



ПРЕДПРИЯТИЕ ГОСКОРПОРАЦИИ «РОСАТОМ»

Открытое акционерное общество
«Научно-исследовательский и конструкторский институт
монтажной технологии - Атомстрой»
(ОАО «НИКИМТ-Атомстрой»)

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель НИКИМТ

 В.С. Попов

«28» апреля 2012 г.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ИНСТРУКЦИЯ
НАГРЕВ ПОД СВАРКУ И ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА
МОНТАЖНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ГЛАВНОГО
ЦИРКУЛЯЦИОННОГО ТРУБОПРОВОДА Ду 850
БЛОКА № 1, №2 НОВОВОРОНЕЖСКОЙ АЭС-2
ТИ 2-503-2012

Дата введения 28.04.2012

СОГЛАСОВАНО

ОАО «Энергоспецмонтаж»

Первый заместитель генерального

директора – главный инженер С.В. Булгаков

Письмо № 043/643 от 04.04.2012

СОГЛАСОВАНО

ОАО ОКБ «Гидропресс»

Главный конструктор – Начальник отделения

О.П. Архипов

Письмо № 044/10-35/3514 от 28.03.2012

Начальник Научно-технического
управления производственных
технологий НИКИМТ

 В.А. Хаванов

«28» апреля 2012 г.

Продолжение на следующем листе

КНВ. № 6301

Продолжение титульного листа
«НАГРЕВ ПОД СВАРКУ И ТЕРМИЧЕСКАЯ
ОБРАБОТКА МОНТАЖНЫХ СОЕДИНЕНИЙ
ГЛАВНОГО ЦИРКУЛЯЦИОННОГО
ТРУБОПРОВОДА Ду 850 БЛОКА № 1, №2
НОВОВОРОНЕЖСКОЙ АЭС-2»
ТИ 2-503-2012

СОГЛАСОВАНО

ОАО «Концерн Росэнергоатом»
«Дирекция строящейся Нововоронежской АЭС-2»
Директор Филиала
С.В. Петров
Письмо №02-04/2954 от 23.04.2012

СОГЛАСОВАНО

ОАО «Атомэнергопроект»
Заместитель Генерального директора –
Директор по сооружению строительства
С.П. Батухтин
Письмо № 02-01/11710/99-12.22 от 19.04.2012

СОГЛАСОВАНО

ОАО «Концерн Росэнергоатом»
Заместитель Генерального директора –
Директор по производству и эксплуатации АЭС
А.В. Шутиков
Письмо №9/04/2279 от 28.04.2012

Предисловие

1 РАЗРАБОТАНА

Научно-исследовательским отделом сварки
Научно-технического управления
производственных технологий НИКИМТ

2 ВВЕДЕНА В ДЕЙСТВИЕ

С даты утверждения

3 ВВЕДЕНА ВПЕРВЫЕ

4 ПЕРЕИЗДАНИЕ

(июль 2014 г.). с Изменением №1,
утвержденными в мае 2014 г., и с учетом
требований ГОСТ Р 1.5-2012

Содержание

1	Область применения.....	5
2	Нормативные ссылки.....	7
3	Обозначения и сокращения.....	10
4	Технические требования.....	11
5	Нагрев под сварку и термическая обработка монтажных соединений ГЦТ, ГЦТ с патрубками ГЦНА.....	13
	5.1 Нагревательное оборудование, технологическая оснастка и материалы	13
	5.2 Контроль температуры.....	16
	5.3 Режимы нагрева под сварку, термического отдыха и окончательного высокого отпуска.....	20
	5.4 Подготовка монтажных соединений ГЦТ, ГЦТ с патрубками ГЦНА к нагреву под сварку и термической обработке.....	24
	5.5 Последовательность выполнения операций при нагреве монтажных соединений ГЦТ, ГЦТ с патрубками ГЦНА	28
6	Нагрев под сварку и термическая обработка монтажных соединений ГЦТ с патрубками корпуса реактора.....	31
	6.1 Нагревательное оборудование, технологическая оснастка и материалы	31
	6.2 Контроль температуры.....	34
	6.3 Режимы нагрева под сварку, термического отдыха, промежуточного и окончательного высокого отпуска.....	36
	6.4 Подготовка монтажных соединений ГЦТ с патрубками корпуса реактора к нагреву под сварку и термической обработке.....	44
	6.5 Последовательность выполнения операций при нагреве монтажных соединений ГЦТ с патрубками корпуса реактора.....	49

7	Нагрев под сварку и термическая обработка монтажных соединений ГЦТ с коллектором парогенератора.....	53
7.1	Нагревательное оборудование, технологическая оснастка и материалы	53
7.2	Контроль температуры.....	55
7.3	Режимы нагрева под сварку, термического отдыха и окончательного высокого отпуска.....	58
7.4	Подготовка монтажных соединений ГЦТ с коллектором парогенератора к нагреву под сварку и термической обработке.....	62
7.5	Последовательность выполнения операций при нагреве монтажных соединений ГЦТ с коллектором парогенератора.....	67
8	Оформление отчетной документации по результатам нагрева монтажных соединений ГЦТ.....	70
9	Контроль электротермического оборудования, аппаратуры и приспособлений.....	71
10	Требования безопасности.....	75



1 Область применения

1.1 Настоящая технологическая инструкция (далее – ТИ) устанавливает требования к технологическому процессу нагрева под сварку и термическую обработку монтажных соединений ГЦТ.

1.2 ТИ предназначена для применения на блоках №1, №2 Нововоронежской АЭС-2 (далее – НВАЭС-2) с реакторами типа ВВЭР-1200 и распространяется на выполнение работ по нагреву под сварку, термическому отпуску и термическую обработку монтажных соединений главного циркуляционного трубопровода (далее - ГЦТ):

- трубопроводы Ду850 между собой и с патрубками главного циркуляционного насосного агрегата (далее – патрубки ГЦНА);
- трубопроводы Ду850 с патрубками корпуса реактора;
- трубопроводы Ду850 с коллектором парогенератора ПГВ-1000МКП.

В качестве основного металла ГЦТ применяется легированная сталь перлитного класса марки 10ГН2МФА, плакированная с внутренней стороны нержавеющей лентой марки 03Х22Н1Г2Б под слоем флюса (ТУ 108.1197).

Материал коллектора парогенератора – сталь 10ГН2МФА-Ш (ТУ 0893-014-00212179) с антикоррозионной наплавкой.

Материал обечаек зоны патрубков корпуса реактора (включая патрубки) – плакированная сталь 15Х2НМФА-А (ТУ 0893-013-00212179) с антикоррозионной наплавкой.

1.3 ТИ разработана с учетом требований конструкторской (392М.04.01МЧ; 392М.04.01ТБ2; АМЕ 573.00.00.000СБ; АМЕ 573.00.00.000ТБ2; АМЕ 573.97.00.000) и нормативной документации: ПНАЭ Г-7-003, ПНАЭ Г-7-008, ПНАЭ Г-7-009, ПНАЭ Г-7-010, РТД 2730.300.02 и результатов обобщения опыта применения термической обработки при сварке монтажных соединений ГЦТ.

1.4 ТИ включает основные технологические требования по порядку выполнения термических операций при изготовлении монтажных сварных соединений ГЦТ.

ИД. № 6301

1.5 Изменения в ТИ вносит ОАО «НИКИМТ-Атомстрой».

Ввод
№ 6301

2 Нормативные ссылки

В ТИ использованы ссылки на следующие нормативные документы:

ГОСТ 380-2005 Сталь углеродистая обыкновенного качества

ГОСТ 535-2005 Прокат сортовой и фасонный из стали углеродистой обыкновенного качества

ГОСТ 1790-77 Проволока из сплавов хромель Т, алюмель, копель и константан для термоэлектродов термоэлектрических преобразователей.
Технические условия

ГОСТ 2246-70 Проволока стальная сварочная. Технические условия

ГОСТ 2789-73 Шероховатость поверхности. Параметры и характеристики

ГОСТ 5937-81 Ленты электроизоляционные из стеклянных крученых нитей

ГОСТ 7798-70 Болты с шестигранной головкой и шестигранные гайки диаметром до 48 мм. Конструкции и размеры

ГОСТ 9466-75 Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки сталей и наплавки. Классификация и общие технические условия

ГОСТ 24297-87 Входной контроль продукции. Основные положения

ОСТ 5Р.9370-81 Отраслевой стандарт. Электроды покрытые металлические специального назначения для ручной дуговой сварки сталей аустенитного класса. Технические условия

ОСТ 108.004.10-86 Программа контроля качества атомной энергетики

ПОТРМ-016-2001 Межотраслевые правила по охране труда «Правила безопасности при эксплуатации электроустановок»

СНиП Ш-4-80 Строительные нормы и правила. Правила производства и приемки работ. Техника безопасности в строительстве

РТД 2730.300.02-91 Оборудование и трубопроводы атомных электростанций. Сварка, наплавка и термическая обработка сварных соединений из сталей марок 10ГН2МФА, 10ГН2МФАЛ, 15Х2НМФА и 15Х2НМФА-А класс 1

6301

ПНАЭ Г-7-003-87 Правила и нормы в атомной энергетике. Правила аттестации сварщиков оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок

ПНАЭ Г-7-008-89 Правила и нормы в атомной энергетике. Правила устройства и безопасной эксплуатации оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок

ПНАЭ Г-7-009-89 Правила и нормы в атомной энергетике. Оборудование и трубопроводы атомных энергетических установок. Сварка и наплавка. Основные положения

ПНАЭ Г-7-010-89 Правила и нормы в атомной энергетике. Оборудование и трубопроводы атомных энергетических установок. Сварные соединения и наплавки. Правила контроля

ПНАЭ Г-7-016-89 Унифицированные методики контроля основных материалов (полуфабрикатов), сварных соединений и наплавки оборудования и трубопроводов АЭУ. Визуальный и измерительный контроль

ПНАЭ Г-7-017-89 Унифицированная методика контроля основных материалов (полуфабрикатов), сварных соединений и наплавки оборудования и трубопроводов АЭУ. Радиографический контроль

ПНАЭ Г-7-018-89 Унифицированная методика контроля основных материалов (полуфабрикатов), сварных соединений и наплавки оборудования и трубопроводов АЭУ. Капиллярный контроль

ПНАЭ Г-7-030-91 Унифицированные методики контроля основных материалов (полуфабрикатов), сварных соединений и наплавки оборудования и трубопроводов АЭУ. Ультразвуковой контроль

ПР 50.2.006-94 Государственная система измерений. Правила проведения поверки средств измерения

ТИ 2-501-2012 Автоматическая аргонодуговая сварка монтажных соединений главного циркуляционного трубопровода Ду 850 блока №1, №2 Нововоронежской АЭС – 2

ТИ 2-502-2012 Ручная электродуговая сварка монтажных соединений главного циркуляционного трубопровода Ду 850 блока №1, №2 Нововоронежской АЭС – 2

ТИ 3-504-2012 Неразрушающий контроль монтажных соединений главного циркуляционного трубопровода Ду 850 блока №1, №2 Нововоронежской АЭС – 2

ТУ 27.30.09.021-2008 Проволоки стальные сварочные марок Св-01Х12Н2-ВИ, Св-08Х19Н10Г2Б, Св-04Х19Н11М3, Св-07Х25Н13, Св-04Х19Н11Г2Б, Св-10Х16Н25АМ6, Св-04Х20Н10Г2Б, Св-03Х24Н13Г2Б

ТУ 0893-014-00212179-2004 Заготовки из сталей марок 10ГН2МФА, 10ГН2МФА-Щ, 10ГН2МФА-ВД, 10ГН2МФА-Ш, 10ГН2МФА-А

ТУ 0893-013-00212179-2003 Заготовки из сталей марок 15Х2НМФА, 15Х2НМФА-А и 15Х2НМФА класс 1 для корпусов, крышек и других узлов реакторных установок

ТУ 108.1197-83 Трубы бесшовные плакированные.

3 Обозначения и сокращения

В ТИ использованы следующие обозначения и сокращения:

АЭС – атомная электрическая станция

АЭУ – атомная энергетическая установка

ВИК – визуальный и измерительный контроль

ГЦТ – главный циркуляционный трубопровод

ГЦНА – главный циркуляционный насосный агрегат

КК – капиллярный контроль

НВАЭС-2 – Нововоронежская АЭС-2

НД – нормативная документация

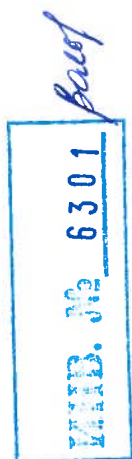
ОТК – отдел технического контроля

ПТД – производственно-технологическая документация

РГК – радиографический контроль

ТИ – технологическая инструкция

УЗК – ультразвуковой контроль



4 Технические требования

4.1 Основные требования к сварке монтажных соединений ГЦТ перед термической обработкой корпусных стыков включают:

- монтажные соединения ГЦТ с патрубками корпуса реактора не должны быть замыкающими на нитках ГЦТ, то есть противоположный конец привариваемого трубного узла должен оставаться свободным;

- установку опор, расположенных на расстоянии не более 3 метров от сварного шва для разгрузки сварного соединения и исключения провисания трубопровода при термической обработке. Опоры должны сохраняться до полного окончания процессов термической обработки;

(Измененная редакция, Изм. №1)

- трубные узлы для приварки к патрубкам корпуса реактора устанавливаются на опорах, которые обеспечивают сборку и воспринимают их массу. Опоры должны сохраняться до полного окончания процессов термической обработки.

4.2 Работы по нагреву под сварку и термообработке должны проводиться при температуре окружающего воздуха не менее 5 °С.

Место производства работ должно быть защищено от сквозняков и атмосферных осадков.

4.3 Перед термической обработкой наружную поверхность сварного соединения следует зачистить для устранения наплывов и резких переходов от шва к основному металлу с обеспечением шероховатости не ниже $\sqrt{Ra6,3}$ по ГОСТ 2789.

4.4 Каждое сварное соединение должно пройти все виды контроля: визуальный и измерительный контроль (ПНАЭ Г-7-016), радиографический контроль (ПНАЭ Г-7-017), капиллярный контроль (ПНАЭ Г-7-018), ультразвуковой контроль (ПНАЭ Г-7-030).

После получения заключения отдела технического контроля (далее – ОТК) об отсутствии дефектов в сварном соединении разрешается проведение окончательного высокого отпуска.

Контроль монтажных соединений ГЦТ проводится в соответствии ПНАЭ Г-7-010, а также согласно технологическим инструкциям:

- ТИ 2-501-2012 «Автоматическая аргодуговая сварка монтажных соединений главного циркуляционного трубопровода Ду 850 блока №1, №2 Нововоронежской АЭС – 2»;

- ТИ 2-502-2012 «Ручная электродуговая сварка монтажных соединений главного циркуляционного трубопровода Ду 850 блока №1, №2 Нововоронежской АЭС – 2»;

- ТИ 3-504-2012 «Неразрушающий контроль монтажных соединений главного циркуляционного трубопровода Ду 850 блока №1, №2 Нововоронежской АЭС – 2».

5 Нагрев под сварку и термическая обработка монтажных соединений ГЦТ, ГЦТ с патрубками ГЦНА

5.1 Нагревательное оборудование, технологическая оснастка и материалы

5.1.1 Для нагрева под сварку, термического отжига и окончательного высокого отпуска монтажных соединений ГЦТ, ГЦТ с патрубками ГЦНА применять двенадцатиканальную установку радиационного нагрева мощностью 130 кВт производства фирмы «Велдотерм» (Германия). Допускается применение индукционного нагрева с сохранением схемы расстановки термопреобразователей.

При проведении термических операций одновременно на двух сварных соединениях необходимо иметь три установки: две — основные и одну резервную. Резервная установка используется для немедленного подключения в случае отказа одной из основных.

5.1.2 Для подключения установок нагрева должна быть выделенная линия питающей сети с напряжением 3~50Гц, 380 В. В случае перебоев с электроэнергией предусмотреть запасную линию, подключённую от двух независимых источников (основная и резервная с быстродействующими переключателями).

5.1.3 Установка состоит из передвижного шкафа управления и нагревательного устройства.

5.1.4 Питание шкафа управления осуществляется от сети 3~50Гц, 380 В. Плавное регулирование мощности на выходе обеспечивается с помощью двенадцатитристорных регуляторов. Задание режима и управление процессом нагрева осуществляется с помощью программатора. Запись температуры производится на двенадцатиточечный самописец.

Мощность установки — 130 кВт.

Максимальное количество регулируемых зон — 12.

5.1.5 Нагревательные устройства для нагрева под сварку и термическую обработку выполнены на базе стандартных секций гибких промышленных электронагревателей в керамической изоляции, выпускаемых фирмой «Велдотерм».

5.1.6 Нагреватели состоят из гибких секций коврикового типа.

Размер одной секции нагревателя:

- длина - 495 мм;
- ширина - 135 мм.

Напряжение питания – 60 В.

5.1.7 Секции нагревателя поочередно укладывать на изделие и плотно прижимать к нему ленточной стяжкой. Зазор между кольцами должен составлять 20 мм. Поверх нагревателей укладывать теплоизоляционное полотно и теплоизоляционный материал «TYGASIL». Общая толщина теплоизоляции должна составлять от 40 до 50 мм. По согласованию с разработчиком ТИ, допускается использовать и другие теплоизоляционные материалы, которые сохраняют работоспособность в течение всего цикла нагрева.

5.1.8 Для снижения тепловых потерь по металлу, прилегающие к наружному нагревателю части трубопровода, необходимо теплоизолировать.

5.1.9 Для предотвращения охлаждения нагреваемой зоны потоком воздуха внутри трубопровода установить теплоизоляционные перегородки (рисунок 1).

Теплоизоляционная перегородка должна состоять из: металлического кольца (3), металлических пластин (6), металлических прутков (5), муллитокремнеземистого картона (1), между которыми проложена каолиновая (минеральная) вата (2). Для крепления перегородок внутри трубопровода используются болты (4). Предусмотреть отверстие (7) для укладки ампулопровода.

5.1.10 При условии обеспечения режимов термической обработки, указанных в подразделе 5.3, допускается применение других типов оборудования, нагревательных устройств и схем их размещения. При этом, по

согласованной с разработчиком ТИ, до проведения окончательного отпуска проводить пробные нагревы макетов или сварных узлов штатного изделия, температура нагрева которых не превышает 500 °С.

5.1.11 Перед началом работ по нагреву и термообработке, а также в процессе выполнения работ необходимо проводить контроль оборудования, приборов, технологической оснастки.

5.1.12 Оборудование должно быть укомплектовано приборами, прошедшими поверку.

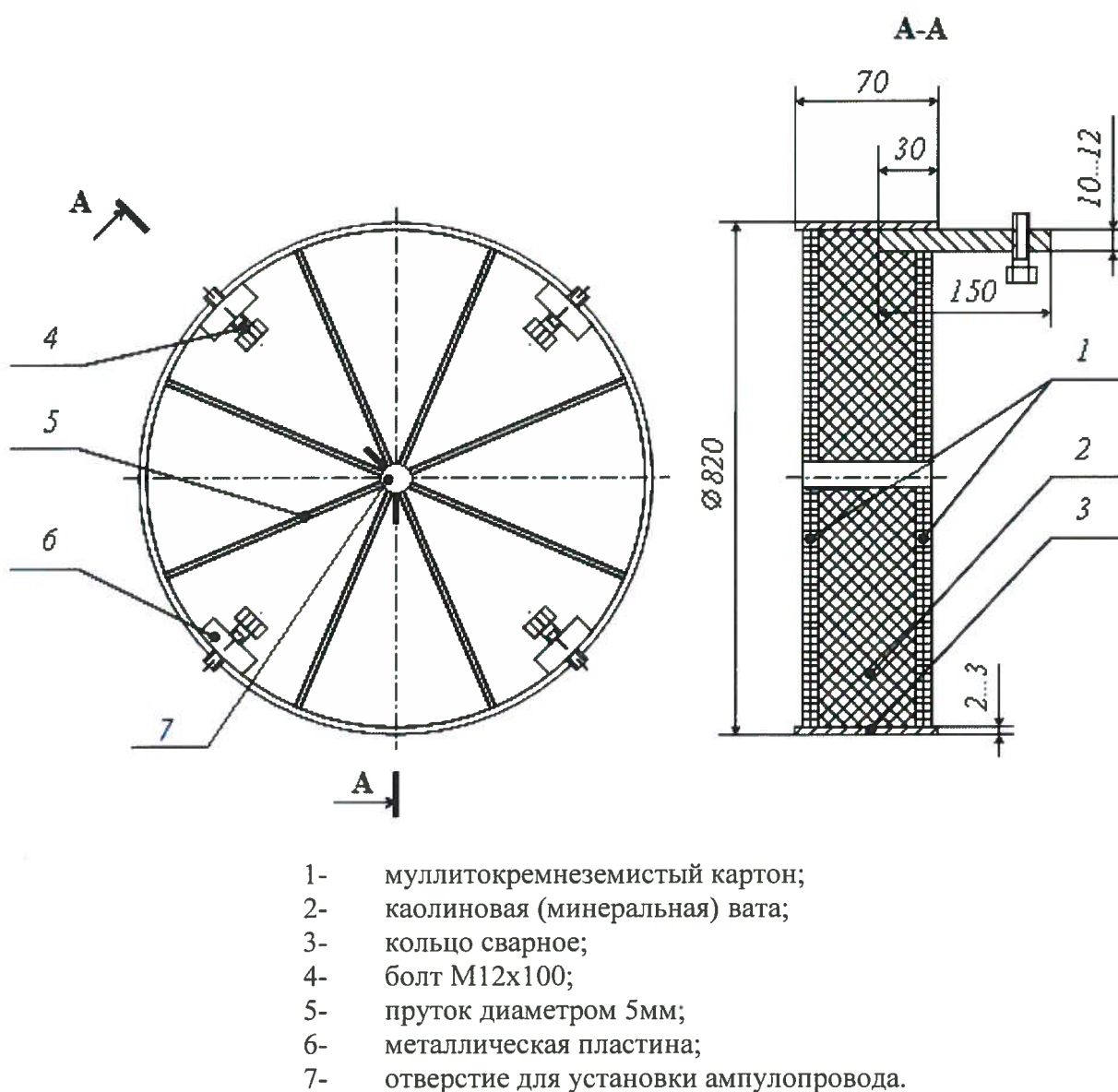


Рисунок 1 – Теплоизоляционная перегородка

5.2 Контроль температуры

5.2.1 Контроль и запись температуры выполнять с помощью двенадцатиточечного самопишущего прибора, входящего в комплект установки. Класс точности прибора должен быть не ниже 0,5. На указанном приборе рекомендуется применять скорость движения диаграммной ленты 20 мм/ч или 60 мм/ч с интервалом записи температуры 12 с.

Рекомендуется использовать приборы с диапазоном измерения температуры от 0 °С до 800 °С, работающие с термопреобразователями ТХА (ГОСТ 1790), имеющих номинальную статическую характеристику ХА (К).

5.2.2 Термопреобразователи типа ТХА выполнять из хромелевой и алюмелевой проволоки диаметром от 0,5 до 1,5 мм, длиной от 2 до 3 метров. Термоспай получать путем обварки концов термоэлектродов аргонодуговой сваркой без присадочной проволоки. Поверхность горячего спая при необходимости должна быть зачищена от окисной пленки; термопреобразователи должны пройти поверку и быть отградуированы в установленном порядке. К приборам термопреобразователи подключать многожильным компенсационным проводом с жилами медь-константан длиной не более 20 м.

В процессе работы следует обеспечить нахождение холодного спая термопреобразователя при комнатной температуре. Не допускать сворачивания бухтой (кольцами) компенсационных проводов.

Следить за обеспечением надёжного контакта в соединениях цепи термопреобразователь - самопишущий прибор.

Запрещается выключение самопишущего прибора с начала термической операции вплоть до её окончания.

5.2.3 Перед использованием термопреобразователи должны пройти поверку в установленном порядке.

Термопреобразователи располагать на поверхности изделия. В каждой точке устанавливать два термопреобразователя (основной и дублирующий),

Совместная собственность ОАО «НИКИМТ-Атомстрой» и «ОАО «Атомэнергопроект»

Запрещается копирование, передача третьим лицам и использование сведений в коммерческих целях без письменного на то согласия собственника

ИЗ. № 6301

расстояние между которыми по окружности составляет от 20 мм до 30 мм. На диаграммную ленту прибора записывать показания основных термопреобразователей. Дублирующие включаются в работу в случае обнаружения неисправности основных термопреобразователей.

5.2.4 Крепление термопреобразователей на поверхности трубопровода и оборудования осуществлять одним из общепринятых способов (зачеканка, с помощью приваренных бобышек из аустенитной стали марки 08X18H10T или установка с помощью резьбового соединения из аустенитной стали марки 08X18H10T). При приварке к наружной поверхности трубы (перлитная сталь) применять без предварительного подогрева:

- ручную электродуговую сварку (далее – РДС) с использованием электрода ЭА-395/9 (ГОСТ 9466) диаметром 3,0 мм;
- ручную аргонодуговую сварку (далее – РАДС) с использованием проволоки Св-10X16H25AM6 (ТУ 27.30.09.021) диаметром 2,0 мм.

Установку термопреобразователей при нагреве под сварку и проведение термического отдыха на монтажных соединениях ГЦТ, ГЦТ с патрубками ГЦНА проводить согласно схеме, приведенной на рисунке 2, а при термообработке – на рисунке 3.

При нагреве под сварку и термическом отдыхе сварных соединений, управление нагревом и его контроль производить по термопреобразователям ВК3, ВК4, ВК5, ВК6. Термопреобразователи ВК1 и ВК2 являются контрольными.

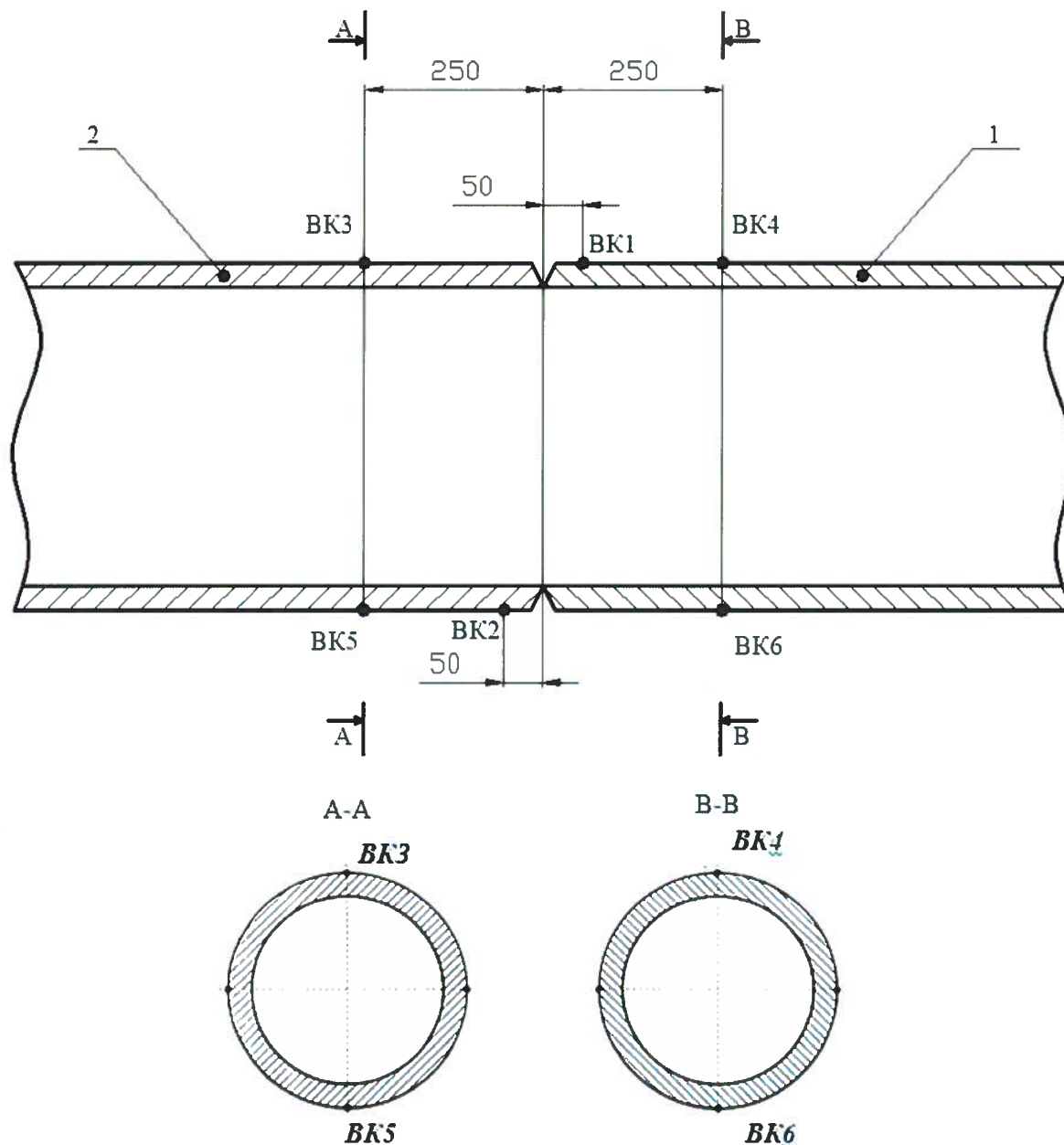
Во время проведения термической обработки сварных швов управление и контроль процессом осуществлять по термопреобразователям ВК1-ВК6.

После завершения термической обработки места крепления термопреобразователей следует зачистить заподлицо с основным металлом с обеспечением шероховатости не ниже $\sqrt{Ra6,3}$ и провести капиллярный контроль на отсутствие трещин и других дефектов в соответствии с технологической инструкцией по неразрушающему контролю ТИ 3-504-2012 .

Совместная собственность ОАО «НИКИМТ-Атомстрой» и «ОАО «Атомэнергоспроект»

Запрещается копирование, передача третьим лицам и использование сведений в коммерческих целях без письменного на то согласия собственника

5.2.5 По согласованию с ОАО «НИКИМТ-Атомстрой» для измерения и записи температуры могут быть использованы другие термопреобразователи с компенсационными проводами и соответствующими приборами, характеристики которых близки к указанным и прошедшие аттестацию.

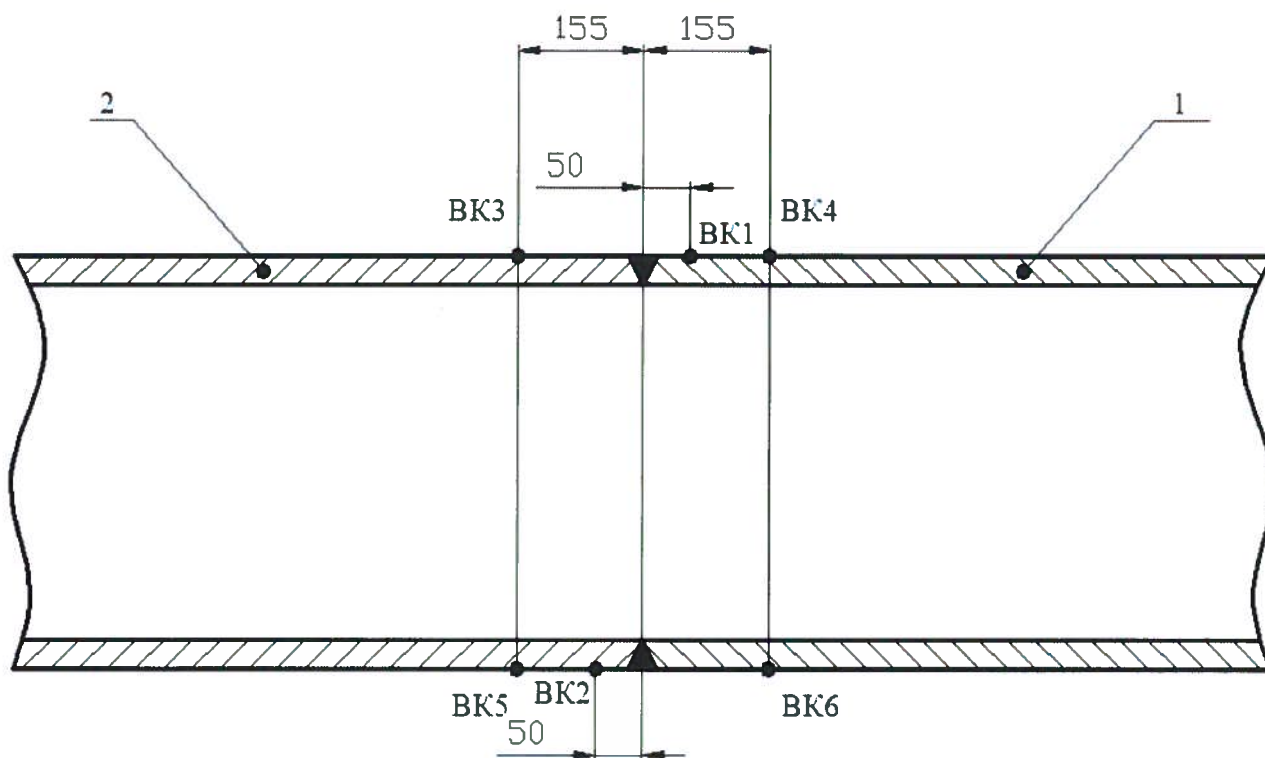


1, 2- трубопровод Ду 850;

БК1-БК6 – термопреобразователи

Рисунок 2 - Схема размещения термопреобразователей на монтажных соединениях ГЦТ, ГЦТ с патрубками ГЦНА при проведении нагрева под сварку и термического отжига

Совместная собственность ОАО «НИКИМТ-Атомстрой» и «ОАО «Атомэнергoproject»
Запрещается копирование, передача третьим лицам и использование
сведений в коммерческих целях без письменного на то согласия собственника



1, 2- трубопровод Ду 850;

БК1- БК6 – термопреобразователи

Рисунок 3 - Схема размещения термопреобразователей на монтажных соединениях ГЦТ, ГЦТ с патрубками ГЦНА при проведении окончательного высокого отпуска



5.3 Режимы нагрева под сварку, термического отдыха и окончательного высокого отпуска

Для монтажных соединений ГЦТ, ГЦТ с патрубками ГЦНА при сварке выполнять следующие термические операции: предварительный и сопутствующий нагревы для проведения сварочных работ, термический отдых и окончательный высокий отпуск.

5.3.1 Нагрев под сварку

Сварку осуществлять с предварительным нагревом в интервале температур от 120 °С до 250 °С.

Ширина зоны нагрева должна быть не менее 250 мм в каждую сторону от оси шва.

Скорость нагрева не должна превышать 150 °С в час. Не допускать остывания зоны сварки монтажного соединения трубопровода ниже 120 °С.

5.3.2 Термический отдых проводить сразу после сварки, не допуская остывания металла ниже температуры 120 °С.

Температура нагрева под термический отдых от 150 °С до 250 °С, скорость нагрева не должна превышать 150 °С в час, продолжительность его должна составлять 12 часов. Охлаждение после термического отдыха проводить под слоем теплоизоляции до температуры не выше 50 °С с записью процесса на диаграммную ленту.

Ширина зоны нагрева при местном термическом отдыхе должна быть такой же, как при предварительном нагреве под сварку, то есть не менее чем 250 мм в каждую сторону от оси шва.

Перерыв между термическим отдыхом и окончательным высоким отпуском не ограничен, при условии охлаждения металла в зоне сварного соединения до температуры не ниже 5 °С.

5.3.3 Окончательный высокий отпуск

5.3.3.1 Отпуску подлежат все сварные соединения после завершения всех сварочных и термических операций.

К началу проведения термообработки по режиму отпуска все обнаруженные дефекты в сварном соединении должны быть устранены.

Схема режима окончательного высокого отпуска для монтажных соединений ГЦТ, ГЦТ с патрубками ГЦНА приведена на рисунке 4.



Рисунок 4 – Схема режима окончательного высокого отпуска для монтажных соединений ГЦТ, ГЦТ с патрубками ГЦНА

Температура отпуска – (650 ± 10) °С, длительность пребывания при заданной температуре - 6 ч. При проведении окончательного высокого отпуска допускается увеличение минусовых предельных отклонений от указанной номинальной температуры до 30 °С.

Для достижения заданной температуры скорость нагрева изделия до 500 °С не должна превышать 100 °С в час, свыше 500 °С – не более 50 °С в час.

Охлаждение от температуры отпуска до 300 °С проводить со скоростью не более 50 °С в час, далее величина скорости охлаждения не регламентируется, металл охлаждается под слоем теплоизоляции.

Запись температуры осуществлять при охлаждении металла сварного соединения до 100 °С, затем допускается производить демонтаж теплоизоляции.

5.3.3.2 Ширина основной зоны контролируемого нагрева при отпуске должна составлять не менее 125 мм в каждую сторону от оси шва. Температура металла в этой зоне должна соответствовать заданной температуре отпуска, то есть температуре (650 ± 10) °С.

Основная зона контролируемого нагрева включает сварной шов и примыкающие к нему участки основного металла на расстоянии 50 мм. В пределах основной зоны температура металла в процессе выдержки должна соответствовать заданной температуре отпуска с учетом установленных допусков.

Дополнительная зона контролируемого нагрева включает участки металла общей зоны, не входящей в основную зону. В пределах дополнительной зоны допускается снижение температуры в процессе выдержки по сравнению с заданной температурой отпуска, но не более чем на 50 °С от минимально допустимой температуры (с учетом минусового допуска). В зоне контролируемого нагрева должны быть установлены термопреобразователи ВК1-ВК6.

По показаниям термопреобразователей ВК1-ВК6 ведется процесс управления нагревом секций нагревателей.

5.3.3.3 В процессе выхода на заданную температуру отпуска нагрев до 500 °С считать контрольным. Если разброс показаний основных термопреобразователей превышает 40 °С, следует сделать выдержку в течение часа, добиться уменьшения разброса температуры до 40 °С и продолжить нагрев со скоростью не выше 50 °С в час.

Если разброс показаний температур основных термопреобразователей не удается уменьшить, следует охладить стык, выявить и устранить причину отклонения, затем возобновить нагрев.

5.3.3.4 В случае нарушения контроля температуры при отпуске или возникновения другой неисправности, в результате которой произойдет вынужденная остановка, и в процессе ликвидации неисправности температура металла понизится, разрешается продолжить термообработку от фактической температуры на стыке в соответствии с режимом, при этом должно учитываться (суммироваться) время выдержки прерванного отпуска.

В процессе вынужденной (аварийной) остановки разрешается охлаждение сварного соединения под слоем теплоизоляции, вплоть до комнатной температуры, но не ниже 5 °С.

5.3.3.5 Не более, чем на двух термопреобразователях, установленных в основной контролируемой зоне отпуска при термообработке допускается в процессе выдержки снижение нижнего предела температуры отпуска до значения 600 °С. Суммарная продолжительность отклонений не должна превышать двух часов.

5.3.3.6 Окончательный высокий отпуск на монтажных соединениях ГЦТ, ГЦТ с патрубками ГЦНА является заключительным.

Всех

ИЗ. № 6301

5.4 Подготовка монтажных соединений ГЦТ, ГЦТ с патрубками ГЦНА к нагреву под сварку и термической обработке

5.4.1 Провести разметку для установки основных и дублирующих термопреобразователей на наружной поверхности монтажных соединений ГЦТ, ГЦТ с патрубками ГЦНА.

5.4.2 Установку термопреобразователей производить согласно 5.2.4 по схемам их размещения, приведенным на рисунках 2 и 3.

5.4.3 Отмаркировать термопреобразователи основные и дублирующие соответственно 1 и 1'', 2 и 2'' и т.д. Подключить основные термопреобразователи к самопишущему прибору, используя компенсационный провод.

5.4.4 Управление процессом нагрева осуществлять по термопреобразователям, установленным в центре каждой из тепловых зон нагревателей.

В процессе нагрева под сварку и термического отжига регулируемыми являются термопреобразователи ВК3, ВК4, ВК5, ВК6. В процессе нагрева под операцию высокого отпуска регулируемыми термопреобразователями являются ВК1, ВК2.

Термопреобразователи, используемые в качестве регулирующих процесс нагрева, подсоединить с помощью компенсационных проводов к блоку управления.

5.4.5 Схема размещения нагревателей и теплоизоляции на монтажных соединениях ГЦТ, ГЦТ с патрубками ГЦНА при нагреве под сварку и термическом отжиге приведена на рисунке 5.

Нагреватели установить непосредственно на нагреваемую поверхность, не допуская попадания теплоизоляционных материалов в зазор между нагревателями и изделием.

Для нагрева под сварку установить два кольцевых нагревательных блока, состоящих из шести нагревателей коврикотипа.

Схема размещения нагревателей и теплоизоляции на сварных соединениях при подготовке их к термической обработке приведена на рисунке 6.

Установить три кольцевых нагревательных блока на наружной поверхности монтажного соединения.

5.4.6 Установить теплоизоляционные перегородки 5 (рисунки 5 и 6) для предотвращения охлаждения потоком воздуха. Перегородки закрепить относительно внутренней поверхности трубопровода, зазор между перегородкой и внутренней поверхностью трубопровода уплотнить теплоизоляцией.

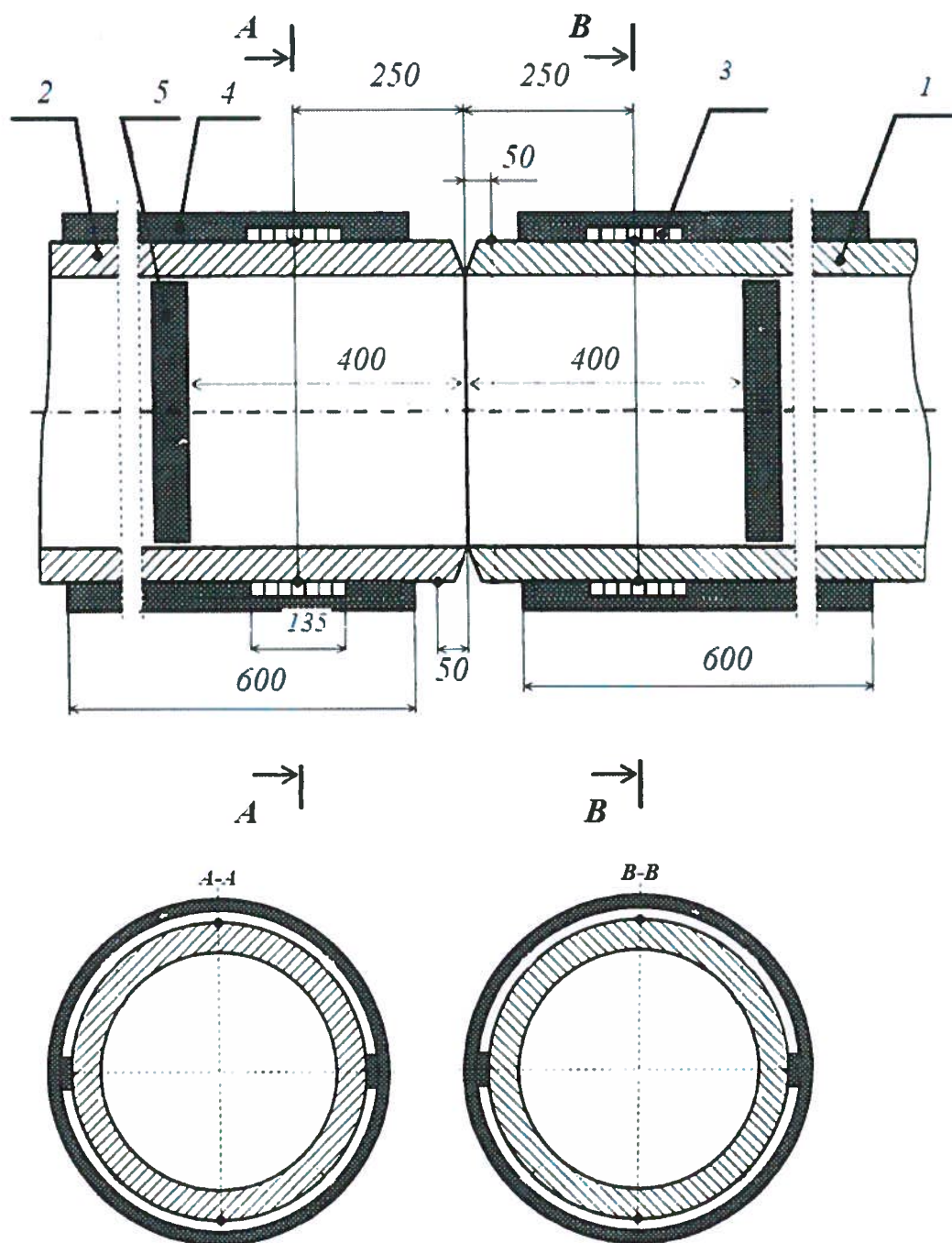
5.4.7 При подготовке монтажного соединения к нагреву под сварку теплоизолировать трубопровод снаружи, исключая зону сварного шва шириной не менее 150 мм.

Общая толщина теплоизоляции от 40 мм до 50 мм. Ширина теплоизоляции в каждую сторону от оси шва составляет от 600 мм до 700 мм.

При выполнении термического отдыха зону шва допускается не теплоизолировать при условии сохранения на протяжении времени проведения термического отдыха требуемого температурного режима.

При выполнении окончательного высокого отпуска зона шва теплоизолировать.

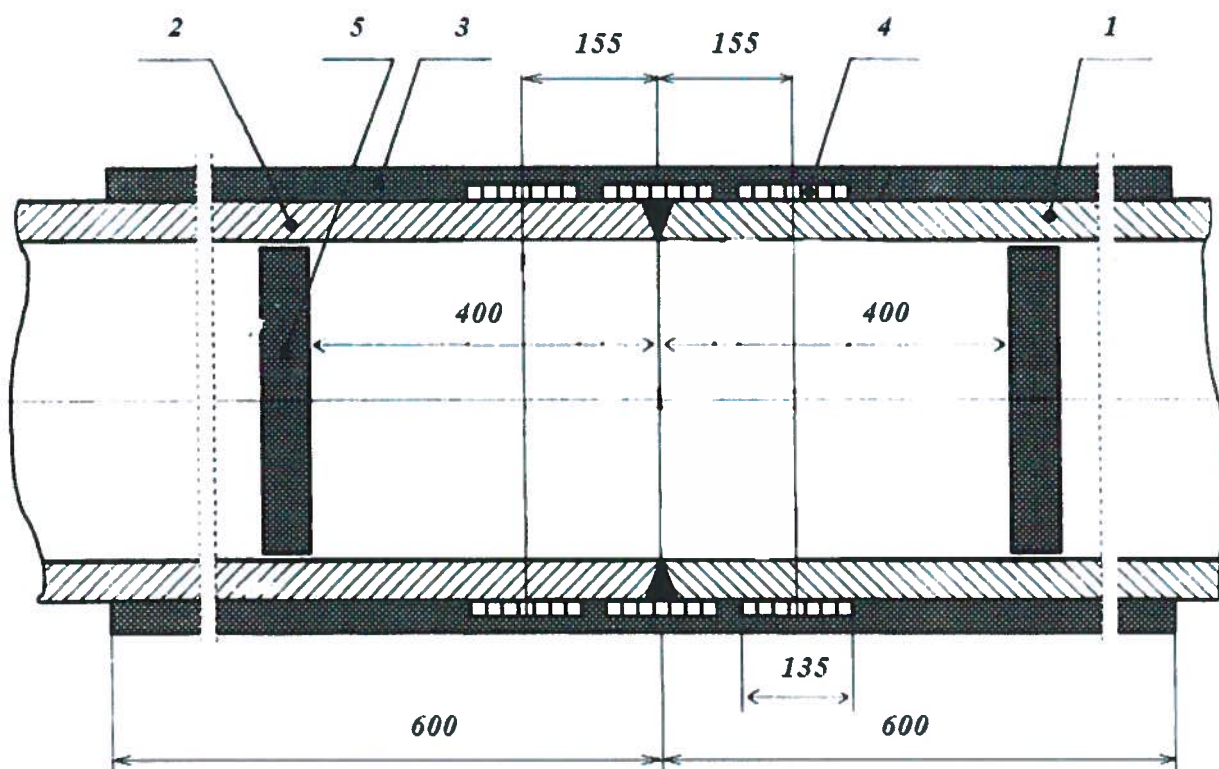
5.4.8 Соединить с помощью силового кабеля выводы нагревателей с источником питания.



- 1, 2- трубопровод Ду 850;
 3- секция нагревателя коврикового типа;
 4- теплоизоляция;
 5- теплоизоляционная перегородка

Рисунок 5 - Схема размещения нагревателей и теплоизоляции на монтажных соединениях ГЦТ, ГЦТ с патрубками ГЦНА при нагреве под сварку и термическом отдыхе

ИД. № 6301
 введ.



- 1,2- трубопровод Ду 850;
- 3- теплоизоляция;
- 4- секция нагревателя;
- 5- теплоизоляционная перегородка.

Рисунок 6 - Схема размещения нагревателей и теплоизоляции на монтажных соединениях ГЦТ, ГЦТ с патрубками ГЦНА при проведении окончательного высокого отпуска

Лист № 6301

5.5 Последовательность выполнения операций при нагреве монтажных соединений ГЦТ, ГЦТ с патрубками ГЦНА

Выполнение монтажных соединений ГЦТ, ГЦТ с патрубками ГЦНА проводить согласно схеме операций:

- сварка корня шва;
- неразрушающий контроль на наличие дефектов корня шва (ВИК, КК, РГК), в случае необходимости - выборка дефектов и подварка с последующим проведением неразрушающего контроля исправленных участков;
- нагрев под сварку;
- сварка до 50% заполнения высоты разделки;
- неразрушающий контроль на наличие дефектов сварного шва (ВИК, РГК), при необходимости - выборка и подварка дефектов;
- сварка до 100% заполнения высоты разделки;
- термический отдых;
- неразрушающий контроль на наличие дефектов сварного шва (ВИК, КК, УЗК, РГК), при необходимости – выборка дефектов, нагрев под сварку, подварка дефектных участков, термический отдых с последующим проведением неразрушающего контроля исправленных участков;
- окончательный высокий отпуск;
- неразрушающий контроль на наличие дефектов сварного шва (ВИК, КК, УЗК, РГК), при необходимости – выборка дефектов, нагрев под сварку, подварка дефектных участков, термический отдых с последующим проведением неразрушающего контроля исправленных участков;
- наплавка антикоррозионного покрытия;
- неразрушающий контроль качества наплавки (ВИК, КК, УЗК), при необходимости – выборка дефектов, подварка дефектных участков с последующим проведением неразрушающего контроля исправленных участков.

5.5.1 Нагрев под сварку

5.5.1.1 При нагреве под сварку температура зоны сварки должна находиться в интервале от 120 °С до 250 °С (5.3.1).

5.5.1.2 Нагреть зону сварного шва на заданную температуру (показания термопреобразователей ВК1-ВК6) и начать сварку. Поддерживать температуру в указанном интервале в течение процесса заполнения шва до начала термического отдыха. Допускается резкое кратковременное увеличение температуры на термопреобразователе, в области которой проводится сварка.

5.5.2 Термический отдых

5.5.2.1 При выполнении термического отдыха зону шва допускается не теплоизолировать при условии сохранения на протяжении времени проведения термического отдыха требуемого температурного режима.

5.5.2.2 Нагреть зону сварного шва (показания термопреобразователей ВК1-ВК6) до температуры от 150 °С до 250°С (согласно 5.3.2) и сделать выдержку в течение 12 часов. Охлаждать под слоем теплоизоляции с записью на диаграммную ленту до комнатной температуры.

5.5.3 Термическая обработка

5.5.3.1 Проверить состояние термопреобразователей, их маркировку и при необходимости восстановить в соответствии с рисунком 6 .

5.5.3.2 Теплоизолировать наружную поверхность зоны шва монтажного соединения, а также установить теплоизоляционные заглушки и нагреватели согласно схеме, приведенной на рисунке 6.

5.5.3.3 Соединить с помощью силового кабеля выводы нагревателей с установкой термообработки.

5.5.3.4 Нагреть монтажное соединение в соответствии с режимом отпуска, (показания термопреобразователей ВК1-ВК6) приведенным в 5.3.3.

Рекомендуется на термопреобразователях ВК1, ВК2 поддерживать температуру в интервале (650±10) °С.

5.5.3.5 По окончании выдержки при отпуске охладить стык со скоростью не более 50 °С в час до температуры 300 °С, далее скорость охлаждения не регламентируется.

Запись температуры охлаждения сварного шва производить до температуры 100 °С; охлаждение производится под слоем теплоизоляции.

5.5.4 В процессе нагрева зоны сварного шва под сварку, термического отдыха и окончательного высокого отпуска осуществлять контроль за работой термопреобразователей. В случае обнаружения неисправностей в работе термопреобразователей заменить их на дублирующие.

5.5.5 Произвести демонтаж теплоизоляции, нагревательной оснастки, термопреобразователей.

6 Нагрев под сварку и термическая обработка монтажных соединений ГЦТ с патрубками корпуса реактора

6.1 Нагревательное оборудование, технологическая оснастка и материалы

6.1.1 Для нагрева под сварку, термического отжига, промежуточного и окончательного высокого отпуска монтажных соединений ГЦТ с патрубками корпуса реактора использовать индукционные нагревательные установки повышенной частоты ППЧ-320 производства фирмы «Курай».

Для проведения нагрева под сварку и термическую обработку одного сварного соединения необходимо иметь две установки: одну – основную, вторую – резервную. Резервная установка используется для немедленного подключения в случае отказа основной.

6.1.2 Индукционная нагревательная установка повышенной частоты состоит из источника питания (инвертора), нагрузочного блока, устройства регулирования и контроля температуры и гибкого водоохлаждаемого кабеля в термостойкой изоляции в качестве индуктора со следующими техническими данными:

Напряжение питания, В	3~50 Гц, 380
Напряжение повышенной частоты, В	800
Выходная частота, Гц	1000-2400
Мощность, кВт	250
Диаметр гибкого водоохлаждаемого кабеля, мм	30 - 40.

6.1.3 Преобразователь повышенной частоты рекомендуется располагать на расстоянии не более 30 м от нагреваемого объекта, а конденсаторную батарею (нагрузочный блок) и шкаф управления – на расстоянии не более 15 м от него.

6.1.4 При условии обеспечения режимов термической обработки, указанных в подразделе 6.3, допускается применение других типов оборудования, нагревательных устройств и схем их размещения. При этом по

ИИ. № 6301

согласованию с разработчиком ТИ, до проведения окончательного отпуска проводятся пробные нагревы макетов или сварных узлов штатного изделия, температура нагрева которых не превышает 500 °С.

6.1.5 При термообработке монтажных соединений ГЦТ с патрубками корпуса реактора применять осевой вентилятор типа 06-300 N 8 с шестью стальными лопастями (расход воздуха от 16000 до 24000 м³/ч, давление 250 Па, мощность двигателя 3,0 кВт).

Допускается использовать другой тип вентилятора, техническая характеристика которого близка к вышеуказанному.

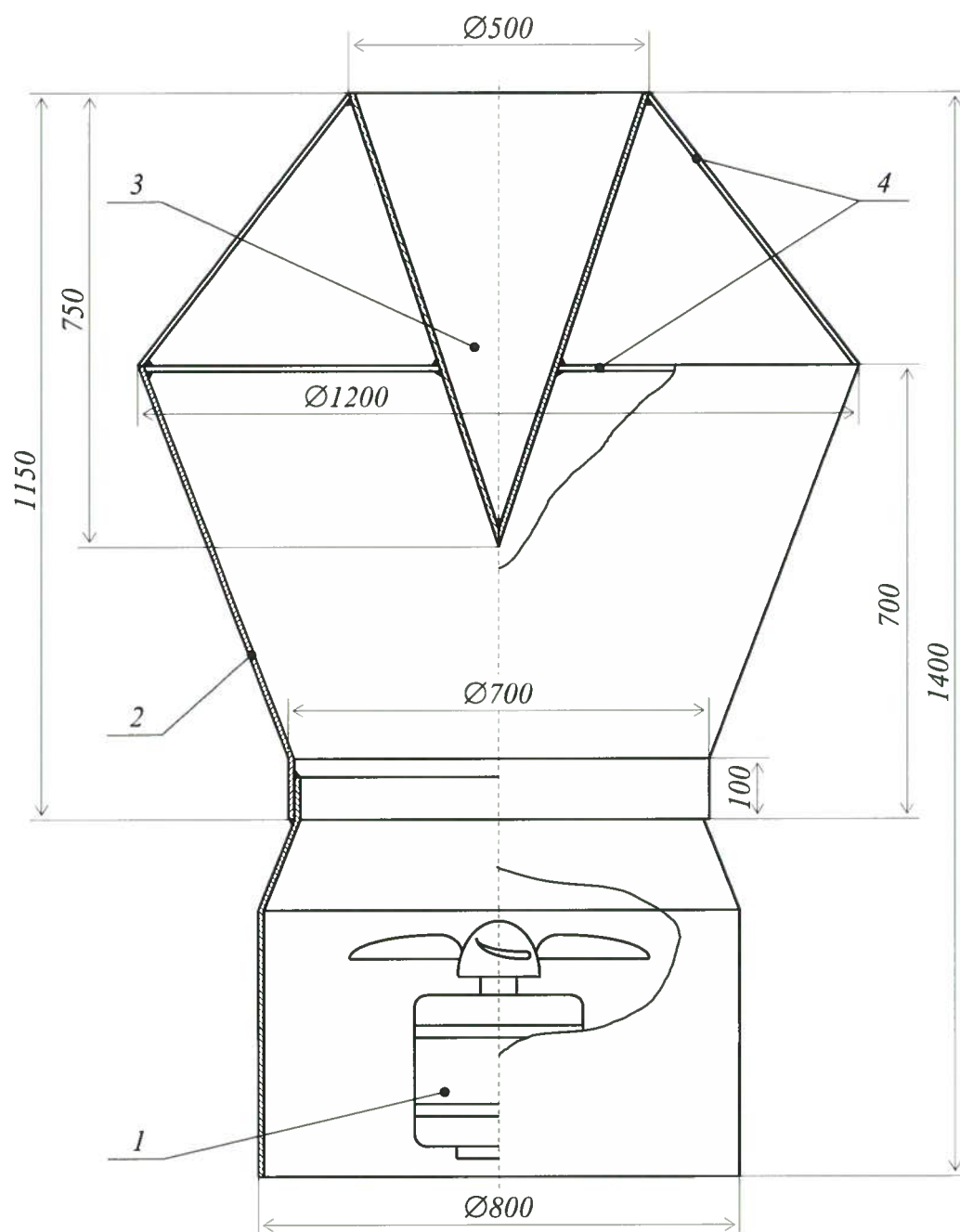
Воздушный поток от вентилятора направляется диффузором (рисунок 7), который изготавливается из листовой стали толщиной от 1,0 до 1,5 мм и состоит из раструба (2) и конуса (3), удерживаемого в раструбе с помощью распорок (4).

6.1.6 Для предотвращения охлаждения нагреваемой зоны потоком воздуха внутри трубопровода установить теплоизоляционные перегородки (рисунок 1). Комплектация теплоизоляционной перегородки приведена в 5.1.9. Все детали перегородки, соприкасающиеся с внутренней поверхностью ГЦТ, должны быть изготовлены из коррозионностойких сталей аустенитного класса.

6.1.7 Для снижения тепловых потерь наружная поверхность монтажных соединений необходимо теплоизолировать. В качестве теплоизоляционных материалов рекомендуется использовать теплоизоляционное полотно и теплоизоляционный материал TYGASIL. По согласованию с разработчиком ТИ допускается использовать другие теплоизоляционные материалы, обладающие аналогичными характеристиками.

6.1.8 Перед началом работ по нагреву и термообработке, а также в процессе выполнения работ необходимо проводить контроль оборудования, приборов, технологической оснастки.

6.1.9 Оборудование должно быть укомплектовано приборами, прошедшими поверку.



- 1 - осевой вентилятор;
- 2 - раструб;
- 3 - конус (листовое железо, толщиной от 1,0 до 1,5 мм);
- 4 - распорки (диаметром 10-15мм)

Рисунок 7 – Осевой вентилятор с диффузором

6.2 Контроль температуры

6.2.1 Контроль и запись температуры выполнять с помощью двенадцатиточечного самопишущего прибора, входящего в комплект установки. Класс точности прибора должен быть не ниже 0,5. На указанном приборе рекомендуется применять скорость движения диаграммной ленты 20 мм/ч или 60 мм/ч с интервалом записи температуры 12 с.

Рекомендуется использовать приборы с диапазоном измерения температуры от 0 °С до 800 °С и термопреобразователи ТХА, имеющие номинальную статическую характеристику ХА (К).

6.2.2 Термопреобразователи типа ТХА выполнять из хромелевой и алюмелевой проволоки диаметром от 0,5 до 1,5 мм, длиной от 2 до 3 метров. Термоспай получать путем обварки концов термоэлектродов аргонодуговой сваркой без присадочной проволоки. Поверхность горячего спая при необходимости должна быть зачищена от окисной пленки; термопреобразователи должны пройти поверку и быть отградуированы в установленном порядке. К приборам термопреобразователи подключать многожильным компенсационным проводом с жилами медь-константан длиной не более 20 м.

В процессе работы следует обеспечить нахождение холодного спая термопреобразователя при комнатной температуре. Не допускать сворачивания бухтой (кольцами) компенсационных проводов.

Следить за обеспечением надёжного контакта в соединениях цепи термопреобразователь - самопишущий прибор.

Запрещается выключение самопишущего прибора с начала термической операции вплоть до её окончания.

6.2.3 Установку термопреобразователей на монтажных соединениях ГЦТ с патрубками корпуса реактора проводить согласно схеме, приведенной на рисунке 8.

Ввод. № 6301

В каждой точке устанавливают два термопреобразователя (основной и дублирующий), расстояние между которыми по окружности составляет от 20 мм до 30 мм. На диаграммную ленту прибора записывают показания основных термопреобразователей. Дублирующие включаются в работу в случае обнаружения неисправности основных термопреобразователей.

6.2.4 Крепление термопреобразователей на поверхности металла осуществляется одним из общепринятых способов (зачеканка, с помощью приваренных бобышек из аустенитной стали марки 08X18H10T или установка с помощью резьбового соединения аустенитной стали марки 08X18H10T).

При приварке к наружной поверхности трубы (перлитная сталь) без предварительного подогрева применять:

- РДС с использованием электродов ЭА-395/9 диаметром 3,0 мм;
- РАДС с использованием проволоки Св-10X16H25AM6 диаметром 2,0 мм.

При приварке к внутренней поверхности корпуса патрубка реактора (антикоррозионное покрытие) без предварительного подогрева применять:

- РДС с использованием электродов ЭА-898/21Б (ОСТ 5Р.9370) диаметром 3,0 мм.

После завершения термической обработки места крепления термопреобразователей следует зачистить заподлицо с основным металлом с обеспечением шероховатости не ниже $\sqrt{Ra6,3}$ и провести капиллярный контроль на отсутствие трещин и других дефектов в соответствии с технологической инструкцией по неразрушающему контролю ТИ 3-504-2012. После зачистки мест крепления термопреобразователей допускаются участки с не полностью удаленным аустенитным металлом шва на поверхностях патрубках корпуса реактора.

6.2.5 По согласованию с ОАО «НИКИМТ-Атомстрой» для измерения и записи температуры могут быть использованы другие прошедшие аттестацию

термопреобразователи с компенсационными проводами и соответствующими приборами, характеристики которых близки к указанным.

6.3 Режимы нагрева под сварку, термического отдыха, промежуточного и окончательного высокого отпуска

Для монтажных соединений ГЦТ с патрубками корпуса реактора при сварке выполнять следующие термические операции: предварительный нагрев под сварку, промежуточный отпуск, термический отдых (в случае необходимости) и окончательный высокий отпуск.

6.3.1 Нагрев под сварку

Сварку осуществлять с предварительным нагревом до температуры 250 °С и сопутствующим подогревом в интервале температур от 150 °С до 250 °С (контроль температуры по термопреобразователям ВК1, ВК2, ВК3, ВК4, ВК6 (рисунок 8)).

Скорость нагрева не должна превышать 150 °С в час.

Сварка ведется при выключенных нагревательных устройствах.

Не допускать остывания зоны сварки монтажного соединения ГЦТ с патрубками корпуса реактора ниже 150 °С.

6.3.2 Промежуточный отпуск

Промежуточный отпуск применять на монтажных соединениях ГЦТ с патрубками корпуса реактора после окончания сварки, не допуская его охлаждения ниже 150 °С.

6.3.2.1 Схема режима промежуточного отпуска монтажных соединений ГЦТ с патрубками корпуса реактора представлена на рисунке 9.

Для монтажных соединений ГЦТ с патрубками корпуса реактора режим промежуточного отпуска выполняется по показаниям термопреобразователей ВК1, ВК2, ВК4 и ВК6.

Для достижения заданной температуры промежуточного отпуска скорость нагрева изделий до 500 °С не должна превышать 100 °С в час, далее от 500 °С до (620±10) °С - не более 50 °С в час.

Температура отпуска - (620±10) °С, продолжительность промежуточного отпуска - 3 часа. При проведении промежуточного отпуска допускается увеличение минусовых предельных отклонений от указанной номинальной температуры до 30 °С. Номинальная температура промежуточного отпуска должна быть ниже номинальной температуры окончательного высокого отпуска не менее чем на 15 °С.

Время выдержки при отпуске следует исчислять по показанию последнего термопреобразователя, установленного в зоне контролируемого нагрева, достигшего минимально допустимой заданной температуры.

6.3.2.2 Ширина зоны нагрева в интервале температур (620±10) °С от оси шва составляет:

- в сторону патрубка корпуса реактора 70 мм (контроль по термопреобразователям ВК2, ВК6, рисунок 8);
- в сторону трубопровода 200 мм (контроль по соответственно установленным термопреобразователям ВК1, ВК4, рисунок 8).

Температура стенки корпуса реактора на входе в патрубок (показания термопреобразователя ВК5, рисунок 8) не должна превышать 230 °С до окончания выдержки при включенном вентиляторе.

Температура наружной поверхности патрубка реактора во время выдержки (по показаниям термопреобразователя ВК3) должна находиться в интервале от 350 °С до 500 °С.

По окончании выдержки выключить вентилятор. В процессе охлаждения температура термопреобразователя ВК5 повышается и достигает значений температуры на термопреобразователях ВК1, ВК2, ВК3, ВК4, ВК6 (в интервале температур от 230 °С до 450 °С), что допускается.

ИИЗ. № 6301

Охлаждение от (620 ± 10) °С до 300 °С выполнять со скоростью не более 50 °С в час, далее – не регламентируемое, под слоем теплоизоляции.

Демонтаж теплоизоляции производить при температуре стыка не более 100 °С. Запись температуры при охлаждении осуществляется до 100 °С.

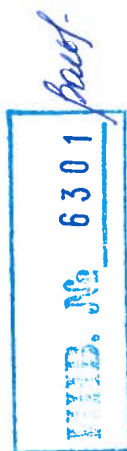
6.3.2.3 В процессе выхода на заданную температуру промежуточного отпуска нагрев до температуры 500 °С считать контрольным.

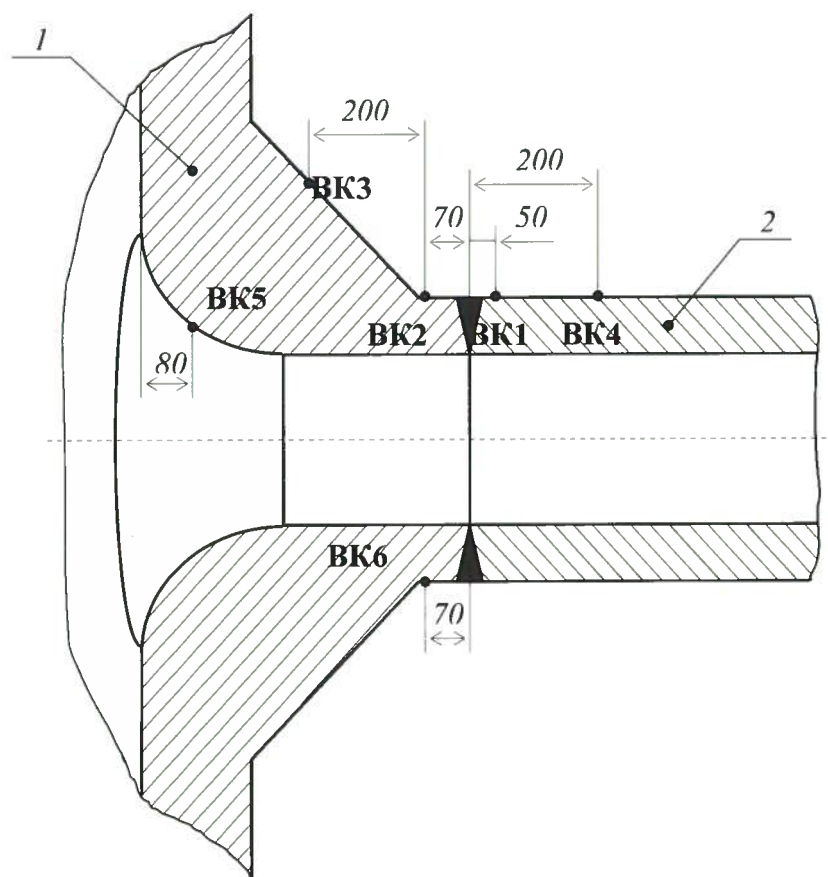
Если разброс показаний основных термопреобразователей превышает 35 °С, следует сделать выдержку в течение часа, добиться уменьшения разброса температуры до 35 °С и продолжить нагрев со скоростью не выше 50 °С в час. Если разброс показаний температуры основных термопреобразователей не удастся уменьшить, следует охладить стык, выявить и устранить причину отклонения, затем возобновить нагрев.

6.3.3 Термический отдых

Для монтажных соединений ГЦТ с патрубками корпуса реактора термический отдых применять только при ремонтных операциях после исправления дефектов с нагревом под сварку до проведения окончательного высокого отпуска.

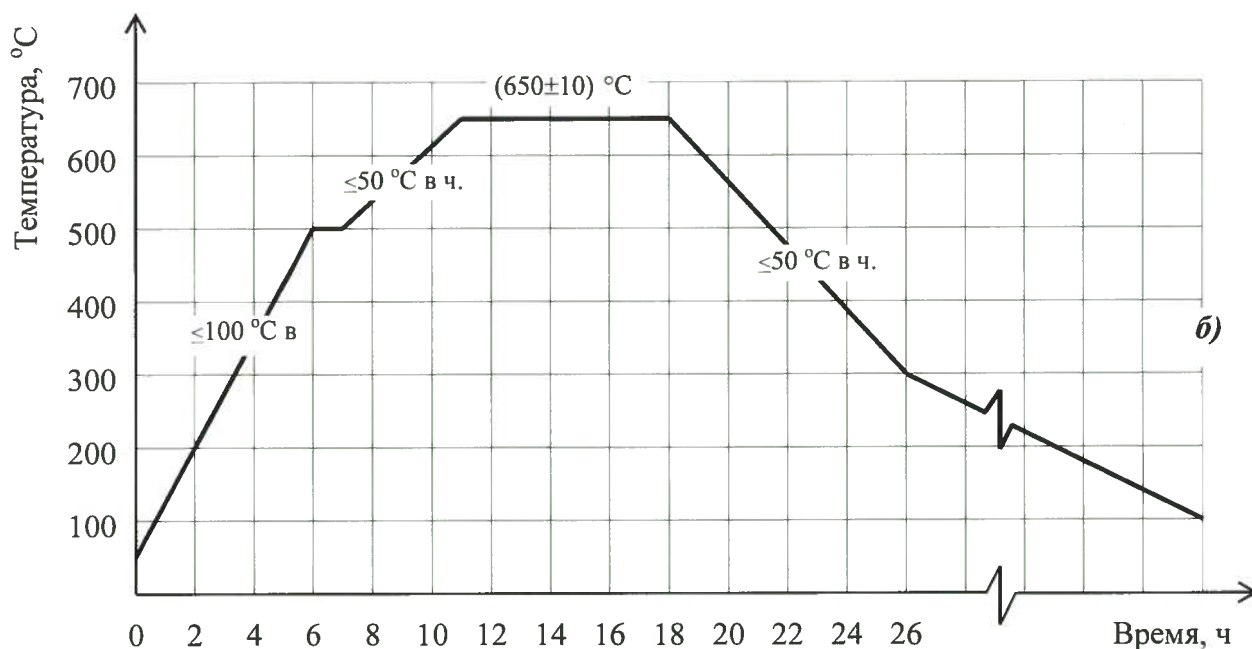
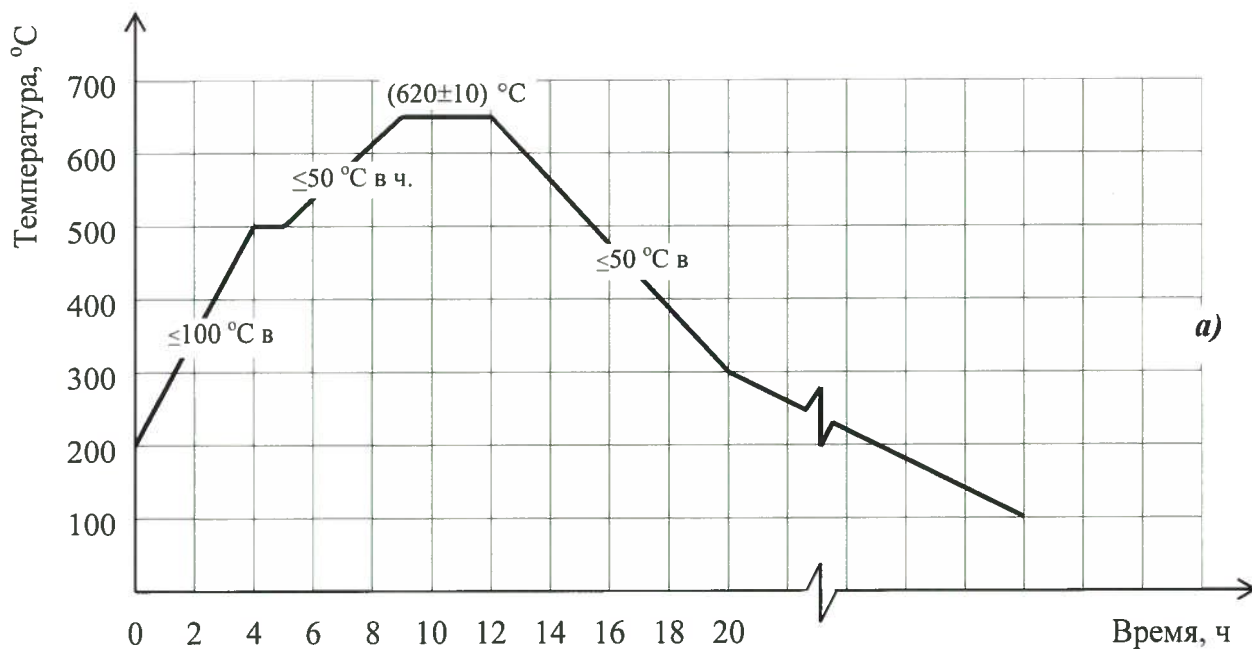
Термический отдых выполнять при температуре от 150 °С до 250 °С, скорость нагрева не должна превышать 150 °С в час, продолжительность - 12 ч. Охлаждение после термического отдыха проводить под слоем теплоизоляции с записью процесса охлаждения на диаграммную ленту до комнатной температуры.





- 1- патрубок реактора;
 2- трубопровод Ду 850;
 BK1-BK6 - термопреобразователи

Рисунок 8 – Схема расположения термопреобразователей на монтажных соединениях ГЦТ с патрубками корпуса реактора



- а) – промежуточный отпуск;
 б) – окончательный высокий отпуск

Рисунок 9 – Схема режимов отпуска монтажных соединений ГЦТ с патрубками корпуса реактора

6.3.4 Окончательный высокий отпуск

6.3.4.1 Отпуску подлежат все сварные соединения после завершения всех сварочных и термических операций.

К началу проведения термообработки по режиму отпуска все обнаруженные дефекты в сварном соединении должны быть устранены.

Схема режима окончательного высокого отпуска монтажных соединений ГЦТ с патрубками корпуса реактора приведена на рисунке 9.

На монтажных соединениях ГЦТ с патрубками корпуса реактора режим окончательного высокого отпуска выполняются по показаниям термопреобразователей ВК1, ВК2, ВК4 и ВК6.

Для достижения заданной температуры отпуска скорость нагрева изделий до 500 °С не должна превышать 100 °С в час, далее от 500 °С до (650 ± 10) °С - не более 50 °С в час.

Температура отпуска - (650 ± 10) °С, продолжительность окончательного высокого отпуска - 7 часов. При проведении окончательного высокого отпуска допускается увеличение минусовых предельных отклонений от указанной номинальной температуры до 30°С.

Время выдержки при отпуске следует исчислять по показанию последнего термопреобразователя, установленного в зоне контролируемого нагрева, достигшему минимально допустимой заданной температуры.

6.3.4.2 Ширина зоны нагрева в интервале температур (650 ± 10) °С от оси шва составляет:

- в сторону патрубка корпуса реактора 70 мм (контроль по термопреобразователям ВК2, ВК6, рисунок 8);
- в сторону трубопровода 200 мм (контроль по соответственно установленным термопреобразователям ВК1, ВК4, рисунок 8).

Температура стенки корпуса реактора на входе в патрубок (показания термопреобразователя ВК5, рисунок 8) не должна превышать 230 °С до окончания выдержки при включенном вентиляторе.

Температура наружной поверхности патрубка реактора во время выдержки (по показаниям термопреобразователя ВК3) должна находиться в интервале от 350 °С до 500 °С.

По окончании выдержки выключить вентилятор. В процессе охлаждения температура термопреобразователя ВК5 повышается и достигает значений температуры на термопреобразователях ВК1, ВК2, ВК3, ВК4, ВК6 (в интервале температур от 230 °С до 450 °С), что допускается.

Охлаждение от (650 ± 10) °С до 300 °С выполнять со скоростью не более 50 °С в час, далее – не регламентированное, под слоем теплоизоляции.

Демонтаж теплоизоляции производить при температуре стыка не более 100 °С. Запись температуры при охлаждении осуществляется до 100 °С.

6.3.4.3 В процессе выхода на заданную температуру окончательного отпуска нагрев до температуры 500 °С считать контрольным. Если разброс показаний основных термопреобразователей превышает 35 °С, следует сделать выдержку в течение часа, добиться уменьшения разброса температуры до 35 °С и продолжить нагрев со скоростью не выше 50 °С в час. Если разброс показаний температуры основных термопреобразователей не удастся уменьшить, следует охладить стык, выявить и устранить причину отклонения, затем возобновить нагрев.

6.3.4.4 В случае нарушения контроля температуры при отпуске или возникновения другой неисправности, в результате которой произойдет вынужденная остановка и в процессе ликвидации неисправности температура металла понизится, разрешается продолжить термообработку от фактической температуры на стыке в соответствии с режимом согласно с рисунком 9, при

И.В. № 6301

этом должно учитываться (суммироваться) время выдержки прерванного отпуска.

6.3.4.5 В процессе вынужденной (аварийной) остановки охлаждение монтажного соединения следует выполнять под слоем теплоизоляции, вплоть до комнатной температуры, но не ниже 5 °С.

6.3.4.6 Не более, чем на двух термопреобразователях, установленных в зоне отпуска (ВК1, ВК2, ВК4 и ВК6) при термообработке допускается в процессе выдержки снижение нижнего предела температуры отпуска до значения 600 °С. Суммарная продолжительность отклонений не должна превышать 2-х часов.

6.3.4.7 Окончательный высокий отпуск на монтажных соединениях ГЦТ с патрубками корпуса реактора является заключительным.

6.4 Подготовка монтажных соединений ГЦТ с патрубками корпуса реактора к нагреву под сварку и термической обработке

6.4.1 После сварки и контроля корня шва провести разметку и приварку штырей согласно рисунку 10. Штыри (3) в количестве шести штук приварить с шагом в 60° по окружности, но не ближе 200 мм от места установки термопреобразователей ВК2 и ВК6, на расстоянии 85 мм от оси шва. Размеры штыря: диаметр от 8 до 10 мм, длина 150 мм. Материал – нержавеющая сталь.

Для обеспечения необходимого шага на конической части патрубка корпуса реактора допускается устанавливать шесть дистанцирующих «гребенок». «Гребенки» изготавливаются из стальной полосы шириной 40 мм толщиной 3-4 мм и фиксируются на наружной поверхности патрубка корпуса реактора с помощью кремнеземистой ленты.

6.4.2 Штыри привариваются без предварительного нагрева с использованием:

- РДС электродами ЭА-395/9 диаметром 3,0 мм;
- РАДС сварочной проволокой Св-10Х16Н25АМ6 диаметром 2,0 мм.

Штыри необходимо теплоизолировать от индуктора. По окончании термической обработки штыри срезать абразивным кругом так, чтобы не повредить основной металл трубопровода. Места приварки зачистить и провести капиллярный контроль (ПНАЭ Г-7-018).

6.4.3 Установить термопреобразователи в соответствии с рисунком 8: шесть основных и шесть дублирующих. Термопреобразователи ВК1, ВК2 и ВК4 расположить сверху. Термопреобразователь ВК6 установить диаметрально противоположно термопреобразователю ВК2. На конической поверхности патрубка снаружи расположить термопреобразователь ВК3, а внутри патрубка, на расстоянии 80 мм от внутренней стенки корпуса реактора, установить термопреобразователь ВК5.

ИНВ. № 6301
виз.

6.4.4 Замаркировать термопреобразователи соответственно:

1 и 1'', 2 и 2'' и т.д. Основные термопреобразователи подключить к самопишущему прибору, используя компенсационный провод.

6.4.5 Управление процессом нагрева осуществлять по термопреобразователю ВК2.

6.4.6 Смонтировать теплоизоляцию 4 (рисунок 10).

На время выполнения сварочных работ зона со сварным швом шириной не менее 150 мм не теплоизолировать.

Общая ширина теплоизоляции на трубопроводе должна составлять 800-900 мм, на патрубке – 450 мм.

Теплоизоляция укладывать после окончания работ по сварке на зону сварного соединения свободную от теплоизоляции.

6.4.7 Теплоизоляционные перегородки 5 (рисунок 10) устанавливаются внутри патрубка корпуса реактора и трубопровода: одна на расстоянии 200 мм, другая – в 1170 мм от внутренней поверхности корпуса реактора. Перегородки закрепляются относительно внутренней поверхности трубопровода, зазор между перегородкой и внутренней поверхностью трубопровода и патрубком корпуса реактора уплотнить теплоизоляцией.

6.4.8 Индуктор монтируется на трубопровод и патрубок корпуса реактора.

Для нагрева под сварку намотать индуктор в соответствии со схемой, приведенной на рисунке 10. Для создания перехода через шов делается свободная петля длиной 1500 мм.

На трубной части монтажных соединений ГЦТ с патрубками корпуса реактора наматывается четыре витка. На конической части патрубка корпуса реактора, начиная от штырей, укладываются восемь витков индуктора вплотную друг к другу (шаг - 50 мм), их намотка производится в том же направлении, что и витки на трубопроводе.

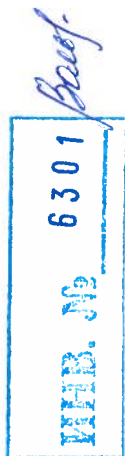
При проведении отпуска свободная петля, оставленная для перехода через сварной шов, выбирается для обеспечения плотной намотки на трубопроводе (рисунок 11). При этом расположение витков со стороны трубопровода монтажных соединений ГЦТ с патрубками корпуса реактора должно соответствовать схеме, приведенной на рисунке 11. На конической части патрубка корпуса реактора укладка витков не меняется.

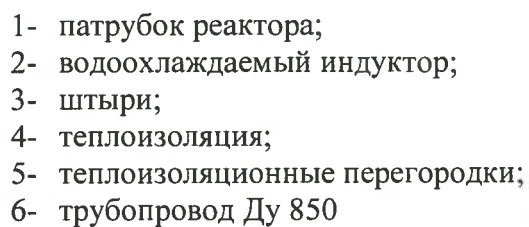
6.4.9 Собрать систему водяного охлаждения индуктора. Предусмотреть подачу охлаждающей воды на каждые 30 м кабеля и на их концах установить водоразделительные муфты.

6.4.10 Индуктор подключить к источнику питания.

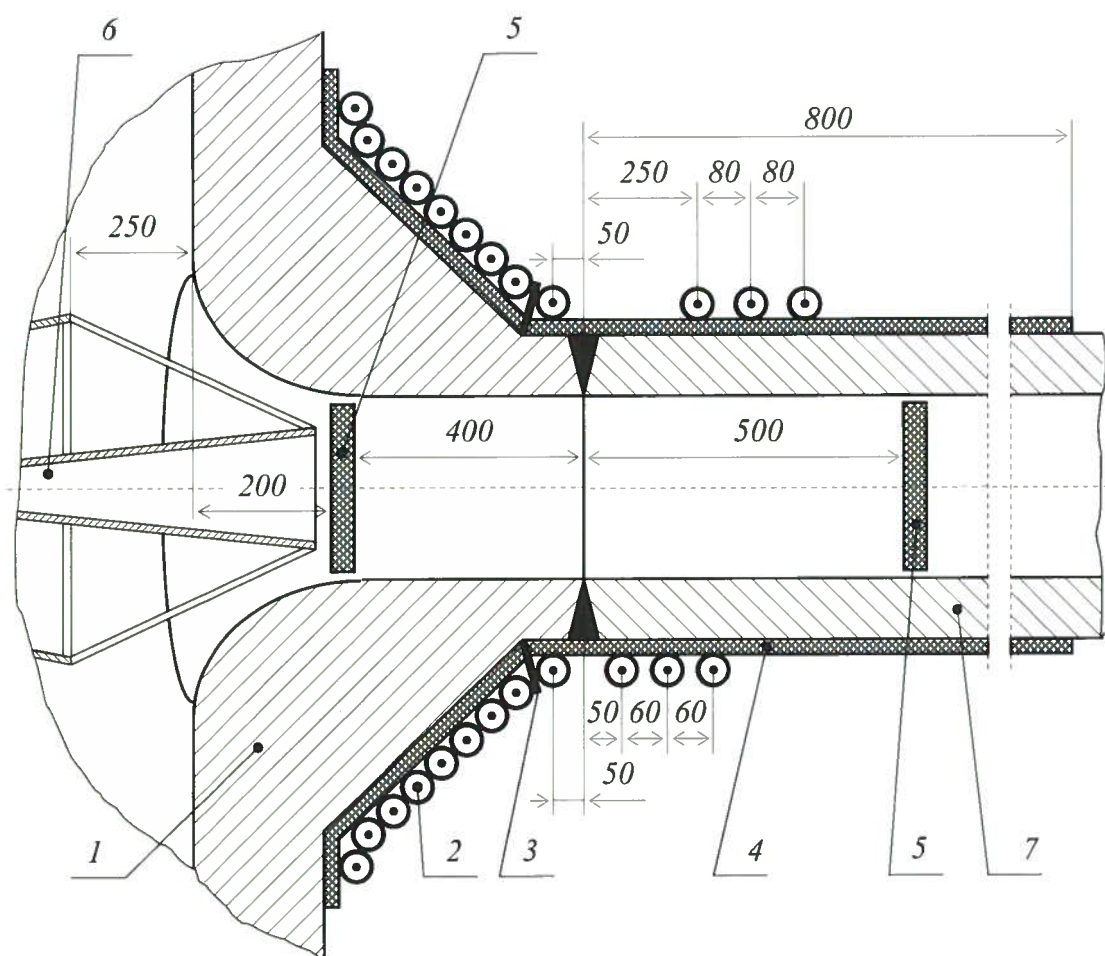
6.4.11 Смонтировать осевой вентилятор с диффузором 6 (рисунок 11).

Осевой вентилятор (6) установить внутри корпуса реактора соосно с патрубком (1), а его диффузор при помощи внутреннего конуса состыковывать с теплоизоляционной перегородкой. Расстояние от раструба диффузора до внутренней поверхности корпуса реактора должно составлять 250 мм. При нагреве под сварку и термический отдых вентилятор не включать.





Совместная собственность ОАО «НИКИМТ-Атомстрой» и «ОАО «Атомэнергoproject»
Запрещается копирование, передача третьим лицам и использование
сведений в коммерческих целях без письменного на то согласия собственника



- 1- патрубок реактора;
- 2- водоохлаждаемый индуктор;
- 3- штыри;
- 4- теплоизоляция;
- 5- теплоизоляционные перегородки;
- 6- осевой вентилятор с диффузором;
- 7- трубопровод Ду 850

Рисунок 11 - Схема монтажных соединений ГЦТ с патрубками корпуса реактора, подготовленных к термообработке

6.5 Последовательность выполнения операций при нагреве монтажных соединений ГЦТ с патрубками корпуса реактора

Выполнение монтажных соединений ГЦТ с патрубками корпуса реактора проводить согласно схеме операций:

- сварка корня шва;
- неразрушающий контроль корня шва (ВИК, КК, РГК), в случае необходимости – выборка дефектов и подварка;
- нагрев под сварку;
- сварка до 50% заполнения высоты разделки;
- неразрушающий контроль на наличие дефектов сварного шва (ВИК, РГК), в случае необходимости – выборка дефектов и подварка с последующим проведением неразрушающего контроля исправленных участков;
- сварка до 100% заполнения высоты разделки;
- промежуточный отпуск;
- неразрушающий контроль на наличие дефектов сварного шва (ВИК, КК, УЗК, РГК), при необходимости – выборка дефектов, нагрев под сварку, подварка дефектных участков, термический отдых с последующим проведением неразрушающего контроля исправленных участков;
- окончательный высокий отпуск;
- неразрушающий контроль на наличие дефектов сварного шва (ВИК, КК, УЗК, РГК), при необходимости – выборка дефектов, нагрев под сварку, подварка дефектных участков, термический отдых с последующим проведением неразрушающего контроля исправленных участков;
- наплавка антикоррозионного покрытия;
- неразрушающий контроль качества наплавки (ВИК, КК, УЗК), при необходимости – выборка дефектов, подварка дефектных участков с последующим проведением неразрушающего контроля исправленных участков.



6.5.1 Нагрев под сварку

6.5.1.1 Включить установку.

6.5.1.2 Нагреть сварной шов до температуры 250 °С (показания термопреобразователей ВК1, ВК2, ВК3, ВК4, ВК6) и отключить напряжение, подаваемое на индуктор. Начать сварку. При проведении сварочных работ и механической зачистки шва не допускать охлаждения металла ниже 150 °С. При охлаждении металла до 150 °С прекратить работы и повторить нагрев.

6.5.1.3 Осуществлять контроль за работой термопреобразователей и самопишущего прибора. В случае обнаружения неисправных термопреобразователей, заменить их на дублирующие.

6.5.1.4 Поддерживать температуру в указанном интервале температур в течение процесса заполнения шва до начала промежуточного отпуска.

6.5.2 Промежуточный отпуск

6.5.2.1 Промежуточный отпуск применяется на монтажных соединениях ГЦТ с патрубками корпуса реактора после окончания сварки стыка перлитной части шва, не допуская его охлаждения ниже 150 °С.

6.5.2.2 Теплоизолировать зону сварного шва.

6.5.2.3 Смонтировать индуктор в соответствии с рисунком 11.

6.5.2.4 Включить индуктор.

6.5.2.5 При достижении температуры от (620 ± 10) °С включить вентилятор в зоне патрубка корпуса реактора. Температура стенки корпуса реактора на входе в патрубок (показания термопреобразователя ВК5, рисунок 8) не должна превышать 230 °С до окончания выдержки при включенном вентиляторе. Режим промежуточного отпуска провести в соответствии со схемой (рисунок 9).

6.5.2.6 Температура выдержки должна составлять - (620 ± 10) °С, продолжительность - 3 часа. Температура наружной поверхности патрубка

корпуса реактора во время выдержки (по показаниям термопреобразователя ВК3) должна находиться в интервале от 350 °С до 500 °С.

6.5.2.7 По окончании выдержки отключить вентилятор. В процессе охлаждения температура термопреобразователя ВК5 повышается и достигает значений температуры на термопреобразователях ВК1, ВК2, ВК3, ВК4, ВК6 (в интервале температур от 230 °С до 450 °С), что допускается. Охлаждать стык со скоростью не более 50 °С в час до температуры 300 °С. Ниже 300 °С скорость охлаждения не регламентируется. Охлаждение сварного шва проводится под слоем теплоизоляции с записью процесса охлаждения на диаграммную ленту до температуры 100 °С.

6.5.2.8 Произвести демонтаж теплоизоляции, нагревательной оснастки, термопреобразователей.

6.5.3 Термический отдых

6.5.3.1 Термический отдых проводится в случае, если после проведения промежуточного отпуска выявлены дефекты, устраняемые сваркой с нагревом.

6.5.3.2 После сварки дефектов зону сварного шва теплоизолировать.

6.5.3.3 Нагреть зону сварного шва (показания термопреобразователей ВК1, ВК2, ВК3, ВК4, ВК6) до температуры от 150 °С до 250 °С (6.3.2) и сделать выдержку в течение 12 часов.

6.5.3.4 Охлаждать под слоем теплоизоляции с записью на диаграммную ленту до комнатной температуры.

6.5.4 Окончательный отпуск применяется на монтажных соединениях ГЦТ с патрубками корпуса реактора после проведения промежуточного отпуска. Период времени между промежуточным отпуском и окончательным высоким отпуском не ограничен при условии охлаждения зоны сварного шва не ниже 5 °С.

6.5.4.1 Теплоизолировать зону сварного шва.

6.5.4.2 Смонтировать индуктор в соответствии с рисунком 11.

6.5.4.3 Включить индуктор.

6.5.4.4 При достижении температуры $(650 \pm 10)^\circ\text{C}$ включить вентилятор в зоне патрубка корпуса реактора. Температура стенки корпуса реактора на входе в патрубок (показания термопреобразователя ВК5, рисунок 8) не должна превышать 230°C до окончания выдержки при включенном вентиляторе. Режим окончательного высокого отпуска провести в соответствии со схемой (рисунок 9).

Осуществлять контроль за работой термопреобразователей. В случае обнаружения неисправностей термопреобразователей заменить их на дублирующие.

6.5.4.5 Температура выдержки должна составлять $(650 \pm 10)^\circ\text{C}$, продолжительность 7 часов. Температура наружной поверхности патрубка реактора во время выдержки (по показаниям термопреобразователя ВК3) должна находиться в интервале от 350°C до 500°C .

6.5.4.6 По окончании выдержки отключить вентилятор. В процессе охлаждения температура термопреобразователя ВК5 повышается и достигает значений температуры на термопреобразователях ВК1, ВК2, ВК3, ВК4, ВК6 (в интервале температур от 230°C до 450°C), что допускается. Охлаждать стык со скоростью не более 50°C в час до температуры 300°C . Ниже 300°C скорость охлаждения не регламентируется. Охлаждение сварного шва проводится под слоем теплоизоляции с записью процесса охлаждения на диаграммную ленту до температуры 100°C .

6.5.4.7 Произвести демонтаж теплоизоляции, нагревательной оснастки, термопреобразователей.

7 Нагрев под сварку и термическая обработка монтажных соединений ГЦТ с коллектором парогенератора

7.1 Нагревательное оборудование, технологическая оснастка и материалы

7.1.1 Для нагрева под сварку, термического отжига и окончательного высокого отпуска монтажных соединений ГЦТ с коллектором парогенератора использовать индукционные нагревательные установки повышенной частоты ППЧ-320 производства фирмы «Курай».

Для проведения нагрева под сварку и термическую обработку одного сварного соединения необходимо иметь две установки: одну – основную, вторую – резервную. Резервная установка используется для немедленного подключения в случае отказа основной.

7.1.2 Индукционная нагревательная установка повышенной частоты состоит из источника питания (инвертор), блока конденсаторов, устройства регулирования и контроля температуры и гибкого водоохлаждаемого кабеля в качестве индуктора со следующими техническими данными:

Напряжение питания, В	3~50 Гц, 380
Напряжение повышенной частоты, В	800
Выходная частота, Гц	1000-2400
Мощность, кВт	250
Диаметр гибкого водоохлаждаемого кабеля, мм	30 - 40.

7.1.3 Для выполнения нагрева под сварку и термического отжига разрешается применение нагревательного оборудования мощностью не ниже 100 кВт, при условии соблюдения требований настоящей инструкции по нагреву.

7.1.4 Преобразователь повышенной частоты рекомендуется располагать на расстоянии не более 30 м от нагреваемого объекта, а конденсаторную батарею (нагрузочный блок) и шкаф управления – на расстоянии не более 15 м от него.

7.1.5 В качестве индуктора используют гибкий водоохлаждаемый кабель в термостойкой изоляции.

7.1.6 При условии обеспечения режимов термической обработки, указанных в подразделе 7.3, допускается применение других типов оборудования, нагревательных устройств и схем их размещения. При этом, по согласованной с разработчиком ТИ, до проведения окончательного высокого отпуска, проводятся пробные нагревы макетов или сварных узлов штатного изделия, температура нагрева которых не должна превышать 500 °С.

7.1.7 Для предотвращения охлаждения нагреваемой зоны потоком воздуха внутри трубопровода установить теплоизоляционные перегородки (рисунок 1). Комплектация теплоизоляционной перегородки описана в 5.1.9. Все детали перегородки, соприкасающиеся с внутренней поверхностью ГЦТ, должны быть изготовлены из коррозионностойких сталей аустенитного класса.

7.1.8 Для снижения тепловых потерь наружная поверхность сварного соединения необходимо теплоизолировать. В качестве теплоизоляционных материалов рекомендуется использовать теплоизоляционное полотно и теплоизоляционный материал TYGASIL. По согласованию с разработчиком ТИ допускается использовать другие теплоизоляционные материалы, обладающие аналогичными характеристиками.

7.1.9 Перед началом работ по нагреву и термообработке, а также в процессе выполнения работ необходимо проводить контроль оборудования, приборов, технологической оснастки.

7.1.10 Оборудование должно быть укомплектовано приборами, прошедшими поверку.

7.2 Контроль температуры

7.2.1 Контроль и запись температуры выполнять с помощью двенадцатиточечного самопишущего прибора, входящего в комплект установки. Класс точности прибора должен быть не ниже 0,5. На указанном приборе рекомендуется применять скорость движения диаграммной ленты 20 мм/ч или 60 мм/ч с интервалом записи температуры 12 с.

Рекомендуется использовать приборы с диапазоном измерения температуры от 0 °С до 800 °С и термопреобразователи ТХА, имеющие номинальную статическую характеристику ХА (К).

7.2.2 Термопреобразователи типа ТХА выполнять из хромелевой и алюмелевой проволоки диаметром от 0,5 до 1,5 мм, длиной от 2 до 3 метров. Термоспай получать путем обварки концов термоэлектродов аргонодуговой сваркой без присадочной проволоки. Поверхность горячего спая при необходимости должна быть зачищена от окисной пленки; термопреобразователи должны пройти поверку и быть отградуированы в установленном порядке. К приборам термопреобразователи подключать многожильным компенсационным проводом с жилами медь-константан длиной не более 20 м.

В процессе работы следует обеспечить нахождение холодного спая термопреобразователя при комнатной температуре. Не допускать сворачивания бухтой (кольцами) компенсационных проводов.

Следить за обеспечением надёжного контакта в соединениях цепи термопреобразователь - самопишущий прибор.

Запрещается выключение самопишущего прибора с начала термической операции вплоть до её окончания.

7.2.3 Перед использованием термопреобразователи должны пройти поверку в установленном порядке.

Установку термопреобразователей на поверхности монтажных соединений ГЦТ с коллектором парогенератора проводить согласно схеме,

приведенной на рисунке 12. В каждой точке установить два термопреобразователя (основной и дублирующий), расстояние между которыми по окружности должно составлять от 20мм до 30 мм. На диаграммную ленту прибора записывают показания основных термопреобразователей. Дублирующие должны включаться в работу в случае обнаружения неисправности основных термопреобразователей.

7.2.4 Крепление термопреобразователей на поверхности металла осуществлять одним из общепринятых способов (зачеканка, с помощью приваренных бобышек из аустенитной стали марки 08X18H10T или установка с помощью резьбового соединения аустенитной стали марки 08X18H10T). При приварке к наружной поверхности трубы (перлитная сталь) применять без предварительного подогрева:

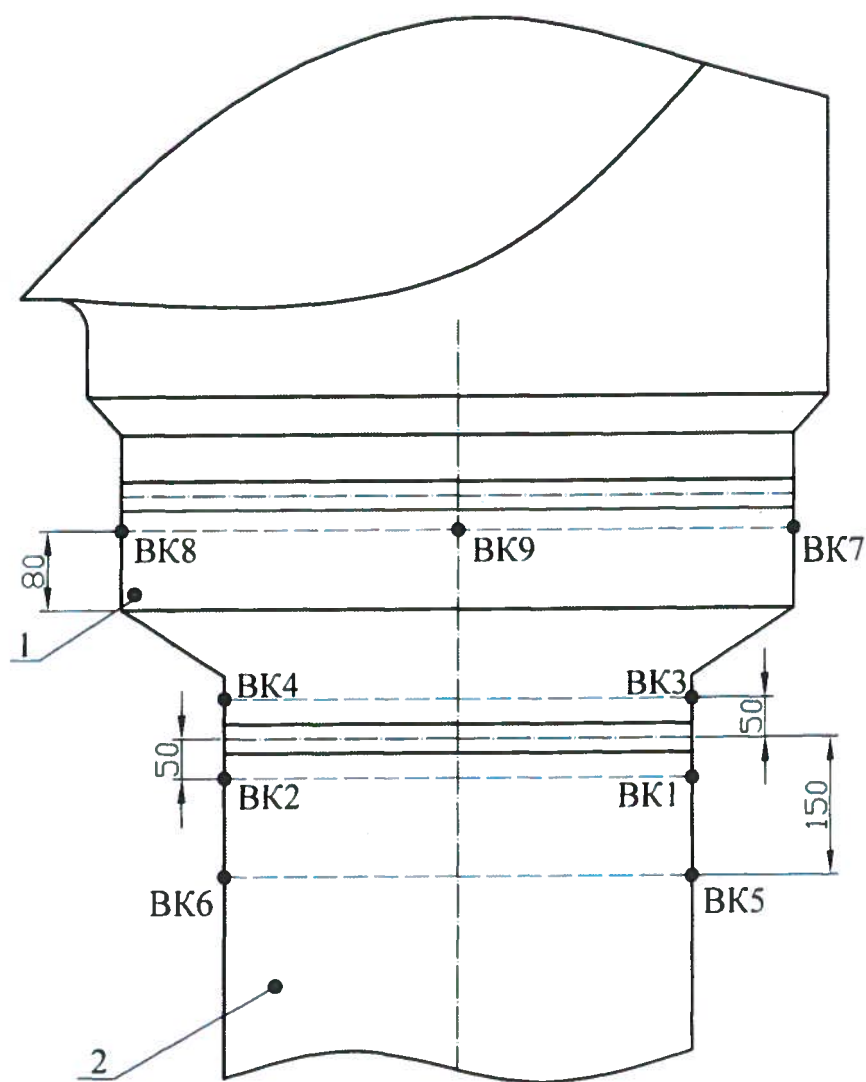
- РДС с использованием электродов ЭА-395/9 диаметром 3,0 мм;
- РАДС с использованием проволоки Св-10X16H25AM6 диаметром 2,0

мм.

После завершения термической обработки места крепления термопреобразователей следует зачистить заподлицо с основным металлом с обеспечением шероховатости не ниже $\sqrt{Ra6,3}$ и провести капиллярный контроль на отсутствие трещин и других дефектов в соответствии с ТИ 3-504-2012. После зачистки мест крепления термопреобразователей допускаются участки с не полностью удаленным аустенитным металлом шва на поверхностях трубопровода и коллектора парогенератора. Установку термопреобразователей на монтажных соединениях ГЦТ с коллектором парогенератора производить по схеме, приведенной на рисунке 12.

7.2.5 По согласованию с ОАО «НИКИМТ-Атомстрой» для измерения и записи температуры могут быть использованы другие прошедшие аттестацию термопреобразователи с компенсационными проводами и соответствующими приборами, характеристики которых близки к указанным.





1- коллектор парогенератора ПГВ-1000МКП;

2- трубопровод Ду 850;

VK1-VK9 - термопреобразователи

VK6, VK8 и VK9 — дополнительные преобразователи, устанавливаемые в случае использования для нагрева под сварку и проведения термического отжига оборудования радиационного нагрева «Велдотерм».

Рисунок 12 — Схема расположения термопреобразователей на монтажных соединениях ГЦТ с коллектором парогенератора

(Измененная редакция, Изм. №1)

7.3 Режимы нагрева под сварку, термического отдыха и окончательного высокого отпуска

Для монтажных соединений ГЦТ с коллектором парогенератора ПГВ-1000МКП выполняют предварительный нагрев под сварку, термический отдых и окончательный высокий отпуск.

7.3.1 Нагрев под сварку

Сварку осуществляют с предварительным и сопутствующим нагревом в интервале температур от 120 °С до 250 °С (контроль температуры по термопреобразователям ВК1, ВК2, ВК3, ВК4 и ВК5 (рисунок 12). Показания термопреобразователя ВК7 при проведении нагрева под сварку и термического отдыха не учитываются.

(Измененная редакция, Изм. №1)

Согласно ПНАЭ Г-7-009 (6.2.15) ширина зоны нагрева должна быть не менее 250 мм в каждую сторону от оси шва. Однако, из-за сложности геометрии соединения, а также, учитывая опыт проведения операций местного нагрева при монтаже ГЦТ на АЭС России, рекомендуется установку термопреобразователей проводить по схеме, приведенной на рисунке 12.

Скорость нагрева не должна превышать 150 °С в час.

Ширина зоны нагрева в интервале температур (650 ± 10) °С от оси шва должна составлять:

- в сторону коллектора парогенератора 50 мм (контроль соответственно по установленным термопреобразователям ВК3, ВК4, рисунок 12);
- в сторону трубопровода 150 мм (допускается 200 мм, контроль по термопреобразователям ВК1, ВК2, ВК5).

В процессе окончательного высокого отпуска температура термопреобразователя ВК7 не должна превышать 550 °С.

(Измененная редакция, Изм. №1)



7.3.2 Термический отдых выполняется при температуре от 150 °С до 250 °С, скорость нагрева не должна превышать 150 °С в час, продолжительность - 12 ч. Охлаждение после термического отдыха проводится под слоем теплоизоляции с записью процесса на диаграммную ленту до комнатной температуры.

Ширина зоны нагрева при термическом отдыхе должна быть такой же, как при нагреве под сварку.

Для сварных соединений ГЦТ с коллектором парогенератора термический отдых проводится сразу после сварки, не допуская остывания металла ниже 120 °С. Перерыв между термическим отдыхом и окончательным высоким отпуском не ограничен.

7.3.3 Окончательный высокий отпуск

7.3.3.1 Окончательному отпуску подлежат все монтажные соединения после завершения всех сварочных и термических операций и исправления дефектов сварного шва с применением сварки.

К началу проведения термообработки по режиму окончательного высокого отпуска все обнаруженные дефекты в сварном соединении должны быть устранены.

Схема режима окончательного высокого отпуска для монтажных соединений ГЦТ с коллекторами парогенератора приведена на рисунке 13.

Для монтажных соединений ГЦТ с коллектором парогенератора режим окончательного отпуска выполняется по показаниям термопреобразователей ВК1, ВК2, ВК3, ВК4 и ВК5.

Для достижения заданной температуры отпуска скорость нагрева изделий до 500 °С не должна превышать 100 °С в час, далее от 500 °С до (650 ± 10) °С - не более 50 °С в час.

Температура окончательного высокого отпуска - (650 ± 10) °С, продолжительность - 8 ч. При проведении окончательного высокого отпуска



допускается увеличение минусовых предельных отклонений от указанной номинальной температуры до 30 °С.

Время выдержки при отпуске следует исчислять по показанию последнего термопреобразователя, установленного в зоне контролируемого нагрева, достигшему минимально допустимой заданной температуры.

Охлаждение от (650 ± 10) °С до 300 °С выполняется со скоростью не более 50 °С в час, далее – не регламентируемое, под слоем теплоизоляции.

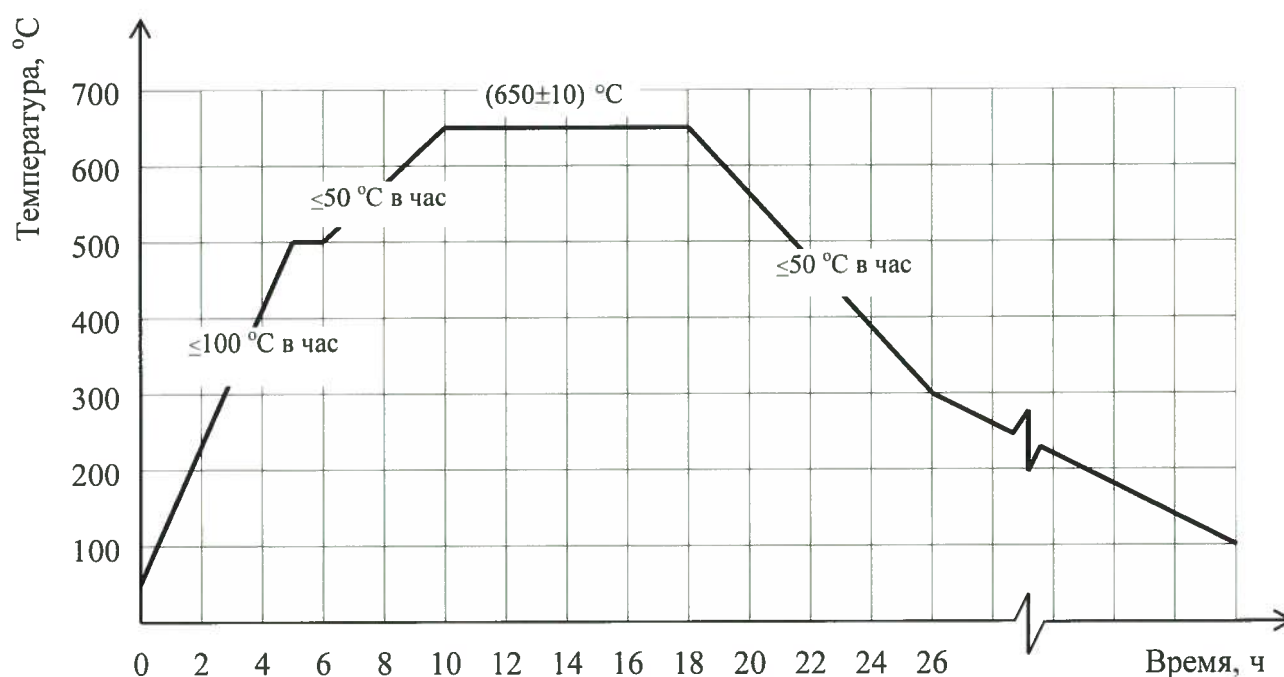


Рисунок 13 – Схема режима окончательного высокого отпуска для монтажных соединений ГЦТ с коллектором парогенератора

ИД. № 6301

Демонтаж теплоизоляции производить при температуре стыка не более 100 °С. Запись температуры при охлаждении осуществляется до 100 °С.

Ширина зоны нагрева в интервале температур (650±10) °С от оси шва должна составлять:

- в сторону коллектора парогенератора 50 мм (контроль соответственно по установленным термопреобразователям ВК3, ВК4, рисунок 12);

- в сторону трубопровода 150 мм (допускается 200 мм, контроль по термопреобразователям ВК1, ВК2, ВК5).

В процессе окончательного высокого отпуска температура термопреобразователя ВК7 не должна превышать 550 °С.

7.3.3.2 В процессе выхода на заданную температуру окончательного высокого отпуска нагрев до температуры 500 °С считать контрольным.

Если разброс показаний основных термопреобразователей превышает 35 °С, следует сделать выдержку в течение часа, добиться уменьшения разброса температуры до 35 °С и продолжить нагрев со скоростью не выше 50 °С в час. Если разброс показаний температуры основных термопреобразователей не удастся уменьшить, следует охладить стык, выявить и устранить причину отклонения, затем возобновить нагрев.

7.3.4 В случае нарушения контроля температуры при окончательном высоком отпуске или возникновения другой неисправности, в результате которой произойдет вынужденная остановка и в процессе ликвидации неисправности температура металла понизится, разрешается продолжить термообработку от фактической температуры на стыке в соответствии со схемой, представленной на рисунке 13, при этом должно учитываться (суммироваться) время выдержки прерванного отпуска.

7.3.5 В процессе вынужденной (аварийной) остановки охлаждение сварного соединения следует выполнять под слоем теплоизоляции, вплоть до комнатной температуры.

7.3.6 Не более, чем на двух термопреобразователях, установленных в зоне отпуска (ВК1, ВК2, ВК3, ВК4 и ВК5) при окончательном высоком отпуске допускается в процессе выдержки снижение нижнего предела температуры отпуска (7.3.3) до значения 600 °С.

Суммарная продолжительность отклонений не должна превышать двух часов.

7.3.7 Окончательный высокий отпуск на монтажных соединениях ГЦТ с коллектором парогенератора является заключительным.

Повторный отпуск допускается на монтажных соединениях ГЦТ с коллектором парогенератора после согласования его с разработчиком ТИ и заводом-изготовителем.

7.4 Подготовка монтажных соединений ГЦТ с коллектором парогенератора к нагреву под сварку и термической обработке

7.4.1 После выполнения сварки и контроля корня шва провести разметку и приварку штырей диаметром от 8 до 10 мм, длиной 150 мм (рисунок 14). Штыри (4) привариваются без предварительного подогрева с использованием:

- РДС покрытыми электродами ЭА-395/9 диаметром 3,0 мм;
- РАДС сварочной проволокой Св-10Х16Н25АМ6 диаметром 2,0 мм.

На патрубке коллектора парогенератора разместить равномерно по окружности шесть штырей, но не ближе 200 мм от места установки термопреобразователей ВК3 и ВК4 (на расстоянии 80 мм от оси шва), и на трубопроводе четыре штыря (на расстоянии 400 мм от оси шва). Штыри необходимо теплоизолировать от индуктора. По окончании термической обработки штыри срезать абразивным кругом. Места приварки зачистить и провести капиллярный контроль на отсутствие дефектов (ПНАЭ Г-7-018).



Для обеспечения необходимого шага на коллекторе парогенератора допускается устанавливать шесть дистанцирующих «ребенок». «Гребенки» изготавливаются из стальной полосы шириной 40 мм, толщиной 3-4 мм и фиксируются на наружной поверхности патрубка коллектора парогенератора с помощью кремнеземистой ленты.

7.4.2 Установить шесть основных и шесть дублирующих термопреобразователей согласно рисунку 12. Температуру нагрева при сварке контролировать по показаниям термопреобразователей ВК1, ВК2, ВК3, ВК4 и ВК5.

7.4.3 Замаркировать термопреобразователи соответственно:

1 и 1'', 2 и 2'' и т.д. Основные термопреобразователи подключить к самопишущему прибору с помощью компенсационного провода.

7.4.4 Управление процессом нагрева осуществлять по термопреобразователю ВК1.

7.4.5 Смонтировать теплоизоляцию 2 (рисунок 14).

Во время выполнения сварки зона сварочных работ (по 75 мм по обе стороны от центра соединения) не изолируется. Теплоизоляция закрепляется стеклолентой. Теплоизоляцию патрубка коллектора парогенератора следует выполнить на высоту 500 мм, а в сторону трубопровода – на расстояние 700 мм.

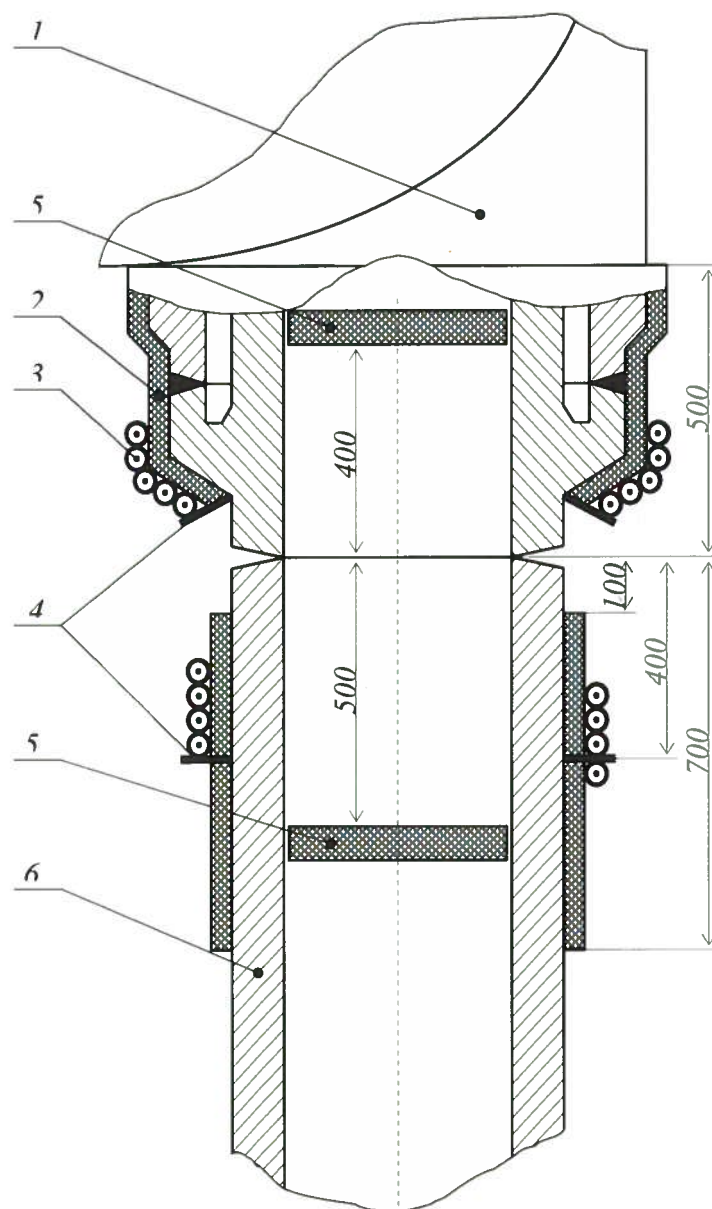
Для предотвращения сквозняков внутри патрубка коллектора парогенератора и трубопровода установить теплоизоляционные перегородки (рисунок 1).

7.4.6 Смонтировать индуктор 3 (рисунок 14) на трубопровод и патрубков коллектора парогенератора. На патрубке коллектора парогенератора укладывается пять витков вплотную друг к другу (шаг-50 мм), на трубопроводе – четыре витка. Намотка начинается непосредственно от штырей, укрытых теплоизоляцией. Переход через шов осуществляется с помощью петли. Весь индуктор подключается к одному источнику питания.



Воду для охлаждения следует подавать через каждые 30 метров.

7.4.7 После контроля и ремонта (если необходимо) сварного соединения и получения разрешения ОТК проводят окончательную термическую обработку.



- 1- коллектор парогенератора;
 2- теплоизоляция; 3- индуктор; 4- штыри;
 5- теплоизоляционные перегородки; 6- трубопровод Ду 850

Рисунок 14 – Монтажные соединения ГЦТ с коллектором парогенератора, подготовленные для нагрева под сварку и термический ОТДЫХ

7.4.8 Подготовка сварного соединения к термической обработке.

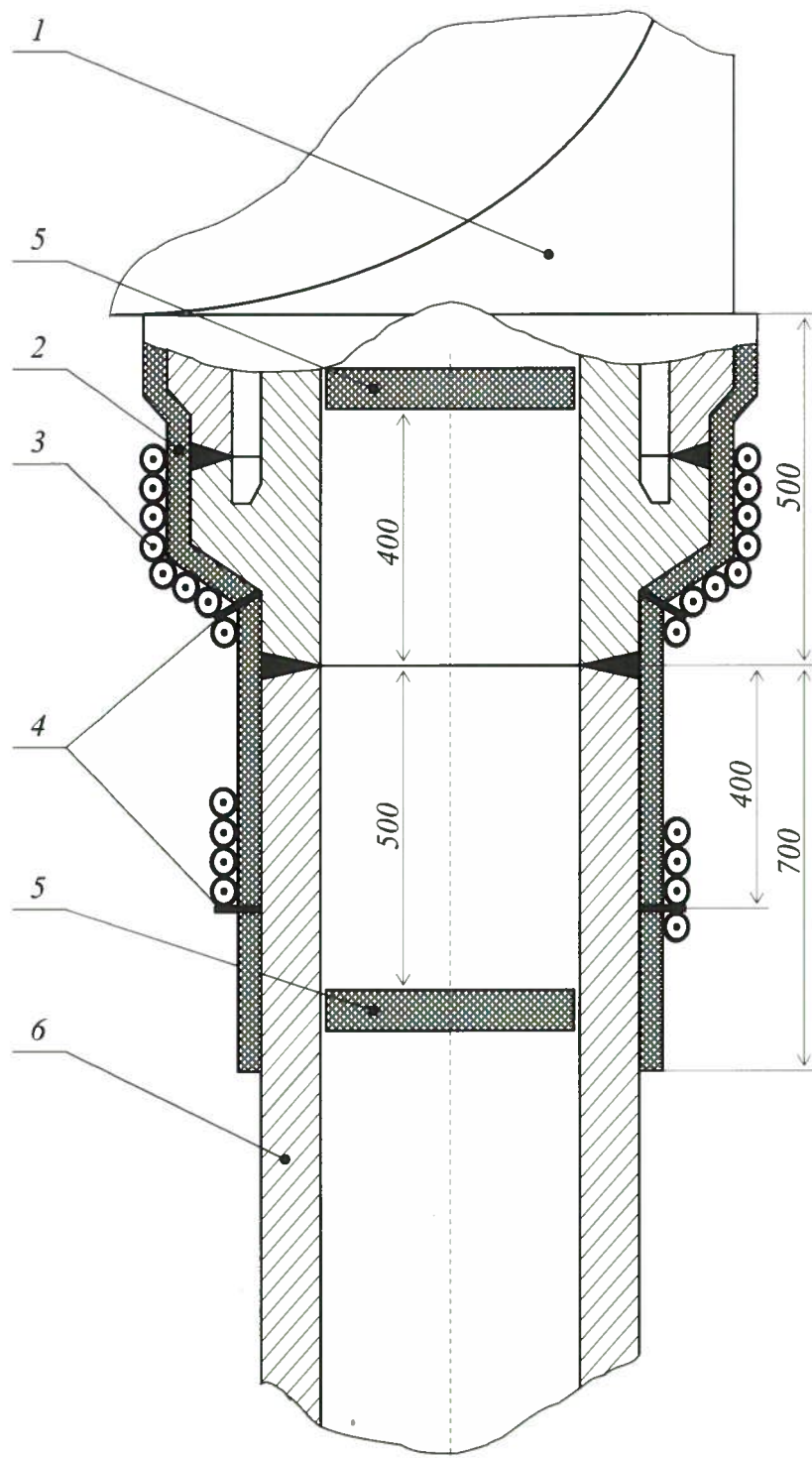
7.4.8.1 Проверить состояние термопреобразователей, их маркировку и при необходимости восстановить в соответствии с рисунком 12.

7.4.8.2 Установить теплоизоляцию в зоне сварного шва и на конусной части патрубка коллектора парогенератора, используя теплоизоляционные материалы. Общая толщина теплоизоляции должна быть не менее 25 мм (рисунок 15).

7.4.8.3 Смонтировать индуктор 3 (рисунок 15) на теплоизолированную поверхность патрубка парогенератора и трубопровода. На трубопровод уложить четыре витка. На коллекторе парогенератора уложить семь витков вплотную друг к другу (шаг-50 мм) начиная от штырей и один непосредственно под штырями на диаметре 990 мм.

Для подвода охлаждающей воды через каждые 30 метров индуктора (2 или 3 секции) устанавливаются разделительные муфты.





- 1- коллектор парогенератора;
 2- теплоизоляция; 3- индуктор; 4- штыри;
 5- теплоизоляционные перегородки; 6- трубопровод Ду 850

Рисунок 15 - Монтажные соединения ГЦТ с коллектором парогенератора, подготовленные для проведения окончательного высокого отпуска

ИИД. № 6301
 6301
 6301

7.5 Последовательность выполнения операций при нагреве монтажных соединений ГЦТ с коллектором парогенератора

Выполнение монтажных соединений ГЦТ с коллектором парогенератора производится по следующей схеме операций:

- сварка корня шва;
- неразрушающий контроль на наличие дефектов корня шва (ВИК, КК, РГК), в случае необходимости - выборка дефектов и подварка с последующим проведением неразрушающего контроля исправленных участков;
- нагрев под сварку;
- сварка до 50% заполнения высоты разделки;
- неразрушающий контроль на наличие дефектов сварного шва (ВИК, РГК), при необходимости - выборка и подварка дефектов;
- сварка до 100% заполнения высоты разделки;
- термический отдых;
- неразрушающий контроль на наличие дефектов сварного шва (ВИК, КК, УЗК, РГК), при необходимости – выборка дефектов, нагрев под сварку, подварка дефектных участков, термический отдых с последующим проведением неразрушающего контроля исправленных участков;
- окончательный высокий отпуск;
- неразрушающий контроль на наличие дефектов сварного шва (ВИК, КК, УЗК, РГК), при необходимости – выборка дефектов, нагрев под сварку, подварка дефектных участков, термический отдых с последующим проведением неразрушающего контроля исправленных участков;
- наплавка антикоррозионного покрытия;
- неразрушающий контроль качества наплавки (ВИК, КК, УЗК), при необходимости – выборка дефектов, подварка дефектных участков с последующим проведением неразрушающего контроля исправленных участков.



7.5.1 Нагрев под сварку

7.5.1.1 При нагреве под сварку температура зоны сварки должна находиться в интервале от 120 °С до 250 °С (7.3.1).

7.5.1.2 Нагреть зону сварного шва на заданную температуру (показания термопреобразователей ВК1, ВК2, ВК3, ВК4, ВК5 и ВК7) и начать сварку. Поддерживать температуру в указанном интервале в течение процесса заполнения шва до начала термического отдыха. Допускается резкое кратковременное увеличение температуры на термопреобразователе, в области которой проводится сварка.

(Измененная редакция, Изм. №1)

7.5.2 Термический отдых

7.5.2.1 При выполнении термического отдыха зону шва допускается не теплоизолировать при условии сохранения требуемого температурного режима.

7.5.2.2 Нагреть зону сварного шва (показания термопреобразователей ВК1, ВК2, ВК3, ВК4, ВК5 и ВК7) до температуры от 150 °С до 250 °С (7.3.2) и сделать выдержку в течение 12 часов. Охлаждать под слоем теплоизоляции с записью на диаграммную ленту до комнатной температуры.

(Измененная редакция, Изм. №1)

7.5.3 Термическая обработка

7.5.3.1 Предварительно проверить состояние термопреобразователей, их маркировку и при необходимости восстановить в соответствии с рисунком 12.

7.5.3.2 Теплоизолировать наружную поверхность зоны сварного соединения, а также установить теплоизоляционные перегородки согласно схеме, приведенной на рисунке 15.

7.5.3.3 Установить индуктор согласно схеме, приведенной на рисунке 15.

7.5.3.4 Соединить с помощью силового кабеля выводы нагревателей с установкой термообработки.

7.5.3.5 Нагреть зону сварного шва в соответствии с режимом отпуска (показания термопреобразователей ВК1, ВК2, ВК3, ВК4, ВК5 и ВК7) приведенным в 7.3.3.

(Измененная редакция, Изм. №1)

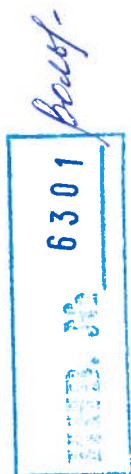
Рекомендуется на термопреобразователях ВК1, ВК2 поддерживать температуру в интервале $(650 \pm 10) ^\circ\text{C}$.

В процессе нагрева зоны сварного шва под сварку, термического отдыха и окончательного высокого отпуска осуществлять контроль за работой термопреобразователей. В случае обнаружения неисправностей в работе термопреобразователей заменить их на дублирующие.

7.5.3.6 По окончании выдержки при окончательном высоком отпуске охладить стык со скоростью не более $50 ^\circ\text{C}$ в час до температуры $300 ^\circ\text{C}$, далее скорость охлаждения не регламентируется.

Запись температуры охлаждения сварного шва производить до температуры $100 ^\circ\text{C}$; охлаждение производится под слоем теплоизоляции.

7.5.3.7 Произвести демонтаж теплоизоляции, нагревательной оснастки, термопреобразователей.



8 Оформление отчетной документации по результатам нагрева монтажных соединений ГЦТ

8.1 Документация оформляется и хранится в соответствии с требованиями раздела 13 ПНАЭ Г-7-010. Отчетным документом является акт. Он составляется и подписывается инженерно-техническим работником (мастером), в ведении которого находятся термисты, и начальником цеха. К документации прилагаются диаграммные ленты с записью температуры при сварке и термической обработке.

8.2 На диаграммной ленте самопишущего прибора термист делает отметки, где указывает номер сварного шва, вид операций нагрева (под сварку, термический отдых, окончательный высокий отпуск), начало и окончание (время – часы, минуты, число, месяц, год) каждой тепловой операции. На ленте записываются также номер прибора, размер шкалы, номер термопреобразователя (датчика) и скорость движения ленты.

8.3 Акт с приложенными диаграммными лентами на каждый выполненный сварной шов передается в ОТК.

8.4 В акте указываются:

- вид тепловой обработки (нагрев под сварку, термический отдых, отпуск);
- температура, продолжительность;
- количество термических отдыхов, отпусков;
- время проведения операций;
- фамилии лиц, проводивших обработку;
- все отклонения от режима и причины этих отклонений.



9 Контроль электротермического оборудования, аппаратуры и приспособлений

9.1 Требования к персоналу

9.1.1 Контроль электротермического оборудования осуществляется группой наладки монтажной организации.

Возглавляет группу инженерно-технический работник, который непосредственно подчиняется руководителю сварочных работ на объекте или его заместителю.

9.1.2 К работам по контролю, наладке и ремонту электротермического оборудования допускается специально подготовленный электротехнический персонал с квалификацией не ниже 4 разряда по семиразрядной сетке согласно единому тарифно-квалификационному справочнику и имеющий группу по электробезопасности II и выше по межотраслевым правилам по охране труда ПОТРМ-016.

9.1.3 Весь обслуживающий персонал должен ознакомиться с должностными инструкциями и регулярно инструктироваться по правилам безопасности на рабочем месте.

9.1.4 Инженерно-технические работники, осуществляющие руководство работами по контролю электротермического оборудования, должны проходить аттестацию в соответствии с «Типовым положением о порядке проверки знаний правил, норм и инструкций по безопасному ведению работ в атомной энергетике» и правилами и нормами в атомной энергетике ПН АЭГ-7-008.



9.2 Требования к контролю электротермического оборудования, аппаратуры и приспособлений

9.2.1 Контроль электротермического оборудования, аппаратуры и приспособлений, проводится:

- перед установкой оборудования на месте производства работ;
- в процессе эксплуатации.

9.2.2 Проверка электротермического оборудования, аппаратуры и приспособлений, перед установкой на месте производства работ выполняется согласно требованиям ГОСТ 24297 и включает:

- контроль наличия эксплуатационной документации (паспорт, инструкция по эксплуатации);
- контроль комплектности согласно требованиям эксплуатационной документации;
- визуальный контроль состояния оборудования (аппаратуры, приспособлений);
- контроль наличия и срока действия отметки о поверке приборов контроля режима термообработки;
- контроль оборудования (аппаратуры, приспособлений) на рабочих режимах термообработки.

9.2.3 Контроль электротермического оборудования выполняется аттестованным персоналом производственно-наладочной группы.

9.2.4 Оборудование (аппаратура, приспособления), не прошедшее проверку согласно 9.2.2, к эксплуатации не допускаются.

9.2.5 Контроль оборудования после установки включает проверку срабатывания отдельных механизмов, блоков на холостых режимах и проверку работы оборудования, в заданном рабочем цикле термообработки.

9.2.6 Регистрация результатов проверок электротермического оборудования, аппаратуры и приспособлений должна производиться в журнале состояния электротермического оборудования, хранящемся в группе

6301
№
ИЗД.

наладки, с отметкой типа и марки оборудования, фамилии лица, выполнявшего проверку, даты проверки, состава работ, выполненных при проверке, обнаруженных неисправностей, выявленных причинах неисправностей, а также разрешения на допуск оборудования к эксплуатации. Журнал хранится в группе наладки электротермического оборудования.

9.2.7 Проверку электротермического оборудования и аппаратуры в процессе эксплуатации должен проводить термист, эксплуатирующий проверяемый образец оборудования, а также – периодически – инженерно-технические работники группы наладки.

Термист выполняет контроль работы оборудования перед началом каждой смены. Наладчик выполняет плановый контроль работы оборудования в соответствии с графиком проверок, утвержденным главным инженером организации, и внеплановый контроль – по заявке руководителя электротермических работ на изделия.

9.2.8 Ежедневная проверка должна выполняться в следующей последовательности:

- выполнить визуальный контроль оборудования и установить целостность и наличие приборов, внешних силовых электрических цепей, внешних соединений отдельных узлов и блоков оборудования, а также коммуникаций охлаждения узлов и блоков оборудования;

- выполнить проверку работы механизмов оборудования на холостом ходу в соответствии с инструкцией по эксплуатации.

Для электротермического оборудования проверку путем пробной термообработки разрешается не производить.

9.2.9 Результаты проверок оборудования, выполняемых в соответствии с графиком проверок, должны регистрироваться в журнале состояния электротермического оборудования.



9.3 Требования к поверке контрольно-измерительных приборов

9.3.1 Метрологический надзор должен осуществляться путем проведения поверки средств измерений в целях подготовки их к выполнению измерений.

9.3.2 Поверка средств измерений проводится для установления их пригодности к применению.

9.3.3 Средства измерений должны подвергаться первичной, периодической, внеочередной и инспекционной поверке.

9.3.4 Калибровка и поверка средств измерений, находящихся в эксплуатации, должна проводиться в календарные сроки, устанавливаемые годовыми календарными графиками поверок.

Поверка должна осуществляться в соответствии с требованиями ПР 50.2.006.

9.4 Требования безопасности при контроле

9.4.1 При контроле электротермического оборудования, аппаратуры и приспособлений должна быть обеспечена безопасность работ в соответствии с требованиями следующих норм и правил:

- СНиП III-4;
- межотраслевые правила по охране труда ПОТРМ-016.

9.4.2 До начала работ наладочный персонал, термисты и инженерно-технические работники должны быть обучены правилам безопасности и должны пройти проверку знаний. Объем знаний правил безопасности наладочному персоналу, термистам и инженерно-техническим работникам устанавливается главным инженером организации, выполняющей термообработку, в зависимости от категории работников, условий производства работ и указывается в инструкции по правилам безопасной работы и пожарной безопасности.



9.4.3 Допуск рабочих к выполнению работ по термообработке разрешается после проведения инструктажа по правилам безопасности с соответствующей записью в журнале инструктажей, форма которого действует на НВАЭС-2.

9.4.4 При выполнении операций контроля необходимо строго соблюдать соответствующие инструкции по безопасному ведению работ и технике безопасности, действующие на НВАЭС-2.

10 Требования безопасности

10.1 При выполнении термической обработки монтажных сварных соединений трубопровода ГЦТ Ду 850 необходимо строго соблюдать инструкции по безопасному ведению работ безопасности, действующие на НВАЭС-2.

10.2 На индукционные нагревательные установки распространяются действующие правила безопасной работы и следующие инструктивные материалы:

10.2.1 Межотраслевые правила по охране труда (ПОТРМ-016);

10.2.2 Инструкция по технике безопасности, действующая в цехе или производственном (монтажном) участке, где эксплуатируется установка;

10.2.3 Технические описания (паспорта) и инструкции по эксплуатации машинных преобразователей повышенной частоты, конденсаторов, автотрансформаторов, контрольно-измерительных приборов и коммутирующей аппаратуры.

10.3 Общие положения.

10.3.1 Ответственность за соблюдение правил безопасности возлагается на начальника цеха или лицо, назначенное приказом по цеху, в ведении которого находятся нагревательные индукционные установки.

10.3.2 Правила безопасности имеют цель обеспечения личной, общественной безопасности при монтаже и эксплуатации высокочастотных

нагревательных установок и вводятся в действие на период монтажа, пуска и эксплуатации.

10.3.3 Весь обслуживающий персонал обязан иметь должностные инструкции и регулярно инструктироваться ответственным за эксплуатацию лицом по вопросам правил технической эксплуатации и техники безопасности.

10.4 Требования к обслуживающему персоналу

10.4.1 К обслуживанию установок допускается аттестованный обслуживающий персонал, хорошо освоивший приемы работы на них, прошедший проверку знаний безопасной эксплуатации оборудования и трубопровода атомных энергетических установок ПНАЭ Г-7-008, а также знающий технологические процессы, выполняемые на установке.

10.4.2 Установки обслуживаются бригадой в количестве не менее двух человек: электрика и оператора-термиста, которые имеют соответственно IV и III группы по технике безопасности.

10.4.3 Бригада (электрики) подчиняются энергетику цеха (производственного участка), который несет ответственность за эксплуатацию установки и технику безопасности. Он обязан проводить инструктаж на рабочем месте и периодическую проверку знаний обслуживающего персонала.

10.4.4 В бригаду по обслуживанию могут быть допущены лица, которые достигли 18-летнего возраста, умеющие пользоваться защитными и предохранительными приспособлениями в помещениях с электрическим оборудованием, обученные приемам оказания первой помощи и тушению пожара.

10.4.5 Лица, не удовлетворяющие хотя бы одному из перечисленных требований, не могут быть допущены к работе. Лица, замеченные в

недостаточно точном выполнении правил безопасности, отстраняются от работы.

10.4.6 Персонал должен не реже одного раза в год проходить медицинское переосвидетельствование, проверку знаний по безопасности труда и должностным инструкциям с записью результатов в протокол.

10.5 Обязанности обслуживающего персонала

10.5.1 Следить, чтобы в процессе работы были закрыты двери оборудования и надежно действовали блокирующая и световая аппаратура.

10.5.2 Установить ограждения и повесить предупреждающие плакаты на участке расположения индуктора и секций кабеля, идущих к шкафу управления.


10.5.3 Убедиться перед включением нагрева в том, что из зоны расположения индукторов и подводящего кабеля выведены люди. Следить, чтобы в процессе нагрева никто не находился в зоне индуктора и токоведущих частей.

10.5.4 Допускать производственный персонал к работе в зоне нагрева сварного шва только при выключенном напряжении, то есть при выключенном разъединителе.


10.5.5 Осуществлять постоянный контроль за охлаждающей водой в преобразователях частоты и индукторах. Не допускать повышения температуры охлаждающей воды на выходе более 60 °С.



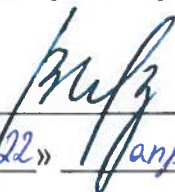
Начальник Научно-исследовательского
отдела сварки

 Б.Р. Рябиченко
«26» 04 2012 г.

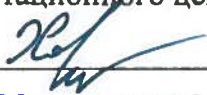
Начальник Научно-исследовательской и кон-
структорской лаборатории сварки при изго-
товлении и ремонте объектов энергетики

 В.В. Рошин
«22» 04 2012 г.

Начальник Научно-исследовательской и кон-
структорской лаборатории сварки в ядерной
технологии

 В.Е. Козлов
«22» 11 апреля 2012 г.

Руководитель Аттестационного центра

 В.Н. Хорев
«22» апреля 2012 г.

Начальник Управления развития и общетех-
нического обеспечения

 Д.В. Нестеров
«28» апреля 2012 г.

Равел

ИНВ. № 6301

Лист регистрации изменений

Номер изменения	Номер листа (страницы)				Номер доку- мента	Под- пись	Дата внесе- ния изм.	Дата введе- ния изм.
	изменен- ного	заменен- ного	нового	аннулиро- ванного				

КМБ. № 6301