести стали преднапряженных канатов, МН
$A$	– площадь каната, мм <sup>2</sup>

*LN2O.P.110.1.1203&&.0301&.000.HD.0001\_&\_238-241=0*

LN2O.P.110.1.1203&&.0301&.000.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	238
---------------------------------------	--	-----

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

### ССЫЛОЧНЫЕ НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

Обозначение документа, на который дана ссылка	Номер раздела, подраздела, пункта, подпункта, перечисления, приложения, разрабатываемого документа, в котором дана ссылка
НП-001-97	12.3.1.1 12.3.2.1 12.3.2.2 12.3.3
ПНАЭ Г-7-008-89	12.3.2.1 12.3.2.2
НП-031-01	12.3.1.1 12.3.2.1 12.3.2.2 12.3.3
ПНАЭ Г-7-002-86	12.3.2.2
ПНАЭГ-7-010-89	12.3.2.1
ПНАЭ Г-1-024-90	12.3.2.2
НП-011-99	12.3.2.2
ПРБ АС-99	12.3.2.2 12.3.3
ПНАЭ Г-9-026-90	12.3.1.1
ПНАЭ Г-9-027-91	12.3.1.1
НПБ 105-2003	12.3.3
ПиН АЭ-5.6	12.3.3
СНиП 21-01-97	12.3.3
СП АС-03	12.3.2.1
ПРБ АС-99	12.3.2.1
НП-068-05	12.3.2.1
НП-087-11	12.3.1.1
НП-071-06	12.3.1.1
НП-006-98	12.3.1.1

LN2O.P.110.1.1203&&.0301&.000.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	239
---------------------------------------	--	-----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 15.08.16	12.3-3
--------------------	---	------------------	--------

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Анализ надежности системы аварийного электроснабжения 10 кВ первой группы  
LN2O.B.110.1.&&&&&.022.YA.0010
- 2 Анализ надежности системы аварийного электроснабжения 0,4 кВ второй группы  
LN2O.B.110.1.&&&&&.022.YA.0011
- 3 Анализ надежности системы аварийного электроснабжения 0,4 кВ первой группы  
LN2O.B.110.1.&&&&&.022.YA.0012
- 4 Анализ надежности системы аварийного электроснабжения постоянного тока  
LN2O.B.110.1.&&&&&.022.YA.0013
- 5 Анализ надежности системы аварийного электроснабжения 0,4 кВ второй группы  
LN2O.B.110.1.&&&&&.022.YA.0011
- 6 «Анализ надежности системы технической воды ответственных потребителей»  
LN2O.B.110.1.&&&&&.PEB&&.022.YA.0001
- 7 NUREG/CR-6928 INL/EXT-06-11119 SPAR Component Unreliability Data and Results  
2010 Paramater Estimation Update, 2010;
- 8 ИБРАЭ РАН. Нововоронежская АЭС с энергоблоками № 1 и № 2. Консолидированная  
база данных для выполнения ВАБ. Изм.30.10.07, 2007;
- 9 INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Component reliability data for use in  
probabilistic safety assessment. IAEA-TECDOC-478, Vienna, (1988);
- 10 Программно-технические комплексы на базе программно-технических средств ТПТС-  
НТ для АСУ ТП Энергоблока #1 Ленинградской АЭС-2. Руководящий технический материал  
по применению программно-технических средств ТПТС-НТ при проектировании  
программно-технических комплексов. Часть 1. Техническое описание программно-  
технических средств ТПТС-НТ. ТПТК55-01 РТМ
- 11 Анализ надежности промконтура системы охлаждения ответственных потребителей  
LN2O.B.110.1.&&&&&.KAA&&.022.YA.0001.
- 12 Проектная документация том 2, книги 2, 3, 4,5,6  
2LN1P.B.110.&.08&&&.02&&.066.DP.0001K
- 13 «Анализ надежности системы пассивной противопожарной защиты»  
LN2P.B.110.1.&&&&&.CYE&&.022.YA.0001 (Арх. № LN2-T-15911).

LN2O.P.110.1.1203&&.0301&.000.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	240
---------------------------------------	--	-----