
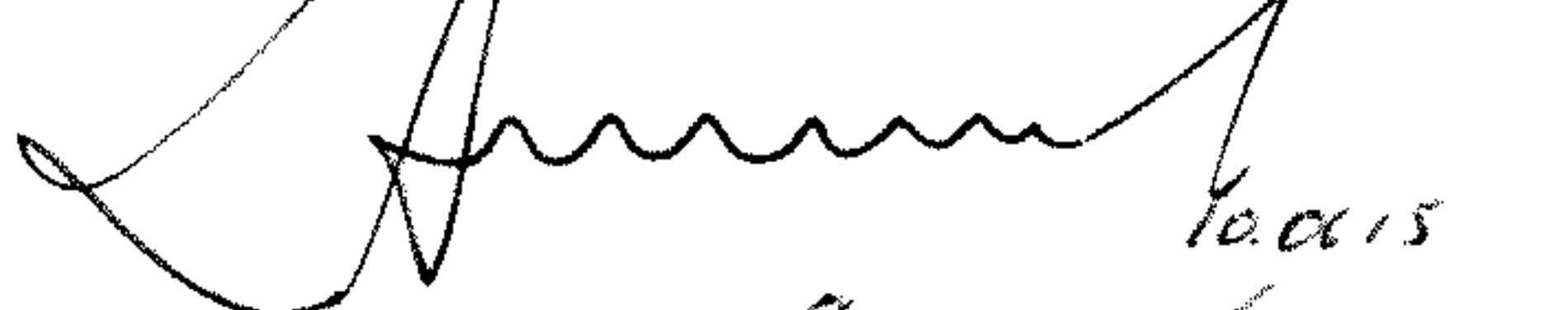


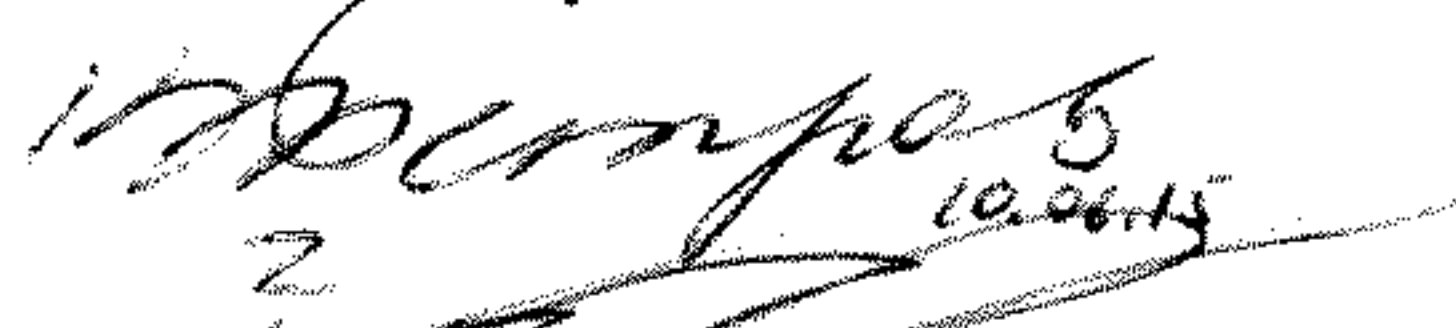



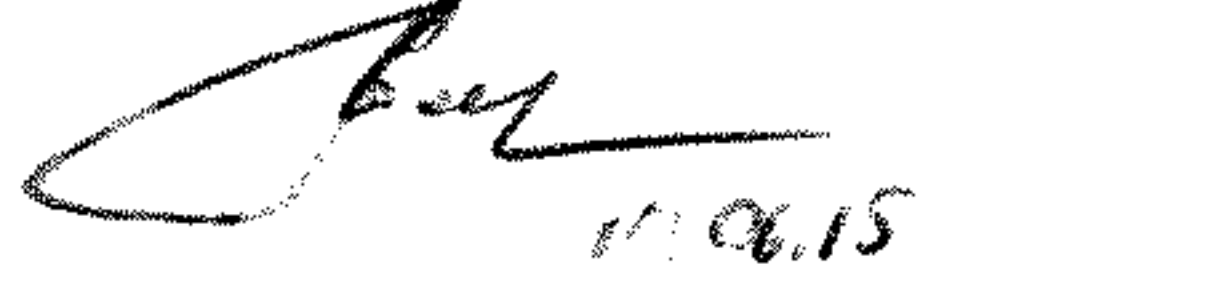



ОКБ «ГИДРОПРЕСС»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 10.06.15	12.1.5-1
---------------------	---	------------------	----------

## 12.1.5 СИСТЕМА АВАРИЙНОГО ГАЗОУДАЛЕНИЯ

Дата		06.2015
Заместитель генерального конструктора, начальник отделения		И.Г. Щекин
Главный конструктор- начальник департамента		М.П.Никитенко
Заместитель главного конструктора, начальник отдела		М.В.Луканин
Начальника отдела		М.А.Подшибякин
Начальник отдела		В.В.Петров
Ведущий конструктор		А.А.Пантюхин
Начальник группы		Г.В.Лосевской
Проверил		М.В.Смирнов
Разработал		Г.В.Лосевской
Нормоконтролер		Е.С. Дуденчук
Всего листов		15

## СОДЕРЖАНИЕ

Список сокращений .....	12.1.5-2
12.1.5.1 Проектные основы .....	12.1.5-3
12.1.5.2 Проект системы .....	12.1.5-5
12.1.5.3 Управление и контроль работы системы.....	12.1.5-10
12.1.5.4 Испытание и проверки.....	12.1.5-10
12.1.5.5 Анализ проекта .....	12.1.5-11
12.1.5.6 Выводы .....	12.1.5-13
Список литературы .....	12.1.5-14
Лист регистрации изменений .....	12.1.5-15

477762 10 ИЮН 2015

491-Пр-1683

LN2O.P.132.1.120105.&&&&.021.HD.1001\_&\_F=0

LN2O.P.132.1.120105.&&&&.021.HD.1001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	144
--------------------------------------	--	-----

ОКБ «ГИДРОПРЕСС»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 10.06.15	12.1.5-2
---------------------	---	------------------	----------

## СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

- АЭС - атомная электрическая станция
- БПУ - блочный пункт управления
- ГЦК - главный циркуляционный контур
- ЗПА - запроектная авария
- ИПУ - импульсно-предохранительное устройство
- КД - компенсатор давления
- КИП - контрольно-измерительные приборы
- МРЗ - максимальное расчетное землетрясение
- ПА - проектная авария
- ПГ - парогенератор
- ПЗ - проектное землетрясение
- РУ - реакторная установка
- РО - реакторное отделение
- РПУ - резервный пункт управления
- САГ - система аварийного газоудаления

10 ИЮН 2015

477762

491-Пр-1683

LN2O.P.132.1.120105.&&&&.021.HD.1001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	145
--------------------------------------	--	-----

ОКБ «ГИДРОПРЕСС»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 10.06.15	12.1.5-3
---------------------	---	------------------	----------

### 12.1.5.1 Проектные основы

12.1.5.1.1 Система аварийного газоудаления (КТР) предназначена для удаления парогазовой смеси из первого контура РУ (реактора, КД и коллекторов ПГ) и снижения давления в первом контуре совместно с ИПУ КД с целью уменьшения последствий при проектных и запроектных авариях.

Система обеспечивается питанием от источников аварийного электроснабжения I группы и выполняет свои функции во всех режимах работы блока, включая аварийные.

Допускается использование системы при нормальной эксплуатации, а также в условиях отказов.

12.1.5.1.2 В основу проектирования системы и ее компонентов положено выполнение следующих требований:

- система должна соответствовать требованиям правил и норм, действующих в атомной энергетике;

- система должна обеспечить смягчение последствий при запроектных авариях путем удаления парогазовой смеси из первого контура РУ (реактора, КД и коллекторов ПГ) и снижения давления в первом контуре до 1 МПа совместно с ИПУ КД;

- в режимах ПА система должна обеспечивать удаление парогазовой смеси из оборудования первого контура РУ (реактора и коллекторов ПГ) в герметичный объем или барботер для создания замкнутого контура циркуляции теплоносителя в ГЦК;

- активные элементы системы (арматура) должны иметь резервирование с учетом принципа единичного отказа;

- арматура системы должна иметь питание от источников аварийного электроснабжения I группы;

- управление арматурой дистанционное (оператором);

- на БПУ и РПУ должны быть предусмотрены средства для дистанционного управления и контроля положения запорного устройства арматуры в предаварийный, аварийный и послеаварийный периоды;

- при проектировании системы должны быть учтены силовые нагрузки при сбросе парогазовой смеси и пароводяной смеси из первого контура в аварийных режимах;

- трубопроводы и арматура системы должны сохранять свою работоспособность в условиях окружающей среды под герметичной оболочкой.

12.1.5.1.3 Трубопроводы системы аварийного газоудаления от компенсатора давления, реактора, коллекторов парогенераторов до клапанов запорных на линиях сброса парогазовой смеси в барботер и герметичный объем имеют классификационное обозначение 23 в соответствии с /1/ и относятся к группе В в соответствии с /2/.

Трубопроводы системы после клапанов запорных на линиях сброса парогазовой смеси в барботер и герметичный объем имеют классификационное обозначение 33 в соответствии с /1/ и относятся к группе С в соответствии с /2/.

Вся арматура системы имеет классификационное обозначение 23 в соответствии с /1/, классификацию по назначению и условиям эксплуатации - 2ВПа в соответствии с /3/.

Элементы цепей управления и блоков питания арматуры относятся к классу 2У по /1/.

Трубопроводы САГ от КД, реактора, коллекторов парогенераторов до арматуры КТР30АА101, КТР30АА102 и КТР40АА103, КТР40АА104 относятся к I категории сейсмостойкости в соответствии с /4/.

Трубопроводы после арматуры КТР30АА101, КТР30АА102 и КТР40АА103, КТР40АА104 относятся ко II категории сейсмостойкости в соответствии с /4/.

491-Пр-1683

LN2O.P.132.1.120105.&&&&.021.HD.1001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	146
--------------------------------------	--	-----

477762  
10 ИЮН 2015

ОКБ «ГИДРОПРЕСС»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 10.06.15	12.1.5-4
---------------------	---	------------------	----------

Отказ (разрыв) трубопроводов после арматуры сброса парогазовой смеси в барботер и герметичный объем (КТР30АА101, КТР30АА102, КТР40АА103, КТР40АА104) не является исходным событием, приводящим к проектной или запроектной авариям, не приводит к невыполнению системой своих функций по сбросу среды из оборудования РУ.

12.1.5.1.4 Система аварийного газоудаления связана со следующими системами:

- реактором;
- парогенераторами;
- системой компенсации давления;
- системой воздухоудаления;
- системой дренажа оборудования здания реактора.

12.1.5.1.5 Компоновка системы выполнена с учетом следующих основных принципов:

- принципа единичного отказа;
- принципа резервирования;
- принцип разнообразия;
- принцип разделения;
- принцип включения в работу.

Обеспечение принципа единичного отказа - система выполняет заданные функции при любом требующем ее работы исходном событии (на каждом сбросном тракте из оборудования первого контура установлено по две запорных арматуры, электропитание которых обеспечивается в независимых каналах системы безопасности, что исключает отказы механических и электрических частей арматуры. Система выполняет свои функции при отказах (разрывах) трубопроводов от оборудования (реактора, КД и ПГ) до первой арматуры (приводит к проектной аварии), так как при этих исходных событиях отвод газообразных продуктов осуществляется непосредственно в объем герметичной оболочки. Отказ (разрыв) трубопроводов после арматуры сброса парогазовой смеси в барботер и герметичный объем (КТР30АА101, КТР30АА102, КТР40АА103, КТР40АА104) не является исходным событием, приводящим к проектной или запроектной авариям, не приводит к невыполнению системой своих функций по сбросу среды из оборудования РУ.

Обеспечение принципа резервирования – вся примененная арматура выполнена с двойным резервированием, что исключает невыполнение системой своих функций.

Обеспечение принципа разнообразия осуществляется путем отвода среды отдельно от реактора, КД и парогенераторов или одновременного сброса из указанного оборудования в любых сочетаниях. Несанкционированное вмешательство персонала исключается наличием двух последовательно установленных нормально закрытых клапанов на каждой линии сброса среды системы. Трассировка трубопроводов системы обеспечивает работоспособность системы при землетрясении до МРЗ включительно, падении самолета, воздействии на здание ударной волны, воздействии окружающей среды с параметрами ЗПА.

Обеспечение принципа разделения осуществляется путем размещения последовательно установленной запорной арматуры по трактам системы на разных уровнях в разных помещениях.

Трассировка трубопроводов системы:

- обеспечивает заполнение и слив среды из трубопроводов, отсекаемых арматурой и отсутствие гидрозатворов и газовых пробок;
- обеспечивает возможность контроля и периодических испытаний элементов системы с целью проверки их работоспособности;

491-Пр-1683

LN2O.P.132.1.120105.&&&&.021.HD.1001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	147
--------------------------------------	--	-----

477762 10 ИЮН 2015

ОКБ «ГИДРОПРЕСС»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 10.06.15	12.1.5-5
---------------------	---	------------------	----------

Обеспечение принципа включения – включение системы аварийного газоудаления производится оператором дистанционно путем открытия арматуры на соответствующих трактах, исходя из требований инструкции по эксплуатации РУ или инструкции по ликвидации аварий.

При работе РУ на мощности работа системы не предусматривается, арматура системы находится в закрытом состоянии. САГ может использоваться при нормальной эксплуатации, нарушении нормальной эксплуатации и для смягчения протекания проектных аварий.

В режиме планового расхолаживания РУ САГ используется оператором при необходимости для расхолаживания верхнего блока и коллекторов ПГ путем открытия соответствующих трактов от оборудования в барботер согласно инструкции по эксплуатации РУ.

САГ может использоваться в режимах расхолаживания при обесточивании для расхолаживания верхней части реактора с целью исключения «зависания» температуры крышки корпуса реактора.

Также САГ может быть использован для удаления водорода из первого контура после останова реактора перед разуплотнением крышки реактора.

В проектных авариях САГ может быть использован оператором (согласно инструкции по ликвидации аварии) для удаления неконденсирующихся газов из верхних точек первого контура (реактор, коллектора парогенератора, КД).

При запроектных авариях, связанных с плавлением активной зоны, система в соответствии с инструкцией по управлению запроектными авариями используется для снижения давления в первом контуре до 1 МПа путем сброса среды из КД в герметичный объем.

При проектных и запроектных авариях, в которых требуется подключение системы аварийного газоудаления, сброс среды осуществляется в герметичный объем. В остальных режимах функционирования САГ сброс среды осуществляется в барботер.

### 12.1.5.2 Проект системы

12.1.5.2.1 Технологическая схема системы приведена на рисунке 12.1.5.1 в соответствии с /5/.

Конструкция трубопроводов и элементов крепления приведена в /6,7/.

Система состоит из трубопроводов и установленной на них арматуры для осуществления отвода парогазовой смеси в барботер и под герметичную оболочку:

- из-под крышки реактора (трубопровод 38x4 мм и установленная на нем арматура КТР10АА101, КТР10АА102, связанные с коленом воздушника реактора);

- из коллекторов первого контура парогенераторов по трубопроводам 18x2,5 мм и установленной на них арматуре КТР21(22,23,24)АА101, КТР21(22,23,24)АА102. Отводящие от ПГ парогазовую смесь трубопроводы объединены попарно в трубопроводы 38x4 мм;

- из компенсатора давления по трубопроводу 76x7 мм, присоединенному к трубопроводу сброса пара между КД и ИПУ КД, и установленной на нем арматуре КТР40АА101, КТР40АА102.

Удаляемая парогазовая смесь направляется в барботер по трубопроводу 76x7 мм, который врезан в трубопровод сброса пара 273x20 мм между ИПУ КД и барботером, путем открытия арматуры КТР30АА101, КТР30АА102.

491-Пр-1683

LN2O.P.132.1.120105.&&&&.021.HD.1001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	148
--------------------------------------	--	-----

477762 10 ИСН 2015

477762 10 ИЮН 2015

ОКБ «ГИДРОПРЕСС»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 10.06.15	12.1.5-6
---------------------	---	------------------	----------

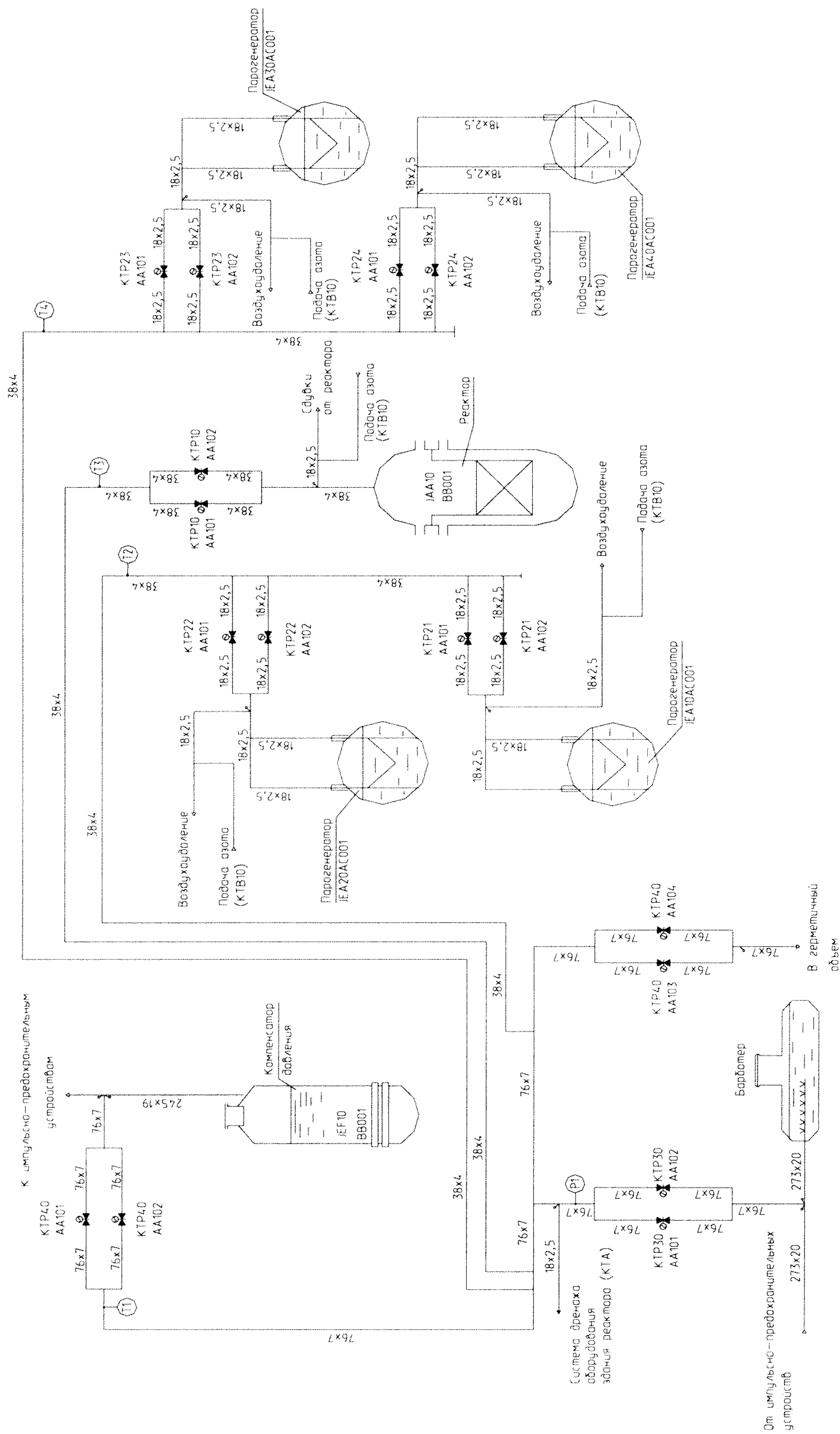


Рисунок 12.1.5.1 – Схема системы аварийного газоудаления

491-Пр-1683

LN2O.P.132.1.120105.&&&&.021.HD.1001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	149
--------------------------------------	--	-----

ОКБ «ГИДРОПРЕСС»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 10.06.15	12.1.5-7
---------------------	---	------------------	----------

Удаление парогазовой смеси под герметичную оболочку осуществляется по трубопроводу 76x7 мм открытием арматуры КТР40АА103, КТР40АА104.

12.1.5.2.2 Последовательно установленная запорная арматура по трактам САГ размещена на разных уровнях помещения РО, разделенных стенами и перекрытиями /6/:

- первая арматура по ходу среды КТР40АА101, КТР40АА102 на отметке +31,250 (помещение КД);

- первая арматура по ходу среды КТР21(22,23,24)АА101, КТР21(22,23,24)АА102, КТР10АА101, КТР10АА102 на отметке +21,440 (площадка обслуживания ПГ);

- вторая арматура по ходу среды КТР30АА101, КТР30АА102 КТР40АА103, КТР40АА104 на отметке +11,900 (площадка обслуживания барботера).

12.1.5.2.3 Вся примененная арматура электроприводная сильфонного типа. Надежность системы аварийного газоудаления достигается двукратным дублированием арматуры. Проектные параметры арматуры приведены в таблице 12.1.5.1.

Материал основных деталей арматуры:

- корпуса, седла и золотники клапанов – сталь марки 08Х18Н10Т-ВД;
- сильфоны, кольца клапанов – сталь 08Х18Н10Т;
- наплавка на седлах и золотниках – сплав ЦН-6Л.

Материалы выбраны с учетом сведения к минимуму коррозии, применены в действующих реакторных установках и отвечают требованиям /2/. Сварочные материалы, используемые при изготовлении арматуры, применяются в соответствии с /8/.

Характеристики электроприводов арматуры САГ представлены в таблице 12.1.5.2.

12.1.5.2.4 Трубопроводы с арматурой закрепляются неподвижными и скользящими опорами, которые обеспечивают перемещения в результате тепловых расширений и защиту трубопроводов от сейсмических и гидродинамических воздействий.

Конструкция и расположение трубопроводов и их арматуры позволяет производить ремонт и необходимый контроль. Ремонт производится путем восстановления или замены вышедших из строя элементов, выборки и подварки дефектных мест, подтяжки и т. д.

Конструкция трубопроводов разработана в соответствии с /1-4, 8-10/.

Трубопроводы, а также штуцеры, колена и тройники этих трубопроводов изготовлены из стали марки 08Х18Н10Т в соответствии с /11/.

Материал выбран с учетом сведения к минимуму коррозии, применен в действующих реакторных установках и отвечает требованиям /2/.

Сварочные материалы, используемые при изготовлении компонентов трубопроводов, применяются в соответствии с /8/. Требования к контролю качества сварных соединений трубопроводов соответствуют /9/.

491-Пр-1683

LN2O.P.132.1.120105.&&&&.021.HD.1001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	150
--------------------------------------	--	-----

477762 — 10 ИЮН 2015

497762 / 10 ИСН 2015

491-Пр-1683

Таблица 12.1.5.1 - Проектные параметры арматуры

Наименование характеристики	Значение		
	Клапан запорный с электроприводом КТР21АА101, КТР21АА102 КТР22АА101, КТР22АА102 КТР23АА101, КТР23АА102 КТР24АА101, КТР24АА102	Клапан запорный с электроприводом КТР10АА101, КТР10АА102	Клапан запорный с электроприводом КТР40АА101, КТР40АА102, КТР40АА103, КТР40АА104, КТР30АА101, КТР30АА102
Рабочая среда	Газ, парогазовая смесь, парожидкостная смесь		
Диаметр условный, мм	15	32	65
Температура расчетная, °С	350		
Давление расчетное, МПа	18		
Время открытия или закрытия, с, не более	10	25	11
Коэффициент гидравлического сопротивления на золотник / под золотник, не более	6,4/6,9		4,9/4,9

ОКБ «ГИДРОПРЕСС»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 10.06.15	12.1.5-8
---------------------	---	------------------	----------

LN2O.P.132.1.120105.&&&&.021.HD.1001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	151
--------------------------------------	--	-----



477762 *LD* 10 ИСН 2015

491-Пр-1683

Таблица 12.1.5.2 - Характеристики электроприводов арматуры

Наименование характеристики	Значение		
	Клапан запорный с электроприводом КТР21АА101, КТР21АА102 КТР22АА101, КТР22АА102 КТР23АА101, КТР23АА102 КТР24АА101, КТР24АА102	Клапан запорный с электроприводом КТР10АА101, КТР10АА102	Клапан запорный с электроприводом КТР40АА101, КТР40АА102, КТР40АА103, КТР40АА104, КТР30АА101, КТР30АА102
Мощность электродвигателя, кВт	0,045	0,18	1,5
Категория электропитания	I		
Напряжение, В	220/380		
Примечание - Система электропитания предусматривает линейное напряжение 380 В, фазное – 220 В.			

LN2O.P.132.1.120105.&&&&.021.HD.1001

Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)

152

ОКБ  
«ГИДРОПРЕСС»

Ленинградская АЭС-2 Блок 1  
Глава 12 Системы безопасности

Изм.  
10.06.15

12.1.5-9

ОКБ «ГИДРОПРЕСС»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 27.05.15	12.1.5-10
---------------------	---	------------------	-----------

12.1.5.2.5 Оборудование и трубопроводы системы расположены целиком в пределах герметичного объема РУ и сохраняют свою работоспособность в условиях окружающей среды под оболочкой при нормальных условиях эксплуатации, нарушении отвода тепла из-под оболочки, при «малой» и «большой» течах теплоносителя, а также в условиях ЗПА. Условия окружающей среды приведены в таблице 3.13.1.1.1 (Глава 3, подраздел 3.13.1).

В условиях ЗПА обеспечивается открытие арматуры на начальной стадии развития аварии.

### 12.1.5.3 Управление и контроль работы системы

12.1.5.3.1 Проект системы контроля и управления для системы аварийного газоудаления разработан в соответствии с требованиями /1, 2/.

12.1.5.3.2 Управление арматурой системы осуществляется оператором дистанционно с БПУ и РПУ. При этом управление параллельно установленной арматурой производится в двух независимых каналах системы безопасности.

Резервирование датчиков контроля давления и температуры в проекте не предусмотрено, поскольку они используются только при нормальной эксплуатации с целью контроля отсутствия протечек арматуры системы.

12.1.5.3.3 Контроль за положением (состоянием) элементов, контроль технологических параметров, а также сигнализацию предусматривается выполнить на БПУ и РПУ.

12.1.5.3.4 Информация о состоянии системы аварийного газоудаления при эксплуатации предусматривает измерение следующих параметров:

- температуры металла трубопроводов отвода газа (парогазовой смеси) из реактора, КД и коллекторов ПГ (рисунок 12.1.5.1);
- давления в общем трубопроводе отвода парогазовой смеси (рисунок 12.1.5.1).

Перечень точек контроля параметров системы аварийного газоудаления и требования к КИП приведены в таблице 12.1.5.3.

Таблица 12.1.5.3 - Перечень точек контроля параметров рабочей среды

Наименование контролируемого параметра	Количество точек контроля	Номинальное значение	Диапазон измерения	Точка контроля по рисунку 12.1.5.1
Температура, °С	4	15 - 60	0 - 400	T1, T2, T3, T4
Давление, МПа	1	0,12	0 - 25	P1

### 12.1.5.4 Испытание и проверки

12.1.5.4.1 Объем работ определяется пуско-наладочной (глава 14) и эксплуатационной документацией.

Проверка арматуры САГ проводится по специально разработанному регламенту.

Функциональное (комплексное) опробование системы производится перед вводом РУ в эксплуатацию с целью подтверждения проектных характеристик. Во время проведения пуско-наладочных работ проводятся:

- проверка правильности монтажа;
- проверка готовности внешних систем;
- проверка электрических цепей системы управления;
- проверка работоспособности КИП и сигнализации на РПУ и БПУ;
- проверка расходных характеристик системы;

491-Пр-1683

LN2O.P.132.1.120105.&&&&.021.HD.1001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	153
--------------------------------------	--	-----

477762 10 ИЮН 2015

ОКБ «ГИДРОПРЕСС»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 27.05.15	12.1.5-11
---------------------	---	------------------	-----------

- гидравлическое испытание с целью проверки плотности и прочности.  
Гидравлические испытания элементов системы проводятся:  
- до вторых запорных клапанов - совместно с оборудованием первого контура;  
- после вторых запорных клапанов на линии сброса среды в барботер - совместно с трубопроводами сброса системы компенсации давления после ИПУ.

После проведения гидравлических испытаний осуществляется сброс среды из трубопроводов системы в систему дренажей и организованных протечек (КТА).

В процессе эксплуатации предусмотрен контроль за состоянием элементов системы, состоящий из:

- контроля работоспособности арматуры (включая контроль плотности арматуры в затворе);
- контроля за состоянием металла трубопроводов и корпусов арматуры;
- контроля сварных соединений;
- периодической проверки КИП системы.

Перед осмотром, при необходимости, следует провести дезактивацию наружных поверхностей трубопроводов и арматуры.

Испытания и ремонт элементов системы проводятся только при остановленном реакторе.

### 12.1.5.5 Анализ проекта

12.1.5.5.1 Надежность оборудования системы аварийного газоудаления и соответствие его проектным характеристикам обеспечивается контролем качества на всех этапах изготовления и монтажа, проведением пуско-наладочных работ и контролем за состоянием оборудования во время эксплуатации, а также резервированием активных элементов системы.

12.1.5.5.2 Анализ характера и последствий повреждений оборудования и трубопроводов представляется в отдельных документах (количественном и качественном анализе надежности) /12/.

12.1.5.5.3 Анализ отказов элементов системы и их последствий представляется в отчете по вероятностному анализу безопасности, представленному в разделе 1.8.3. В качестве отказов системы рассматриваются разрывы трубопроводов от оборудования (реактора, КД и ПГ) до первой арматуры, приводящие к "малой" течи теплоносителя первого контура эквивалентным диаметром не более 62 мм. При этом система выполняет свою функцию, так как отвод газообразных продуктов осуществляется непосредственно в объем герметичной оболочки.

Показатели надежности арматуры определяются ресурсными испытаниями, проводимыми на заводе-изготовителе. Вероятность безотказной работы клапанов с электроприводом для систем безопасности должна быть не менее 0,995 при наработке 25 циклов.

12.1.5.5.4 При работе РУ на мощности работа системы не предусматривается, арматура системы находится в закрытом состоянии. В режиме планового расхолаживания РУ САГ используется оператором при необходимости для расхолаживания верхнего блока и коллекторов ПГ путем открытия соответствующих трактов от оборудования в барботер согласно инструкции по эксплуатации РУ.

САГ может использоваться в режимах расхолаживания при обесточивании для расхолаживания верхней части реактора с целью исключения «зависания» температуры крышки корпуса реактора.

491-Пр-1683

LN2O.P.132.1.120105.&&&&.021.HD.1001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	154
--------------------------------------	--	-----

477762 ← 10 ИЮН 2015

ОКБ «ГИДРОПРЕСС»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 27.05.15	12.1.5-12
---------------------	---	------------------	-----------

Также САГ может быть использован для удаления водорода из первого контура после останова реактора перед разуплотнением крышки реактора.

В проектных авариях САГ может быть использован оператором (согласно инструкции по ликвидации аварии) для удаления неконденсирующихся газов из верхних точек первого контура (реактор, коллектора парогенератора, КД).

При запроектных авариях, связанных с плавлением активной зоны, система в соответствии с инструкцией по управлению запроектными авариями используется для снижения давления в первом контуре до 1 МПа путем сброса среды из КД в герметичный объем.

12.1.5.5.5 Защита от несанкционированного вмешательства персонала обеспечивается наличием двух последовательно установленных нормально закрытых клапанов на каждой линии сброса среды системы.

12.1.5.5.6 Защита трубопроводов от перемещений в результате тепловых расширений обеспечивается компенсационными гибоми трубопроводов.

Защита от повреждений в результате сейсмических и гидравлических воздействий обеспечивается закреплением трубопроводов неподвижными и скользящими опорами.

Обоснование прочности системы при действии на нее нагрузок в проектных режимах работы РУ, представленных в разделе 1.6, нагрузок от землетрясения, включая ПЗ и МРЗ, ПА, а также особых динамических воздействий, связанных с падением самолета на герметичную оболочку и действием воздушной ударной волны представлено в /13-16/.

По результатам расчетов /14-17/ выполнен расчет /15/, подтверждающий работоспособность элементов крепления трубопроводов системы аварийного газоудаления.

Максимальные нагрузки, полученные при анализе статической прочности /13/, выполненного с использованием /18/, не превышают допускаемые.

Повреждаемость трубопроводов, полученная при анализе циклической прочности /15/, выполненного с использованием /18, 19/, не превышает 1.

Нагрузки от внешних динамических воздействий /16/, определенные с использованием /20/ не превышают допускаемые.

Гидродинамические нагрузки при срабатывании системы /17/, определяемые по результатам /21/ с использованием /18/, не превышают допускаемые.

12.1.5.5.7 Последствия ошибочных действий персонала, приводящих к непреднамеренному срабатыванию системы при работе РУ на мощности, в рамках обоснования безопасности АЭС рассматриваются в разделе 15.5.10, пункт 15.5.10.0.

12.1.5.5.8 Проект системы аварийного газоудаления для Ленинградской АЭС-2 разработан на основе проекта САГ для РУ В-412, В-428.

Основные отличия от проекта системы для РУ В-428:

- резервирование арматуры на трактах сброса от реактора и КД приведено в соответствие с резервированием арматуры на трактах сброса от ПГ (на каждом тракте сброса предусмотрено по два параллельно установленных клапана);

- трассировка трубопроводов сброса от реактора и парогенераторов, соединенных попарно, до помещения барботера выполнены отдельными трубопроводами;

- в помещении барботера дополнительно введен сброс среды в герметичный объем, минуя барботер;

- предусмотрен контроль давления в трубопроводах между арматурами и температуры трубопроводов для контроля протечек в арматуре.

Основные отличия от проекта системы для РУ В-412:

491-Пр-1683

LN2O.P.132.1.120105.&&&&.021.HD.1001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	155
--------------------------------------	--	-----

477762 10 ИЮН 2015

ОКБ «ГИДРОПРЕСС»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 27.05.15	12.1.5-13
---------------------	---	------------------	-----------

- трассировка трубопроводов сброса от реактора и парогенераторов, соединенных попарно, до помещения барботера выполнены отдельными трубопроводами;
- предусмотрен контроль давления в трубопроводах между арматурами и температуры трубопроводов для контроля протечек в арматуре.

### 12.1.5.6 Выводы

12.1.5.6.1 Проект САГ реализован в соответствии с проектными основами и действующей на момент выпуска предварительного отчета по обоснованию безопасности нормативной документации, обеспечивая выполнение системой заданных функций.

477762 — 10 ИЮН 2015

491-Пр-1683

LN2O.P.132.1.120105.&&&&.021.HD.1001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	156
--------------------------------------	--	-----

ОКБ «ГИДРОПРЕСС»	Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности	Изм. 27.05.15	12.1.5-14
---------------------	---	------------------	-----------

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Общие положения обеспечения безопасности атомных станций. ОПБ-88/97 НП-001-97 (ПНАЭ Г-01-011-97), Москва, 1997
- 2 Правила устройства и безопасной эксплуатации оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок. ПНАЭ Г-7-008-89, Москва, 2000
- 3 Трубопроводная арматура для атомных станций. Общие технические требования. НП-068-05, Москва, 2005
- 4 Нормы проектирования сейсмостойких атомных станций. НП-031-01, Москва, 2005
- 5 Система аварийного газоудаления. Схема гидравлическая принципиальная. 491.20 ГЗ, ОКБ «ГИДРОПРЕСС», 2010
- 6 Трубопроводы. Чертеж общего вида, 491.20.01 ВО, ОКБ «ГИДРОПРЕСС», 2007
- 7 Элементы крепления. Чертеж общего вида, 491.20.02 ВО, ОКБ «ГИДРОПРЕСС», 2007
- 8 Оборудование и трубопроводы атомных энергетических установок. Сварка и наплавка. Основные положения, ПНАЭ Г-7-009-89, Москва, 2000
- 9 Оборудование и трубопроводы атомных энергетических установок. Сварные соединения и наплавки. Правила контроля, ПНАЭ Г-7-010-89, Москва, 2000
- 10 Нормы расчета на прочность оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок, ПНАЭ Г-7-002-86, Москва, Энергоатомиздат, 1989
- 11 Система аварийного газоудаления. Спецификация конструкционных материалов, 491.20 Д1, ОКБ «ГИДРОПРЕСС», 2007
- 12 Система аварийного газоудаления. Анализ надежности, 392М.20 ДЗ, ОКБ «ГИДРОПРЕСС», 2007
- 13 Система аварийного газоудаления. Расчет на прочность. Часть 2. Анализ статической прочности, 491.20 РР2.1, ОКБ «ГИДРОПРЕСС», 2007
- 14 Система аварийного газоудаления. Расчет на прочность. Часть 3. Анализ циклической прочности, 491.20 РР2.2, ОКБ «ГИДРОПРЕСС», 2007
- 15 Система аварийного газоудаления. Расчет на прочность. Часть 4. Элементы крепления, 491.20 РР2.3, ОКБ «ГИДРОПРЕСС», 2007
- 16 Система аварийного газоудаления. Расчет на прочность. Часть 6. Учет нагрузок от внешних динамических воздействий, 491.20 РР2.5, ОКБ «ГИДРОПРЕСС», 2007
- 17 Система аварийного газоудаления. Расчет на прочность. Часть 7. Учет гидродинамических усилий при срабатывании системы. 491.20 РР2.6, ОКБ «ГИДРОПРЕСС», 2007
- 18 Программа для ПЭВМ. Комплекс программ АСТРА-АЭС-2009 для автоматизированных нормативно регламентированных расчетов на прочность трубопроводных систем атомных энергоустановок, ЗАО НИЦ «СтаДиО», Москва, 2011
- 19 Программа для ПЭВМ. Расчет на циклическую прочность. «РЕСУРС86-2002», 08624607.00418, ОКБ «ГИДРОПРЕСС», 2002
- 20 Программный комплекс для ЭВМ. Программный комплекс для прочностных расчетов трубопроводов при действии эксплуатационных и сейсмических нагрузок, dPIPE-5, ЦКТИ-ВИБРОСЕЙСМ, 2007
- 21 Система аварийного газоудаления. Расчет гидродинамических воздействий при срабатывании системы. 491.20 РР3, ОКБ «ГИДРОПРЕСС», 2007

491-Пр-1683

LN20.P.132.1.120105.&&&&.021.HD.1001	Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция)	157
--------------------------------------	--	-----

10 ИЮН 2015

477762