






| | | | |
|--------------------|---|------------------|----------|
| АО «АТОМПРОЕКТ» | Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности | Изм. 15.08.16 | 12.2.3-1 |
|--------------------|---|------------------|----------|

12.2.3.6 Система локализации утечек из защитной оболочки KLC11/21/31/41

| | | |
|---------------------------------------|---|------------------|
| Дата | | 08.2016 |
| Заместитель главного инженера проекта |  | Ю.Л. Ермакович |
| Нормоконтроль |  | М.А. Смирнова |
| Начальник ОВО |  | Л.П. Бейдина |
| Проверил |  | Л.М. Лезова |
| Разработал |  | И.П. Пономаренко |
| Всего листов | | 24 |

Содержание

| | |
|--|-----------|
| 12.2.3.6.1 Проектные основы | 12.2.3-2 |
| 12.2.3.6.2 Проект систем..... | 12.2.3-4 |
| 12.2.3.6.3 Управление и контроль работы системы | 12.2.3-9 |
| 12.2.3.6.4 Испытания и проверки | 12.2.3-13 |
| 12.2.3.6.5 Анализ проекта..... | 12.2.3-14 |
| 12.2.3.6.5.1 Показатели надежности системы..... | 12.2.3-14 |
| 12.2.3.6.5.1.1 Показатели надежности системы в целом..... | 12.2.3-14 |
| 12.2.3.6.5.1.1.1 Сведения о расчетных программах и исходные данные..... | 12.2.3-14 |
| 12.2.3.6.5.1.1.2 Результаты расчета показателей надежности системы..... | 12.2.3-15 |
| 12.2.3.6.5.1.1.3 Выводы и рекомендации по результатам анализа надежности | 12.2.3-19 |
| 12.2.3.6.6 Выводы | 12.2.3-24 |

LN2O.P.110.1.120203.02&&.051.HD.0001_&_F=0

| | | |
|--------------------------------------|--|-----|
| LN2O.P.110.1.120203.02&&.051.HD.0001 | Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция) | 288 |
|--------------------------------------|--|-----|

| | | | |
|--------------------|---|------------------|------------|
| АО «АТОМПРОЕКТ» | Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности | Изм. 15.08.16 | 12.2.3.6-2 |
|--------------------|---|------------------|------------|

12.2.3.6.1 Проектные основы

Система локализации утечек из защитной оболочки KLC11/21/31/41 предназначена для создания разрежения в межоболочечном пространстве здания реактора и в здании безопасности в аварийном режиме.

Система KLC11/21/31/41 является по назначению системой безопасности, по влиянию на безопасность – важной для безопасности, по характеру выполняемых ею функций – локализирующей системой. Элементы системы отнесены к 3 классу по НП-001-97 (ПНАЭГ-01-011-97) “Общие положения обеспечения безопасности атомных станций” (ОПБ-88/97) и I категории сейсмостойкости по НП-031-01. В соответствии с ПНАЭ Г-7-008-89 воздухоохладители относятся к группе «С». Классификационное обозначение элементов системы ЗЛ.

Система вентиляции KLC11/21/31/41 выполняет заданные функции при любом требующем их работы и учитываемом в проекте исходном событии с наложением одного независимого от исходного события отказа любого активного элемента или пассивного элемента, имеющего механические движущиеся части, или одной независимой от исходного события ошибки персонала.

Дополнительно к одному независимому от исходного события отказу одного из перечисленных выше элементов учтены приводящие к нарушению пределов безопасной эксплуатации необнаруживаемые отказы неконтролируемых при эксплуатации АЭС элементов, влияющих на развитие аварии, или то, что любой активный или пассивный элемент, имеющий механические движущиеся части, находится в нерабочем состоянии (например, вследствие его ремонта или обслуживания).

Система KLC11/21/31/41 выполняет свои функции при проектных авариях, связанных с повышением давления в гермооболочке, кроме того, при запроектных авариях и проведении послеаварийных мероприятий, при условии сохранения ее работоспособности и возможности подключения к внешним системам, если при повышении давления в гермообъеме более 0,129 МПа она создает в межоболочечном пространстве и здании безопасности требуемое разрежение, очистку и удаление воздуха.

Всасывающий и напорный коллекторы, объединяющие четыре канала системы KLC11/21/31/41, являются пассивными элементами, не имеющими механических движущихся частей, их отказы не учитываются (ввиду их малой вероятности), поэтому они отнесены к 3 классу, как и вся система.

Производительность системы определена из условия создания требуемого разрежения в помещениях.

Эффективность очистки воздуха:

- по аэрозолям не менее 99,99 %:

1) грубая очистка аэрозолей диаметром до 2,0 мкм;

2) тонкая очистка для наиболее проникающих аэрозольных частиц диаметром от 0,3 мкм

- по молекулярному йоду – не менее 99,9 %;

- по органическим соединениям йода (по метилйодиду) – не менее 99 %.

Невыполнение системой KLC11/21/31/41 своих функций может привести к увеличению содержания радиоактивных веществ в воздухе помещений АЭС и за ее пределами выше допустимых уровней.

Система вентиляции KLC11/21/31/41 имеет связь со следующими системами:

- система аварийного электроснабжения;

| | | |
|---------------------------------------|--|-----|
| LN2O.P.110.1.120203.02&&&.051.HD.0001 | Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция) | 289 |
|---------------------------------------|--|-----|

| | | | |
|--------------------|---|------------------|------------|
| АО «АТОМПРОЕКТ» | Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности | Изм. 15.08.16 | 12.2.3.6-3 |
|--------------------|---|------------------|------------|

- система контроля и управления;
- система спецканализации;
- система промконтура охлаждения ответственных потребителей (КАА);
- СКУ ПЗ (противопожарные клапаны).

Система аварийного электроснабжения обеспечивает электропитанием электроприводные элементы системы KLC11/21/31/41 во всех режимах ее работы (Глава 8 ОООб).

Система контроля и управления обеспечивает проектное функционирование системы с учетом следующего: предусмотрены необходимые блокировки для управления работой элементов системы и контроль состояния системы в процессе ее работы (Глава 7 ОООб).

Система спецканализации обеспечивает постоянный слив конденсата от воздухоохладителей во всех режимах работы системы KLC11/21/31/41 (Раздел 9.2.9 ОООб).

Система промконтура охлаждения ответственных потребителей обеспечивает подачу воды к воздухоохладителям системы KLC11/21/31/41 во всех режимах ее работы. (Раздел 12.3.2.2 ОООб).

СКУ ПЗ обеспечивает управление противопожарными клапанами и контроль их состояния, и отключение вентустановок. (Раздел 9.8.1.9 ОООб).

Системы спроектированы 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 (ПБЯ РУ АС - 89) ПНАЭГ-1-024-90;
- 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;
- Требования к программе обеспечения качества для атомных станций НП-090-11;
- Правила устройства и эксплуатации систем вентиляции, важных для безопасности, атомных станций НП-036-05.

При разработке системы KLC11/21/31/41 были учтены следующие основные требования, предъявляемые к этой системе:

- обеспечение поддержания разрежения в межбололочном пространстве в здании реактора и в здании безопасности в заданных пределах, в аварийном режиме;
- обеспечение очистки удаляемого из помещений в атмосферу воздуха от радиоактивных аэрозолей и йодов;
- обеспечение работоспособности при сейсмических воздействиях до МРЗ включительно и падении самолета.

Оборудование системы KLC11/21/31/41 расположено в отдельных помещениях 1, 2, 3, 4 каналов безопасности здания безопасности. Установки скомпонованы таким образом, чтобы к оборудованию имелся свободный доступ для осмотра, поузлового и поагрегатного ремонта, демонтажа и транспортировки.

Критерием выполнения системой заданных функций является:

| | | |
|---------------------------------------|--|-----|
| LN2O.P.110.1.120203.02&&&.051.HD.0001 | Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция) | 290 |
|---------------------------------------|--|-----|

| | | | |
|--------------------|---|------------------|------------|
| АО «АТОМПРОЕКТ» | Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности | Изм. 15.08.16 | 12.2.3.6-4 |
|--------------------|---|------------------|------------|

- разрежение в межоболочечном пространстве здания реактора не менее 100 Па, в здании безопасности - не менее 50 Па;

- очистка удаляемого из помещений в атмосферу воздуха от радиоактивных аэрозолей и йодов.

12.2.3.6.2 Проект систем

Принципиальная схема системы локализации утечек из защитной оболочки KLC11/21/31/41 представлена на рисунке 12.2.3.6.

| | | |
|---------------------------------------|--|-----|
| LN2O.P.110.1.120203.02&&&.051.HD.0001 | Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция) | 291 |
|---------------------------------------|--|-----|

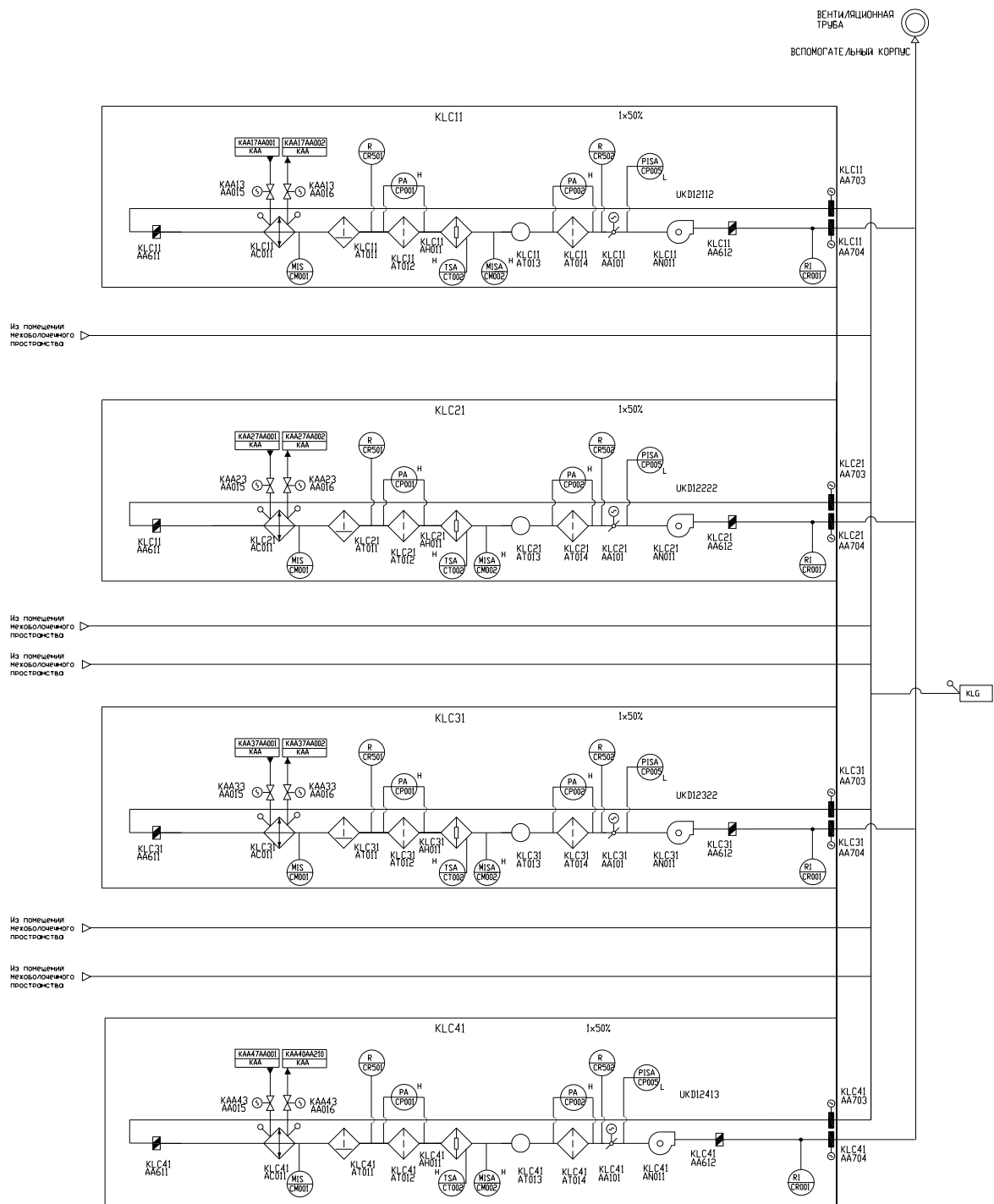


Рисунок 12.2.3.6- Принципиальная схема системы локализации утечек из защитной оболочки KLC11/21/31/41

| | | | |
|--------------------|---|------------------|------------|
| АО «АТОМПРОЕКТ» | Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности | Изм. 15.08.16 | 12.2.3.6-6 |
|--------------------|---|------------------|------------|

Система KLC11/21/31/41 представляет из себя четыре одинаковых, независимых один от другого канала, имеющих общую вентиляционную сеть. Производительность канала 3600 м³/ч. Одновременно в работе находятся два канала. Установка каждого канала запитана от соответствующего канала системы аварийного электроснабжения и включает в себя следующие элементы:

- обратные клапаны;
- установка фильтровальная комбинированная для очистки от радиоактивных аэрозолей и йода;
- герметический запорный клапан с электроприводом;
- противопожарные клапаны с электроприводом;
- воздухонагреватель электрический;
- вентилятор.

В кольцевом пространстве на границе каналов безопасности установлены противопожарные клапаны с электроприводами.

К воздухоохладителю подводится вода системы промконтра ответственных потребителей КАА.

При давлении в защитной оболочке выше 0,129 МПа герметические запорные клапаны на границе вспомогательного корпуса и здания безопасности закрываются, и два канала фильтров включаются в работу автоматически. Регулирующие клапаны на приточных воздуховодах межоболочечного пространства закрываются по закрытию герметических запорных клапанов на границе вспомогательного корпуса и здания безопасности.

Установки могут быть отключены оператором с БПУ или РПУ позднее.

Воздух удаляется из межоболочечного пространства и здания безопасности через каналы фильтров и по вытяжному воздуховоду через вентиляционную высотную трубу выбрасывается в атмосферу.

Электронагреватели остаются в работе при повышенной влажности поступающего на очистку воздуха.

Воздух охлаждается в воздухоохладителе. В качестве холодоносителя используется вода с температурой от плюс 18 °С – до плюс 35 °С от системы промконтра охлаждения ответственных потребителей.

В случае возгорания фильтра соответствующие клапаны у установок закрываются, а вентилятор KLC11AN011, KLC21AN011, KLC31AN011 или KLC41AN011 отключается.

Основные технические характеристики представлены в таблице 12.2.3.6.1

| | | |
|---------------------------------------|--|-----|
| LN2O.P.110.1.120203.02&&&.051.HD.0001 | Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция) | 293 |
|---------------------------------------|--|-----|

| | | | |
|--------------------|---|------------------|------------|
| АО «АТОМПРОЕКТ» | Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности | Изм. 15.08.16 | 12.2.3.6-7 |
|--------------------|---|------------------|------------|

Таблица 12.2.3.6.1– Перечень оборудования

| Код по KKS | | Наименование, техническая характеристика | Кол- во | Примечание |
|--|--|---|------------|--------------------------|
| оборудования | расположения | | | |
| Система локализации утечек из защитной оболочки KLC11/21/31/41 | | | | |
| KLC11AN011 KLC21AN011 KLC31AN011 KLC41AN011 | UKD12112 UKD12222 UKD12322 UKD12413 | Вентилятор радиальный, сейсмостойкий 3600 м ³ /ч, 6000 Па ЗЛ/-/I | 4 | 2 рабочих 2 резервных |
| KLC11AT010 KLC21AT010 KLC31AT010 KLC41AT010 | UKD12112 UKD12222 UKD12322 UKD12413 | Установка фильтровальная комбинированная для очистки от радиоактивных аэрозолей и йода, сейсмостойкая, комплект ЗЛ/-/I; 3600 м ³ /ч сопротивление «чистой» фильтровальной установки, не более 2200 Па сопротивление «грязной» фильтровальной установки, не более 3500 Па в составе: | 4 | 2 рабочих 2 резервных |
| KLC11AT011 KLC21AT011 KLC31AT011 KLC41AT011 | UKD12112 UKD12222 UKD12322 UKD12413 | секция каплетуманоуловителя | | |
| KLC11AH011 KLC21AH011 KLC31AH011 KLC41AH011 | UKD12112 UKD12222 UKD12322 UKD12413 | секция электрического воздухонагревателя теплопроизводительность 20 кВт | | |
| KLC11AT012 KLC21AT012 KLC31AT012 KLC41AT012 | UKD12112 UKD12222 UKD12322 UKD12413 | секция аэрозольной очистки | | |
| KLC11AT013 KLC21AT013 KLC31AT013 KLC41AT013 | UKD12112 UKD12222 UKD12322 UKD12413 | секция йодной очистки | | |

| | | |
|---------------------------------------|--|-----|
| LN2O.P.110.1.120203.02&&&.051.HD.0001 | Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция) | 294 |
|---------------------------------------|--|-----|

| | | | |
|--------------------|---|------------------|------------|
| АО «АТОМПРОЕКТ» | Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности | Изм. 15.08.16 | 12.2.3.6-8 |
|--------------------|---|------------------|------------|

Продолжение таблицы 12.2.3.6.1

| Код по KKS | | Наименование, техническая характеристика | Кол- во | Примечание |
|--|--|--|------------|--------------------------|
| оборудования | расположения | | | |
| KLC11AT014 KLC21AT014 KLC31AT014 KLC41AT014 | UKD12112 UKD12222 UKD12322 UKD12413 | Секция йодной очистки | | |
| KLC11AT014 KLC21AT014 KLC31AT014 KLC41AT014 | UKD12112 UKD12222 UKD12322 UKD12413 | секция аэрозольной очистки | | |
| KLC11AC011 KLC21AC011 KLC31AC011 KLC41AC011 | UKD12112 UKD12222 UKD12322 UKD12413 | Воздухоохладитель, сейсмостойкий холодопроизводительность 25 кВт 3Л/С/1 | 4 | 2 рабочих 2 резервных |

Материалы систем выбраны с учетом:

- требований технических условий на металлические воздуховоды для АЭС;
- условий окружающей среды в помещениях, где располагаются элементы систем;
- применения дезактивирующих растворов;
- требований по сохранению прочности, устойчивости и герметичности систем до

МРЗ включительно.

Установки системы KLC11/21/31/41 размещаются в отдельных помещениях 1, 2, 3, 4 каналов здания безопасности на отметке плюс 12.000.

Климатическое исполнение фильтровальных установок, вентиляторных агрегатов и воздухоохладителей по ГОСТ 15150 - «УХЛ», категория размещения – «3» (возможно уточнение при заказе на изготовление).

Тип атмосферы при эксплуатации - соответствует «I».

При транспортировке, хранении и монтаже - тип атмосферы соответствует «II».

Все поверхности фильтровальных установок, вентиляторных агрегатов и воздухоохладителей защищены антикоррозионным покрытием. Срок действия антикоррозионной защиты - весь срок службы установок. Антикоррозионное покрытие не смывается дезактивирующим раствором.

Для изготовления фильтровальных установок, вентиляторных агрегатов и воздухоохладителей используются только конструкционные материалы, допущенные к применению в соответствии с требованиями НД. Используемые материалы апробированы в промышленности и хорошо зарекомендовали себя в работе АС.

| | | |
|---------------------------------------|--|-----|
| LN2O.P.110.1.120203.02&&&.051.HD.0001 | Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция) | 295 |
|---------------------------------------|--|-----|

| | | | |
|--------------------|---|------------------|------------|
| АО «АТОМПРОЕКТ» | Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности | Изм. 15.08.16 | 12.2.3.6-9 |
|--------------------|---|------------------|------------|

Для изделий, контактирующих с радиоактивной средой, применяются материалы, обладающие высокой коррозионной стойкостью, чтобы свести к минимуму отложение и вынос продуктов коррозии.

12.2.3.6.3 Управление и контроль работы системы

Включение вентиляторов системы KLC11/21/31/41 производится автоматически по повышению давления в защитной оболочке. Отключение – оператором с БПУ, РПУ.

Закрытие противопожарных клапанов производится автоматически по сигналу пожарных извещателей. Закрытие клапанов на воздуховодах системы KLE20 осуществляется автоматически по повышению давления в защитной оболочке.

Управление системами осуществляется с БПУ, РПУ. Переключение с рабочей установки на резервную осуществляется автоматически. При выходе из строя одной из работающих установок включается по понижению разрежения резервная установка в другом канале.

Для обеспечения надежности системы предусматривается постоянный контроль за состоянием элементов рабочих каналов по информации, поступающей на БПУ, РПУ (параметры технологического контроля, состояние элементов и т.д.).

На БПУ выводятся следующие сигналы и показания:

- показания о работе вентиляторов;
- показания температуры воздуха за электронагревателем;
- показания и сигналы перепада давления на фильтрах;
- показания и сигналы о разрежении в межоболочечном пространстве;
- сигналы о задымленности от каждого комплекта фильтров и от воздуховода за фильтрами;

- показания положения противопожарных клапанов с приводом;
- показания радиоактивности воздуха.

На РПУ выводятся следующие сигналы и показания:

- сигналы перепада давления на фильтрах;
- сигналы о разрежении в межоболочечном пространстве;
- показания радиоактивности воздуха;
- показания положения противопожарных клапанов установленных на границе пожарных зон.

Основные блокировки, предусмотренные проектом:

- автоматическое закрытие герметических запорных клапанов на границе вспомогательного корпуса и здания безопасности, по повышению давления в защитной оболочке более 300 Па (избыточных);

- автоматическое включение вентиляторов KLC11AN011, KLC21AN011, KLC31AN011, KLC41AN011 по повышению давления в защитной оболочке более 300 Па (избыточных);

- автоматическое включение электронагревателей по факту включения соответствующего вентилятора и повышения влажности воздуха перед фильтрами более 60 %;

- автоматическое отключение электронагревателей по относительной влажности перед фильтрами менее 60 %;

- автоматическое закрытие клапанов противопожарных по сигналу пожарного извещателя;

| | | |
|---------------------------------------|--|-----|
| LN2O.P.110.1.120203.02&&&.051.HD.0001 | Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция) | 296 |
|---------------------------------------|--|-----|

| | | | |
|--------------------|---|------------------|-----------------|
| АО «АТОМПРОЕКТ» | Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности | Изм. 15.08.16 | 12.2.3.6- 10 |
|--------------------|---|------------------|-----------------|

- автоматическое отключение вентиляторов KLC11AN011, KLC21AN011, KLC31AN011, KLC41AN011 по повышению разрежения в межоболочечном пространстве более 400Па;

- автоматическое отключение вентиляторов KLC11AN011, KLC21AN011, KLC31AN011, KLC41AN011 по сигналу пожарного извещателя у угольных фильтров.

Для автоматического управления оборудованием и арматурой систем предусматривается комплекс технологических защит и блокировок, приведенных в таблице 12.2.3.6.3.1.

Таблица 12.2.3.6.3.1 – Перечень защит, блокировок и действий оператора

| Оборудование | Описание защит и блокировок |
|--|---|
| 1 | 2 |
| 10KLC11AN011 10KLC11AN011 10KLC11CM002 | - дистанционное включение и отключение вентилятора оператором с БПУ, РПУ, мозаичной панели БПУ, РПУ (опробование, поддержание разрежения в межоболочечном пространстве в пределах 100...400 Па (10KLC01CP901, 904; 10KLC02CP901,904; 10KLC03CP901,904; 10KLC04CP901, 904; 10KLC05CP901,904)) - автоматическое включение вентилятора при давлении в защитной оболочке более 0,129 МПа (10UJA10CP811,10 UJA10CP812,10 UJA20CP821, 10UJA20CP822, 10UJA30CP831, 10UJA30CP832, 10UJA40CP841, 10UJA40CP842) - автоматическое отключение вентилятора по сигналу пожарного извещателя после угольных фильтров 10KLC11AT014 - автоматическое отключение вентилятора при влажности после электронагревателя выше 65% (10KLC11CM002) - участие в АСП |
| 10KLC11AA101 | - автоматическое открытие клапана при давлении в защитной оболочке более 0,129 МПа (10UJA10CP811, 10UJA10CP812,10 UJA20CP821, 10UJA20CP822, 10UJA30CP831, 10UJA30CP832, 10UJA40CP841, 10UJA40CP842) - автоматическое закрытие клапана при отключении вентилятора 10KLC11AN001 |
| 10KLC11AA701 | - дистанционное закрытие и открытие клапана оператором из СКУПЗ БПУ, РПУ - автоматическое закрытие клапана по сигналу пожарного извещателя после угольных фильтров 10KLC11AT014 - показания положения клапана вывести в группу YKLC |
| 10KLC11AA702 | - дистанционное закрытие и открытие клапана оператором из СКУПЗ БПУ, РПУ - автоматическое закрытие клапана по сигналу пожарного извещателя после угольных фильтров 10KLC11AT014 - показания положения клапана вывести в группу YKLC |
| 10KLC11AN011 10KLC11CM001 | - автоматическое включение электронагревателя по факту включения вентилятора 10KLC11AN011 и при влажности воздуха перед фильтрами более 60% (10KLC11CM001) - автоматическое отключение электронагревателя по относительной влажности перед фильтрами менее 50% (10KLC11CM001) - автоматическое отключение электронагревателя по факту |

| | | |
|---------------------------------------|--|-----|
| LN2O.P.110.1.120203.02&&&.051.HD.0001 | Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция) | 297 |
|---------------------------------------|--|-----|

| | | | |
|--------------------|---|------------------|-----------------|
| АО «АТОМПРОЕКТ» | Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности | Изм. 15.08.16 | 12.2.3.6- 11 |
|--------------------|---|------------------|-----------------|

| | |
|--|---|
| | отключения вентилятора 10KLC11AN001 - автоматическое отключение электронагревателя при температуре воздуха после воздухонагревателя выше 120 оС (10KLC11CT001) - участие в АСП |
| 10KLC21AN011 10KLC21CM002 | - дистанционное включение и отключение вентилятора оператором с БПУ, РПУ, мозаичной панели БПУ, РПУ (опробование, поддержание разрежения в межоболочечном пространстве в пределах 100...400 Па (10KLC01CP901, 904; 10KLC02CP901,904; 10KLC03CP901,904; 10KLC04CP901, 904; 10KLC05CP901,904)) - автоматическое включение вентилятора при давлении в защитной оболочке более 0,129 МПа (10UJA10CP811, 10UJA10CP812, 10UJA20CP821, 10UJA20CP822, 10UJA30CP831, 10UJA30CP832, 10UJA40CP841, 10UJA40CP842) - автоматическое отключение вентилятора по сигналу пожарного извещателя после угольных фильтров 10KLC21AT014 - автоматическое отключение вентилятора при влажности после электронагревателя выше 65% (10KLC21CM002) - участие в АСП |
| 10KLC21AA101 | - автоматическое открытие клапана при давлении в защитной оболочке более 0,129 МПа (10UJA10CP811, 10UJA10CP812, 10UJA20CP821, 10UJA20CP822, 10UJA30CP831, 10UJA30CP832, 10UJA40CP841, 10UJA40CP842) - автоматическое закрытие клапана при отключении вентилятора 10KLC21AN001 |
| 10KLC21AA701 | - дистанционное закрытие и открытие клапана оператором из СКУПЗ БПУ, РПУ - автоматическое закрытие клапана по сигналу пожарного извещателя после угольных фильтров 10KLC21AT014 - показания положения клапана вывести в группу YKLC |
| 10KLC21AA702 | - дистанционное закрытие и открытие клапана оператором из СКУПЗ БПУ, РПУ - автоматическое закрытие клапана по сигналу пожарного извещателя после угольных фильтров 10KLC21AT014 - показания положения клапана вывести в группу YKLC |
| 10KLC21AN011 10KLC21CM001 10KLC21CT001 | - автоматическое включение электронагревателя по факту включения вентилятора 10KLC21AN011 и при влажности воздуха перед фильтрами более 60% (10KLC21CM001) - автоматическое отключение электронагревателя по относительной влажности перед фильтрами менее 50% (10KLC21CM001) - автоматическое отключение электронагревателя по факту отключения вентилятора 10KLC21AN001 - автоматическое отключение электронагревателя при температуре после воздухонагревателя выше 90 оС (10KLC21CT001) - участие в АСП |
| 10KLC31AN011 10KLC31CM002 | - дистанционное включение и отключение вентилятора оператором с БПУ, РПУ, мозаичной панели БПУ, РПУ (опробование, поддержание разрежения в межоболочечном пространстве в |

| | | |
|---------------------------------------|--|-----|
| LN2O.P.110.1.120203.02&&&.051.HD.0001 | Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция) | 298 |
|---------------------------------------|--|-----|

| | | | |
|--------------------|---|------------------|-----------------|
| АО «АТОМПРОЕКТ» | Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности | Изм. 15.08.16 | 12.2.3.6- 12 |
|--------------------|---|------------------|-----------------|

| | |
|--|---|
| | <p>пределах 100...400 Па (10KLC01CP901, 904; 10KLC02CP901,904; 10KLC03CP901,904; 10KLC04CP901, 904; 10KLC05CP901,904))</p> <ul style="list-style-type: none"> - автоматическое включение вентилятора при давлении в защитной оболочке более 0,129 МПа (10UJA10CP811, 10UJA10CP812,10 UJA20CP821, 10UJA20CP822, 10UJA30CP831, 10UJA30CP832, 10UJA40CP841,10UJA40CP842) - автоматическое отключение вентилятора по сигналу пожарного извещателя после угольных фильтров 10KLC31AT014 - автоматическое отключение вентилятора при влажности после электронагревателя выше 65% (10KLC31CM002) - участие в АСП |
| 10KLC31AA101 | <ul style="list-style-type: none"> - автоматическое открытие клапана при давлении в защитной оболочке более 0,129 МПа (10UJA10CP811, 10UJA10CP812,10 UJA20CP821, 10UJA20CP822, 10UJA30CP831, 10UJA30CP832, 10UJA40CP841,10UJA40CP842) - автоматическое закрытие клапана при отключении вентилятора 10KLC31AN001 |
| 10KLC31AA701 | <ul style="list-style-type: none"> - дистанционное закрытие и открытие клапана оператором из СКУПЗ БПУ, РПУ - автоматическое закрытие клапана по сигналу пожарного извещателя после угольных фильтров 10KLC31AT014 - показания положения клапана вывести в группу YKLC |
| 10KLC31AA702 | <ul style="list-style-type: none"> - дистанционное закрытие и открытие клапана оператором из СКУПЗ БПУ, РПУ - автоматическое закрытие клапана по сигналу пожарного извещателя после угольных фильтров 10KLC31AT014 - показания положения клапана вывести в группу YKLC |
| 10KLC31AN011 10KLC31CM001 10KLC31CT001 | <ul style="list-style-type: none"> - автоматическое включение электронагревателя по факту включения вентилятора 10KLC31AN011 и при влажности воздуха перед фильтрами более 60% (10KLC31CM001) - автоматическое отключение электронагревателя по относительной влажности перед фильтрами менее 50% (10KLC31CM001) - автоматическое отключение электронагревателя по факту отключения вентилятора 10KLC31AN001 - автоматическое отключение электронагревателя при температуре после воздухонагревателя выше 90 оС (10KLC31CT001) - участие в АСП |
| 10KLC41AN011 10KLC41CM002 | <ul style="list-style-type: none"> - дистанционное включение и отключение вентилятора оператором с БПУ, РПУ, мозаичной панели БПУ, РПУ (опробование, поддержание разрежения в межоболочечном пространстве в пределах 100...400 Па (10KLC01CP901, 904; 10KLC02CP901,904; 10KLC03CP901,904; 10KLC04CP901, 904; 10KLC05CP901,904)) - автоматическое включение вентилятора при давлении в защитной оболочке более 0,129 МПа (10UJA10CP811, 10UJA10CP812,10 UJA20CP821, 10UJA20CP822, 10UJA30CP831, 10UJA30CP832, 10UJA40CP841,10UJA40CP842) - автоматическое отключение вентилятора по сигналу пожарного |

| | | |
|---------------------------------------|--|-----|
| LN2O.P.110.1.120203.02&&&.051.HD.0001 | Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция) | 299 |
|---------------------------------------|--|-----|

| | | | |
|--------------------|---|------------------|-----------------|
| АО «АТОМПРОЕКТ» | Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности | Изм. 15.08.16 | 12.2.3.6- 13 |
|--------------------|---|------------------|-----------------|

| | |
|--|---|
| | извещателя после угольных фильтров 10KLC41AT014 - автоматическое отключение вентилятора при влажности после электронагревателя выше 65% (10KLC41CM002) - участие в АСП |
| 10KLC41AA101 | - автоматическое открытие клапана при давлении в защитной оболочке более 0,129 МПа (10UJA10CP811, 10UJA10CP812, 10UJA20CP821, 10UJA20CP822, 10UJA30CP831, 10UJA30CP832, 10UJA40CP841, 10UJA40CP842) - автоматическое закрытие клапана при отключении вентилятора 10KLC41AN001 |
| 10KLC41AA701 | - дистанционное закрытие и открытие клапана оператором из СКУПЗ БПУ, РПУ - автоматическое закрытие клапана по сигналу пожарного извещателя после угольных фильтров 10KLC41AT014 - показания положения клапана вывести в группу YKLC |
| 10KLC41AA702 | - дистанционное закрытие и открытие клапана оператором из СКУПЗ БПУ, РПУ - автоматическое закрытие клапана по сигналу пожарного извещателя после угольных фильтров 10KLC41AT014 - показания положения клапана вывести в группу YKLC |
| 10KLC41AN011 10KLC41CM001 10KLC41CT001 | - автоматическое включение электронагревателя по факту включения вентилятора 10KLC41AN011 и при влажности воздуха перед фильтрами более 60% (10KLC41CM001) - автоматическое отключение электронагревателя по относительной влажности перед фильтрами менее 50% (10KLC41CM001) - автоматическое отключение электронагревателя по факту отключения вентилятора 10KLC41AN001 - автоматическое отключение электронагревателя при температуре после воздухонагревателя выше 90 оС (10KLC41CT001) - участие в АСП |

12.2.3.6.4 Испытания и проверки

Система KLC11/21/31/41 и ее элементы проходят проверку на соответствие проектным характеристикам после изготовления, при вводе в эксплуатацию, после ремонта и периодически в течение всего срока службы блока АЭС.

При работе блока на мощности аварийная система создания разрежения находится в режиме ожидания (в состоянии готовности на случай возникновения аварии).

В состоянии готовности параметры системы обеспечиваются за счет:

- контроля состояния компонентов;
- готовности локализирующих систем;
- периодических эксплуатационных испытаний.

Эксплуатационные испытания предусматривают контроль периодически контролируемых элементов каждого канала с периодичностью, которая определяется регламентом АЭС. При этом проводится запуск вентилятора и работа его в течение времени, необходимого для контроля работоспособности вентилятора. Отклонение параметров в эксплуатационных пределах фиксируется посредством информации, на основании которой оперативный персонал производит корректирующие мероприятия.

| | | |
|---------------------------------------|--|-----|
| LN2O.P.110.1.120203.02&&&.051.HD.0001 | Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция) | 300 |
|---------------------------------------|--|-----|

| | | | |
|--------------------|---|------------------|-----------------|
| АО «АТОМПРОЕКТ» | Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности | Изм. 15.08.16 | 12.2.3.6- 14 |
|--------------------|---|------------------|-----------------|

Во время контроля элементы системы не теряют способность выполнять возложенные на них функции безопасности, так как контроль не приводит систему в неработоспособное состояние. При обнаружении полного отказа канала системы производится внеочередное опробование остальных каналов системы

Оборудование каждого канала периодически испытывается на работоспособность, периодичность испытаний 1 раз в 30 дней.

12.2.3.6.5 Анализ проекта

12.2.3.6.5.1 Показатели надежности системы

12.2.3.6.5.1.1 Показатели надежности системы в целом

12.2.3.6.5.1.1.1 Сведения о расчетных программах и исходные данные

Моделирование и расчет надежности системы выполнялись с помощью программы Risk Spectrum.

Программа аттестована Ростехнадзором для применения в области вероятностного анализа риска и надежности методом деревьев отказов и деревьев событий (аттестационный паспорт №159 от 28 марта 2003 г.).

Количественные показатели надежности рассматриваемого оборудования представлены в таблице 12.2.3.6.5.1.1.1.1.

Таблица 12.2.3.6.5.1.1.1.1 – Количественные показатели надежности элементов системы KLC

| Тип оборудования | Идентификатор параметра в модели | Тип параметра | Значение параметра |
|--|----------------------------------|--|--------------------------|
| Вентилятор | MQBXR | Интенсивность отказов вентиляционной установки в работе, 1/час | 3,80E-05 EF=2,54 [16] |
| | MQBXS | Интенсивность отказов вентиляционной установки на запуск, 1/час | 1,2E-05 EF=1,78 [16] |
| Установка фильтровальная комбинированная для очистки от радиоактивных аэрозолей и йода | YFK | Интенсивность отказа фильтрующей установки типа УФК-3500 | 6,25E-05 EF=1,78 [16] |
| Противопожарный клапан | MVCFC | Интенсивность отказов на закрытие клапана противопожарного, 1/ч | 2,00E-06 EF=5,0 [16] |
| | MVCFD | Ложное закрытие противопожарного клапана | 4,80E-08 EF=10,0 [16] |
| Клапан обратный | MVCQO | Интенсивность отказов на открытие, 1/ч клапана обратного | 1,00E-06 EF=5,0 [16] |
| Клапан с э/приводом | MVMZD | Интенсивность отказов на сохранение положения электроприводной арматуры, 1/час | 2,92E-07 EF=10 [16] |

| | | |
|---------------------------------------|--|-----|
| LN2O.P.110.1.120203.02&&&.051.HD.0001 | Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция) | 301 |
|---------------------------------------|--|-----|

| | | | |
|--------------------|---|------------------|-----------------|
| АО «АТОМПРОЕКТ» | Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности | Изм. 15.08.16 | 12.2.3.6- 15 |
|--------------------|---|------------------|-----------------|

| | | | |
|---------------------|-------|--|--------------------------|
| | MVMZO | Интенсивность отказов на открытие электроприводной арматуры, 1/час | 1.78E-06 EF=2.77 [16] |
| | MVMZC | Интенсивность отказов на закрытие электроприводной арматуры, 1/час | 3.00E-06 EF=4.71 [16] |
| Пожарный извещатель | ENSXF | Интенсивность отказа на выдачу управляющего сигнала | 2,00E-05 EF=10 |

12.2.3.6.5.1.1.2 Результаты расчета показателей надежности системы

Результаты расчета безотказности системы KLC11/21/31/41 для функции "Создание разреза в межбололочном пространстве здания реактора и в здании безопасности"

Оцененное среднее значение вероятности отказа системы на выполнение требуемой функции составило 6,21E-03.

Нижняя граница (5 %) – 7,81E-04;

Медиана – 3,46E-03

Верхняя граница (95 %) – 2,25E-02.

Доминирующие минимальные сечения отказов (в порядке убывания вероятности реализации, вклад более 1 %) приведены в таблице 12.2.3.6.5.1.1.2.1.

Таблица 12.2.3.6.5.1.1.2.1 – Доминирующие минимальные сечения отказа

| Вероятность | Относительный вклад, % | Базисные события | Описание |
|-------------|------------------------|--|--|
| 5,58E-04 | 9 | KLC11ATFMA KLC21ATFMA KLC31AN011QBS | Отказ фильтровальной установки 1 в работе Отказ фильтровальной установки 2 в работе Отказ вентилятора KLC31AN011 на запуск |
| 5,58E-04 | 9 | KLC11ATFMA KLC21ATFMA KLC41AN011QBS | Отказ фильтровальной установки 1 в работе Отказ фильтровальной установки 2 в работе Отказ вентилятора KLC41AN011 на запуск |
| 3,75E-04 | 6,04 | KLC11AN011QBR KLC21ATFMA KLC41AN011QBS | Отказ вентилятора KLC11AN011 в работе Отказ фильтровальной установки 2 в работе Отказ вентилятора KLC41AN011 на запуск |
| 3,75E-04 | 6,04 | KLC11ATFMA KLC21AN011QBR KLC41AN011QBS | Отказ фильтровальной установки 1 в работе Отказ вентилятора KLC21AN011 в работе Отказ вентилятора KLC41AN011 на запуск |
| 3,75E-04 | 6,04 | KLC11ATFMA KLC21AN011QBR KLC31AN011QBS | Отказ фильтровальной установки 1 в работе Отказ вентилятора KLC21AN011 в работе Отказ вентилятора KLC31AN011 на запуск |
| 3,75E-04 | 6,04 | KLC11AN011QBR KLC21ATFMA KLC31AN011QBS | Отказ вентилятора KLC11AN011 в работе Отказ фильтровальной установки 2 в работе Отказ вентилятора KLC31AN011 на запуск |

| | | |
|---------------------------------------|--|-----|
| LN2O.P.110.1.120203.02&&&.051.HD.0001 | Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция) | 302 |
|---------------------------------------|--|-----|

| | | | |
|--------------------|---|------------------|-----------------|
| АО «АТОМПРОЕКТ» | Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности | Изм. 15.08.16 | 12.2.3.6- 16 |
|--------------------|---|------------------|-----------------|

| Вероятность | Относительный вклад, % | Базисные события | Описание |
|-------------|------------------------|---|---|
| 2,52E-04 | 4,06 | KLC11AN011QBR KLC21AN011QBR KLC41AN011QBS | Отказ вентилятора KLC11AN011 в работе Отказ вентилятора KLC21AN011 в работе Отказ вентилятора KLC41AN011 на запуск |
| 2,52E-04 | 4,06 | KLC11AN011QBR KLC21AN011QBR KLC31AN011QBS | Отказ вентилятора KLC11AN011 в работе Отказ вентилятора KLC21AN011 в работе Отказ вентилятора KLC31AN011 на запуск |
| 1,94E-04 | 3,13 | KLC11ATFMA KLC21ATFMA KLC31ATFMA | Отказ фильтровальной установки 1 в работе Отказ фильтровальной установки 2 в работе Отказ фильтровальной установки 3 в работе |
| 1,94E-04 | 3,13 | KLC11ATFMA KLC21ATFMA KLC41ATFMA | Отказ фильтровальной установки 1 в работе Отказ фильтровальной установки 2 в работе Отказ фильтровальной установки 4 в работе |
| 1,63E-04 | 2,63 | KLC21ATFMA KLCAN001 ЗАПУСК-ALL | Отказ фильтровальной установки 2 в работе Отказ вентиляторов на запуск |
| 1,63E-04 | 2,63 | KLC11-21ATFMA-ALL KLC31AN011QBS | Отказ фильтрующ установки в работе год Отказ вентилятора KLC31AN011 на запуск |
| 1,63E-04 | 2,63 | KLC11ATFMA KLCAN001 ЗАПУСК-ALL | Отказ фильтровальной установки 1 в работе Отказ вентиляторов на запуск |
| 1,63E-04 | 2,63 | KLC11-21ATFMA-ALL KLC41AN011QBS | Отказ фильтрующ установки в работе год Отказ вентилятора KLC41AN011 на запуск |
| 1,63E-04 | 2,63 | KLC21ATFMA | Отказ фильтровальной установки 2 в работе |
| | | KLCAN001 ЗАПУСК-ALL | Отказ вентиляторов на запуск |
| 1,63E-04 | 2,63 | KLC11-21ATFMA-ALL | Отказ фильтрующ установки в работе год |
| | | KLC31AN011QBS | Отказ вентилятора KLC31AN011 на запуск |
| 1,63E-04 | 2,63 | KLC11ATFMA | Отказ фильтровальной установки 1 в работе |
| | | KLCAN001 ЗАПУСК-ALL | Отказ вентиляторов на запуск |
| 1,63E-04 | 2,63 | KLC11-21ATFMA-ALL | Отказ фильтрующ установки в работе год |
| | | KLC41AN011QBS | Отказ вентилятора KLC41AN011 на запуск |
| 1,63E-04 | 2,63 | KLC21ATFMA | Отказ фильтровальной установки 2 в работе |
| | | KLCAN001 ЗАПУСК-ALL | Отказ вентиляторов на запуск |
| 1,63E-04 | 2,63 | KLC11-21ATFMA-ALL | Отказ фильтрующ установки в работе год |
| | | KLC31AN011QBS | Отказ вентилятора KLC31AN011 на запуск |
| 1,30E-04 | 2,1 | KLC11AN011QBR | Отказ вентилятора KLC11AN011 в работе |
| | | KLC21ATFMA | Отказ фильтровальной установки 2 в работе |

| | | |
|--------------------------------------|--|-----|
| LN2O.P.110.1.120203.02&&.051.HD.0001 | Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция) | 303 |
|--------------------------------------|--|-----|

| | | | |
|--------------------|---|------------------|-----------------|
| АО «АТОМПРОЕКТ» | Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности | Изм. 15.08.16 | 12.2.3.6- 17 |
|--------------------|---|------------------|-----------------|

| Вероятность | Относительный вклад, % | Базисные события | Описание |
|-------------|------------------------|--------------------------|---|
| | | KLC31ATFMA | Отказ фильтровальной установки 3 в работе |
| 1,30E-04 | 2,1 | KLC11ATFMA | Отказ фильтровальной установки 1 в работе |
| | | KLC21AN011QBR | Отказ вентилятора KLC21AN011 в работе |
| | | KLC31ATFMA | Отказ фильтровальной установки 3 в работе |
| | | KLC41ATFMA | Отказ фильтровальной установки 4 в работе |
| 1,30E-04 | 2,1 | KLC11ATFMA | Отказ фильтровальной установки 1 в работе |
| | | KLC21AN011QBR | Отказ вентилятора KLC21AN011 в работе |
| | | KLC41ATFMA | Отказ фильтровальной установки 4 в работе |
| 1,30E-04 | 2,1 | KLC11AN011QBR | Отказ вентилятора KLC11AN011 в работе |
| | | KLC21ATFMA KLC41ATFMA | Отказ фильтровальной установки 4 в работе |
| 1,18E-04 | 1,9 | KLC11ATFMA | Отказ фильтровальной установки 1 в работе |
| | | KLC21ATFMA | Отказ фильтровальной установки 2 в работе |
| | | KLC31AN011QBR | Отказ вентилятора KLC31AN011 в работе |
| 1,18E-04 | 1,9 | KLC11ATFMA | Отказ фильтровальной установки 1 в работе |
| | | KLC21ATFMA | Отказ фильтровальной установки 2 в работе |
| | | KLC41AN011QBR | Отказ вентилятора KLC41AN011 в работе |
| 1,10E-04 | 1,77 | KLC AN001-ALL | Отказ вентиляторов в работе год |
| | | KLC41AN011QBS | Отказ вентилятора KLC41AN011 на запуск |
| 1,10E-04 | 1,77 | KLC AN001-ALL | Отказ вентиляторов в работе год |
| | | KLC31AN011QBS | Отказ вентилятора KLC31AN011 на запуск |
| 1,10E-04 | 1,77 | KLC21AN011QBR | Отказ вентилятора KLC21AN011 в работе |
| | | KLCAN001 ЗАПУСК-ALL | Отказ вентиляторов на запуск |
| 1,10E-04 | 1,77 | KLC11AN011QBR | Отказ вентилятора KLC11AN011 в работе |
| | | KLCAN001 ЗАПУСК-ALL | Отказ вентиляторов на запуск |
| 8,76E-05 | 1,41 | KLC11AN011QBR | Отказ вентилятора KLC11AN011 в работе |
| | | KLC21AN011QBR | Отказ вентилятора KLC21AN011 в работе |
| | | KLC41ATFMA | Отказ фильтровальной установки 4 в работе |
| 8,76E-05 | 1,41 | KLC11AN011QBR | Отказ вентилятора KLC11AN011 в работе |
| | | KLC21AN011QBR | Отказ вентилятора KLC21AN011 в работе |
| | | KLC31ATFMA | Отказ фильтровальной установки 3 в работе |
| 8,30E-05 | 1,34 | KLC11ATFMA | Отказ фильтровальной установки 1 в работе |
| | | KLC21ATFMA | Отказ фильтровальной установки 2 в работе |

| | | |
|--------------------------------------|--|-----|
| LN2O.P.110.1.120203.02&&.051.HD.0001 | Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция) | 304 |
|--------------------------------------|--|-----|

| | | | |
|--------------------|---|------------------|-----------------|
| АО «АТОМПРОЕКТ» | Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности | Изм. 15.08.16 | 12.2.3.6- 18 |
|--------------------|---|------------------|-----------------|

| Вероятность | Относительный вклад, % | Базисные события | Описание |
|-------------|------------------------|------------------|---|
| | | KLC41AA101VMO | Отказ клапана с э/приводом KLC41AA101 на открытие |
| 8,30E-05 | 1,34 | KLC11ATFMA | Отказ фильтровальной установки 1 в работе |
| | | KLC21ATFMA | Отказ фильтровальной установки 2 в работе |
| | | KLC31AA101VMO | Отказ клапана с э/приводом KLC31AA101 на открытие |
| 7,93E-05 | 1,28 | KLC11AN011QBR | Отказ вентилятора KLC11AN011 в работе |
| | | KLC21ATFMA | Отказ фильтровальной установки 2 в работе |
| | | KLC41AN011QBR | Отказ вентилятора KLC41AN011 в работе |
| 7,93E-05 | 1,28 | KLC11ATFMA | Отказ фильтровальной установки 1 в работе |
| | | KLC21AN011QBR | Отказ вентилятора KLC21AN011 в работе |
| | | KLC41AN011QBR | Отказ вентилятора KLC41AN011 в работе |
| 7,93E-05 | 1,28 | KLC11ATFMA | Отказ фильтровальной установки 1 в работе |
| | | KLC21AN011QBR | Отказ вентилятора KLC21AN011 в работе |
| | | KLC31AN011QBR | Отказ вентилятора KLC31AN011 в работе |

Результаты расчетов приведены из документа [16].

Результаты расчета безотказности системы KLC11/21/31/41 для функции "Отказ изоляции воздухопроводов по сигналу от пожарного извещателя"

Оцененное среднее значение вероятности отказа системы на выполнение требуемой функции составило 7,55E-02.

Нижняя граница (5 %) – 1,13E-02;

Медиана – 4,51E-02.

Верхняя граница (95 %) – 1,83E-01.

Доминирующие минимальные сечения отказов (в порядке убывания вероятности реализации, вклад более 1 %) приведены в таблице 12.2.3.6.5.1.1.2.2.

Таблица 12.2.3.6.5.1.1.2.2 – Доминирующие минимальные сечения отказа

| Вероятность | Относительный вклад, % | Базисные события | Описание |
|-------------|------------------------|------------------|---|
| 4,25E-02 | 56,36 | KLCENSXF | Интенсивность отказа на выдачу управляющего сигнала |
| 4,37E-03 | 5,78 | KLC21AA703VCC | Отказ на закрытие противопож клапана KLC21AA703 |
| 4,37E-03 | 5,78 | KLC31AA703VCC | Отказ на закрытие противопож клапана KLC31AA703 |
| 4,37E-03 | 5,78 | KLC21AA704VCC | Отказ на закрытие противопож клапана KLC21AA704 |
| 4,37E-03 | 5,78 | KLC11AA704VCC | Отказ на закрытие противопож клапана KLC11AA704 |

| | | |
|---------------------------------------|--|-----|
| LN2O.P.110.1.120203.02&&&.051.HD.0001 | Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция) | 305 |
|---------------------------------------|--|-----|

| | | | |
|--------------------|---|------------------|-----------------|
| АО «АТОМПРОЕКТ» | Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности | Изм. 15.08.16 | 12.2.3.6- 19 |
|--------------------|---|------------------|-----------------|

| Вероятность | Относительный вклад, % | Базисные события | Описание |
|-------------|------------------------|------------------|---|
| 4,37E-03 | 5,78 | KLC41AA703VCC | Отказ на закрытие противопож клапана KLC41AA703 |
| 4,37E-03 | 5,78 | KLC41AA704VCC | Отказ на закрытие противопож клапана KLC41AA704 |
| 4,37E-03 | 5,78 | KLC31AA704VCC | Отказ на закрытие противопож клапана KLC31AA704 |
| 4,37E-03 | 5,78 | KLC11AA703VCC | Отказ на закрытие противопож клапана KLC11AA703 |

Результаты расчетов приведены из документа [16].

12.2.3.6.5.1.1.3 Выводы и рекомендации по результатам анализа надежности

Для системы не установлены нормируемые показатели надежности, в связи с чем, сравнение с ними результатов анализа надежности не осуществляется.

Основным вкладчиками в отказ системы KLC11/21/31/41 на выполнение функции является отказ в работе фильтровальной установки 1 и 2, и отказ вентиляторов KLC31AN011 KLC41AN011 на запуск.

Система KLC11/21/31/41 выполняет заданные функции при проектных авариях, и включается в работу при повышении давления в защитной оболочке более 0,129 МПа. При запроектных авариях и проведении послеаварийных мероприятий система выполняет заданные функции при условии сохранения ее работоспособности и возможности подключения к внешним системам.

Система KLC11/21/31/41 имеет четырехканальную структуру со 50 % производительностью оборудования каждого канала, поэтому в случае отказа элемента в одном из каналов любая из двух находящихся в резерве установок включается в работу и система в полном объеме выполняет свои функции.

Каждый из каналов системы безопасности имеет свою независимую технологическую часть и систему управления и запитан от соответствующего канала САЭ. Оборудование установок каналов безопасности физически разделено. Таким образом, каждый канал является полностью независимым.

Это означает, что отказ активного элемента или пассивного элемента, имеющего механические движущиеся части, в одном канале или связанных с ним системах или ошибка оператора не может привести к отказу хотя бы одного элемента другого канала системы и рассматривается как единичный отказ в системе.

Отказом канала системы является событие, когда при возникновении исходного события, требующего работы системы, воздух не подается по данному каналу. Отказ соответствующего канала происходит при отказе электропитания, вентилятора или запорной арматуры. Под полным отказом системы понимается отказ установок четырех каналов безопасности.

Состояние элементов системы в режимах работы и ожидания, возможность восстановления их работоспособности, виды их контроля и отказов, влияние отказов на работоспособность системы приведено в таблице 12.2.3.6.2

| | | |
|--------------------------------------|--|-----|
| LN2O.P.110.1.120203.02&&.051.HD.0001 | Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция) | 306 |
|--------------------------------------|--|-----|

| | | | |
|--------------------|---|------------------|-----------------|
| АО «АТОМПРОЕКТ» | Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности | Изм. 15.08.16 | 12.2.3.6- 20 |
|--------------------|---|------------------|-----------------|

Таблица 12.2.3.6.2 - Качественный анализ надежности элементов системы KLC11/21/31/41

| 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.Обратный клапан | KLC11AA611 | закрыт | открыт | не открыва- ется | - | периодичес- кий 1раз в 30 суток | восстанав- ливаемый | не восстанав- ливаемый | отказ канала |
| 2.Запорный клапан | KLC11AA101 | закрыт | открыт | не открыва- ется | - | периодичес- кий 1раз в 30 суток | восстанав- ливаемый | не восстанав- ливаемый | отказ канала |
| 3.Вентилятор | KLC11AN011 | отключен | включен | не включается | останов при работе | периодичес- кий 1раз в 30 суток | восстанав- ливаемый | не восстанав- ливаемый | отказ канала |
| 4.Обратный клапан | KLC11AA612 | закрыт | открыт | не открыва- ется | - | периодичес- кий 1раз в 30 суток | восстанав- ливаемый | не восстанав- ливаемый | отказ канала |
| 5.Воздухо- охладитель | KLC11AC011 | - | в работе | течь холодо- носителя | течь холодо- носителя | периодичес- кий 1раз в 30 суток | восстанав- ливаемый | не восстанав- ливаемый | отказ канала |
| 6.Электро- нагреватель | KLC11AH011 | отключен | включен | не включается | отключился | периодичес- кий 1раз в 30 суток | восстанав- ливаемый | не восстанав- ливаемый | отказ канала |

| | | |
|--------------------------------------|--|-----|
| LN2O.P.110.1.120203.02&&.051.HD.0001 | Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция) | 307 |
|--------------------------------------|--|-----|

| | | | |
|--------------------|---|------------------|-----------------|
| АО «АТОМПРОЕКТ» | Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности | Изм. 15.08.16 | 12.2.3.6- 21 |
|--------------------|---|------------------|-----------------|

Продолжение таблицы 12.2.3.6.2

| 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 | |
| 7.Обратный клапан | KLC21AA611 | закрыт | открыт | не открыва- ется | - | периодичес- кий 1раз в 30 суток | восстанав- ливаемый | не восстанав- ливаемый | отказ канала |
| 8.Запорный клапан | KLC21AA101 | закрыт | открыт | не открыва- ется | - | периодичес- кий 1раз в 30 суток | восстанав- ливаемый | не восстанав- ливаемый | отказ канала |
| 9.Вентилятор | KLC21AN011 | отключен | включен | не включается | останов при работе | периодичес- кий 1раз в 30 суток | восстанав- ливаемый | не восстанав- ливаемый | отказ канала |
| 10.Обратный клапан | KLC21AA612 | закрыт | открыт | не открыва- ется | - | периодичес- кий 1раз в 30 суток | восстанав- ливаемый | не восстанав- ливаемый | отказ канала |
| 11.Воздухо- охладитель | KLC21AC011 | - | в работе | течь холодо- носителя | течь холодо- носителя | периодичес- кий 1раз в 30 суток | восстанав- ливаемый | не восстанав- ливаемый | отказ канала |
| 12.Электро- нагреватель | KLC21AH011 | отключен | включен | не включа-ется | отключился | периодичес- кий 1раз в 30 суток | восстанав- ливаемый | не восстанав- ливаемый | отказ канала |

| | | |
|---------------------------------------|--|-----|
| LN2O.P.110.1.120203.02&&&.051.HD.0001 | Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция) | 308 |
|---------------------------------------|--|-----|

| | | | |
|--------------------|---|------------------|-----------------|
| АО «АТОМПРОЕКТ» | Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности | Изм. 15.08.16 | 12.2.3.6- 22 |
|--------------------|---|------------------|-----------------|

Продолжение таблицы 12.2.3.6.2

| 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 | |
| 13.Обратный клапан | KLC31AA611 | закрыт | открыт | не открыва- ется | - | периодичес- кий 1раз в 30 суток | восстанав- ливаемый | не восстанав- ливаемый | отказ канала |
| 14.Запорный клапан | KLC31AA101 | закрыт | открыт | не открыва- ется | - | периодичес- кий 1раз в 30 суток | восстанав- ливаемый | не восстанав- ливаемый | отказ канала |
| 15.Вентилятор | KLC31AN011 | отключен | включен | не включается | останов при работе | периодичес- кий 1раз в 30 суток | восстанав- ливаемый | не восстанав- ливаемый | отказ канала |
| 16.Обратный клапан | KLC31AA612 | закрыт | открыт | не открыва- ется | - | периодичес- кий 1раз в 30 суток | восстанав- ливаемый | не восстанав- ливаемый | отказ канала |
| 17.Воздухо- охладитель | KLC31AC011 | - | в работе | течь холодо- носителя | течь холодо- носителя | периодичес- кий 1раз в 30 суток | восстанав- ливаемый | не восстанав- ливаемый | отказ канала |
| 18.Электро- нагреватель | KLC31AH011 | отключен | включен | не включается | отключился | периодичес- кий 1раз в 30 суток | восстанав- ливаемый | не восстанав- ливаемый | отказ канала |

| | | |
|---------------------------------------|--|-----|
| LN2O.P.110.1.120203.02&&&.051.HD.0001 | Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция) | 309 |
|---------------------------------------|--|-----|

| | | | |
|--------------------|---|------------------|-----------------|
| АО «АТОМПРОЕКТ» | Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности | Изм. 15.08.16 | 12.2.3.6- 23 |
|--------------------|---|------------------|-----------------|

Продолжение таблицы 12.2.3.6.2

| 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 | |
| 19.Обратный клапан | KLC41AA611 | закрыт | открыт | не открыва- ется | - | периодичес- кий 1раз в 30 суток | восстанав- ливаемый | не восстанав- ливаемый | отказ канала |
| 20.Запорный клапан | KLC41AA101 | закрыт | открыт | не открыва- ется | - | периодичес- кий 1раз в 30 суток | восстанав- ливаемый | не восстанав- ливаемый | отказ канала |
| 21.Вентилятор | KLC41AN011 | отключен | включен | не включается | останов при работе | периодичес- кий 1раз в 30 суток | восстанав- ливаемый | не восстанав- ливаемый | отказ канала |
| 22.Обратный клапан | KLC41AA612 | закрыт | открыт | не открыва- ется | - | периодичес- кий 1раз в 30 суток | восстанав- ливаемый | не восстанав- ливаемый | отказ канала |
| 23.Воздухо- охладитель | KLC41AC011 | - | в работе | течь холодо- носителя | течь холодо- носителя | периодичес- кий 1раз в 30 суток | восстанав- ливаемый | не восстанав- ливаемый | отказ канала |
| 24.Электро- нагреватель | KLC41AN011 | отключен | включен | не включается | отключился | периодичес- кий 1раз в 30 суток | восстанав- ливаемый | не восстанав- ливаемый | отказ канала |

| | | |
|---------------------------------------|--|-----|
| LN2O.P.110.1.120203.02&&&.051.HD.0001 | Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция) | 310 |
|---------------------------------------|--|-----|

| | | | |
|--------------------|---|------------------|-----------------|
| АО «АТОМПРОЕКТ» | Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности | Изм. 15.08.16 | 12.2.3.6- 24 |
|--------------------|---|------------------|-----------------|

12.2.3.6.6 Выводы

Приведенный выше анализ системы показывает, что система в полной мере выполняет заданные функции и отвечает предъявленным к ней требованиям.

| | | |
|---------------------------------------|--|-----|
| LN2O.P.110.1.120203.02&&&.051.HD.0001 | Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция) | 311 |
|---------------------------------------|--|-----|