

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 9 Вспомогательные системы энергоблока	Изм. 12.03.15	9.2.8-4
--------------------	---	------------------	---------

9.2.8.1 Система очистки теплоносителя первого контура (КВЕ)

9.2.8.1.1 Проектные основы

9.2.8.1.1.1 Назначение и функции системы

Система очистки теплоносителя первого контура КВЕ предназначена для обеспечения норм водно-химического режима первого контура.

Нормируемые и диагностические показатели качества теплоносителя первого контура при работе энергоблока на энергетических уровнях мощности представлены в 9.2.12 ОООб.

Слабощелочной восстановительный аммиачно-калиевый водно-химический режим с борной кислотой, принятый в проекте РУ Ленинградской АЭС-2, обеспечивает минимальное радиоактивное загрязнение оборудования РУ и минимальную скорость коррозии конструкционных материалов оборудования РУ и активной зоны, что подтверждается опытом эксплуатации АЭС с ВВЭР.

Принятый ВХР первого контура обеспечивает поддержание pH(t) в оптимальной области графика зависимости суммарной молярной концентрации ионов щелочных металлов (K, Li, Na) от текущей концентрации борной кислоты. Это приводит к нахождению максимального количества продуктов коррозии в растворенной форме и минимизации отложений.

Функциями системы КВЕ являются:

- очистку теплоносителя первого контура от растворенных примесей, находящихся в анионной и катионной форме;
- очистка теплоносителя первого контура от радиоактивных продуктов коррозии, находящихся в дисперсной форме.

Принципиальная схема системы КВЕ представлена на рисунке 9.2.8.1.1.

LN2O.P.110.2.090208.02&&&.054.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	12
---------------------------------------	--	----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 9 Вспомогательные системы энергоблока	Изм. 12.03.15	9.2.8-6
--------------------	---	------------------	---------

В соответствии с НП-001-97 система очистки теплоносителя первого контура КВЕ является системой нормальной эксплуатации важной для безопасности, как система, отказ которой нарушает нормальную эксплуатацию АС и может привести к проектным авариям.

Все элементы системы КВЕ относятся к классу "3Н" по НП-001-97 (ОПБ-88/97), к группе "С" по ПНАЭ Г-7-008-89.

Все элементы системы КВЕ относятся к категории сейсмостойкости I по НП-031-01.

Система КВЕ имеет связи со следующими системами:

- системой подпитки и борного регулирования (КВА);
- системой сдувок оборудования здания реактора (КТВ10);
- системой сбора протечек теплоносителя реактора (JET);
- системой дренажей оборудования здания реактора (КТА);
- системой подачи обессоленной воды (КВС-2);
- системой подачи технологического сжатого воздуха (QEB);
- системой хранения жидких радиоактивных отходов (КРК);
- системой вентиляции и охлаждения помещений (KLA).
- системой автоматизированного химконтроля первого контура (KUB);
- системой автоматизированного радиационного контроля первого контура (KUC);
- системой надежного электроснабжения нормальной эксплуатации;
- АСУ ТП.

Система КВЕ спроектирована в соответствии со следующими нормативными документами:

- Общие положения обеспечения безопасности атомных станций (ОПБ-88/97) НП-001-97 (ПНАЭ Г-01-011-89);
- Нормы проектирования сейсмостойких атомных станций НП-031-01;
- Правила устройства и безопасной эксплуатации оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок ПНАЭ Г-7-008-89 (с изм. 1);
- Нормы расчета на прочность оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок ПНАЭ Г-7-002-86;
- Оборудование и трубопроводы атомных энергетических установок. Сварка и наплавка. Основные положения. ПНАЭ Г-7-009-89 (с изм. 1);
- Оборудование и трубопроводы атомных энергетических установок. Сварные соединения и наплавки. Правила контроля ПНАЭ Г-7-010-89 (с изм. 1);
- Требования к программе обеспечения качества для атомных станций НП-090-11;
- Специальные условия поставки оборудования, приборов, материалов и изделий для объектов атомной энергетики;
- Трубопроводная арматура для атомных станций. Общие технические требования. НП-068-05;
- Санитарные правила проектирования и эксплуатации атомных станций СП АС-03;
- Правила радиационной безопасности при эксплуатации атомных станций ПРБ АС-99;
- "Программы контроля качества изделий атомной энергетики" (ОСТ 108.004-10-88).
- НПБ 105-03 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности»;
- НПБ 114-02 "Противопожарная защита атомных станций. Нормы проектирования".

LN2O.P.110.1.090208.02&&.054.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	14
--------------------------------------	--	----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 9 Вспомогательные системы энергоблока	Изм. 12.03.15	9.2.8-7
--------------------	---	------------------	---------

9.2.8.1.1.2 Проектные режимы и исходные данные

Система КВЕ функционирует во всех режимах нормальной эксплуатации.

Максимальная величина расхода теплоносителя через систему КВЕ определяется из условия необходимости очистки теплоносителя при борном регулировании, который выводится с расходом до 60 т/ч. В соответствии с этим предусматриваются две группы фильтров КВЕ10 и КВЕ50, включенные параллельно, каждая из которых рассчитана на постоянную очистку теплоносителя при работе РУ на мощности с расходом до 30 т/ч.

Оборудование системы КВЕ работает под давлением первого контура 16,1 МПа (давление на напоре ГЦН за вычетом сопротивления трассы) и при температуре не более 60 °С (обеспечивается в системе КВА). При превышении температуры предусмотрена блокировка на закрытие клапанов на входе и выходе системы.

Оборудование и элементы системы расположены в гермозоне и рассчитаны на аварийные параметры, возникающие в гермозоне при авариях с разуплотнением трубопроводов первого контура.

9.2.8.1.1.3 Принципы проектирования

Система КВЕ работает при давлении первого контура. Одна или обе линии системы включаются в работу оператором с БПУ.

В основу проектирования системы КВЕ положено:

- выполнение всех требований нормативной документации, перечень которой представлен в пункте 9.2.8.1.1.1;
- обеспечение в режимах нормальной эксплуатации функций, изложенных в п. 9.2.8.1.1.1.

Контроль качества теплоносителя предусмотрен системой АХК первого контура: перед фильтрами системы КВЕ - точка пробоотбора KUB02 (в границах системы КВА), после фильтра КВЕ10АТ001 - точка пробоотбора KUB03, после фильтра КВЕ50АТ001 - точка пробоотбора KUB04 (9.2.13.1 ОООб). Предусматривается контроль удельной электрической проводимости и концентрации хлорид-иона. Если нормируемые значения после фильтра превышают пороговые значения, то данный фильтр отключается, очистка происходит на втором фильтре.

Управление системой должно осуществляться с БПУ и РПУ.

Система КВЕ имеет питание от системы надежного электроснабжения нормальной эксплуатации.

Система вентиляции и охлаждения помещений, в которых расположено оборудование системы КВЕ, обеспечивает поддержание параметров окружающей среды, необходимых для работы оборудования системы.

9.2.8.1.1.4 Требования к связанным системам

Для обеспечения работоспособности системы КВЕ необходимо функционирование следующих систем:

- КВА - обеспечивает подачу теплоносителя первого контура на очистку и прием очищенного теплоносителя. Описание системы представлено в 9.2.1.1 ОООб.
- КВС-2 - обеспечивает подвод воды для взрыхления и гидровыгрузки ионообменных смол. Описание системы представлено в 9.2.4 ОООб.
- QEB - обеспечивает подвод сжатого воздуха для взрыхления и гидровыгрузки ионообменных смол. Описание системы представлено в 9.3 ОООб.
- КРК - обеспечивает прием отработавших смол при гидровыгрузке фильтров. Описание системы представлено в 9.2.11.2 ОООб.

LN2O.P.110.1.090208.02&&&.054.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	15
---------------------------------------	--	----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 9 Вспомогательные системы энергоблока	Изм. 12.03.15	9.2.8-8
--------------------	---	------------------	---------

- KUB - обеспечивает контроль за качеством очистки теплоносителя первого контура. Описание системы представлено в 9.2.13.1 ОООб.
- КТВ10 - обеспечивает прием сдувок от фильтров системы. Описание системы представлено в 9.5.1 ОООб.
- JET - обеспечивает сбор организованных протечек теплоносителя с целью возврата в первый контур. Описание системы представлено в 9.2.5 ОООб.
- КТА - обеспечивает сбор боросодержащих дренажей системы с целью возврата в первый контур. Описание системы представлено в 9.2.2 ОООб.
- система надежного электроснабжения нормальной эксплуатации – должны обеспечивать электропитанием электроприводные элементы системы во всех проектных режимах. Описание системы представлено в главе 8 ОООб.
- система вентиляции и охлаждения помещений – обеспечивает поддержание параметров окружающей среды для условий нормальной эксплуатации оборудования. Описание системы представлено в разделе 9.7.1. ОООб.
- АСУ ТП - обеспечивает проектное функционирование системы с учетом следующего:

- 1) должны быть предусмотрены контрольно-измерительные приборы для управления и контроля системой в процессе нормальной работы;
- 2) отклонение параметров в эксплуатационных пределах должно фиксироваться посредством предупредительной информации, на основании которой оперативный персонал может производить корректирующие мероприятия. Отклонение наиболее важных параметров в проектных пределах должно оповещаться и фиксироваться аварийными средствами информации.

Описание АСУ ТП представлено в главе 7 ОООб.

9.2.8.1.1.5 Требования к компоновке

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

- обеспечение необходимых условий для нормального протекания предусмотренных проектом технологических процессов;
- сокращение до минимума технологических коммуникаций;
- для оборудования, трубопроводов и арматуры обеспечение доступа и условий для проведения технического обслуживания и ремонта в период ППР.

9.2.8.1.2 Проект системы

9.2.8.1.2.1 Описание технологической схемы

Технологическая схема системы КВЕ представлена на рисунке 9.2.8.1.1.

Система состоит из двух групп КВЕ10 и КВЕ50.

В состав каждой группы входят:

- фильтр смешанного действия КВЕ10АТ001 (КВЕ50АТ001);
- фильтр - ловушка КВЕ10АТ002 (КВЕ50АТ002);
- трубопроводы;
- арматура.

Соотношение загрузки ФСД катионит:анионит – 1:1 выбрано в соответствии с отчетом НИЦ КИ «Расчетное обоснование схемных решений и характеристик оборудования систем поддержания ВХР первого контура и вспомогательных систем с учетом маневренности блока», Инв. № 32/1-100-309. Катионит работает в смешанной калий-аммиачной форме, анионит – в боратной форме.

LN2O.P.110.1.090208.02&&.054.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	16
--------------------------------------	--	----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 9 Вспомогательные системы энергоблока	Изм. 12.03.15	9.2.8-9
--------------------	---	------------------	---------

Система подключена к системе подпитки и борного регулирования первого контура КВА после доохладителя продувки КВА10АС002.

Группы фильтров КВЕ10 и КВЕ50 подключены параллельно. После ионообменного фильтра в каждой группе подключается фильтр-ловушка. Предусмотрена линия байпасирования фильтров.

Предусмотрены трубопроводы подачи обессоленной воды и сжатого воздуха на гидровыгрузку и взрыхление, трубопроводы гидровыгрузки сорбентов и отвода вод взрыхления, трубопроводы дренажа, трубопроводы воздухоудаления, трубопроводы загрузки фильтров. Клапаны на входе в каждую группу фильтров имеют байпасную линию с дроссельной шайбой для обеспечения постепенного подъема давления при включении в работу.

9.2.8.1.2.2 Описание элементов

Фильтры смешанного действия КВЕ10АТ001, КВЕ50АТ001

Фильтры предназначены для очистки теплоносителя первого контура от взвешенных продуктов коррозии и растворенных примесей в катионной и анионной форме.

Количество, шт.	2
Тип	насыпной ионитный АФИ-1,0-16,0-С
Среда	теплоноситель первого контура
Расчетное давление, МПа, не менее	17,64
Рабочее давление, МПа	16,1
Расчетная температура, °С, не менее	100
Рабочая температура, не более °С	60
Диаметр внутренний, мм	960
Объем загрузки фильтрующего материала, м ³	1,3
Объем загрузки катионита, м ³	0,65
Объем загрузки анионита, м ³	0,65
Основной конструкционный материал	сталь 08Х18Н10Т или 12Х18Н10Т
Климатическое исполнение	УХЛ

Для загрузки ионитных фильтров допускается применение катионита и анионита ядерного класса, удовлетворяющего требованиям РД ЭО 0161.

Фильтр-ловушка фильтрующих материалов КВЕ10АТ002, КВЕ50АТ002

Фильтр-ловушка предназначена для улавливания ионообменной смолы в случае разрушения дренажной системы фильтров.

Количество, шт.	2
Тип	АФИ-0,3-16,0-С
Тип фильтрующих элементов	колпачковый
Расчетное давление, МПа, не менее	17,64
Рабочее давление, МПа	16,1
Расчетная температура, °С, не менее	100
Рабочая температура, не более °С	60
Диаметр внутренний, мм	358
Материал	коррозионностойкая сталь аустенитного класса
Основной конструкционный материал	сталь 08Х18Н10Т или 12Х18Н10Т

LN2O.P.110.1.090208.02&&&.054.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	17
---------------------------------------	--	----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 9 Вспомогательные системы энергоблока	Изм. 12.03.15	9.2.8-10
--------------------	---	------------------	----------

Климатическое исполнение

УХЛ

Трубопроводы

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

Все трубопроводы выполнены из коррозионностойкой стали аустенитного класса. Все соединения сварные.

Применяются трубопроводы высокого давления 133x14 Ду 100 и 18x2,5 Ду 15, по ОСТ 24.125.01-89.

Трубопроводы системы КВЕ в обвязке фильтров выполняются на расчетное давление 17,64 МПа и температуру 60 °С, остальные трубопроводы - на расчетное давление 17,64 МПа и температуру 300 °С.

Рабочие параметры трубопроводов системы представлены на рисунке 9.2.8.1.1.

Дроссельные шайбы КВЕ10,50ВР001 на байпасе клапанов КВЕ10,50АА101 устанавливаются для плавного повышения давления на фильтрах при включении системы в работу.

Арматура

Арматура в системе КВЕ отвечает требованиям «Трубопроводная арматура для атомных станций. Общие технические требования. НП-068-05».

Арматура выполнена из коррозионностойкой стали аустенитного класса. Все соединения сварные.

9.2.8.1.2.3 Описание используемых материалов

Выбор оборудования и материалов, с учетом функций системы, осуществляется в соответствии с требованиями Технического задания и с учетом:

- требуемых физико-механических характеристик, технологичности, свариваемости, а также способности работать в условиях проектных характеристик рабочей среды;
- качества воды первого контура;
- проведения дезактивации, в соответствии с 9.2.10 ОООб;
- условий окружающей среды в помещениях, где располагаются компоненты системы.

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

В качестве основного материала трубопроводов, оборудования, арматуры в системе КВЕ принята коррозионностойкая сталь аустенитного класса.

9.2.8.1.2.4 Защита от превышения давления

Оборудование и трубопроводы системы, работающие при низком давлении, защищены от превышения давления в соответствии с требованиями ПНАЭ Г-7-008-89 «Правила устройства и безопасной эксплуатации оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок».

Трубопроводы и оборудование, работающие при высоком давлении, специальной защиты от превышения давления не требуют, так как эти трубопроводы непосредственно подсоединены к трубопроводам реакторной установки, и их защита обеспечивается предохранительными клапанами реакторной установки.

9.2.8.1.2.5 Размещение оборудования

Оборудование системы КВЕ располагается в герметичной части реакторного отделения (внутри защитной оболочки), относящейся к I категории сейсмостойкости, на отметке плюс 2,700 м. Обслуживание оборудования и доступ в помещения при работе блока запрещается.

LN2O.P.110.1.090208.02&&.054.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	18
--------------------------------------	--	----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 9 Вспомогательные системы энергоблока	Изм. 12.03.15	9.2.8-11
--------------------	---	------------------	----------

Доступ к оборудованию и условия для проведения технического обслуживания и ремонта оборудования, трубопроводов и арматуры обеспечиваются в период ППР.

Технологическое оборудование системы располагается в помещениях, имеющих категорию "В4" по взрывной и пожарной опасности в соответствии с НПБ 105-03 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности». Условия соблюдения пожарной безопасности определяются НПБ 114-02 "Противопожарная защита атомных станций. Нормы проектирования" и общепромышленными СНиПами в части пожарной безопасности.

Требуемые параметры окружающей среды поддерживаются системами вентиляции, описание которых дано в разделе 9.7.1 ОООб

Оборудование системы КВЕ располагается в отдельном помещении, что в соответствии с разделом 3.5.2.1.2 ОООб, является способом защиты от летящих предметов.

9.2.8.1.2.6 Отключение системы

При отключении реакторной установки функционирование системы КВЕ определяется регламентом функционирования системы КВА. Отключение группы системы КВЕ осуществляется оператором с БПУ после отключения ГЦН или при несрабатывании блокировки по отключению системы при превышении температуры за доохладителем продувки КВА10АС002.

9.2.8.1.3 Управление и контроль работы системы

9.2.8.1.3.1 Требования к АСУ ТП

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

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

Управление арматурой, контроль за ее состоянием, контроль технологических параметров, а также предупредительная и аварийная сигнализация в полном объеме выполнены на дисплейных пультах управления и контроля системы управления и мониторинга, расположенных на БПУ и РПУ.

Описание защит, блокировок и действий оператора представлено таблице 9.2.8.1.1. Требования к контрольно-измерительной аппаратуре, информация о резервировании датчиков, а также связей с управляющими системами для систем нормальной эксплуатации представлены в разделе 7.2 ОООб.

9.2.8.1.3.2 Описание защит и блокировок

Для автоматического управления оборудованием и арматурой системы предусматривается комплекс технологических защит и блокировок, приведенных в таблице 9.2.8.1.1.

LN2O.P.110.1.090208.02&&.054.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	19
--------------------------------------	--	----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 9 Вспомогательные системы энергоблока	Изм. 12.03.15	9.2.8-12
--------------------	---	------------------	----------

Таблица 9.2.8.1.1 - Перечень защит, блокировок и действий оператора

Оборудование	Описание защит и блокировок
1. Арматура	
1.1 Клапан запорный на линии подачи теплоносителя на очистку КВЕ10АА101 КВЕ50АА101	<p>Нормально открыт.</p> <p>Управляется оператором с БПУ, РПУ и автоматически.</p> <p>Открывается автоматически:</p> <ul style="list-style-type: none"> - по сигналу от шаговой программы подключения/отключения группы фильтров КВЕ10(50)ЕС001 на этапе пуска; - по сигналу от шаговой программы отмывки ионообменных смол КВЕ10(50)ЕС003 на этапе пуска. <p>Закрывается автоматически:</p> <ul style="list-style-type: none"> - по сигналу от шаговой программы подключения/отключения группы фильтров КВЕ10(50)ЕС001 на этапе останова; - по сигналу от шаговой программы гидровыгрузки ионообменных смол КВЕ10(50)ЕС002 на этапе пуска; - по сигналу от шаговой программы отмывки ионообменных смол КВЕ10(50)ЕС003 на этапе пуска; - по сигналу от шаговой программы отмывки ионообменных смол КВЕ10(50)ЕС003 на этапе останова; - по сигналу от шаговой программы дренирования первого контура КТА00ЕС001 на этапе пуска. <p>Защитное закрытие:</p> <ul style="list-style-type: none"> - через 10 минут при повышении температуры после доохладителя КВА10АС002 выше 60 °С; - при повышении температуры после доохладителя КВА10АС002 выше 65 °С.
1.2 Клапан запорный на линии подачи теплоносителя на очистку КВЕ10АА102 КВЕ50АА102	<p>Нормально открыт.</p> <p>Управляется оператором с БПУ, РПУ и автоматически.</p> <p>Открывается автоматически:</p> <ul style="list-style-type: none"> - по сигналу от шаговой программы подключения/отключения группы фильтров КВЕ10(50)ЕС001 на этапе пуска; - по сигналу от шаговой программы отмывки ионообменных смол КВЕ10(50)ЕС003 на этапе пуска; - при открытом КВЕ10(50)АА101 и при разнице между давлением в первом контуре и давлением после клапанов КВЕ10(50)АА102, КВЕ10(50)АА103 КВЕ10СР901 меньше 0,8 МПа. <p>Закрывается автоматически:</p> <ul style="list-style-type: none"> - по сигналу от шаговой программы подключения/отключения группы фильтров КВЕ10(50)ЕС001 на этапе пуска; - по сигналу от шаговой программы подключения/отключения

LN2O.P.110.1.090208.02&&.054.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	20
--------------------------------------	--	----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 9 Вспомогательные системы энергоблока	Изм. 12.03.15	9.2.8-13
--------------------	---	------------------	----------

Оборудование	Описание защит и блокировок
	<p>группы фильтров КВЕ10(50)ЕС001 на этапе останова;</p> <ul style="list-style-type: none"> - по сигналу от шаговой программы гидровыгрузки ионообменных смол КВЕ10(50)ЕС002 на этапе пуска; - по сигналу от шаговой программы отмывки ионообменных смол КВЕ10(50)ЕС003 на этапе пуска; - по сигналу от шаговой программы дренирования первого контура КТА00ЕС001 на этапе пуска. <p>Защитное закрытие:</p> <ul style="list-style-type: none"> - через 10 минут при повышении температуры после доохладителя КВА10АС002 выше 60 °С; - при повышении температуры после доохладителя КВА10АС002 выше 65 °С.
<p>1.3 Клапан запорный КВЕ10АА103 КВЕ50АА103 на линии байпасирования клапана КВЕ10АА102 КВЕ50АА102</p>	<p>Нормально закрыт.</p> <p>Управляется оператором с БПУ, РПУ и автоматически.</p> <p>Открывается автоматически:</p> <ul style="list-style-type: none"> - по сигналу от шаговой программы подключения/отключения группы фильтров КВЕ10(50)ЕС001 на этапе пуска; - по сигналу от шаговой программы отмывки ионообменных смол КВЕ10(50)ЕС003 на этапе пуска. <p>Закрывается автоматически:</p> <ul style="list-style-type: none"> - по сигналу от шаговой программы подключения/отключения группы фильтров КВЕ10(50)ЕС001 на этапе пуска; - по сигналу от шаговой программы подключения/отключения группы фильтров КВЕ10(50)ЕС001 на этапе останова; - по сигналу от шаговой программы гидровыгрузки ионообменных смол КВЕ10(50)ЕС002 на этапе пуска; - по сигналу от шаговой программы отмывки ионообменных смол КВЕ10(50)ЕС003 на этапе пуска; - по сигналу от шаговой программы отмывки ионообменных смол КВЕ10(50)ЕС003 на этапе останова; - при открытии КВЕ10(50)АА102. <p>Защитное закрытие:</p> <ul style="list-style-type: none"> - через 10 минут при повышении температуры после доохладителя КВА10АС002 выше 60 °С; - при повышении температуры после доохладителя КВА10АС002 выше 65 °С.
<p>1.4 Клапан запорный КВЕ10АА106, КВЕ50АА105 после фильтра-</p>	<p>Нормально открыт.</p> <p>Управляется оператором с БПУ, РПУ и автоматически.</p> <p>Открывается автоматически:</p> <ul style="list-style-type: none"> - по сигналу от шаговой программы подключения/отключения

LN2O.P.110.1.090208.02&&&.054.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	21
---------------------------------------	--	----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 9 Вспомогательные системы энергоблока	Изм. 12.03.15	9.2.8-14
--------------------	---	------------------	----------

Оборудование	Описание защит и блокировок
ловушки КВЕ10АТ002 КВЕ50АТ002	<p>группы фильтров КВЕ10(50)ЕС001 на этапе пуска;</p> <ul style="list-style-type: none"> - по сигналу от шаговой программы отмывки ионообменных смол КВЕ10(50)ЕС003 на этапе пуска; <p>Закрывается автоматически:</p> <ul style="list-style-type: none"> - по сигналу от шаговой программы подключения/отключения группы фильтров КВЕ10(50)ЕС001 на этапе останова; - по сигналу от шаговой программы гидровыгрузки ионообменных смол КВЕ10(50)ЕС002 на этапе пуска; - по сигналу от шаговой программы отмывки ионообменных смол КВЕ10(50)ЕС003 на этапе пуска; - по сигналу от шаговой программы дренирования первого контура КТА00ЕС001 на этапе пуска. <p>Защитное закрытие:</p> <ul style="list-style-type: none"> - через 10 минут при повышении температуры после доохладителя КВА10АС002 выше 60 °С; - при повышении температуры после доохладителя КВА10АС002 выше 65 °С.
1.5 Клапан запорный КВЕ10АА107 КВЕ50АА106 после регуляторов КВЕ10АА201 КВЕ50АА201	<p>Нормально открыт.</p> <p>Управляется оператором с БПУ, РПУ и автоматически.</p> <p>Открывается автоматически:</p> <ul style="list-style-type: none"> - по сигналу от шаговой программы подключения/отключения группы фильтров КВЕ10(50)ЕС001 на этапе пуска; - по сигналу от шаговой программы отмывки ионообменных смол КВЕ10(50)ЕС003 на этапе пуска. <p>Закрывается автоматически:</p> <ul style="list-style-type: none"> - по сигналу от шаговой программы подключения/отключения группы фильтров КВЕ10(50)ЕС001 на этапе останова; - по сигналу от шаговой программы гидровыгрузки ионообменных смол КВЕ10(50)ЕС002 на этапе пуска; - по сигналу от шаговой программы отмывки ионообменных смол КВЕ10(50)ЕС003 на этапе пуска; - по сигналу от шаговой программы дренирования первого контура КТА00ЕС001 на этапе пуска. <p>Защитное закрытие:</p> <ul style="list-style-type: none"> - через 10 минут при повышении температуры после доохладителя КВА10АС002 выше 60 °С; - при повышении температуры после доохладителя КВА10АС002 выше 65 °С
1.6 Клапан запорный	Нормально закрыт.

LN2O.P.110.1.090208.02&&.054.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	22
--------------------------------------	--	----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 9 Вспомогательные системы энергоблока	Изм. 12.03.15	9.2.8-15
--------------------	---	------------------	----------

Оборудование	Описание защит и блокировок
КВЕ10АА104 на байпасе фильтров	<p>Управляется оператором с БПУ, РПУ и автоматически.</p> <p>Открывается автоматически:</p> <ul style="list-style-type: none"> - по сигналу от контура автоматики КВЕ10ЕЕ002 при условии, что не открыта арматура на входе и выходе групп фильтров КВЕ10 и КВЕ50. <p>Закрывается автоматически:</p> <ul style="list-style-type: none"> - по сигналу от шаговой программы дренирования первого контура КТА00ЕС001 на этапе пуска; - по сигналу от контура автоматики КВЕ10ЕЕ002 при наличии сигналов об открытых клапанах на линиях КВЕ10 или КВЕ50 и сигналов от любой из шаговых программ: программы дегазации теплоносителя при расхолаживании РУ КВА10ЕС006 (на этапе пуска); программ подключения и отключения групп фильтров КВЕ10(50)ЕС001 (на этапах пуска и останова). <p>Защитное открытие:</p> <ul style="list-style-type: none"> - при температуре КВА10СТ003 более 65 и менее 100 °С. <p>Защитное закрытие:</p> <ul style="list-style-type: none"> - при температуре КВА10СТ003 более 100 °С.
1.7 Клапан запорный КВЕ10АА105 КВЕ50АА104 в обвязке фильтра	<p>Нормально открыт.</p> <p>Управляется оператором с БПУ, РПУ и автоматически..</p> <p>Открывается автоматически:</p> <ul style="list-style-type: none"> - по сигналу от шаговой программы отмывки ионообменных смол КВЕ10(50)ЕС003 на этапе пуска. <p>Закрывается автоматически:</p> <ul style="list-style-type: none"> - по сигналу от шаговой программы подключения/отключения группы фильтров КВЕ10(50)ЕС001 на этапе пуска; - по сигналу от шаговой программы подключения/отключения группы фильтров КВЕ10(50)ЕС001 на этапе останова; - по сигналу от шаговой программы гидровыгрузки ионообменных смол КВЕ10(50)ЕС002 на этапе пуска; - по сигналу от шаговой программы отмывки ионообменных смол КВЕ10(50)ЕС003 на этапе пуска. <p>Защиты и блокировки не предусмотрены.</p>
1.8 Клапан регулирующий КВЕ10АА201 КВЕ50АА201 после фильтра-ловушки	<p>Нормально открыт.</p> <p>Управляется оператором с БПУ, РПУ и автоматически.</p> <p>Открывается автоматически:</p> <ul style="list-style-type: none"> - по сигналу от шаговой программы отмывки ионообменных смол КВЕ10(50)ЕС003 на этапе пуска.

LN2O.P.110.1.090208.02&&.054.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	23
--------------------------------------	--	----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 9 Вспомогательные системы энергоблока	Изм. 12.03.15	9.2.8-16
--------------------	---	------------------	----------

Оборудование	Описание защит и блокировок
КВЕ10АТ002 КВЕ50АТ002	<p>Закрывается автоматически:</p> <ul style="list-style-type: none"> - по сигналу от шаговой программы подключения/отключения группы фильтров КВЕ10(50)ЕС001 на этапе пуска; - по сигналу от шаговой программы подключения/отключения группы фильтров КВЕ10(50)ЕС001 на этапе останова. <p>Автоматическое регулирование включается оператором и программой пуска и останова работы линии фильтров.</p> <p>Переход на ручное управление осуществляется оператором, программой пуска и останова работы линии фильтров или при открытом клапане на байпасе фильтров. Значение уставки задается оператором.</p> <p>Автоматически поддерживает заданный расход через группу фильтров.</p>
2. Программы и контуры автоматики	
2.1 КВЕ10ЕС001	Шаговая программа подключения и отключения группы фильтров КВЕ10
2.2 КВЕ10ЕС002	Шаговая программа гидровыгрузки ионообменных смол из фильтра КВЕ10АТ001
2.3 КВЕ10ЕС003	Шаговая программа отмывки ионообменных смол фильтра КВЕ10АТ001
2.4 КВЕ10ЕЕ001	Контур автоматики для управления арматурой системы сбора протечек теплоносителя (JET) от группы фильтров КВЕ10
2.5 КВЕ10ЕЕ002	Контур автоматики для управления арматурой КВЕ10АА104
2.6 КВЕ50ЕС001	Шаговая программа подключения и отключения группы фильтров КВЕ50
2.7 КВЕ50ЕС002	Шаговая программа гидровыгрузки ионообменных смол из фильтра КВЕ50АТ001
2.8 КВЕ50ЕС003	Шаговая программа отмывки ионообменных смол фильтра КВЕ50АТ001
2.9 КВЕ50ЕЕ001	Контур автоматики для управления арматурой системы сбора протечек теплоносителя (JET) от группы фильтров КВЕ50

9.2.8.1.3.3 Точки контроля

Основные параметры технологического контроля в системе КВЕ:

- давление перед системой КВЕ;
- расход в линиях КВЕ10 и КВЕ50;
- давление перед фильтрами КВЕ10АТ001 и КВЕ50АТ001;
- температура перед фильтрами КВЕ10АТ001 и КВЕ50АТ001;
- перепад давления на фильтрах КВЕ10АТ001 и КВЕ50АТ001;
- перепад давления на фильтрах-ловушках КВЕ10АТ002 и КВЕ50АТ002.

LN2O.P.110.1.090208.02&&.054.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	24
--------------------------------------	--	----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 9 Вспомогательные системы энергоблока	Изм. 12.03.15	9.2.8-17
--------------------	---	------------------	----------

Перечень контролируемых параметров системы КВЕ представлен в таблице 9.2.8.1.2.

Объем технологического контроля показан на технологической схеме – рисунок 9.2.8.1.1.

LN2O.P.110.1.090208.02&&&.054.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	25
---------------------------------------	--	----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 9 Вспомогательные системы энергоблока	Изм. 12.03.15	
--------------------	---	------------------	--

Таблица 9.2.8.1.2 - Перечень контролируемых параметров системы КВЕ

Код KKS	Наименование измеряемого параметра	Рабочее значение измеряемого параметра, минимальное/максимальное значение, размерность измеряемой величины	Классификационное обозначение по НП-001-97	Группа по ПНЭ Г-7-008-89	Категория сейсмостойкости по НП-031-01	Регистрация	Отображение/сигнализация			Участия в защитах и блокировках	Участие в автоматическом управлении
							По месту	Мониторы СВБУ	Мозаичная панель		
КВЕ10CF001	Расход на фильтр КВЕ10АТ001	30 0,0/32 м ³ /ч	3Н	С	I	+	-	+/-	-	-	+
КВЕ10CF901	Суммарный расход через фильтры КВЕ10-50	30 0,0/32 м ³ /ч	3Н	С	I	+	-	+/-	+	-	+
КВЕ10СР001	Давление перед фильтром КВЕ10АТ001	16,1 0,0/17,64 МПа	3Н	С	I	+	-	+/-	-	-	+
КВЕ10СР002	Перепад давления на фильтре КВЕ10АТ001	0,0/0,12 МПа	3Н	С	I	+	-	+/+	-	-	-
КВЕ10СР003	Перепад давления на фильтре-ловушке КВЕ10АТ002	0,0/0,12 МПа	3Н	С	I	+	-	+/+	-	-	-
КВЕ10СР004	Давление перед фильтрами КВЕ10АТ001, КВЕ50АТ001	16,1 0,0/17,64 МПа	3Н	С	I	+	-	+/-	-	-	+

LN2O.P.110.1.090208.02&&&.054.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	26
---------------------------------------	---	----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 9 Вспомогательные системы энергоблока	Изм. 12.03.15	
--------------------	---	------------------	--

Код KKS	Наименование измеряемого параметра	Рабочее значение измеряемого параметра, минимальное/максимальное значение, размерность измеряемой величины	Классификационное обозначение по НП-001-97	Группа по ПНЭ Г-7-008-89	Категория сейсмостойкости по НП-031-01	Регистрация	Отображение/сигнализация			Участия в защитах и блокировках	Участие в автоматическом управлении
							По месту	Мониторы СВБУ	Мозаичная панель		
КВЕ10СТ001	Температура перед фильтром КВЕ10АТ001	55 20/65 °С	3Н	С	I	+	-	+/+	-	+	+
КВЕ50CF001	Расход на фильтр КВЕ50АТ001	30 0,0/32 м ³ /ч	3Н	С	I	+	-	+/-	-	-	+
КВЕ50СР001	Давление перед фильтром КВЕ50АТ001	16,1 0,0/17,64 МПа	3Н	С	I	+	-	+/-	-	-	+
КВЕ50СР002	Перепад давления на фильтре КВЕ50АТ001	0,0/0,12 МПа	3Н	С	I	+	-	+/+	-	-	-
КВЕ50СР003	Перепад давления на фильтре-ловушке КВЕ50АТ002	0,0/0,12 МПа	3Н	С	I	+	-	+/+	-	-	-
КВЕ50СТ001	Температура перед фильтром КВЕ50АТ001	55 20/65 °С	3Н	С	I	+	-	+/+	-	+	+

LN2O.P.110.1.090208.02&&&.054.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	27
---------------------------------------	---	----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 9 Вспомогательные системы энергоблока	Изм. 12.03.15	9.2.8-20
--------------------	---	------------------	----------

9.2.8.1.3.4 Пределы и условия безопасной эксплуатации, эксплуатационные пределы

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

Эксплуатационными пределами работы системы КВЕ являются:

- превышение температуры на входе с систему КВЕ выше 60 °С (точка контроля КВА10СТ003);
- перепад давления на фильтрах $\geq 0,1$ МПа.
- перепад давления на фильтрах-ловушках $\geq 0,1$ МПа.

9.2.8.1.3.5 Действия оператора

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

9.2.8.1.4 Испытания и проверки

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

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

Контроль при монтаже и строительстве выполняется:

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

По завершению работ по вводу энергоблока АЭС в эксплуатацию составляется отчетная документация, включающая в себя акты, протоколы, отчеты.

Перед пуском станции, а также после выполнения ремонта системы или отдельного оборудования, проводится полная серия испытаний системы КВЕ для проверки технических характеристик как системы в целом, так и отдельных ее элементов: работоспособность фильтров (расход воды на фильтры, перепад давления на фильтрах и фильтрах-ловушках), трубопроводов и арматуры по специальным пуско-наладочным программам.

Все элементы системы постоянно находятся в работе и не требуют дополнительной проверки и испытаний.

В процессе эксплуатации оборудования один раз в четыре года производится его техническое освидетельствование в соответствии с требованиями ПНАЭ Г-7-008-89.

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

Гидравлические (пневматические) испытания основных элементов на прочность и плотность производятся в соответствии с пунктами 5.2 и 5.3 ПНАЭ Г-7-008-89.

Результаты проверок и испытаний фиксируются в соответствующей документации.

LN2O.P.110.1.090208.02&&.054.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	28
--------------------------------------	--	----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 9 Вспомогательные системы энергоблока	Изм. 12.03.15	9.2.8-21
--------------------	---	------------------	----------

9.2.8.1.5 Анализ проекта

9.2.8.1.5.1 Показатели надежности системы

9.2.8.1.5.1.1 Показатели надежности системы в целом

9.2.8.1.5.1.1.1 Сведения о расчетных программах и исходные данные

Моделирование и расчет надежности системы выполнялось с помощью программы Risk Spectrum (разработчик программы – RELCON AB).

Программа аттестована Ростехнадзором для применения в области вероятностного анализа риска и надежности методом деревьев отказов и деревьев событий. Аттестационный паспорт № 159 от 28.03.2003.

Количественные показатели надежности рассматриваемого оборудования представлены в таблице 9.2.8.1.3.

Таблица 9.2.8.1.3 – Количественные показатели надежности элементов системы КВЕ

Тип оборудования	Идентификатор параметра в модели	Тип параметра	Значение параметра
Фильтр смешанного действия	MYSMQ	Интенсивность отказов типа "Засорение", 1/час	2,70E-06 EF=3
Фильтр-ловушка фильтрующих материалов	MYSMQ	Интенсивность отказов типа "Засорение", 1/час	2,70E-06 EF=3
Клапан запорный	MVMZO	Интенсивность отказов на открытие электроприводной арматуры, 1/час	1.78E-06 EF=2.77
	MVMZC	Интенсивность отказов на закрытие электроприводной арматуры, 1/час	3.00E-06 EF=4.71
	MVMZD	Интенсивность отказов на сохранение положения электроприводной арматуры, 1/час	2.92E-07 EF=10
Клапан регулирующий	MVMRF	Интенсивность отказов по функции регулирования электроприводной арматуры, 1/час	1,60E-05 EF=1,44

9.2.8.1.5.1.1.2 Результаты расчета показателей надежности системы

Полные результаты моделирования и расчета надежности, включая таблицу качественного анализа, данные по надежности оборудования, деревья отказов, перечни наиболее значимых минимальных сечений отказов (МСО) приведены в [5].

Результаты расчета безотказности системы для функции "Режим постоянной очистки теплоносителя первого контура"

Расчеты проводились с учетом непрерывной работы системы в течение 1 года.

Расчеты вероятности отказа проводились с использованием критерия отбрасывания 1,00E-15.

Оцененное среднее значение вероятности отказа системы на выполнение требуемой функции составило 8,46E-03.

Нижняя граница (5 %) 2,54E-03

Медиана 6,75E-03

Верхняя граница (95 %) 1,99E-02

Доминирующие минимальные сечения отказов (в порядке убывания вероятности реализации, вклад более 1 %) приведены в таблице 9.2.8.1.4.

LN2O.P.110.1.090208.02&&&.054.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	29
---------------------------------------	--	----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 9 Вспомогательные системы энергоблока	Изм. 12.03.15	9.2.8-22
--------------------	---	------------------	----------

Таблица 9.2.8.1.4 – Доминирующие минимальные сечения

Вероятность	Относительный вклад, %	Базисные события	Описание
2,56E-03	30,24	КВЕ10AA104VMD	Ложное открытие клапана запорного КВЕ10AA104
8,45E-04	9,99	КВЕ10AA101VMC	Незакрытие клапана запорного КВЕ10AA101
		КВЕ10AA201VMF	Отказ по функции регулирования клапана регулирующего КВЕ10AA201
8,45E-04	9,99	КВЕ10AA102VMC	Незакрытие клапана запорного КВЕ10AA102
		КВЕ10AA201VMF	Отказ по функции регулирования клапана регулирующего КВЕ10AA201
5,02E-04	5,94	КВЕ10AA201VMF	Отказ по функции регулирования клапана регулирующего КВЕ10AA201
		КВЕ50AA104VMO	Неоткрытие клапана запорного КВЕ50AA104
5,02E-04	5,94	КВЕ10AA201VMF	Отказ по функции регулирования клапана регулирующего КВЕ10AA201
		КВЕ50AA106VMO	Неоткрытие клапана запорного КВЕ50AA106
5,02E-04	5,94	КВЕ10AA201VMF	Отказ по функции регулирования клапана регулирующего КВЕ10AA201
		КВЕ50AA101VMO	Неоткрытие клапана запорного КВЕ50AA101
5,02E-04	5,94	КВЕ10AA201VMF	Отказ по функции регулирования клапана регулирующего КВЕ10AA201
		КВЕ50AA102VMO	Неоткрытие клапана запорного КВЕ50AA102
5,02E-04	5,94	КВЕ10AA201VMF	Отказ по функции регулирования клапана регулирующего КВЕ10AA201
		КВЕ50AA105VMO	Неоткрытие клапана запорного КВЕ50AA105
1,51E-04	1,79	КВЕ10AA102VMC	Незакрытие клапана запорного КВЕ10AA102
		КВЕ10AT002YSQ	Засорение фильтра-ловушка фильтрующих материалов КВЕ10AT002
1,51E-04	1,79	КВЕ10AA101VMC	Незакрытие клапана запорного КВЕ10AA101
		КВЕ10AT002YSQ	Засорение фильтра-ловушка фильтрующих материалов КВЕ10AT002
1,51E-04	1,79	КВЕ10AA101VMC	Незакрытие клапана запорного КВЕ10AA101
		КВЕ10AT001YSQ	Засорение фильтра смешанного действия КВЕ10AT001
1,51E-04	1,79	КВЕ10AA102VMC	Незакрытие клапана запорного КВЕ10AA102

LN2O.P.110.1.090208.02&&.054.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	30
--------------------------------------	--	----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 9 Вспомогательные системы энергоблока	Изм. 12.03.15	9.2.8-23
--------------------	---	------------------	----------

Вероятность	Относительный вклад, %	Базисные события	Описание
		KBE10AT001YSQ	Засорение фильтра смешанного действия KBE10AT001
8,97E-05	1,06	KBE10AT002YSQ	Засорение фильтра-ловушка фильтрующих материалов KBE10AT002
		KBE50AA104VMO	Неоткрытие клапана запорного KBE50AA104
8,97E-05	1,06	KBE10AT002YSQ	Засорение фильтра-ловушка фильтрующих материалов KBE10AT002
		KBE50AA106VMO	Неоткрытие клапана запорного KBE50AA106
8,97E-05	1,06	KBE10AT002YSQ	Засорение фильтра-ловушка фильтрующих материалов KBE10AT002
		KBE50AA105VMO	Неоткрытие клапана запорного KBE50AA105
8,97E-05	1,06	KBE10AT001YSQ	Засорение фильтра смешанного действия KBE10AT001
		KBE50AA101VMO	Неоткрытие клапана запорного KBE50AA101
8,97E-05	1,06	KBE10AT002YSQ	Засорение фильтра-ловушка фильтрующих материалов KBE10AT002
		KBE50AA102VMO	Неоткрытие клапана запорного KBE50AA102
8,97E-05	1,06	KBE10AT002YSQ	Засорение фильтра-ловушка фильтрующих материалов KBE10AT002
		KBE50AA101VMO	Неоткрытие клапана запорного KBE50AA101
8,97E-05	1,06	KBE10AT001YSQ	Засорение фильтра смешанного действия KBE10AT001
		KBE50AA104VMO	Неоткрытие клапана запорного KBE50AA104
8,97E-05	1,06	KBE10AT001YSQ	Засорение фильтра смешанного действия KBE10AT001
		KBE50AA105VMO	Неоткрытие клапана запорного KBE50AA105
8,97E-05	1,06	KBE10AT001YSQ	Засорение фильтра смешанного действия KBE10AT001
		KBE50AA106VMO	Неоткрытие клапана запорного KBE50AA106
8,97E-05	1,06	KBE10AT001YSQ	Засорение фильтра смешанного действия KBE10AT001
		KBE50AA102VMO	Неоткрытие клапана запорного KBE50AA102

Результаты расчета безотказности системы для функции "Режим борного регулирования"

Расчеты проводились с учетом непрерывной работы системы в течение 10 суток.

LN2O.P.110.1.090208.02&&.054.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	31
--------------------------------------	--	----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 9 Вспомогательные системы энергоблока	Изм. 12.03.15	9.2.8-24
--------------------	---	------------------	----------

Расчеты вероятности отказа проводились с использованием критерия отбрасывания 1,00E-15.

Оцененное среднее значение вероятности отказа системы на выполнение требуемой функции составило 1,11E-02.

Нижняя граница (5 %) 7,24E-03

Медиана 1,06E-02

Верхняя граница (95 %) 1,63E-02

Доминирующие минимальные сечения отказов (в порядке убывания вероятности реализации, вклад более 1 %) приведены в таблице 9.2.8.1.5.

Таблица 9.2.8.1.5 – Доминирующие минимальные сечения отказа

Вероятность	Относительный вклад, %	Базисные события	Описание
3,83E-03	34,46	КВЕ10AA201VMF2	Отказ по функции регулирования клапана регулирующего КВЕ10AA201
3,83E-03	34,46	КВЕ50AA201VMF2	Отказ по функции регулирования клапана регулирующего КВЕ50AA201
6,48E-04	5,83	КВЕ10AT001YSQ2	Засорение фильтра смешанного действия КВЕ10AT001
6,48E-04	5,83	КВЕ50AT001YSQ2	Засорение фильтра смешанного действия КВЕ50AT001
6,48E-04	5,83	КВЕ50AT002YSQ2	Засорение фильтра-ловушка фильтрующих материалов КВЕ50AT002
6,48E-04	5,83	КВЕ10AT002YSQ2	Засорение фильтра-ловушка фильтрующих материалов КВЕ10AT002

9.2.8.1.5.1.1.3 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.

Доминантными вкладчиками в суммарную вероятность отказа системы на выполнение функции "Режим постоянной очистки теплоносителя первого контура" являются отказ на сохранение положения электроприводной арматуры КВЕ10AA104 и совместные отказы по функции регулирования регулирующих клапанов и открытия/закрытия запорных клапанов.

Доминантными вкладчиками в суммарную вероятность отказа системы на выполнение функции "Режим борного регулирования" являются отказы по функции регулирования регулирующего клапана.

Рекомендуется, в ходе проверок технического обслуживания и ремонта, применять инструкции с обеспечением отметки о выполнении задачи в отношении всех задвижек системы.

9.2.8.1.5.2 Показатели надежности оборудования системы

Показатели надежности фильтров ионообменных КВЕ10AT001, КВЕ50AT001 в соответствии с техническим заданием ПФР 025.00.00.000 ТЗ приведены в таблице 9.2.8.1.6.

LN2O.P.110.1.090208.02&&&.054.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	32
---------------------------------------	--	----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 9 Вспомогательные системы энергоблока	Изм. 12.03.15	9.2.8-25
--------------------	---	------------------	----------

Таблица 9.2.8.1.6 – Показатели надежности фильтров ионообменных КВЕ10АТ001, КВЕ50АТ001

Наименование показателя	Значение
Срок службы, не менее, лет	60
Наработка до отказа, не менее, часов	56000
Коэффициент технического использования, не менее	0,95
Коэффициент готовности, не менее	0,995
Срок сохраняемости до ввода в эксплуатацию, не менее, месяцев	60

Показатели надежности фильтров-ловушек фильтрующих материалов КВЕ10АТ002, КВЕ50АТ002 в соответствии с техническим заданием ПФР 027.00.00.000 ТЗ приведены в таблице 9.2.8.1.7.

Таблица 9.2.8.1.7 – Показатели надежности фильтров ионообменных КВЕ10АТ002, КВЕ50АТ002

Наименование показателя	Значение
Срок службы, не менее, лет	60
Наработка до отказа, не менее, часов	28000
Коэффициент технического использования, не менее	0,95
Коэффициент готовности, не менее	0,995
Срок сохраняемости до ввода в эксплуатацию, не менее, месяцев	60

Определения терминов надежности по ГОСТ 27.002 и ГОСТ Р 51908.

9.2.8.1.5.3 Нормальная эксплуатация

При разогреве РУ до горячего состояния теплоноситель проходит через систему КВЕ по байпасу фильтров. При пуске блока, перед выводом РУ на МКУ, производится насыщение анионита фильтров КВЕ борной кислотой, а после вывода РУ на МКУ производится насыщение аммиаком и калием катионита фильтров КВЕ.

При работе блока на мощности теплоноситель после доохладителя КВА10АС002 проходит через одну из линий (КВЕ10 или КВЕ50) или через обе линии, включенные параллельно. Очищенный теплоноситель возвращается в первый контур через регенеративный теплообменник. В режимах борного регулирования теплоноситель выводится в деаэратор КВА10АТ001. Теплоноситель направляется по байпасной линии при пуске блока, при превышении температуры теплоносителя выше допустимой, а также при отказе фильтров.

Подключение групп фильтров в работу и их отключение осуществляется оператором с помощью шаговых программ подключения и отключения групп фильтров КВЕ10ЕС001 и КВЕ50ЕС001. Предусмотрено защитное отключение групп фильтров при повышении температуры выше допустимой.

Фильтры КВЕ10АТ001 и КВЕ50АТ001 имеют смешанную загрузку: катионит и анионит в соотношении 1:1.

Достаточность обменной емкости катионитной и анионитной загрузки фильтров КВЕ для выполнения функций по поддержанию ВХР первого контура как при 12, так и при 18-месячном топливном цикле обоснована в отчете НИЦ «КИ» «Расчетное обоснование эффективности работы систем КВА, КВЕ, КВВ, КВД-1 по поддержанию ВХР первого контура с учетом разной продолжительности топливных циклов», 2012 г. (Инв. № 32/1-127-412).

Очистка теплоносителя проводится постоянно при работе блока на энергетических уровнях мощности. Пуск фильтров в работу осуществляется через байпасные трубопроводы

LN2O.P.110.1.090208.02&&.054.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	33
--------------------------------------	--	----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 9 Вспомогательные системы энергоблока	Изм. 12.03.15	9.2.8-26
--------------------	---	------------------	----------

клапанов на входе в каждую линию фильтров. На данных байпасных линиях установлены дроссельные шайбы для обеспечения постепенного подъема давления при включении фильтров в работу и для снижения давления перед сбросом отмывочных вод в бак КТА при проведении операции отмывки ионообменных смол.

Контроль эффективности очистки осуществляется посредством автоматизированного химического контроля проб, отобранных после каждого из фильтров (система KUB).

Ионообменная смола в период ППР выгружается из фильтра в систему КРК посредством подачи воды и сжатого воздуха. Гидровыгрузка ионообменных смол осуществляется в автоматическом режиме с помощью шаговых программ гидровыгрузки ионообменных смол КВЕ10ЕС002 и КВЕ50ЕС002. Свежая смола загружается с использованием мобильного гидротранспортера.

После загрузки фильтра свежей смолой, а также после включения фильтра в работу после простоя, проводится отмывка ионообменной смолы. Отмывка ионообменных смол осуществляется в автоматическом режиме с помощью шаговых программ отмывки ионообменных смол КВЕ10ЕС003 и КВЕ50ЕС003.

Для предотвращения выноса из системы ионита при разрушении дренажной системы фильтров предусмотрены ловушки фильтрующих материалов.

Для контроля возможного повышения температуры среды перед каждым из фильтров предусмотрена точка измерения температуры среды.

9.2.8.1.5.4 Функционирование системы при отказах

Ошибка оператора или неисправность оборудования регистрируются и сигнализируются контрольно-измерительной аппаратурой. При отказе какого-либо элемента системы предусмотрена возможность отключения соответствующей группы системы (см. пункт 9.2.8.1.2.6).

Эксплуатационным нарушением для системы является повреждение дренажной системы фильтра. Отказ одной из группы фильтр - фильтр-ловушка не приводит к невыполнению функций всей системой в целом, так как дефектная технологическая группа (фильтр - фильтр-ловушка) выводится из работы до ППР. Очистка теплоносителя производится на оставшейся группе фильтр – фильтр-ловушка системы.

Отказ в работе системы КВЕ, приводящий к невыполнению функций поддержания норм ВХР первого контура, не создает аварийной ситуации на АЭС. Невыполнение системой КВЕ функций по обеспечению норм водно-химического режима может привести к отклонению одного или нескольких показателей качества теплоносителя от нормируемых значений. Дальнейшие действия персонала определяются требованиями норм ВХР (9.2.12) в соответствии с уровнями действий.

Отключение группы фильтр - фильтр-ловушка производится автоматически по сигналу при резком повышении перепада давления на фильтре-ловушке. Таким образом, исключен вынос сорбента в контур.

При появлении сигнала о неплотностях фланцевых разъемов фильтра данная группа отключается оператором от первого контура и остается отключенной до очередного ППР.

При повреждении трубопровода основного потока в пределах обвязки фильтров, а также корпуса фильтра, по уровню в компенсаторе давления «минус 1000» отсекается линия продувки системы КВА, включая систему КВЕ, закрытием арматуры КВА10АА101, КВА10АА102 КВА40АА101, КВА40АА102. Данный отказ рассматривается в п. 9.2.1.1.5.5 ООБ. Таким образом, разрыв трубопровода основного потока системы КВЕ до отключающей арматуры в системе КВА не является исходным событием, приводящим к повреждению твэлов в пределах, установленных для проектных аварий, что является

LN2O.P.110.1.090208.02&&.054.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	34
--------------------------------------	--	----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 9 Вспомогательные системы энергоблока	Изм. 12.03.15	9.2.8-27
--------------------	---	------------------	----------

основанием для отнесения всех элементов системы КВЕ к классу ЗН по ОПБ-88/97. Затем блок переводится в «холодное» состояние оператором в соответствии с Инструкцией по ликвидации проектных аварий и нарушений нормальной эксплуатации РУ.

Разрыв трубопровода основного потока со стороны первого контура до отключающей арматуры и разрыв импульсной трубки как исходное событие аварии анализируются в главе 15 ОООб.

9.2.8.1.5.5 Функционирование системы при отклонениях от условий нормальной эксплуатации

Функционирование системы при отклонениях от условий нормальной эксплуатации связано с отказом отдельных элементов системы. Функционирование системы при отказах рассмотрено в пункте 9.2.8.1.5.4.

Отказы элементов системы идентифицируются оператором. Предусмотрены действия оператора, локализирующие то или иное нарушение при отказе.

9.2.8.1.5.6 Функционирование системы при аварийных режимах, включая внешние воздействия

Функционирование системы при аварийных режимах в самой системе связано с отказом отдельных элементов системы. Функционирование системы при отказах рассмотрено в пункте 9.2.8.1.5.4.

В аварийных режимах, не связанных с обесточиванием, система выполняет свои функции, в зависимости от характера нарушений.

Система КВЕ защищена от воздействий внешних стихийных явлений: землетрясений, ураганов, экстремальных температур. Это обеспечивается конструкцией здания реакторного отделения, относящегося к I категории сейсмостойкости и рассчитанного на весь спектр внешних воздействий, в том числе и на падение самолета. Описание и обоснование проекта с точки зрения внешних воздействий представлено в разделе 3.5 и 3.10 ОООб.

При проектном землетрясении система КВЕ выполняет свои функции в соответствии с пунктом 9.2.8.1.1.1. Защита от воздействий со стороны строительных конструкций, вследствие землетрясений или падения самолета, обеспечивается тем, что основное оборудование системы относится к I категории сейсмостойкости и выдерживает максимальное расчетное землетрясение. Это оборудование непосредственно примыкает к первому контуру и располагается внутри защитной оболочки.

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

9.2.8.1.6 Оценка проекта

Качественный анализ системы 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.

9.2.8.1.7 Сравнение с аналогичными проектами

Технические и организационные решения, принятые для обеспечения безопасности эксплуатации системы КВЕ, апробированы прежним опытом проектирования, испытаниями, исследованиями, а также подтверждены опытом эксплуатации подобных систем на действующих АЭС России с ВВЭР-1000.

LN2O.P.110.1.090208.02&&&.054.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	35
---------------------------------------	--	----

АО «АТОМПРОЕКТ»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 9 Вспомогательные системы энергоблока	Изм. 12.03.15	9.2.8-28
--------------------	---	------------------	----------

Технические решения по системе КВЕ соответствуют действующим блокам 1 и 2 Тяньваньской АЭС в Китае с ВВЭР-1000, опыт эксплуатации которых подтвердил работоспособность принятых решений по обеспечению норм водно-химического режима первого контура.

9.2.8.1.8 Выводы

Система соответствует предъявляемым к ней требованиям и НТД по безопасности.

LN2O.P.110.1.090208.02&&.054.HD.0001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	36
--------------------------------------	--	----