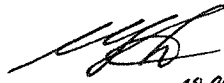


ОКБ «ГИДРОПРЕСС»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 9 Вспомогательные системы энергоблока	Изм. 15.06.15	9.1.3.2-1
---------------------	--	------------------	-----------

### 9.1.3.2 Система контроля герметичности ТВЭЛ на остановленном реакторе (включая СОДС, СКГО МЦ, СИР ТВС)

Дата 06.2015

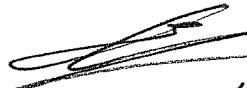
Заместитель генерального конструктора,  
начальник отделения

  
И.Г. Щекин  
10.06.15

Главный конструктор,  
начальник департамента

  
С.А. Кушманов  
10.06.15

Главный конструктор,  
начальник департамента

  
Д.Н. Ермаков  
10.06.15

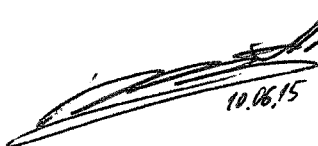
Начальник отдела

  
А.М. Рогов  
10.06.15

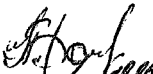
Начальник отдела

  
В.В. Акимов  
10.06.15

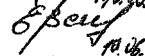
Ведущий конструктор

  
А.А. Пантюхин  
10.06.15

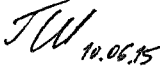
Начальник группы

  
И.А. Бромирский  
10.06.15

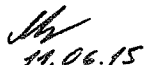
Проверил

  
К.А. Евсеев  
10.06.15

Разработал

  
Г.Г. Пеганова  
10.06.15

Нормоконтроль

  
Т.В. Максимова  
10.06.15

Всего листов

19

### СОДЕРЖАНИЕ

Список сокращений .....	2
9.1.3.2.1 Назначение и область применения .....	3
9.1.3.2.2 Проектные основы .....	3
9.1.3.2.3 Описание конструкции и техническая характеристика .....	4
9.1.3.2.4 Материалы .....	15
9.1.3.2.5 Испытания и контроль .....	15
9.1.3.2.6 Требования по монтажу, транспортированию и техническому обслуживанию .....	15
9.1.3.2.7 Требования к эксплуатации и окружающим условиям .....	16
9.1.3.2.8 Расчетное обоснование .....	16
Список литературы .....	18
Лист регистрации изменений .....	19

491-Пр-1669

LN20.P.132.1.090103.&&&&.021.HD.1001\_&\_F=0

LN20.P.132.1.090103.&&&&.021.HD.1001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	117
--------------------------------------	--	-----

477797 11 ИСН 2015

ОКБ «ГИДРОПРЕСС»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 9 Вспомогательные системы энергоблока	Изм. 15.06.15	9.1.3.2-2
---------------------	--	------------------	-----------

### СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

АДУ	- автоматическое дистанционное управление
АЭС	- атомная электрическая станция
БВ	- бассейн выдержки
ВТД	- вихретоковый датчик
ИВС	- измерительно-вычислительная система
КГО	- контроль герметичности оболочек
МП	- машина перегрузочная
НЭ	- нормальная эксплуатация
ННЭ	- нарушение нормальной эксплуатации
ПД	- продукты деления
ПНР	- пуско-наладочные работы
ППР	- планово-предупредительный ремонт
ПС СУЗ	- поглощающий стержень системы управления и защиты
РУ	- реакторная установка
СОДС	- системы обнаружения дефектных сборок
СКГО МП	- система контроля герметичности оболочек твэлов в штанге МП
СИР	- стенд инспекции и ремонта ТВС
СУ	- система управления
ТВС	- тепловыделяющая сборка
твэл	- тепловыделяющий элемент
ТУ	- технические условия
ТТО	- транспортно-технологическое оборудование

477797  
11 ИЮН 2015

491-Пр-1669

LN20.P.132.1.090103.&&&&.021.HD.1001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	118
--------------------------------------	--	-----

ОКБ «ГИДРОПРЕСС»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 9 Вспомогательные системы энергблока	Изм. 15.06.15	9.1.3.2-3
---------------------	---	------------------	-----------

### 9.1.3.2.1 Назначение и область применения

9.1.3.2.1.1 Система контроля герметичности оболочек твэлов ТВС предназначена для проведения контроля на остановленном реакторе (во время ППР) и включает в себя следующие ветви контроля:

- контроль ТВС в штанге МП с помощью СКГО МП;
- контроль ТВС с помощью СОДС;
- контроль и ремонт с помощью СИР негерметичных ТВС.

Необходимость КГО на остановленном реакторе определяется по данным КГО на работающем реакторе.

9.1.3.2.1.2 При необходимости проведения КГО твэлов на остановленном реакторе проводится КГО всех ТВС топливной загрузки методом оперативного контроля в штанге перегрузочной машины (СКГО ПМ) для получения данных о герметичности ТВС.

Контроль герметичности проводится путем анализа газовых проб, взятых из внутреннего объема рабочей штанги МП после помещения в нее из активной зоны ТВС, предназначенной для транспортирования ее в БВ или перемещения в другую ячейку реактора.

9.1.3.2.1.3 ТВС, выявленные как негерметичные методом оперативного КГО, контролируются при помощи технологической части СОДС с целью определения степени негерметичности ТВС и возможности ее дальнейшей эксплуатации.

9.1.3.2.1.4 СИР служит для обеспечения ремонта негерметичных ТВС с целью возврата их в топливный цикл для снижения эксплуатационных издержек АЭС.

СИР предназначен:

- для контроля ТВС (визуального, геометрических характеристик и др.);
- для проведения потвэльного КГО твэлов;
- для ремонта ТВС.

Выполнение работ с использованием СИР по контролю и ремонту ТВС осуществляется в период ППР.

Решение о ремонте ТВС принимается руководством АЭС исходя из наличия на АЭС свежих запасных ТВС на замену и графика ремонта блока.

### 9.1.3.2.2 Проектные основы

9.1.3.2.2.1 Оборудование системы контроля герметичности оболочек твэлов на остановленном реакторе разработано в соответствии с требованиями нормативных документов /1-14/.

КГО твэлов на остановленном реакторе проводится в соответствии с требованиями /15/.

9.1.3.2.2.2 СКГО МП относится к системам нормальной эксплуатации, не влияющим на безопасность, класс безопасности 4 в соответствии с /1/.

Механическая часть СКГО МП относится к I категории сейсмостойкости в соответствии с /2/.

Технологическая часть СКГО МП в части крепления на тележке МП относится к I категории сейсмостойкости в соответствии с /2/. Блок подачи сжатого воздуха, блок измерения активности газовой пробы, информационно-управляющий блок из состава технологической части СКГО МП относятся к III категории сейсмостойкости.

АДУ СКГО МП в части крепления конструкции в помещении пульта управления МП относится к I категории сейсмостойкости в соответствии с /2/. Комплектующие АДУ СКГО МП (компьютер, принтер, источник бесперебойного питания и др.) относятся к III категории сейсмостойкости в соответствии с /2/.

491-Пр-1669

LN20.P.132.1.090103.&&&&.021.HD.1001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	119
--------------------------------------	--	-----

477797 11 ИЮН 2015

ОКБ «ГИДРОПРЕСС»	Ленинградская АЭС-2 Блок I Глава 9 Вспомогательные системы энергоблока	Изм. 15.06.15	9.1.3.2-4
---------------------	--	------------------	-----------

9.1.3.2.2.3 Технологическая часть СОДС в соответствии с /1/ является системой нормальной эксплуатации, важной для безопасности. Оборудование СОДС (кроме щита управления) относится к группе С в соответствии с /3/. Перечень основного оборудования СОДС с указанием классификационного обозначения или класса безопасности в соответствии с /1/, группы в соответствии с /3/ и категории сейсмостойкости в соответствии с /2/ должен соответствовать приведенному в таблице 9.1.3.2.2.1

Таблица 9.1.3.2.2.1

Наименование оборудования	Классификационное обозначение или класс безопасности по /1/	Группа по /3/	Категория сейсмостойкости по /2/
Пенал (с пробкой)	ЗН	С	I
Блок арматурный (включая компенсатор давления и трубопроводы)	ЗН	С	II
Щит управления	ЗН	-	II
Насос	ЗН	С	II
Оборудование и трубопроводы не находящиеся в контакте с радиоактивной средой	4	-	III

9.1.3.2.2.4 Механическая часть СИР относится к системам нормальной эксплуатации, важным для безопасности, относится к I категории сейсмостойкости в соответствии с /2/ и имеет классификационное обозначение ЗН в соответствии с /1/.

Пенал для негерметичных твэлов имеет классификационное обозначение ЗН в соответствии с /1/, относится к I категории сейсмостойкости в соответствии с /2/.

Макет ТВС, система управления и измерительно-вычислительная система стенда относятся к 4 классу безопасности в соответствии с /1/ и к III категории сейсмостойкости в соответствии с /2/.

### 9.1.3.2.3 Описание конструкции и техническая характеристика

9.1.3.2.3.1 Процесс проведения контроля ТВС в штанге МП (СКГО МП) полностью совмещен с операциями по перегрузке ТВС во время ППР.

СКГО МП состоит из механической, технологической частей и аппаратуры дистанционного управления.

Механическая часть СКГО МП стационарно располагается на рабочей штанге МП и состоит из стационарных и съемных пробоотборных труб, обеспечивающих проведение барботажа и отбора газовой пробы.

Технологическая часть предназначена для автоматического управления технологическим процессом подготовки, отбора и измерения активности пробы, передачи результатов контроля в аппаратуру дистанционного управления СКГО МП, контроля активности газовой пробы, отображения и сохранения результатов контроля. Технологическая часть устанавливается на тележке МП в период ППР на время проведения контроля с помощью СКГО МП.

Система АДУ предназначена для управления устройством детектирования и исполнительными механизмами технологической части. АДУ обеспечивает работу технологической части в соответствии с установленным алгоритмом работы.

491-Пр-1669

LN2O.P.132.1.090103.&&&&.021.HD.1001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	120
--------------------------------------	--	-----

11 ИЮН 2015

477797

ОКБ «ГИДРОПРЕСС»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 9 Вспомогательные системы энергоблока	Изм. 15.06.15	9.1.3.2-5
---------------------	--	------------------	-----------

АДУ располагается в пультовой МП и предназначено для ведения технологического процесса и обработки результатов контроля. Блок управления связан с системой управления МП.

Проведенный анализ показывает, что применение системы СКГО МП не приводит к ухудшению ядерной безопасности. Единственным фактором, который может повлиять на изменение размножающих свойств ТВС при обращении с ТВС при КГО в МП по сравнению с обычными операциями перегрузки ТВС является уменьшение плотности замедлителя в объеме средней секции МП с помещенной в ней ТВС при барботировании воздухом. Уменьшение плотности замедлителя приводит к уменьшению эффективного коэффициента размножения ( $K_{эф.}$ ).

9.1.3.2.3.2 СОДС состоит из двух контуров. Контур СОДС работают независимо друг от друга и аналогичны друг другу.

Принципиальная гидравлическая схема СОДС с указанием контрольно-измерительных приборов и границ проектирования приведена на рисунке 9.1.3.2.3.1.

Щит управления, блоки арматурные и насосы установлены в помещении UKD в соответствии с рисунком 9.1.3.2.3.2. Пеналы первого и второго контуров закреплены на общем каркасе и входят в состав блока пеналов. Блок пеналов и гнезда под пробки установлены под слоем раствора борной кислоты в бассейне выдержки в помещении UJA в соответствии с рисунками 9.1.3.2.3.3 и 9.1.3.2.3.4.

Пеналы, арматурные блоки, насосы и щит управления соединены трубопроводами и кабелями.

Для обеспечения радиационной безопасности на магистральных трубопроводах, соединяющих пеналы с блоками арматурными, установлена двойная локализирующая арматура под оболочкой и за оболочкой здания реактора.

Пенал предназначен для размещения в нем и изоляции от окружающей среды контролируемой ТВС.

Пенал имеет форму шестигранной трубы. Сверху труба открыта, имеет гнездо для уплотнения пробкой. Снизу труба имеет донышко, в которое введена труба для подвода раствора борной кислоты. В верхней части пенала имеются два штуцера для отвода раствора борной кислоты и размещения термопреобразователей сопротивления.

Подвод раствора борной кислоты к шестигранной трубе осуществляется через теплообменник.

Блок арматурный предназначен для проведения и смены режимов процесса приготовления и отбора пробы раствора борной кислоты. Блок арматурный состоит из несущей рамы, на которой установлены: компенсатор давления, регулирующая, запорная и предохранительная арматура, соединяющие ее трубопроводы, а также приборы контроля.

Основные операции, осуществляемые блоком арматурным:

- реверсивная промывка контура и пеналов с размещенными в них ТВС;
- циркуляция раствора борной кислоты по замкнутому контуру насос-пенал-насос;
- отбор пробы раствора борной кислоты;
- контроль теплогидравлических параметров в контуре.

Компенсатор давления представляет собой емкость общим объемом 15 дм<sup>3</sup>, имеющую газовую и водную полости, разделенные поршнем. Компенсатор давления предназначен для поддержания и изменения давления, а также компенсации изменения объема раствора борной кислоты в замкнутом контуре СОДС.

491-Пр-1669

LN20.P.132.1.090103.&&&&.021.HD.1001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	121
--------------------------------------	--	-----

477797 11 ИЮН 2015

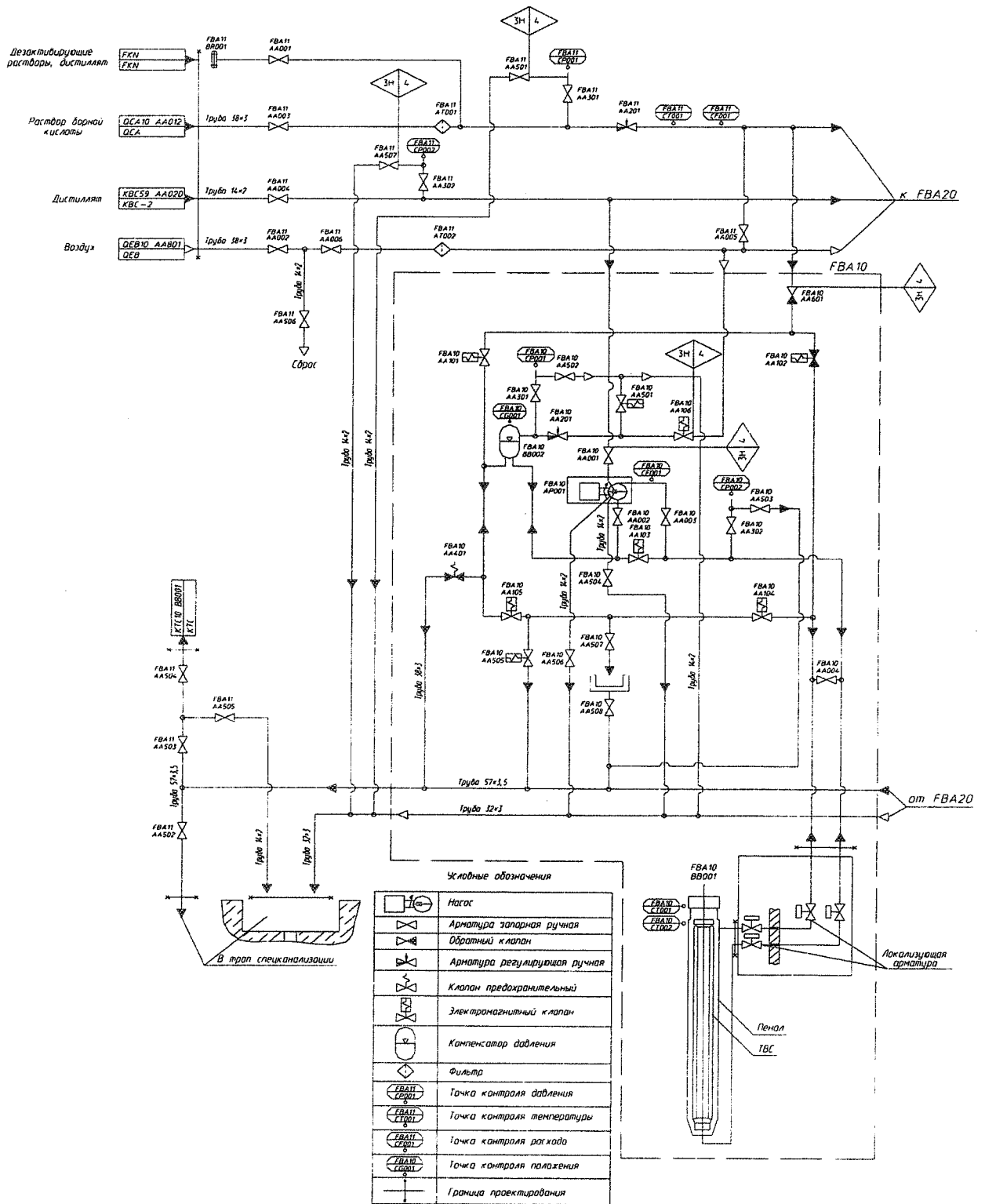


Рисунок 9.1.3.2.3.1 - Схема гидравлическая принципиальная

491-Пр-1669

LN20.P.132.1.090103.&&&&.021.HD.1001

Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)

122

4777970 11 ИЮН 2015

ОКБ «ГИДРОПРЕСС»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 9 Вспомогательные системы энергблока	Изм. 15.06.15	9.1.3.2-7
---------------------	---	------------------	-----------

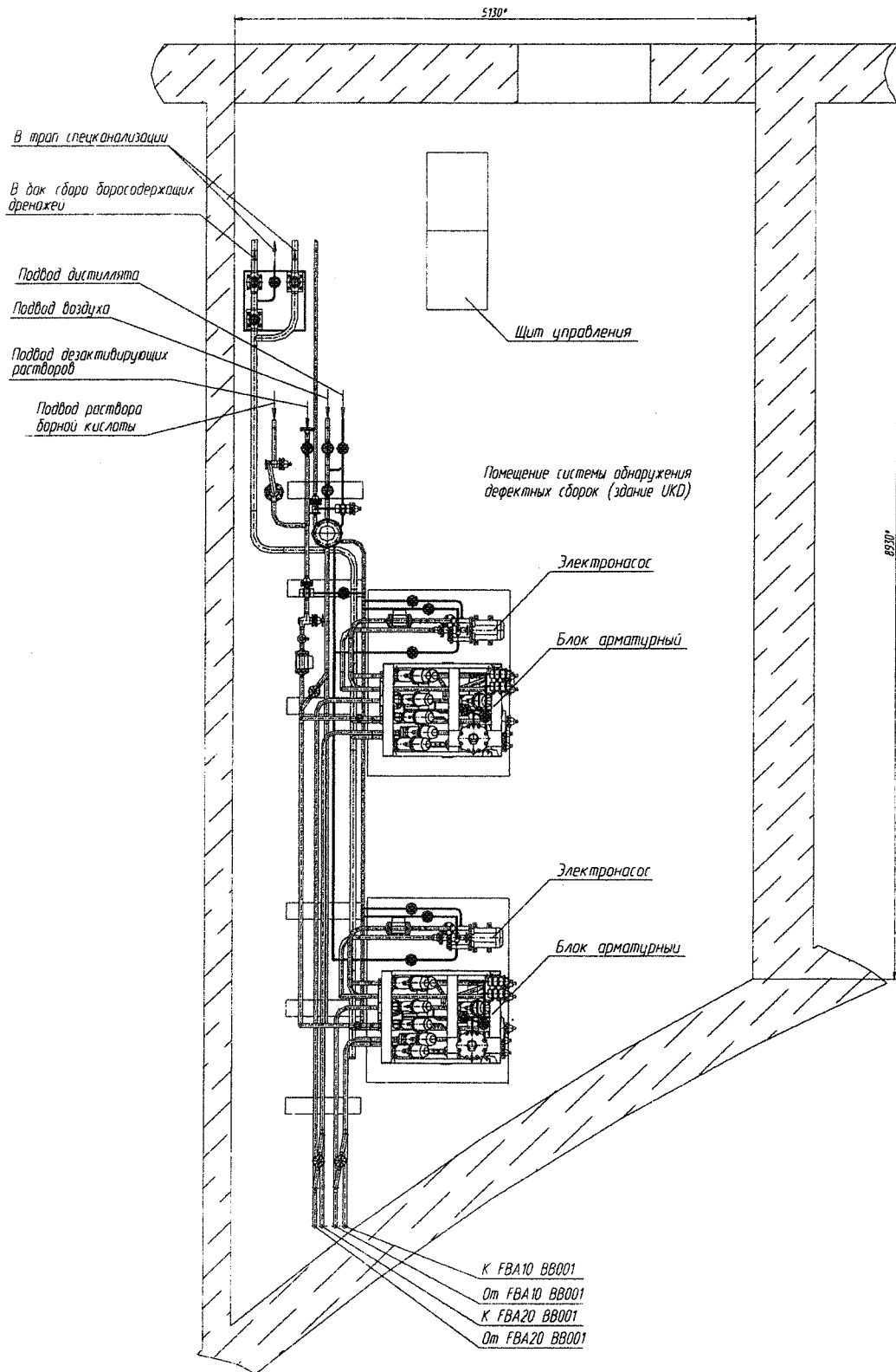


Рисунок 9.1.3.2.3.2 – Размещение оборудования СОДС в помещении СОДС  
491-Пр-1669

477797 — 1 1 ИЮН 2015

LN20.P.132.1.090103.&&&&.021.HD.1001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	123
--------------------------------------	--	-----

ОКБ «ГИДРОПРЕСС»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 9 Вспомогательные системы энергблока	Изм. 15.06.15	9.1.3.2-8
---------------------	---	------------------	-----------

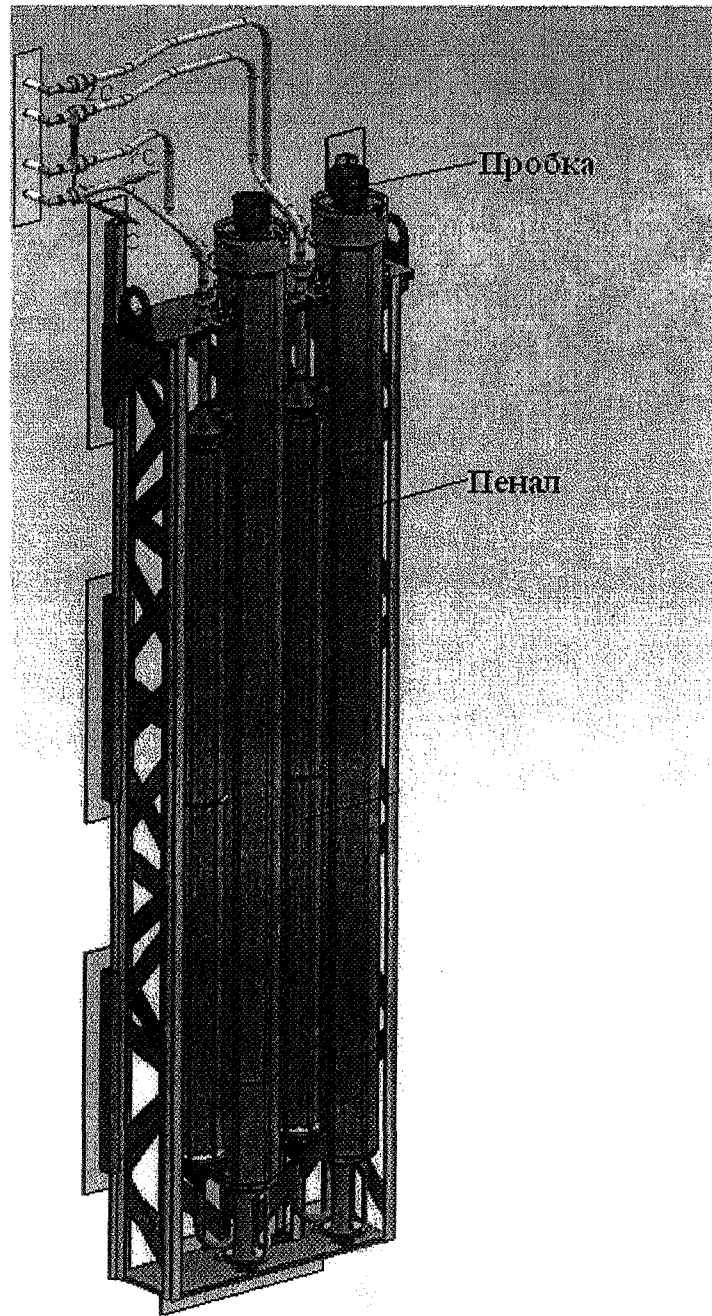


Рисунок 9.1.3.2.3.3 – Размещение блока пеналов СОДС в БВ

477797  
ИЮН 2015

491-Пр-1669

LN2O.P.132.1.090103.&&&&&.021.HD.1001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	124
---------------------------------------	--	-----



ОКБ «ГИДРОПРЕСС»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 9 Вспомогательные системы энергблока	Изм. 15.06.15	9.1.3.2-9
---------------------	---	------------------	-----------

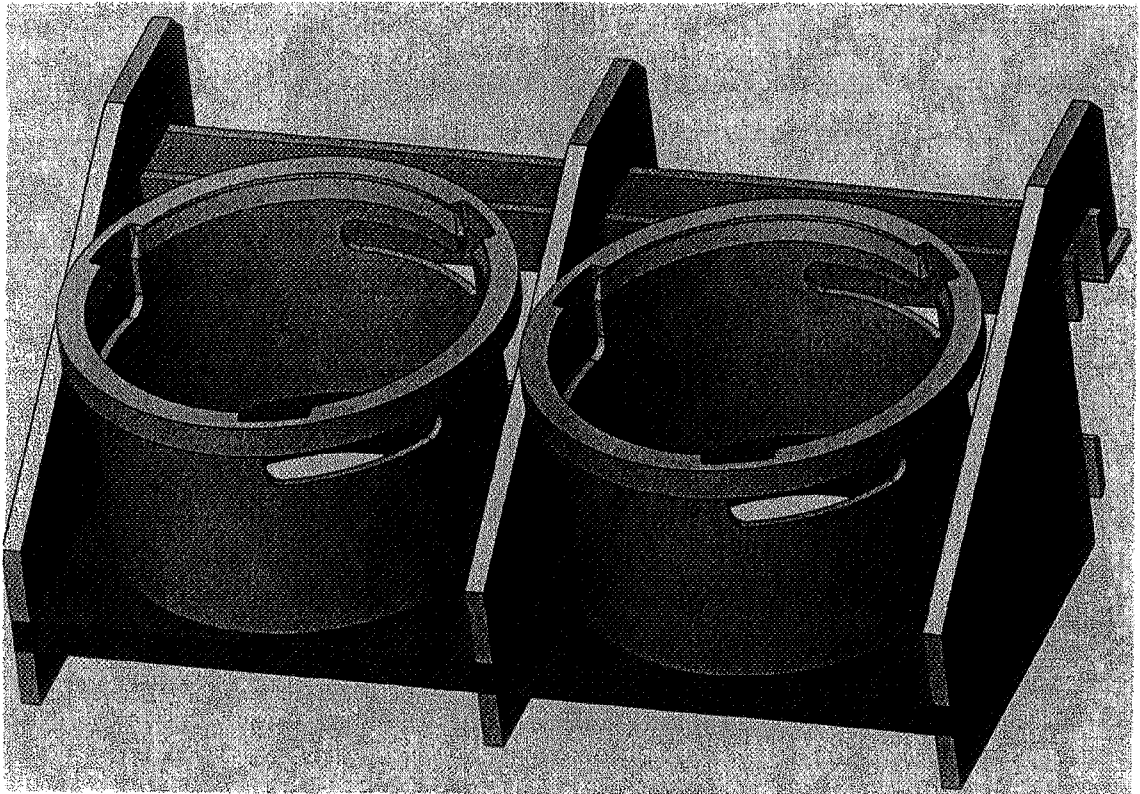


Рисунок 9.1.3.2.3.4 – Размещение гнезд под пробки в БВ

477797  
  
 21 ИЮН 2015

491-Пр-1669

LN2O.P.132.1.090103.&&&&.021.HD.1001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	125
--------------------------------------	--	-----

ОКБ «ГИДРОПРЕСС»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 9 Вспомогательные системы энергоблока	Изм. 15.06.15	9.1.3.2-10
---------------------	--	------------------	------------

Принцип действия основан на изменении объема и давления в газовой полости компенсатора давления при изменении объема раствора борной кислоты в контуре.

Регулирование давления в компенсаторе давления осуществляется со щита управления путем воздействия на клапаны с электромагнитным приводом. Для подъема давления открывается клапан на линии подвода воздуха. Для снижения давления в компенсаторе давления открывается клапан, сбрасывающий воздух из газовой полости.

Для прокачки раствора борной кислоты по замкнутому контуру СОДС в режиме настаивания пробы раствора борной кислоты предназначен электронасос, имеющий следующие конструктивные характеристики: центробежный, горизонтальный, с приводом от электродвигателя. Насос и электродвигатель устанавливаются на общей раме. Всасывающий патрубок насоса расположен горизонтально по оси насоса, напорный – вертикально. Тип уплотнения вала – двойное торцевое уплотнение. В корпус уплотнения подается напорная затворная жидкость (дистиллят).

Щит управления электрооборудованием СОДС предназначен для:

- автоматического или дистанционного ведения технологического процесса для каждого отдельного контура СОДС;
- открытия или закрытия клапанов с электромагнитным приводом, а также включения или выключения насосов;
- выдачи информации о контролируемых параметрах и информации о состоянии составных частей системы для представления на жидкокристаллической панели с сенсорным дисплеем;
- выдачи информации на панели дистанционного управления посредством использования светосигнальной арматуры и показывающих вторичных приборов;
- ввода и регистрации имени оператора и номера проверяемой ТВС, с возможностью последующей распечатки этой информации в виде отчета;
- регистрации, архивирования информации о режимах работы СОДС и выборочного вывода на печатающее устройство служебной информации в виде отчетов.

Система теплотехнического контроля предназначена для контроля за технологическим процессом при проведении КГО твэлов ТВС. На рисунке 9.1.3.2.3.1 указаны точки контроля для измерения следующих параметров:

- давления раствора борной кислоты на нагнетании насосов (FBA10 CP002);
- давления в компенсаторах давления (FBA10 CP001);
- температуры раствора борной кислоты в пенах (FBA10 ST001, FBA10 ST002);
- температуры раствора борной кислоты на входе в СОДС (FBA11 ST001);
- давления раствора борной кислоты на входе в СОДС (FBA11 CP001);
- давления дистиллята на входе в СОДС (FBA11 CP002);
- расхода раствора борной кислоты на входе в СОДС (FBA11 CF001);
- расхода раствора борной кислоты на выходе из насоса (режим настаивания) (FBA10 CF001);
- контроля положения штока компенсатора давления (FBA10 CG001).

Вторичные приборы устанавливаются на щите управления. Первичные преобразователи, кроме термопреобразователей сопротивления для измерения температуры раствора борной кислоты в пенах, устанавливаются на блоках арматурных.

Система контроля и управления СОДС, включая щит управления, является автономной системой, не связанной с автоматизированной системой управления технологическими процессами энергоблока.

ТВС, подлежащая контролю, устанавливается перегрузочной машиной в один из пеналов и пенал уплотняется пробкой. В контур СОДС подается раствор борной кислоты от 491-Пр-1669

LN20.P.132.1.090103.&&&&.021.HD.1001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	126
--------------------------------------	--	-----

477797 1 ИЮН 2015

ОКБ «ГИДРОПРЕСС»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 9 Вспомогательные системы энергоблока	Изм. 15.06.15	9.1.3.2-11
---------------------	--	------------------	------------

системы QCA для промывки ТВС, внутренних стенок пенала и подводных трубопроводов прямым и обратным потоками с последующим сбросом ее в систему КТС. После промывки организуется циркуляция раствора борной кислоты по замкнутому контуру насос-пенал-насос при давлении 0,45 МПа. Во время циркуляции происходит насыщение раствора борной кислоты продуктами деления (радионуклидами), выходящими из неплотностей твэлов, а также перемешивание раствора борной кислоты и его охлаждение. Затем снижается давление в контуре до 0,1 МПа и продолжается циркуляция раствора борной кислоты по замкнутому контуру в течение 15-20 мин до полного перемешивания. Время полного перемешивания раствора борной кислоты в контуре определяется экспериментально при пусконаладочных работах.

Давление в контуре регулируется прибором, имеющим две уставки по давлению.

По истечении необходимого времени из контура отбирается проба раствора борной кислоты в количестве, необходимом для анализа. Отбор пробы из контура СОДС производится после завершения режима настаивания ТВС и предварительного дренажа раствора борной кислоты из пробоотборной линии.

Проба отбирается в специальные пластиковые емкости. Измерение удельной активности ПД в водной пробе выполняется в спектрометрической лаборатории АЭС. Обработка результатов измерения проводится в соответствии с требованиями /15/.

Критерием отказа ТВС является установленное в ТУ на поставку топлива значение удельной активности реперного радионуклида йода-131 (в пересчете к моменту останова РУ) по результатам контроля в СОДС.

Система управления СОДС позволяет дополнительно к штатной технологии реализовать проведение КГО с циклированием давления в пенале СОДС.

При работе контура СОДС контролируется:

- превышение температуры раствора борной кислоты в пенале свыше 90 °С;
- аварийное отключение насоса.

В режиме настаивания пробы раствора борной кислоты при прохождении аварийного сигнала «Температура воды в пенале выше нормы» и сигнала «Аварийное отключение насоса» на щите управления загорается табло с одноименной надписью и включается звуковая сигнализация. С включением сигнализации происходит автоматическая перенастройка клапанов блока арматурного на промывку контура СОДС и начинается охлаждение ТВС раствором борной кислоты со сбросом ее в систему КТС.

Оборудование СОДС имеет возможность демонтажа для обеспечения возможности контроля и ремонта облицовки БВ.

9.1.3.2.3.3 ТВС, признанная негерметичной по результатам контроля в СОДС, подлежит контролю и ремонту на СИР. Эта ТВС устанавливается МП в гнездо СИР. После чего проводится контроль ТВС (визуальный, геометрических размеров и др.), проводится разборка ТВС (съем головки), потвэльный КГО, извлечение обнаруженных негерметичных твэлов из ТВС и установка на их место вытеснителей (имитаторов твэлов).

СИР состоит из механической части, средств ремонта ТВС, системы управления, измерительно-вычислительной системы, средств наладки СИР, средств хранения негерметичных твэлов.

491-Пр-1669

LN2O.P.132.1.090103.&&&&.021.HD.1001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	127
--------------------------------------	--	-----

477797 11 ИЮН 2015

ОКБ «ГИДРОПРЕСС»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 9 Вспомогательные системы энергблока	Изм. 15.06.15	9.1.3.2-12
---------------------	---	------------------	------------

Конструкция СИР приведена на рисунке 9.1.3.2.3.5.

Основными частями стенда являются:

- колонна;
- площадка рабочая;
- устройство для снятия головки ТВС;
- захват для тепловыделяющих элементов (включая барабан приводной), совмещенный с устройством для установки вытеснителя;
- устройство вращения ТВС;
- стол рабочий, включая механизмы наведения;
- пенал для негерметичных тепловыделяющих элементов;
- механическая часть (в том числе: модуль основной в сборе с модулем измерительным и устройством центрирования ТВС);
- комплект инструмента и принадлежностей в составе: макет ТВС, ключ универсальный, вытеснитель.

Колонна крепится верхней частью к закладной на отметке пола реакторного зала, нижняя часть колонны удерживается в вертикальном положении в направляющих, приваренных к закладным на вертикальной стене БВ.

Макет ТВС с макетами твэлов предназначен для контроля и испытаний оборудования, приспособлений и систем при проведении пуско-наладочных и контрольных испытаний на СИР. Макет ТВС на время проведения пуско-наладочных и контрольных испытаний размещается в ячейке стеллажа БВ.

В состав СИР также входят следующие устройства для стенда:

- система управления;
- измерительно-вычислительная система;
- манипулятор потвэльного КГО;
- устройство для вихретокового контроля твэла;
- погружная телекамера.

Система управления и измерительно-вычислительная система стенда (сбор и обработка всей информации) выполнены в переносном исполнении и устанавливаются в непосредственной близости к стенду (уточняется при разработке проекта).

Система потвэльного КГО твэлов ТВС с использованием ультразвукового метода служит для обнаружения негерметичных твэлов.

ВТД служит для обнаружения дефектов на наружной и внутренней поверхностях оболочек твэлов.

Система управления СИР осуществляет управление процессом инспекции и ремонта ТВС и состоит из переносного пульта управления, линий связи, датчиков контроля положения исполнительных механизмов и видео-контрольного устройства.

Измерительно-вычислительная часть СИР содержит средства обработки, отображения и накопления информации.

Все операции с ТВС контролируются оператором визуально с помощью погружной телекамеры и автоматически документируются.

491-Пр-1669

LN2O.P.132.1.090103.&&&&.021.HD.1001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	128
--------------------------------------	--	-----

477797 11 ИЮН 2015

ОКБ «ГИДРОПРЕСС»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 9 Вспомогательные системы энергблока	Изм. 15.06.15	9.1.3.2-13
---------------------	---	------------------	------------

- 1 – колонна;
- 2 – макет ТВС;
- 3 – устройство вращения ТВС;
- 4 – пенал для негерметичных твэлов;
- 5 – устройство центрирования ТВС;
- 6 – захват для твэлов;
- 7 – модуль измерительный;
- 8 – модуль основной;
- 9 – устройство для снятия головки ТВС;
- 10 – камера телевизионная;
- 11 – стол рабочий;
- 12 – площадка рабочая;
- 13 – манипулятор потвэльного КГО;
- 14 – устройство для вихретокового  
контроля твэла

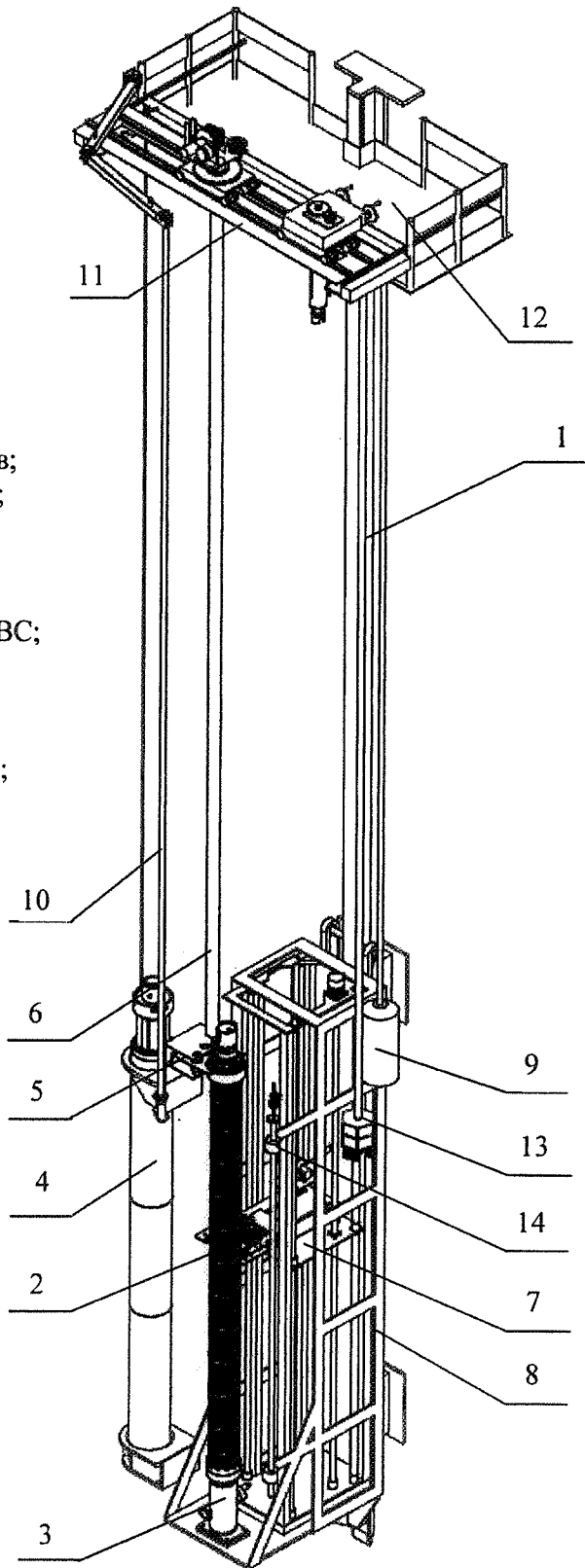


Рисунок 9.1.3.2.3.5 – Размещение оборудования СИР в БВ

491-Пр-1669

LN20.P.132.1.090103.&&&&.021.HD.1001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	129
--------------------------------------	--	-----

477797 11 ИЮН 2015

ОКБ «ГИДРОПРЕСС»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 9 Вспомогательные системы энергоблока	Изм. 15.06.15	9.1.3.2-14
---------------------	--	------------------	------------

Технология работы с ТВС на СИР исключает нарушение целостности оболочек твэлов, а именно:

- операция по установке (извлечению) ТВС в СИР является штатной операцией, выполняемой МП (аналогично установке ТВС в гнездо реактора);
- операция по снятию (установке) головки ТВС не оказывает воздействия на твэл;
- операция по извлечению твэла из ТВС выполняется с контролем допустимого усилия.

Подъем твэла выше отметки, обеспечивающей условия радиационной безопасности, исключается конструкцией оборудования СИР.

Работы с использованием СИР по контролю и ремонту ТВС осуществляются в период ППР. Перед началом работ на СИР оборудование СИР, включая СУ и ИВС, смонтировано и находится в работоспособном состоянии.

Регламент проведения работ на СИР следующий:

- с помощью МП выполняются следующие работы:

1) ремонтируемая ТВС, из которой извлечен ПС СУЗ, устанавливается в гнездо СИР;

2) в гнездо СИР устанавливается пенал для негерметичных твэлов и снимается пробка пенала;

- в процессе инспекции и ремонта ТВС на СИР выполняются следующие операции:

1) проводится визуальный осмотр, измерение размеров и видеосъемка ТВС;

2) производится снятие головки ТВС;

3) выполняется потвэльный контроль герметичности оболочек тепловыделяющих элементов;

4) выполняется извлечение негерметичных твэлов из ТВС;

5) в процессе извлечения негерметичных твэлов производится визуальный осмотр и видеосъемка,

6) проводится вихретоковая дефектоскопия оболочки твэлов;

7) производится установка извлеченных негерметичных твэлов в пенал для негерметичных твэлов;

8) производится установка вытеснителей в ТВС на место извлеченных негерметичных твэлов;

9) производится установка головки ТВС;

- после завершения инспекции и ремонта ТВС на СИР с помощью МП выполняются следующие операции:

1) производится установка пробки на пенал для негерметичных твэлов и его транспортирование в стеллаж БВ;

2) выполняется транспортирование отремонтированной ТВС в стеллаж БВ.

По окончании всех работ на СИР:

- все электрооборудование, а также оборудование СУ и ИВС демонтируется, подвергается дезактивации (по необходимости) и транспортируется на склад ТТО для хранения до следующего применения;

- пенал для негерметичных твэлов извлекается из СИР и хранится в стеллаже БВ;

- макет ТВС подвергается дезактивации и транспортируется на склад ТТО для хранения;

- механическая часть СИР находится на месте ее применения в БВ. В случае необходимости (например, для обеспечения возможности контроля и ремонта облицовки

491-Пр-1669

LN2O.P.132.1.090103.&&&&.021.HD.1001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	130
--------------------------------------	--	-----

477797 11 ИЮН 2015

ОКБ «ГИДРОПРЕСС»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 9 Вспомогательные системы энергоблока	Изм. 15.06.15	9.1.3.2-15
---------------------	--	------------------	------------

БВ) механическая часть СИР может быть демонтирована и после дезактивации перевезена на склад ТТО для хранения.

#### 9.1.3.2.4 Материалы

9.1.3.2.4.1 Выбор материалов для изготовления оборудования СКГО МП обусловлен условиями работы данной системы. Особенностью эксплуатации оборудования СКГО МП является работа с радиоактивной средой и ограниченный доступ к оборудованию при ремонте. В соответствии с этим трубопроводы СКГО МП изготовлены из нержавеющей стали аустенитного класса марки 08X18H10T.

9.1.3.2.4.2 Выбор материалов оборудования СОДС также обусловлен работой с радиоактивной средой, находящейся под давлением. В соответствии с этим оборудование СОДС изготовлено из нержавеющей стали аустенитного класса марки 08X18H10T, рама арматурного блока и щит управления выполнены из углеродистой стали, покрытой эмалью.

Лакокрасочные покрытия и стальные детали устойчивы к воздействию дезактивирующих растворов.

9.1.3.2.4.3 Выбор материалов оборудования СИР осуществлен с учетом его функций и обусловлен условиями работы СИР. Особенностью эксплуатации оборудования СИР является размещение его под слоем воды, ограниченный доступ к оборудованию при ремонте и воздействие дезактивирующих растворов.

#### 9.1.3.2.5 Испытания и контроль

9.1.3.2.5.1 Испытания при пуско-наладочных работах смонтированных систем КГО твэлов на остановленном реакторе (оборудования СКГО МП, оборудования СОДС и оборудования СИР) проводятся в соответствии с требованиями программ и методик испытаний соответствующих систем КГО.

При этом проводятся: контроль оборудования, проверка систем контроля и управления, проверка характеристик и режимов работы систем. В завершение ПНР проводится комплексное опробование каждой из систем КГО.

По результатам ПНР составляются отчеты о завершении испытаний СКГО МП, оборудования СОДС и оборудования СИР с изложением окончательных результатов и сравнением их с проектными значениями.

9.1.3.2.5.2 В процессе эксплуатации систем КГО твэлов (оборудования СКГО МП, оборудования СОДС и оборудования СИР) проводится контроль за состоянием и работоспособностью оборудования в соответствии с инструкциями по эксплуатации этих систем КГО.

#### 9.1.3.2.6 Требования по монтажу, транспортированию и техническому обслуживанию

9.1.3.2.6.1 Технические требования к монтажу должны соответствовать требованиям монтажной документации на соответствующее оборудование систем КГО твэлов ТВС (СКГО МП, СОДС и СИР).

9.1.3.2.6.2 Качество изготовления и монтажа оборудования систем КГО обеспечивается за счет контроля соответствия требованиям чертежей и нормативной документации.

9.1.3.2.6.3 Оборудование систем КГО транспортабельно любым видом транспорта. Средства транспортирования, методы хранения и монтажа должны исключать возможность механического повреждения элементов оборудования.

491-Пр-1669

LN20.P.132.1.090103.&&&&.021.HD.1001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	131
--------------------------------------	--	-----

477797 11 ИЮН 2015

ОКБ «ГИДРОПРЕСС»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 9 Вспомогательные системы энергоблока	Изм. 15.06.15	9.1.3.2-16
---------------------	--	------------------	------------

9.1.3.2.6.4 Техническое обслуживание оборудования систем КГО проводится непосредственно на месте его установки. Вид технического обслуживания и его объем определяются по результатам проверки технического состояния.

Проверка технического состояния оборудования систем КГО проводится при пуско-наладочных работах на РУ и в процессе эксплуатации в соответствии с требованиями документации по пуску, наладке и эксплуатации систем КГО.

9.1.3.2.6.5 В процессе эксплуатации оборудование должно поддерживаться в исправном состоянии, должен своевременно проводиться визуальный контроль основного металла и сварных соединений, технические осмотры и ремонты в соответствии с эксплуатационной документацией.

#### 9.1.3.2.7 Требования к эксплуатации и окружающим условиям

9.1.3.2.7.1 Часть оборудования СКГО МП, СИР и пены СОДС находятся в герметичной защитной оболочке РУ и недоступны для ремонта во время работы РУ.

9.1.3.2.7.2 Общие требования к эксплуатации соответствуют требованиям инструкций по эксплуатации соответствующего оборудования КГО.

9.1.3.2.7.3 Контроль технического состояния оборудования систем КГО, находящегося в герметичной защитной оболочке при эксплуатации РУ производится только во время планово-предупредительного ремонта.

9.1.3.2.7.4 При эксплуатации оборудования систем КГО должны соблюдаться правила общей, пожарной и радиационной безопасности.

9.1.3.2.7.5 В процессе эксплуатации необходимо строго соблюдать требования эксплуатационной документации оборудования систем КГО.

9.1.3.2.7.6 Оборудование систем КГО, находящееся в герметичной защитной оболочке сохраняет работоспособность при параметрах окружающей среды под оболочкой при нормальных условиях эксплуатации, при нарушении нормальных условий эксплуатации и при аварийных ситуациях «малой» и «большой» течей.

#### 9.1.3.2.8 Расчетное обоснование

9.1.3.2.8.1 Расчетный анализ подтверждает прочность элементов и узлов оборудования механической части СКГО МП и прочность крепления технологической части СКГО МП на мосту МП при НЭ, ННЭ и динамических воздействиях.

9.1.3.2.8.2 Расчетный анализ подтверждает прочность элементов и узлов оборудования СОДС при НЭ, ННЭ и при динамических воздействиях. Расчетный анализ показывает, что проектные геометрические величины конструктивных элементов и узлов оборудования СОДС, находящихся под давлением, удовлетворяют условиям прочности при НЭ и ННЭ и динамических воздействиях.

Теплотехническая надежность и радиационная безопасность при проведении работ в СОДС подтверждена расчетными анализами.

В тепловой части теплогидравлического расчетного анализа контура технологической части СОДС определен расход насоса в режиме настаивания и теплосъем при данном расходе. Показано, что теплообменник, входящий в состав пены, обеспечивает не превышение температуры воды в контуре СОДС свыше 90 °С.

В гидравлической части теплогидравлического расчетного анализа определены потери давления по трассе контура технологической части СОДС в режимах промывки и настаивания пробы. Давления внешней системы подачи раствора борной кислоты в технологическую часть СОДС достаточно для пропускания проектного расхода при

491-Пр-1669

LN2O.P.132.1.090103.&&&&.021.HD.1001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	132
--------------------------------------	--	-----

11 ИЮН 2015

477797



ОКБ «ГИДРОПРЕСС»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 9 Вспомогательные системы энергоблока	Изм. 15.06.15	9.1.3.2-17
---------------------	--	------------------	------------

промывке контура. Для режима настаивания пробы определена рабочая характеристика контура и соответственно рабочая точка при выбранном насосе.

В расчетном анализе определено допустимое время прекращения циркуляции воды в пенале СОДС в режиме настаивания из условия непревышения температуры насыщения воды в пенале с установленной в нем ТВС с максимальным тепловыделением.

В расчетном анализе радиационной защиты определены мощности доз облучения в местах обслуживания оборудования СОДС для определения регламента работы с оборудованием СОДС.

9.1.3.2.8.3 Прочность несущих элементов и узлов СИР в режимах НЭ, ННЭ, а также от внешних динамических воздействий подтверждена расчетными анализами на прочность СИР. Расчетный анализ показал, что проектные геометрические величины конструктивных элементов и узлов оборудования СИР удовлетворяют условиям прочности при НЭ, ННЭ и динамических воздействиях.

Расчетный анализ на прочность пенала для негерметичных тепловыделяющих элементов при его падении на стеллаж БВ при транспортировании показал, что разрушения корпуса пенала и труб для твэлов не происходит. В запас рассмотрен вариант падения пенала, полностью загруженного твэлами. Остаточные деформации труб для твэлов в пенале не приводят к нарушению требований ядерной безопасности.

Теплотехническая надежность и радиационная безопасность при проведении работ на СИР подтверждена расчетными анализами.

В расчетном анализе охлаждения пенала с негерметичными тепловыделяющими элементами в стационарном режиме подтверждено обеспечение надежного охлаждения негерметичных твэлов в пенале.

В расчетном анализе радиационной защиты определены мощности доз облучения в местах обслуживания оборудования СИР для определения регламента работы с оборудованием СИР.

477797 11 ИЮН 2015

491-Пр-1669

LN20.P.132.1.090103.&&&&.021.HD.1001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	133
--------------------------------------	--	-----

ОКБ «ГИДРОПРЕСС»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 9 Вспомогательные системы энергоблока	Изм. 15.06.15	9.1.3.2-18
---------------------	--	------------------	------------

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Общие положения обеспечения безопасности атомных станций, ОПБ-88/97, НП-001-97 (ПНАЭ Г-01-011-97), Москва, 1997.
- 2 Нормы проектирования сейсмостойких атомных станций, НП-031-01, Москва, 2001.
- 3 Правила устройства и безопасной эксплуатации оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок, ПНАЭ Г-7-008-89, Москва, 2000.
- 4 Правила ядерной безопасности реакторных установок атомных станций, НП-082-07, Москва, 2007.
- 5 Нормы расчета на прочность оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок, ПНАЭ Г-7-002-86, Москва, Энергоатомиздат, 1989.
- 6 Оборудование и трубопроводы атомных энергетических установок. Сварка и наплавка. Основные положения, ПНАЭ Г-7-009-89, Москва, 2000.
- 7 Оборудование и трубопроводы атомных энергетических установок. Сварка и наплавка. Правила контроля, ПНАЭ Г-7-010-89, Москва, 2000.
- 8 2.6.1 Ионизирующее излучение, радиационная безопасность. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009). Санитарные правила и нормативы, СанПиН 2.6.1.2523-09, Роспотребнадзор, Федеральный центр гигиены и эпидемиологии, 2009.
- 9 Правила оценки соответствия оборудования, комплектующих, материалов и полуфабрикатов, поставляемых на объекты использования атомной энергии, НП-071-06, Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору, 2007.
- 10 Правила безопасности при хранении и транспортировании ядерного топлива на объектах использования атомной энергии, НП-061-05, Москва, 2005.
- 11 Правила устройства электроустановок, Санкт-Петербург, 2001.
- 12 Общие положения обеспечения безопасности объектов ядерного топливного цикла, (ОПБ ОЯТЦ), НП-016-05, Москва, 2006.
- 13 Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2010). Санитарные правила и нормативы, СП 2.6.1.2612-10, Москва, 2010.
- 14 Размещение атомных станций. Основные критерии и требования по обеспечению безопасности, НП-032-01, Москва, 2002.
- 15 Технические требования по контролю герметичности оболочек твэлов во время работы и после остановки реакторной установки, 392М Д19, ОКБ «ГИДРОПРЕСС», 2007.

11 ИЮН 2015

477797

491-Пр-1669

LN2O.P.132.1.090103.&&&&.021.HD.1001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	134
--------------------------------------	--	-----

ОКБ «ГИДРОПРЕСС»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 9 Вспомогательные системы энергоблока	Изм. 15.06.15	9.1.3.2-19
---------------------	--	------------------	------------

### ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

Изм.	Номера листов (страниц)				Всего листов (страниц) в документе	Номер документа	Входящий № сопроводительного документа и дата	Подп.	Дата
	измененных	замененных	новых	аннулированных					

11 ИЮН 2015

[Handwritten signature]

477797

491-Пр-1669

LN20.P.132.1.090103.&&&&.021.HD.1001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	135
--------------------------------------	--	-----