

---

**ГОСУДАРСТВЕННАЯ КОРПОРАЦИЯ ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ  
«РОСАТОМ»**

---

**САМОРЕГУЛИРУЕМАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ  
НЕКОММЕРЧЕСКОЕ ПАРТНЕРСТВО  
«ОБЪЕДИНЕНИЕ ОРГАНИЗАЦИЙ ВЫПОЛНЯЮЩИХ СТРОИТЕЛЬСТВО,  
РЕКОНСТРУКЦИЮ И КАПИТАЛЬНЫЙ РЕМОНТ ОБЪЕКТОВ АТОМНОЙ ОТРАСЛИ  
«СОЮЗАТОМСТРОЙ»**

---

**Утверждено**  
решением общего собрания  
членов СРО НП «СОЮЗАТОМСТРОЙ»  
Протокол № 10  
от 12 февраля 2014 года

## **СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ**

### **ОБЪЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ**

#### **Технология монтажа трубопроводов и оборудования АЭС**

##### **Часть 1**

#### **Монтаж, сварка, термообработка и контроль трубопроводов и оборудования главного циркуляционного контура АЭС**

##### **Общие требования**

**СТО СРО-С 60542960 00034-2014**

**Москва**

**2014**

## **Предисловие**

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании» и Федеральным законом от 1 мая 2007 г. № 65-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «О техническом регулировании», правила применения Стандарта организации – ГОСТ Р 1.4–2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организаций. Общие положения».

### **Сведения о стандарте**

1 РАЗРАБОТАН ООО «Центр технических компетенций атомной отрасли»

2 ВНЕСЁН Советом СРО НП «СОЮЗАТОМСТРОЙ»

3 УТВЕРЖДЁН И ВВЕДЁН В ДЕЙСТВИЕ Протоколом общего собрания СРО НП «СОЮЗАТОМСТРОЙ» № 10 от 12 февраля 2014г.

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведён, тиражирован и распространён в качестве официального издания без разрешения Госкорпорации «Росатом» и СРО НП «Союзатомстрой»

## Содержание

1	Область применения .....	1
2	Нормативные ссылки .....	1
3	Термины и определения.....	4
4	Сокращения.....	7
5	Общие положения .....	8
6	Требования к монтажу .....	8
6.1.	Общие технические требования к монтажу.....	8
6.2	Строительная готовность при монтаже ГЦТ .....	9
6.3	Готовность основного оборудования ГЦК .....	9
6.4	Предмонтажная подготовка и предварительный монтаж блоков ГЦТ.....	10
6.5	Основные технические требования к монтажу ГЦТ.....	11
6.6	Подготовка кромок и сборка стыков трубных блоков Ду850 под сварку .....	11
7	Требования к сварке, термообработке и неразрушающему контролю .....	16
7.1	Общие технические требования к сварке, термообработке и неразрушающему контролю .....	16
7.2	Требования к сварочным материалам .....	19
7.3	Порядок допуска сварщиков к аттестации .....	22
7.4	Аттестация сварщиков.....	24
7.5	Аттестация технологии сварки .....	25
7.5.1	Общие требования.....	25
7.5.2	Порядок проведения аттестации технологии сварки.....	26
7.6	Требования к сварочному оборудованию .....	28
7.7	Подготовка производства в процессе сварки трубопровода (требования к персоналу, проверка состояния оборудования, входной контроль материалов) .....	29
7.8	Требования к аттестации и квалификации контролеров .....	31
7.9	Требования к средствам контроля .....	32
7.10	Регистрация результатов контроля.....	33
7.11	Оценка качества.....	33
7.12	Очередность сварки соединений главного циркуляционного трубопровода Ду850.....	33
8	Сварка, термическая обработка и неразрушающий контроль соединений трубопровода Ду850 с патрубками корпуса реактора .....	35
8.1	Порядок операций при сварке, промежуточной термообработке и контроле соединений трубопровода Ду850 с патрубками корпуса реактора .....	35

8.2	Нагревательное оборудование, технологическая оснастка и материалы для термической обработки сварных соединений трубопровода Ду 850 с патрубками корпуса реактора .....	39
8.3	Последовательность выполнения операций при сварке сварного соединения трубопровода с патрубком реактора .....	43
8.3.1	Подогрев под сварку .....	44
8.3.2	«Термический отдых» .....	44
8.3.3	Термическая обработка .....	45
8.4	Требования к параметрам технологического процесса термической обработки сварных соединений трубопровода Ду 850 с патрубками корпуса реактора .....	47
8.4.1	Контроль температуры .....	47
8.4.2	Режимы нагрева под сварку, «термический отдых» и высокий отпуск .....	49
8.4.3	Подготовка сварного соединения трубопровода Ду 850 ГЦК с патрубками реактора к нагреву под сварку и термическую обработку .....	52
8.4.4	Оформление результатов термообработки.....	55
8.5	Требования к технологии контроля СС трубопровода Ду850 с патрубками корпуса реактора.....	56
8.6..	Выполнение антикоррозионной наплавки СС трубопровода Ду850 с патрубками корпуса реактора.....	57
9.	Сварка, термическая обработка и неразрушающий контроль соединений трубопровода Ду850 с коллекторами парогенераторов.....	59
9.1	Порядок операций при сварке, промежуточной термической обработке и контроле соединений трубопровода Ду850 с коллекторами парогенераторов .....	60
9.2	Нагревательное оборудование, технологическая оснастка и материалы для термической обработки сварных соединений трубопровода Ду 850 с коллекторами парогенератора .....	63
9.3	Последовательность выполнения операций при выполнении сварного соединения трубопровода с коллекторами парогенератора .....	64
9.4	Требования к параметрам технологического процесса термической обработки сварных соединений трубопровода Ду 850 с коллекторами парогенераторов .....	65
9.4.1	Подготовка сварного соединения трубопровода Ду 850 ГЦК к нагреву под сварку и термическую обработку.....	65
9.4.2	Контроль температуры .....	69
9.4.3	Режимы нагрева под сварку, «термический отдых» и окончательный высокий отпуск	71
9.4.4	Оформление результатов термической обработки.....	74
9.5	Требования к технологии контроля СС трубопровода Ду850 с коллекторами парогенераторов .....	75
9.6.....	Выполнение антикоррозионной наплавки СС трубопровода Ду850 с коллекторами парогенератора .....	77
10	Сварка, термическая обработка и неразрушающий контроль сварных соединений трубопровода Ду850 труба – труба и труба – ГЦНА. ....	79
10.1	Порядок операций при сварке перлитной части сварного соединения труба – труба и труба – ГЦНА. ....	79

10.2	Технологические рекомендации по выполнению сварных соединений труба ГЦТ – труба ГЦТ и труба ГЦТ – ГЦНА .....	80
10.3	Нагревательное оборудование, технологическая оснастка и материалы для термической обработки монтажных сварных соединений трубопровода Ду 850 труба ГЦТ – труба ГЦТ и труба ГЦТ – ГЦНА .....	82
10.4	Последовательность выполнения операций при выполнении сварного соединения трубопровода Ду 850 труба ГЦТ – труба ГЦТ и труба ГЦТ – ГЦНА .....	84
10.4.1	Подогрев под сварку .....	85
10.4.2	«Термический отдых» .....	85
10.4.3	Термическая обработка .....	85
10.5	Требования к параметрам технологического процесса термической обработки монтажных сварных соединений трубопровода Ду 850 труба ГЦТ – труба ГЦТ и труба ГЦТ – ГЦНА .....	86
10.5.1	Контроль температуры .....	86
10.5.2	Режимы нагрева под сварку, «термический отдых» и окончательный высокий отпуск 88	
10.5.3	Подготовка сварного соединения трубопровода Ду 850 ГЦК к нагреву под сварку и термическую обработку .....	91
10.6	Требования к технологии контроля СС трубопровода Ду850 труба ГЦТ – труба ГЦТ и труба ГЦТ – ГЦНА .....	92
10.7	Выполнение антикоррозионной наплавки СС трубопровода Ду 850 труба ГЦТ – труба ГЦТ и труба ГЦТ – ГЦНА .....	94
11	Требования по охране труда и промышленной безопасности .....	96
11.1	Охрана труда и промышленная безопасность при проведении работ по неразрушающему контролю .....	96
11.2	Требования безопасности при проведении сварочных работ .....	99
11.3	Требования безопасности при проведении термической обработки трубопровода Ду 850 99	
	Приложение А (справочное) Расположение сварных соединений главного циркуляционного трубопровода Ду850 .....	104
	Приложение Б (обязательное) Сварочные материалы, применяемые при монтаже трубопровода Ду850 .....	105
	Приложение В (обязательное) Схемы вырезки заготовок образцов (материал-сталь 10Г2НМФА) .....	107
	Приложение Г (обязательное) Нормы механических свойств наплавленного металла (металла шва) 109	
	Приложение Д (рекомендуемое) Рекомендуемые режимы сварки .....	111
	Приложение Е (рекомендуемое) Схема режимов отпуска сварных соединений трубопровода Ду 850 ГЦТ с патрубком корпуса реактора .....	112
	Приложение Ж (рекомендуемое) Схема режима окончательного высокого отпуска для сварных соединений Ду 850 ГЦК с коллекторами парогенератора .....	113

Приложение И (рекомендуемое) Схема режима высокого отпуска для сварных соединений Ду 850.....	114
Приложение К (обязательное) Схема вырезки образцов .....	115
Библиография .....	121

## Введение

Настоящий стандарт разработан в соответствии с Соглашением от 11 июля 2012 года №1/2757-Д между Государственной корпорацией по атомной энергии «Росатом» (далее – Госкорпорация «Росатом») и СРО НП «СОЮЗАТОМСТРОЙ», СРО НП «СОЮЗАТОМПРОЕКТ», СРО НП «СОЮЗАТОМГЕО» (далее – СРО атомной отрасли) по разработке, взаимному признанию и контролю исполнения нормативно-технических документов в рамках осуществления Программы разработки совместных нормативно-технических документов Госкорпорации «Росатом» и СРО атомной отрасли.

## 1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на монтаж, сварку, термообработку и контроль оборудования главного циркуляционного контура АЭС.

Стандарт устанавливает общие требования к организации и проведению монтажа, ручной электродуговой сварке, термообработке, неразрушающему контролю сварных соединений главного циркуляционного трубопровода Ду 850 с патрубками корпуса реактора, коллекторами парогенератора, трубами с коленом и главного циркуляционного насосного агрегата на энергоблоках типа ВВЭР (Приложение А).

Стандарт предназначен для использования организациями-членами СРО атомной отрасли.

Стандарт не распространяется на автоматическую сварку при монтаже трубопроводов и оборудования главного циркуляционного контура на энергоблоках типа ВВЭР.

## 2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие нормативные документы:

ГОСТ 12.2.007.0-75 Система стандартов безопасности труда. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности

ГОСТ 12.3.002-75 Система стандартов безопасности труда. Процессы производственные. Общие требования безопасности

ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования

ГОСТ 23479-79 Контроль неразрушающий. Методы оптического вида. Общие требования

ГОСТ 2789-73 Шероховатость поверхности. Параметры и характеристики

ГОСТ 6032-89 Стали и сплавы коррозионно-стойкие. Методы испытания на стойкость против межкристаллитной коррозии

ГОСТ 10157-79 Аргон газообразный и жидкий. Технические условия

ГОСТ 69696-66 Сварные соединения. Методы определения механических свойств



ГОСТ 7122-81 Швы сварные и металл наплавленный. Методы отбора проб для определения химического состава

ГОСТ 18300-87 Спирт этиловый ректификованный технический. Технические условия

ГОСТ 3134-78 Уайт-спирит. Технические условия

ОСТ 24.300.04-91 Оборудование атомных электростанций. Сварка, наплавка и термическая обработка сварных соединений деталей из стали марки 06Х12НЗД (06Х12НЗДЛ). Технические требования

ОСТ 34-42-686-84 Организация монтажных работ на АЭС. Типовое положение и структуры службы контроля при монтаже АЭС

ОСТ 108.004.10-86 Программа контроля качества изделий атомной энергетики

ПНАЭ Г-7-008-89 Правила устройства и безопасной эксплуатации оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок

ПНАЭ Г-7-009-89 Оборудование и трубопроводы атомных энергетических установок. Сварка и наплавка. Основные положения

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

ПНАЭ Г-7-014-89 Унифицированная методика контроля основных материалов (полуфабрикатов), сварных соединений и наплавки оборудования и трубопроводов АЭУ. Ультразвуковой контроль. Часть I. Контроль основных материалов (полуфабрикатов)

ПНАЭ Г-7-015-89 Унифицированная методика контроля основных материалов (полуфабрикатов), сварных соединений и наплавки оборудования и трубопроводов АЭУ. Магнитопорошковый контроль

ПНАЭ Г-7-016-89 Унифицированная методика 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 Унифицированная методика контроля основных материалов (полуфабрикатов), сварных соединений и наплавки оборудования и трубопроводов АЭУ. Ультразвуковой контроль. Часть II. Контроль сварных соединений и наплавки

ПНАЭ Г-7-031-91 Унифицированная методика контроля основных материалов (полуфабрикатов), сварных соединений и наплавки оборудования и трубопроводов АЭУ. Ультразвуковой контроль. Часть III. Измерение толщины монометаллов, биметаллов и антикоррозионных покрытий

ПНАЭ Г-01-011-97 Общие положения обеспечения безопасности атомных станций

СанПиН 2.2.1/2.1.1.567-96 Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов

СН 245-71 Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий

НП-001-97 Общие положения обеспечения безопасности атомных станций

РД-06-18-99 Положение о порядке выдачи разрешений на право ведения работ в области использования атомной энергии работникам организаций, эксплуатирующих исследовательские реакторы, критические и подкритические стелды

РД-03-19-2007 Положение об организации работ по подготовке и аттестации специалистов организаций, поднадзорных Федеральной службе по экологическому, техническому и атомному надзору

ТУ 108.1197-83 Трубы бесшовные плакированные

ТУ 2730.09.036-2012 Трубы бесшовные плакированные из стали марки 10ГН2МФА для АЭС

НРБ-99 Нормы радиационной безопасности

ОСП 72/87 Основные санитарные правила работы с радиоактивными веществами и другими источниками ионизирующих излучений

СП 1171-71 Санитарные правила по радиоизотопной дефектоскопии

СП 2.6.1.1283-2003 Обеспечение радиационной безопасности при рентгеновской дефектоскопии

ПОТ Р М-016-2001 Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок

РМД 2730.300.08-2003 Определение содержания ферритной фазы магнитным методом в хромоникелевых сталях аустенитного класса

РТД 2730.300.02-91 Руководящий технологический документ «Оборудование и трубопроводы атомных энергетических установок. Сварка, наплавка и термическая обработка сварных соединений деталей из сталей марок 10ГН2МФА, 10ГН2МФАЛ, 15Х2НМФА, 15Х2МФА-А, 15Х2НМФА класс 1» (ЦНИИТМАШ, 2000 г.)

ПР 50.2.006-94 Государственная система обеспечения единства измерений. Порядок поверки средств измерений

## ПР 50.2.016-94 Государственная система обеспечения единства измерений. Требования к выполнению калибровочных работ

Примечание – При пользовании настоящим стандартом необходимо проверить действие ссылочных стандартов и классификаторов в информационной системе общего пользования – на официальных сайтах национального органа Российской Федерации по стандартизации в сети Интернет или по ежегодно издаваемым информационным указателям, опубликованным по состоянию на 1 января текущего года. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться новым (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

### 3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1. **антикоррозионная наплавка:** Нанесение на поверхность защищаемых конструкций слоя металла или сплава, посредством сварки плавлением, с целью защиты поверхности от коррозии.

3.2. **бокс:** Защитный — устройство с радиационной защитой в виде достаточно герметичного нестационарного укрытия, предназначенного для дистанционных работ с радиоактивными веществами; перегрузочный — защитное помещение, в котором механизмом перегрузки регулирующие стержни и ТВС перемещаются между активной зоной и барабанами свежих и отработавших сборок; прочноплотный — герметичное помещение с прочными железобетонными стенками, способными выдержать высокие давления пароводяной смеси, попадающей в это помещение в результате аварии реактора с потерей теплоносителя.

3.3. **водо-водяной энергетический реактор:** Корпусной водо-водяной энергетический реактор с водой под давлением.

3.4. **главный циркуляционный насосный агрегат:** Насос, обеспечивающий циркуляцию теплоносителя контура реакторной установки.

3.5. **дефектоскоп:** Устройство для выявления дефектов (трещин, расслоений, раковин и т.д.) в материалах и изделиях методами неразрушающего контроля.

3.6. **дефектоскоп капиллярный:** Совокупность приборов капиллярного неразрушающего контроля, вспомогательных средств и образцов для испытаний, которыми осуществляют технологический процесс контроля.

3.7. **дефектоскоп магнитный:** Прибор, предназначенный для выявления дефектов типа нарушения сплошности материала объекта контроля с помощью метода магнитного неразрушающего контроля.

3.8. **инспекция:** Действия, в ходе которых с помощью проверки, наблюдения или измерения определяется соответствие материалов, частей, узлов, систем, конструкций, а также процессов и методик определенным требованиям.

3.9. **калибровка средств измерений:** Совокупность операций, выполняемых в целях определения действительных значений метрологических характеристик средств измерений.

3.10. **корпус ядерного реактора:** Герметичный сосуд, предназначенный для размещения в нем активной зоны и других устройств, а также для организации безопасного охлаждения ядерного топлива потоком теплоносителя.

3.11. **метрологическая характеристика средства измерений:** Характеристика одного из свойств средства измерений, влияющая на результат измерений и на его погрешность.

3.12. **настроечный (контрольный) образец (блок):** Образец контролируемой детали (или ее части) с естественными или искусственными дефектами, используемый для настройки и оценки параметров средств неразрушающего контроля при заданной технологии контроля (СТО ОПЖТ 19-2012) [1].

3.13. **неразрушающий контроль:** Контроль соответствия параметров технических устройств, материалов, изделий, деталей, узлов, сварных соединений требованиям нормативных документов, при котором не нарушается пригодность объекта контроля к применению и эксплуатации.

3.14. **термическая обработка:** Процесс нормализации, нормализации с высоким отпускком или закалка с высоким отпускком, придающий металлу требуемый уровень механических свойств и остаточных напряжений, обеспечивающий необходимую структуру:

а. **промежуточная термическая обработка:** для сварных соединений патрубков корпуса реактора+ труба ГЦТ на режимах, указанных в Приложении Е (а) .

б. **окончательная термическая обработка:** для сварных соединений патрубков корпуса реактора+ труба ГЦТ на режимах, указанных в Приложении Е (б), патрубков корпуса ПГ + труба ГЦТ на режимах, указанных в Приложении Ж,

труба ГЦТ+ ГЦНА и труба ГЦТ+ труба ГЦТ на режимах, указанных в приложении И.

3.15. **парогенератор:** Теплообменный аппарат, производящий во втором контуре нерадиоактивный пар за счет теплоты первичного теплоносителя.

3.16. **первый контур:** Контур вместе с системой компенсации давления, по которому циркулирует теплоноситель через активную зону под рабочим давлением.

3.17. **плакировка:** Слой коррозионно-стойкого материала, предотвращающий контакт основного металла сосуда (трубопровода) с коррозионно-активной средой, заполняющей сосуд (трубопровод).

3.18. **поверка средств измерений:** Совокупность операций, выполняемых в целях подтверждения соответствия средств измерений метрологическим требованиям.

3.19. **Ростехнадзор:** Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору.

3.20. **совмещенный монтаж:** Работы строительные и работы монтажные, выполняются на одном объекте стройплощадки, в одном помещении одновременно.

3.21. **средство измерений:** Техническое средство, предназначенное для измерений, имеющее нормированные метрологические характеристики, воспроизводящее и (или) хранящее единицу физической величины, размер которой принимают неизменным (в пределах установленной погрешности) в течение известного интервала времени.

3.22. **термический отдых:** Вид термообработки, при котором сварное соединение нагревают до 150-250 °С и затем выдерживают в течение 12 часов. При этом уменьшается содержание диффузионного водорода в сварных соединениях, а также несколько снижается уровень сварных напряжений.

3.23. **тип средств измерений:** Совокупность средств измерений, предназначенных для измерений одних и тех же величин, выраженных в одних и тех же единицах величин, основанных на одном и том же принципе действия, имеющих одинаковую конструкцию и изготовленных по одной и той же технической документации.

3.24. **чистый монтаж:** Монтаж оборудования, при котором предъявляются повышенные требования к условиям производства работ.

## 4 Сокращения

**АС:** Атомная станция

**АЭС:** Атомная электрическая станция

**АЭУ:** Атомная энергетическая установка

**ЕТКС:** Единый тарифно-квалификационный справочник

**ВИК:** Визуальный и измерительный контроль

**ВВЭР:** Водо-водяной энергетический реактор

**ГМО:** Главная материаловедческая организация

**ГЦК:** Главный циркуляционный контур

**ГЦНА:** Главный циркуляционный насосный агрегат

**ГЦТ:** Главный циркуляционный трубопровод

**КД:** Конструкторская документация

**КК:** Капиллярный контроль

**КСС:** Контрольное сварное соединение

**МКК:** Межкристаллическая коррозия

**НД:** Нормативная документация

**НМК:** Неразрушающие методы контроля

**НО:** Настроечный образец

**ОИАЭ:** Объект использования атомной энергии

**ОС ППР:** Особо сложный проект производства работ

**ОТК:** Отдел технического контроля

**ПГ:** Парогенератор

**ПКД:** Производственная контрольная документация

**ПОС:** Проект организации строительства

**ПТД:** Производственно-технологическая документация

**РАДС:** Ручная аргодуговая сварка

**РЭДС:** Ручная электродуговая сварка

**РГК:** Радиографический контроль

**СС:** Сварное соединение

**ТИ:** Технологическая инструкция

**УЗК:** Ультразвуковой контроль

**ЦЗ:** Центральный зал

## **5 Общие положения**

Настоящий стандарт устанавливает единые правила и требования к организации и проведению монтажа, ручной сварки (дуговой, аргодуговой и комбинированной), термообработки и неразрушающего контроля при монтаже трубопроводов и оборудования главного циркуляционного контура (ГЦК) реакторной установки ВВЭР.

## **6 Требования к монтажу**

### **6.1. Общие технические требования к монтажу**

6.1.1 Работы по монтажу оборудования и трубопроводов ГЦК должны производиться в соответствии с ОС ППР. Состав и содержание ОС ППР должно соответствовать СТО 95.104 [2]. Работы по монтажу необходимо проводить после геодезического обоснования (осевые и высотные размеры) строительной части помещений и трубопроводов.

6.1.2 При проведении монтажных работ должна оформляться отчетная документация по контролю качества сварных соединений и наплавленных деталей оборудования и трубопроводов, которая подразделяется на четыре группы:

- группа 1 - отчетная документация по аттестации персонала;
- группа 2 - отчетная документация по контролю материалов;
- группа 3 - отчетная документация по операционному контролю;
- группа 4 - отчетная документация по приемочному контролю

6.1.3 Монтаж оборудования ГЦК (корпус реактора, парогенераторы, гидравлическая часть ГЦНА) должен проводиться на этапе совмещенного или основного монтажа в соответствии с принятыми проектными решениями в ПОС. Монтаж ГЦТ должен выполняться в два этапа. На первом этапе (совмещенный или основной монтаж) выполняется транспортировка и установка трубных блоков. На втором этапе («чистый» монтаж) выполняется непосредственно монтаж и сварка трубопровода.

6.1.4 Монтаж и сварка трубопроводов ГЦК на втором этапе должны производиться в помещениях, сданных под «чистый» монтаж. Проведение в этих

помещениях любых видов строительных работ не допускается.

6.1.5 Технологические проемы, через которые строительный мусор может попадать в зону производства работ, должны быть закрыты заглушками.

6.1.6 В помещениях, где выполняется монтаж и сварка трубопроводов, должна проводиться влажная уборка не менее двух раз в смену. Кроме того, должны быть обеспечены требования производственной санитарии, противопожарной безопасности и техники безопасности.

6.1.7 Сварочные операции при монтаже трубопроводов ГЦК разрешается выполнять при температуре в помещениях не ниже  $+10^{\circ}\text{C}$ , не выше  $+40^{\circ}\text{C}$  и влажности не более 50%. Конкретная температура сварки описывается ППР.

6.1.8 В помещениях, где выполняется монтаж и сварка трубопроводов, не допускается наличие сквозняков.

6.1.9 Перед началом производства работ должна быть смонтирована временная (или постоянная) системы освещения, вентиляции и энергоснабжения, необходимые для ведения монтажных работ.

6.1.10 Необходимо наличие приточно-вытяжной вентиляции.

6.1.11 Качество монтажных работ должно исключить возможность повреждения блоков трубопроводов и оборудования на всех этапах производства работ.

## **6.2 Строительная готовность при монтаже ГЦТ**

Строительная готовность здания реактора должна быть следующей:

- закончены строительные работы цилиндрической части герметичной оболочки;
- завершены строительные работы в центральном зале (ЦЗ);
- завершены строительные работы перекрытия боксов парогенераторов;
- помещения парогенераторов переданы в монтаж.

## **6.3 Готовность основного оборудования ГЦК**

К началу монтажа ГЦТ должны быть произведены следующие работы:

- установлен в проектное положение корпус реактора;
- установлены на штатные места гидравлические части ГЦНА;
- установлены на штатные места парогенераторы. Перед установкой на



штатное место ПГ необходимо выполнить монтаж направляющих, площадок, эстакад, транспортировку и размещение трубных блоков ГЦТ во временные положения;

- обеспечено функционирование временной (или постоянной) приточно-вытяжной вентиляции, необходимой для удаления вредных веществ, образующихся в результате выполнения сварочных работ в рабочей зоне сварщика, силами монтажной организации;

- выполнено временное (или постоянное) освещение. Общая освещенность рабочих мест должна быть не менее 100 лк, освещенность переносками – 300 лк;

- выполнено геодезическое обоснование.

#### **6.4 Предмонтажная подготовка и предварительный монтаж блоков ГЦТ**

6.4.1 Перед монтажом трубных блоков необходимо выполнить:

- расконсервацию трубных блоков (при необходимости);
- нанести реперные точки на наружную поверхность трубных блоков;
- подготовить трубные блоки к транспортировке.

6.4.2 Расконсервация трубных блоков выполняется в цехе предмонтажных работ. Способы расконсервации регламентируются инструкцией по хранению, консервации, транспортированию и расконсервации завода-изготовителя.

6.4.3 Реперные точки должны обеспечивать гарантированную установку патрубков и штуцеров трубных блоков в проектное положение при сборке горизонтальных участков трубопровода. Реперные точки наносятся на верхнюю и боковые поверхности трубного блока. Расстояние реперной точки не менее 150 мм от подготовленной кромки трубного блока и не более 300 мм со стороны монтажного припуска. Нанесение реперных точек за штуцерами и лысками, препятствующими центровке трубных блоков при сборке, а также на монтажном припуске не допускается. Запрещено наносить реперные точки на маркировку трубного блока или товарный знак завода-изготовителя. Допустимое смещение реперных точек от оси трубного блока не более 0,5 мм. Реперные точки нанести ударным способом, глубина клеймения не более 0,3 мм. Место расположения реперных точек обозначить рамкой при помощи краски.

6.4.4 Трубные узлы для приварки к патрубкам корпуса реактора устанавливаются на опорах, которые обеспечивают сборку и воспринимают их

массу. Основным требованием к монтажу главного циркуляционного трубопровода (ГЦТ) является установка опор, расположенных на расстоянии не более 1 метра от СС для разгрузки сварного соединения и исключения провисания трубопровода при термической обработке.

Участок трубопровода ГЦТ от ГЦНА до реактора должен иметь не менее 3-х монтажных опор – две по краям и одна посередине длины трубопровода.

## **6.5 Основные технические требования к монтажу ГЦТ**

6.5.1 Работы по подогреву под сварку и термообработке должны проводиться при температуре окружающего воздуха не ниже плюс 10°C.

6.5.2 Работы по подогреву под сварку и термообработке в случае укрупнения блоков ГЦТ в цехе предмонтажных работ должны проводиться при температуре окружающего воздуха не ниже плюс 5°C.

6.5.3 Перед термической обработкой наружную поверхность сварного соединения следует зачистить для устранения наплывов и резких переходов от шва к основному металлу в соответствии с требованиями рабочей конструкторской документации.

6.5.4 Сварные соединения ГЦТ выполнять последовательно: корпус реактора, парогенератор (гор.нитка), ГЦНА, парогенератор (хол.нитка), ГЦТ. В зависимости от поставочных блоков ГЦТ очередность выполнения монтажных сварных соединений в каждом конкретном случае определяется отдельно и согласовывается с ГМО, заводом-изготовителем и генпроектировщиком.

6.5.5 Каждое СС должно пройти все установленные настоящим стандартом виды контроля: визуальный и измерительный контроль (ПНАЭ Г-7-016), радиографический контроль (ПНАЭ Г-7-017), капиллярный контроль (ПНАЭ Г-7-018) и/или магнитопорошковый контроль (ПНАЭ Г-7-015), ультразвуковой контроль (ПНАЭ Г-7-030). После получения заключения отдела технического контроля (ОТК) об отсутствии дефектов в сварном соединении разрешается проведение окончательной термической обработки. Контроль проводится в соответствии с ОСТ 108.004.10 и ПНАЭ Г-7-010.

## **6.6 Подготовка кромок и сборка стыков трубных блоков Ду850 под сварку**

6.6.1 Обработка кромок трубных блоков под сварку производится заводом-изготовителем или монтажной организацией в соответствии с рабочим чертежом.

6.6.2 При выполнении сборки узлов трубных под сварку натяг не допускается. В случае необходимости выполнения натяга с применением усилий для сборки замыкающих сварных соединений, необходимо зафиксировать величину смещения узла трубного и согласовать с проектной организацией.

6.6.3 Обрезка монтажных припусков и подготовка разделки кромок под сварку в монтажных условиях выполняется механическим способом с применением переносных труборезных станков в соответствии с указаниями технологической карты проекта производства работ.

После проточки трубных блоков по внутреннему диаметру в соответствии с чертежом обязателен контроль на полноту удаления аустенитного металла плакирующего слоя трубного блока по всей поверхности расточки, который выполняется травлением раствором азотной кислоты с массовой долей 15% или любым другим реактивом, обеспечивающим выявление границы аустенитного металла.

6.6.4 Разделка кромок СС блока трубы с патрубком корпуса реактора, коллектором парогенератора, ГЦНА и трубного колена приведены на рисунках 1,2,3.

6.6.5 Перед сборкой геометрические размеры стыкуемых кромок и прилегающих зон должны быть проверены на соответствие требованиям ПНАЭ Г-7-009. Зазор в стыке должен быть не более  $(1,5 \pm 0,5)$  мм (см. таблицу ПЗ.38 ПНАЭ Г-7-009). В собранном соединении смещение притуплений кромок не должно превышать 0,5 мм. Несовпадение наружных поверхностей трубных элементов не должно превышать 5 мм.

Перед сборкой под сварку, выполняется контроль кромок: ВИК и КК.

6.6.6 Визуальный и измерительный контроль качества подготовки кромок выполняется контролерами отдела технического контроля (ОТК) монтажной организации. Контролируются:

- геометрические размеры разделки свариваемых трубных блоков;
- диаметр расточки трубных блоков;
- расстояние от края разделки кромок до плакирующего слоя (ширина расточки по внутреннему диаметру);
- фактическая толщина перлитного и плакирующего слоев в трубных блоках, отводах в месте расточки;
- чистота внутренних и наружных поверхностей стыкуемых элементов и

кромки, отсутствие забоин, вмятин и других повреждений.

Объемы и методы контроля – в соответствии с требованиями ПНАЭ Г-7-010 и данным стандартом.

6.6.7 Кромки и прилегающая зона основного металла шириной не менее 20мм с наружной и внутренней стороны соединения должны быть зачищены механическим способом до чистого металла, просушены путем нагрева до 50-70°C для удаления избыточной влаги и обезжирены уайт-спиритом (ГОСТ 3134) или спиртом (ГОСТ 18300).

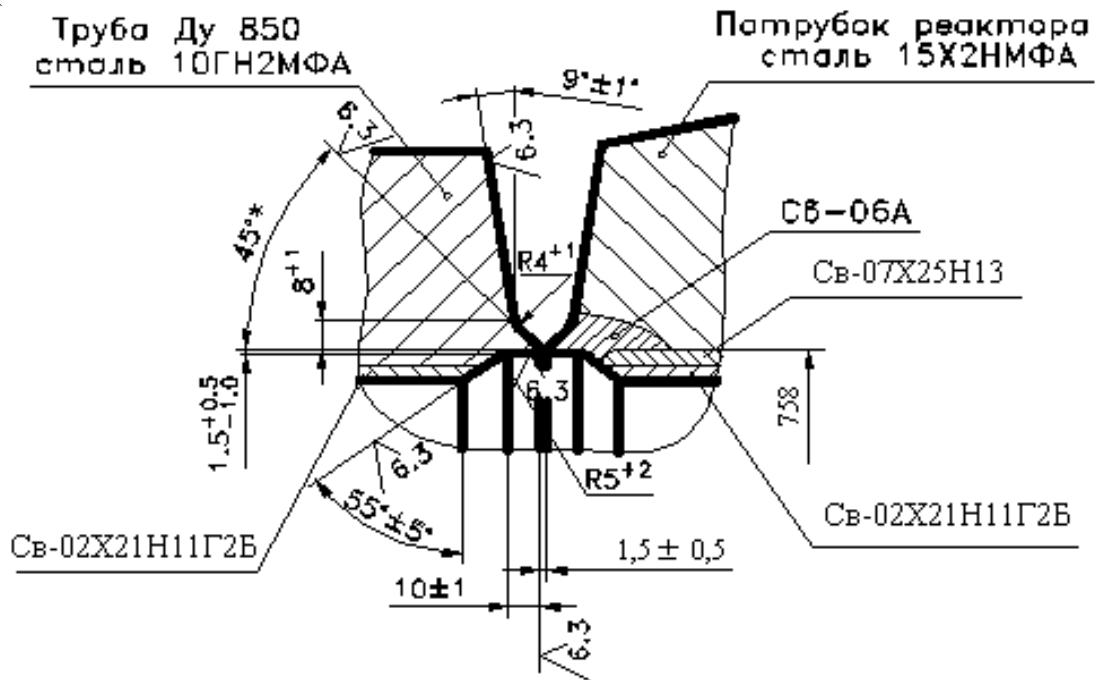


Рисунок 1 – Разделка кромок сварного соединения узла трубного с патрубками корпуса реактора



Прихватку СС рекомендуется выполнять аргодуговой сваркой с присадкой проволоки марки Св-08Г2С диаметром 2 мм (допускается от 1,6 мм до 3 мм).

При применении аргодуговой сварки прихватку соединений допускается производить без предварительного подогрева.

Прихватку соединений следует производить с наружной стороны с полным проплавлением равномерно по периметру (от 8 до 10 прихваток). Высота прихваток от 3 мм до 4 мм, протяженность – от 80 мм до 100 мм.

6.6.9 Прихватки (или их участки) имеющие дефекты, выявленные визуальным осмотром, должны быть удалены механическим способом.

6.6.10 Если зазоры между подлежащими сварке кромками меньше установленных норм, допускается выполнять механическую обработку шлифованием.

6.6.11 Перед сваркой основного перлитного слоя плакирующий слой должен быть удален от края разделки на расстояние не менее 10 мм. Полнота удаления плакирующего слоя проверяется при входном контроле блоков трубопровода, а также после расточки кромок, после удаления монтажных припусков, – травлением 15%-ым раствором  $\text{HNO}_3$  (на цилиндрической части расточки не должно быть следов стали аустенитного класса). При неполном удалении аустенитного металла плакирующего слоя трубного блока, выполнить дополнительную механическую обработку с последующим контролем травлением.

6.6.12 Перед сборкой стыки кромки и прилегающие к ним поверхности на ширине не менее 20 мм с наружной и внутренней сторон, а так же подвергнутые травлению поверхности зачищаются до чистого металла механическим способом (абразивным инструментом или проволочной щеткой) и обезжириваются уайт-спиритом (ГОСТ 3134).

6.6.13 К сборке под сварку разрешается приступать после визуального, измерительного и капиллярного контроля качества подготовки кромок каждого изделия и трубного блока ГЦТ контролером ОТК и руководителем сварочных работ на трубопроводе и выдачи разрешения на следующую технологическую операцию - сборку соединения под сварку.

6.6.14 Визуальный и измерительный контроль выполняется на каждой кромке отвода и трубного блока (патрубка корпуса реактора, коллектора парогенератора и ГЦНА). Измерение проводить не менее чем в трех местах, равномерно расположенных по периметру трубного блока, а так же в местах вызывающих сомнения, после травления мест проведения измерений.

6.6.15 Сборку стыков трубных блоков выполнять с помощью комплекта приспособлений для монтажа ГЦТ блока ВВЭР. Соосность стыкуемых элементов,

а также проектное положение патрубков и штуцеров контролировать по реперным точкам на соответствие конструкторской документации. Последовательность сборки соединений трубопроводов должна соответствовать приведенной в технологической карте проекта производства работ.

6.6.16 Сборку замыкающих стыков трубопроводов на участках каждой петли трубопровода Ду850 выполнять с припуском на усадку при сварке, т.е. при отрезке монтажного припуска длину одного из стыкуемых элементов необходимо увеличить на величину усадки. Величину усадки определить при сварке контрольных сварных соединений при аттестации сварщиков и аттестации технологии сварки. Величина усадки уточняется при выполнении первого производственного сварного соединения.

Качество и правильность сборки соединений элементов трубопровода контролируется контролером ОТК монтажной организации.

Без приемки качества сборки соединения контролером и руководителем сварочных работ на трубопроводе к сварке соединения приступать запрещено.

## **7 Требования к сварке, термообработке и неразрушающему контролю**

### **7.1 Общие технические требования к сварке, термообработке и неразрушающему контролю**

7.1.1. Работы по сварке оборудования и трубопроводов должны проводиться предприятиями-изготовителями (монтажными организациями), располагающими квалифицированными кадрами, технологическими и контрольными службами и всеми техническими средствами, необходимыми для выполнения соответствующих работ, и имеющими разрешение на изготовление (монтаж) оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок региональных органов Управления по регулированию безопасности атомных станций и исследовательских ядерных установок, выдаваемое в установленном порядке.

7.1.2. Условия выполнения сварки и термической обработки, хранение и прокалка сварочных материалов должны соответствовать требованиям ПНАЭ Г-7-009; контроль качества сварочных (наплавочных) материалов, операционный

контроль, методы и объем контроля, а также нормы оценки качества сварных соединений и наплавов должны соответствовать требованиям ПНАЭ Г-7-010.

7.1.3. К производству работ по прихватке и сварке (наплавке) допускаются дипломированные сварщики не ниже 5 разряда, прошедшие аттестацию. Сварщики, имеющие допуск к сварке монтажных соединений трубных блоков Ду850 между собой, могут быть допущены к выполнению соединений трубопровода Ду850 с патрубками корпуса реактора и других СС ГЦК без дополнительной практической подготовки.

7.1.4. Контроль параметров режима сварки (ток, напряжение и т.д.) должен проводиться не реже двух раз в смену.

7.1.5. Материал трубопровода – плакированная сталь марки 10ГН2МФА + 03Х22Н11Г2Б.

Материал патрубка реактора – плакированная сталь марки 15Х2НМФА (15Х2НМФА-А) + Св-07Х25Н13, Св-04Х20Н10Г2Б.

Материал коллектора парогенератора – плакированная сталь марки 10ГН2МФА + Св-07Х25Н13, Св-08Х19Н10Г2Б.

Материал ГЦНА – плакированная сталь марки 10ГН2МФА+03Х22Н11Г2Б.

7.1.7 Неразрушающий контроль сварных соединений трубопровода Ду850 проводится с целью выявления недопустимых несплошностей и несоответствия формы и размеров трубопроводов требованиям НД и рабочих чертежей.

7.1.8 Контроль качества сварных соединений трубопровода Ду850 должен проводиться:

- в процессе входного контроля качества;
- в процессе подготовки сборки под сварку и наплавку, перед проведением сварки;
- в процессе сварки и наплавки;
- после выполнения СС;
- в процессе проведения термической обработки;
- после проведения термической обработки;
- после восстановления антикоррозионной наплавки пооперационно в соответствии с требованиями настоящего стандарта в последовательности по п.7.1.9.

7.1.9 После восстановления антикоррозионной наплавки проводить контроль качества сварных соединений трубопровода Ду850 в объеме:

- визуальный и измерительный контроль;
- капиллярный контроль;
- ультразвуковой контроль.

Не допускается проведение капиллярного контроля после ультразвукового.



7.1.10 При обнаружении в сварном соединении недопустимых отклонений от требований НД или рабочих чертежей они должны быть устранены. После устранения отклонений сварное соединение должно быть вновь проконтролировано методами контроля по п.7.1.9.

Не допускается выполнение последующих технологических операций неразрушающего контроля до исправления обнаруженных недопустимых несплошностей. Однако в случае выявления дефектов при радиографическом контроле рекомендуется определить глубину залегания ранее размеченных дефектов ультразвуковым контролем.

7.1.11 Каждое подготовленное и собранное под сварку соединение подлежит приемке службой контроля совместно с производственными мастерами, после чего на них наносится клеймо (штамп), удостоверяющее их соответствие установленным требованиям.

7.1.12 Перед проведением неразрушающего контроля сварного соединения Ду850 произвести зачистку сварного шва заподлицо с основным материалом в соответствии с требованиями рабочих чертежей и разметку сварного соединения на участки согласно ПНАЭ Г-7-017 (см. п.п.1.13 и 1.14) с наружной и внутренней сторон.

7.1.13 Поверхность детали, сборочной единицы, сварного соединения или наплавки должна быть подготовлена для проведения неразрушающего контроля. Качество подготовленной (обработанной) поверхности (шероховатость и волнистость) должно соответствовать требованиям ПНАЭ Г-7-016, ПНАЭ Г-7-017; ПНАЭ Г-7-018, ПНАЭ Г-7-014, ПНАЭ Г-7-030, чертежей и настоящего стандарта. Подготовленная поверхность для капиллярного контроля должна иметь шероховатость не выше  $Ra=3,2$  мкм, а для ультразвукового контроля - не выше  $Ra=6,3$  мкм. Волнистость поверхности, подготовленной для УЗК, не должна превышать 0,015 (отношение максимальной стрелы прогиба к периоду волнистости).

7.1.14 Контроль приспособлений, оборудования, аппаратуры и материалов, используемых при неразрушающем контроле, должен осуществляться в соответствии с требованиями унифицированных методик и действующей НД.

7.1.15 Применяемые при неразрушающем контроле НО или блоки должны быть аттестованы и паспортизованы в установленном порядке.

7.1.16 Подготовленная под неразрушающий контроль (ВИК, КК, РГК) наружная поверхность сварного соединения трубопровода, включающая околошовную зону с обеих сторон шва, с учетом применяемого метода контроля, должна иметь следующие минимальные размеры (ширину):

- визуальный контроль и измерения – не менее 90 мм;
- капиллярный контроль – не менее 90 мм;
- радиографический контроль – не менее 85 мм;
- ультразвуковой контроль – не менее 460 мм.

7.1.17 Подготовленная под неразрушающий контроль внутренняя поверхность сварного соединения трубопровода должна включать всю ширину восстановительной антикоррозионной наплавки, а также по 70 мм в каждую от наплавки сторон.

7.1.18 Контролируемая зона при неразрушающем контроле включает весь объем металла шва, примыкающие к нему участки основного металла шириной 20 мм, поверхность восстановленной наплавки и зону сплавления восстановленной наплавки с основным металлом трубы и с металлом шва.

7.1.19 Каждому сварному соединению, подлежащему неразрушающему контролю, должен быть присвоен шифр и номер в соответствии с требованиями в ППР.

7.1.20 Разметка сварных соединений на участки под ВИК, капиллярный, радиографический и ультразвуковой контроль должна производиться дефектоскопистом до начала сварочных работ, по часовой стрелке, по ходу среды, в соответствии с требованиями ПНАЭ Г-7-017. Клейма сварщиков ставятся независимо от разметки под неразрушающий контроль.

7.1.21 Точка отсчета и направление разметки должны быть нанесены на изделие ударным способом.

7.1.22 Разметку сварных соединений под ВИК проводить по наружной и внутренней поверхностям трубопровода.

7.1.23 Маркировку сварного соединения (кроме случаев маркировки с помощью клейма), разметку его на участки и маркировку участков следует выполнять нитрокраской или аналогичными быстросохнущими красками.

7.1.24 Разметку сварного соединения следует сохранять до окончания приемки сварного соединения по результатам неразрушающего контроля.

## **7.2 Требования к сварочным материалам**

7.2.1. Применяемые сварочные материалы должны соответствовать требованиям стандартов, технических условий и паспортов на их изготовление и иметь сертификаты. Они должны быть указаны в проектно-конструкторской и

проектно-технологической документации на конкретную единицу или изделие в целом.

7.2.2. Перед началом работ сварочные электроды необходимо прокалить и провести входной контроль согласно п.7.2.13 – 7.2.23.

7.2.3. Для выполнения прихваток при сборке следует применять те же сварочные материалы, что и для выполнения корня шва сварного соединения.

7.2.4. Для приварки временных технологических креплений во время сборки следует применять те же сварочные материалы, что и для выполнения прихваток данного сварного соединения.

7.2.5. Сварочные материалы следует хранить рассортированными по партиям.

7.2.6. Сварочные материалы, применяемые при монтаже трубопровода Ду850, приведены в Приложении Б.

7.2.7. Для восстановления антикоррозионной наплавки допускаются сварочные материалы (электроды марок ЗИО-8, ЦЛ-25/1, ЭА-898/21Б и проволоки марок Св-07Х25Н13, Св-04Х20Н10Г2Б, Св-08Х19Н10Г2Б), прошедшие проверку на стойкость против образования горячих трещин и содержание ферритной фазы в наплавленном металле, а электроды марки ЭА-898/21Б и проволоки марок Св-04Х20Н10Г2Б и Св-08Х19Н10Г2Б – на стойкость к МКК.

При использовании аргонодуговой сварки при ремонте антикоррозионного покрытия необходимо применять присадочную проволоку следующих марок:

- Св-07Х25Н13 (содержание  $\alpha$ -фазы в наплавленном металле должно быть не менее 3%) диаметром от 2 до 3 мм – для первого слоя;
- Св-04Х20Н10Г2Б или Св-08Х19Н10Г2Б (содержание  $\alpha$ -фазы в наплавленном металле должно быть не менее 3%) диаметром от 2 до 3 мм – для второго слоя.

7.2.8. Проверка стойкости против образования горячих трещин проводится путем внешнего осмотра поверхности наплавленных валиков, а также осмотра поверхности микрошлифа, протравленной любым реактивом, выявляющим структуру аустенитных сталей.

7.2.9. Испытания стойкости к МКК проводятся в соответствии с ГОСТ 6032 по методике АМУ.

7.2.10. Контроль содержания ферритной фазы следует осуществлять ферритометром марки ФЦ-2 (объемным методом) согласно РМД 2730.300.08. Допустимое содержание ферритной фазы для электродов этих марок указано в Приложении Б.

7.2.11. Сварочная проволока должна храниться в сухом отапливаемом помещении и быть защищена от попадания грязи и влаги. Перед сваркой она должна

быть очищена от окислов, смазки и обезжирена растворителем.

7.2.12. В качестве защитного газа при аргонодуговой сварке следует применять аргон высшего или первого сорта (ГОСТ 10157).

7.2.13. Все сварочные материалы, подлежащие использованию при сварке ГЦК, должны быть подвергнуты контролю качества.

7.2.14. Для выполнения контроля качества сварочных материалов аттестованными сварщиками должно быть заварено контрольное сварное соединение. Контроль сварочных материалов заключается в испытании металла контрольного шва неразрушающими и разрушающими методами контроля. Контроль качества каждой партии (плавки) сварочных материалов должен быть проведён до начала её производственного использования на изделии. Допускается совмещение контроля качества сварочных материалов с контролем производственного контрольного сварного соединения.

7.2.15. Схемы сварки проб, вырезки заготовок образцов приведены в Приложении В.

7.2.16. Контроль производится в состоянии после термической обработки.

7.2.17. Неразрушающий контроль предваряет разрушающий и включает в себя следующие методы:

- визуальный и измерительный контроль (ВИК);
- капиллярный (цветная дефектоскопия) (КК);
- радиографический (РГК);
- ультразвуковой (УЗК).

7.2.18 Разрушающий контроль производится на образцах, вырезаемых из металла шва. Типы образцов указаны в таблице 1.

Таблица 1 – Типы образцов

№ п.п	Виды испытаний	Сведения об образцах			
		Температура испытаний, °С	Тип	Количество	Стандарт, чертёж
1	На статическое растяжение при нормальной температуре	+20	II	2	ГОСТ 6996 черт.3
2	На статическое растяжение при повышенной температуре	+350	II	2	ГОСТ 6996 черт.3
3	На ударный изгиб с	T <sub>к0</sub>	IX	3	ГОСТ 6996 черт.6; 9

	концентратором (надрезом) типа V	Тк <sub>0</sub> +30	IX	3	ГОСТ 6996черт.6; 9
		Тисп.	IX	3	ГОСТ 6996черт.6; 9
4	На стойкость к межкристаллитной коррозии	+20	I или II	4	ГОСТ 6032-2003 метод АМУ
5	Определение коррозионной стойкости (весовой метод с расчётом скорости коррозии)	+20	-	4	ИЦК 01
6	Определение содержания ферритной фазы (объёмный магнитный метод)	+20	-	2	РМД 2730.300.08 ГОСТ 2246
7	На стойкость против образования горячих трещин	+20	-	1	И 2730.91.03
8	Определение химического состава	+20	-	1	ГОСТ 7122

7.2.19 Нормативные значения свойств металла КСС приведены в таблицах Приложений Г, настоящего стандарта.

7.2.20 Пробы, заготовки образцов и образцы должны быть соответствующим образом идентифицированы (замаркированы), зарегистрированы. При этом заготовки образцов и, соответственно, образцы должны иметь тот же идентификационный номер, что и проба, из которой они изготовлены (кроме индекса, указывающего вариант термообработки).

7.2.21 В случае, если выявлены отклонения по режимам сварки, термической обработки, технологии изготовления или испытания образцов, что должно быть оформлено актом, выполняется новая проба контролируемые материалами в соответствии с требованиями настоящего стандарта.

7.2.22 Результаты входного контроля оформляются протоколом испытаний, на основании которого оформляется дополнительный сертификат с грифом «Для АЭС».

### 7.3 Порядок допуска сварщиков к аттестации

7.3.1 Аттестация сварщиков подразделяется на первичную, дополнительную, периодическую и внеочередную.

7.3.2 Первичную аттестацию проходят сварщики, не имевшие ранее допуска к сварке сварных соединений ГЦК.

7.3.3 Дополнительную аттестацию проходят сварщики, прошедшие первичную аттестацию, перед допуском к выполнению сварочных работ, не указанных в их удостоверениях, а также после перерыва в выполнении соответствующих сварочных работ свыше 6 мес.

7.3.4 Периодическую аттестацию проходят все сварщики в целях продления срока действия их удостоверений на допуск к выполнению соответствующих сварочных работ. Периодическая аттестация проводится не реже одного раза в 24 мес.

7.3.5 Аттестационная комиссия может освободить сварщика от периодической аттестации и продлить срок действия его удостоверения на допуск к выполнению соответствующих сварочных работ до 12 мес., но не более чем два раза подряд при условии, что качество выполняемых сварщиком производственных работ отвечает установленным требованиям.

7.3.6 Внеочередную аттестацию проходят сварщики перед их допуском к выполнению сварки (наплавки) после временного отстранения от работы за нарушение технологии сварки (наплавки) или повторяющееся неудовлетворительное качество выполненных ими производственных работ.

7.3.7 Специальная теоретическая и практическая подготовка сварщиков должна проводиться по специально разработанным и утвержденным руководителем монтажной организации программам, согласованным с территориальным органом Ростехнадзора России. Программы теоретической подготовки должны включать разделы по сварочному оборудованию (назначение, типы, устройство, правила эксплуатации), основным и сварочным материалам (марки, характеристики, области применения), технологии выполнения сварных соединений (подготовка и сборка под сварку, подогрев, режимы сварки, теоретическая обработка), контролю качества сварных соединений (методы контроля, нормы оценки качества), технологии исправления дефектов и правилам безопасности при выполнении сварочных работ. Программы практической подготовки должны предусматривать конкретные объемы и характеристики сварных соединений (наплавки), подлежащих выполнению каждым сварщиком в процессе обучения.

7.3.8 Сварщики, не сдавшие теоретические и практические испытания, допускаются к новой проверке после дополнительной подготовки (обучения), но не ранее чем через 1 мес.

## 7.4 Аттестация сварщиков

7.4.1 Аттестацию сварщиков проводят путем проверки их теоретических знаний и практических навыков по выполнению соответствующих сварочных работ. При проверке теоретических знаний сварщики должны сдать экзамен аттестационной комиссии. При проверке практических навыков сварщики должны выполнить контрольные сварные соединения (наплавки). Сварщикам, успешно прошедшим аттестацию, выдаются удостоверения о допуске к выполнению соответствующих сварочных работ.

7.4.2 Аттестация сварщиков проводится постоянно действующими аттестационными комиссиями, создаваемыми с разрешения местных органов Ростехнадзора России на предприятиях или при специализированных организациях.

7.4.3 В состав аттестационной комиссии должны входить высококвалифицированные специалисты по сварочному производству, в том числе руководитель сварочных работ предприятия (или его заместитель), представители служб технического контроля и техники безопасности.

7.4.4 Допускается проведение аттестации сварщиков комиссией, создаваемой для аттестации технологии сварки. При проверке практических навыков на допуск к сварочным работам сварных соединений ГЦК сварщик должен выполнить контрольные стыковые сварные. Допускается совмещение аттестации сварщиков с аттестацией технологии сварки.

7.4.5 Для выполнения контрольных сварных соединений (наплавки) следует применять сварочные материалы, прошедшие входной контроль и допущенные для сварки (наплавки) основных материалов ГЦК.

7.4.6 Сварка (наплавка) и термическая обработка контрольных сварных соединений (наплавки) выполняются по технологическим инструкциям, разработанным в монтажной организации, в соответствии с требованиями ПНАЭ Г-7-009.

7.4.7 При выполнении контрольных сварных соединений (наплавки) должен присутствовать член (члены) аттестационной комиссии.

7.4.8 Монтажная организация перед проведением аттестации должна составить программу аттестации сварщиков, указав в ней:

- Объем проверки теоретических знаний для аттестуемого персонала;
- Методы неразрушающего контроля, выполняемых КСС;
- Объемы неразрушающего контроля, выполняемых КСС.

– Схемы вырезки образцов из контрольных сварных соединений и наплавов с указанием назначения и типов образцов со ссылкой на соответствующие стандарты или другие нормативно-технические документы.

Рекомендуемая схема отбора образцов и их минимальное количество, необходимое для аттестации сварщиков для каждого типа сварного соединения приведены в Приложении К.

7.4.9 Программа по п. 7.4.8 должна быть согласована членами аттестационной комиссии и утверждена ее председателем.

7.4.10 При аттестации сварщиков на допуск к сварке сварных соединений ГЦТ должны быть выполнены следующие условия:

- сварка должна выполняться одновременно 2 (двумя) сварщиками;
- сварка корня шва РАДС должна быть выполнена одной парой сварщиков;
- сварка перлитной части РЭДС. Одна пара сварщиков должна выполнять сварку не менее 25% объема (заполнения) сварного соединения.

На одном сварном соединении ГЦТ Ду 850 можно аттестовать 5 пар сварщиков. При этом монтажная организация должна обеспечить контроль качества сварки каждой пары сварщиков.

7.4.11 Результаты аттестации оформляются протоколом.

7.4.12 Для независимого подтверждения квалификации персонала (сварщиков) т.е. для сертификации могут привлекаться сертификационные центры (по усмотрению предприятия изготовителя) аккредитованные в установленном порядке соответственно в рамках национальной, либо международной систем аккредитации.

## **7.5 Аттестация технологии сварки**

### **7.5.1 Общие требования**

7.5.1.1 Для аттестации технологии сварки в монтажных условиях проектной организацией должны быть предусмотрены контрольные сварные соединения. Монтажная организация перед проведением аттестации должна составить программу аттестации в соответствии с разделом 3 ПНАЭ Г-7-010 и



требованиями настоящего стандарта.

7.5.1.2 Производственная аттестация технологии сварки проводится предприятиями-изготовителями (монтажными организациями), осуществляющими сварку (наплавку) оборудования и трубопроводов, путем выполнения и последующего контроля неразрушающими и разрушающими методами контрольных сварных соединений, выполняемых для каждой группы изготавливаемых по аттестуемой технологии однотипных производственных сварных соединений.

7.5.1.3 Допускается совмещать производственную аттестацию сварных соединений, аттестацию сварщиков и входной контроль сварочных материалов.

## **7.5.2 Порядок проведения аттестации технологии сварки**

7.5.2.1 При аттестации технологии сварки ГЦТ необходимо провести аттестацию 3-х типов сварных соединений: 1) корпус реактора – труба ГЦК (горизонтальное расположение оси ГЦК), 2) корпус парогенератора – труба ГЦК (вертикальное расположение оси ГЦК), 3) труба ГЦК – труба ГЦК (горизонтальное расположение оси ГЦК).

Минимальное количество «катушек» для аттестации технологии сварки, сварщиков и входного контроля сварочных материалов ГЦТ должно быть не менее 8.

Производственная аттестация технологии выполнения сварных соединений и наплавленных поверхностей подразделяется на следующие виды:

- первичная;
- повторная;
- внеочередная.

7.5.2.2 Не аттестованная в монтажной организации технология выполнения СС ГЦК (наплавленных поверхностей) подлежит первичной аттестации.

7.5.2.3 Повторная аттестация для сварных соединений ГЦК проводится через каждые 18 месяцев.

7.5.2.4 Внеочередная аттестация проводится при изменениях ПТД монтажной организации, которые могут привести к снижению свойств или качества производственных сварных соединений (наплавленных поверхностей),

выполняемых по аттестованной технологии, а также в случаях ухудшения качества изготавливаемых монтажной организацией производственных сварных соединений и наплавленных поверхностей. При этом вопрос о необходимости проведения внеочередной аттестации решается аттестационной комиссией монтажной организацией с участием инспектора Ростехнадзора России.

7.5.2.5 Если сроки монтажа ГЦК атомной энергетической установки превышают указанные в п. 7.5.2.3, то срок действия аттестации может быть продлен аттестационной комиссией до конца срока окончания монтажа ГЦК при условии, что очередная аттестация была проведена непосредственно перед началом или в процессе изготовления указанного оборудования или монтажа атомной энергетической установки.

Если сварные соединения (наплавки) выполняются по одной и той же технологии и ПТД, то по решению аттестационной комиссии период до повторной аттестации может быть увеличен, но не более чем в два раза по сравнению со сроком, указанным в п. 7.5.2.3.

7.5.2.6 Для проведения аттестации технологии сварки (наплавки) в монтажных организациях создаются аттестационные комиссии.

7.5.2.7 В состав аттестационной комиссии входят руководитель монтажной организации или его заместитель (главный инженер), руководитель службы, ответственной за сварку и наплавку, представитель службы технического контроля, инспектор Ростехнадзора России, а также другие высококвалифицированные специалисты по сварочному производству и контролю качества сварных соединений (наплавки), представитель конструкторской организации по усмотрению руководства монтажной организации, проводящего аттестацию.

Состав аттестационной комиссии утверждается приказом по монтажной организации.

7.5.2.8 Монтажная организация перед проведением аттестации должна составить программу аттестации, указав в ней:

- наименование и шифр изделий, в состав которых входят сварные соединения и наплавленные поверхности, выполняемые по аттестуемой технологии;
- перечень аттестуемых групп однотипных сварных соединений;
- перечень аттестуемых групп однотипных наплавленных поверхностей;
- перечень ПТД, используемой при выполнении и контроле аттестуемых сварных соединений и наплавки;
- методы неразрушающего контроля аттестуемых сварных соединений и наплавки;

- схемы вырезки образцов из контрольных сварных соединений и наплавов с указанием назначения и типов образцов со ссылкой на соответствующие стандарты или другие нормативно-технические документы;
- методы разрушающего контроля.

Допускается разработку программы аттестации технологии осуществлять одновременно с разработкой ПТД, в том числе по аутсорсингу.

7.5.2.9 Программа по п. 7.5.2.8 должна быть согласована членами аттестационной комиссии и утверждена ее председателем.

7.5.2.10 Результаты производственной аттестации оформляются протоколом заседания комиссии по аттестации технологии выполнения сварных соединений.

7.5.2.11 В случае обнаружения дефектов в контрольных сварных соединениях (наплавках) при неразрушающем контроле решение о возможности дальнейшего использования этого соединения или наплавки для разрушающего контроля должно приниматься аттестационной комиссией.

7.5.2.12 При неудовлетворительных результатах разрушающего контроля аттестационная комиссия должна принять меры по выяснению и устранению причин несоответствия контрольного сварного соединения или наплавки установленным требованиям, после чего взамен забракованного контрольного сварного соединения (наплавки) должно быть выполнено и проконтролировано новое.

Принятые меры должны быть отражены в протоколе.

7.5.2.13 Протокол по п. 7.5.2.10 передается для одобрения в межрегиональный территориальный округ Ростехнадзора России по месту нахождения предприятия-изготовителя (монтажной организации), проводившего аттестацию.

7.5.2.14 Работы по контролю сварных соединений выполнять с соблюдением требований ПНАЭ Г- 7-010, рабочей конструкторской документации и технологического процесса, разработанного в монтажной организации.

7.5.2.15 Рекомендуемая схема отбора образцов и их минимальное количество, необходимое для проведения разрушающего контроля сварных соединений приведены в Приложении К.

## **7.6 Требования к сварочному оборудованию**

7.6.1 Для выполнения сварки и наплавки следует применять полностью исправные, укомплектованные и налаженные установки, аппаратуру и приспособления, обеспечивающие соблюдение всех требований настоящих ОП, ПК и ПТД, а также контроль за соблюдением заданных режимов.

7.6.2 Каждый пост ручной аргодуговой сварки (наплавки) должен быть подключен к самостоятельному источнику питания сварочным током.

7.6.3 Оборудование для аргодуговой сварки (наплавки) должно обеспечивать возможность плавного гашения дуги. При ручной аргодуговой сварке допускается гасить дугу, отключая сварочный ток или медленно удаляя горелку от изделия.

7.6.4 Сварочное оборудование для ручной дуговой сварки (наплавки) должно быть оснащено вольтметром, амперметром и устройствами, обеспечивающими заданную скорость сварки, а оборудование для ручной дуговой сварки (наплавки) – амперметром.

Допускается применение переносных амперметров для периодического контроля величины сварочного тока.

Все оборудование должно быть проконтролировано в соответствии с ПНАЭ Г-7-010.

## **7.7 Подготовка производства в процессе сварки трубопровода (требования к персоналу, проверка состояния оборудования, входной контроль материалов)**

7.7.1 К производству работ по сварке и прихватке элементов ГЦК при монтаже допускаются сварщики, прошедшие проверку знаний в соответствии с правилами проверки знаний сварщиков и специалистов сварочного производства, утвержденными в установленном порядке, и имеющие удостоверение на право выполнения данных сварочных работ.

Сварщики могут быть допущены только к сварочным работам тех видов, которые указаны в их удостоверении.

7.7.2 Все подготовительные и контрольные операции должны быть включены в производственную контрольную документацию (карты контроля, инструкции и т.п.) и обеспечены необходимыми средствами контроля. ПКД должна быть согласована с ГМО.

7.7.3 Кромки деталей, подлежащих сварке, и прилегающие к ним участки должны быть очищены от окалины, краски, масла и других загрязнений в соответствии с требованиями ПТД на сварку. Допускается объединение ПКД с производственно-технологической документацией.

7.7.4 В случае ухудшения свойств или качества сварных соединений по отношению к уровню, установленному производственной аттестацией, организация-изготовитель (монтажная или ремонтная организация) должна приостановить применение технологии сварки, установить и устранить причины, вызвавшие их ухудшение, и провести повторную производственную аттестацию.

7.7.5 При монтаже трубопроводов ГЦТ могут применяться только аттестованные технологии сварки.

7.7.6 Сварка деталей (сборочных единиц) должна производиться по ПТД, разработанной в соответствии с требованиями настоящего стандарта.

В ПТД должны быть указаны:

- способы сварки;
- квалификация сварщиков;
- типы выполняемых сварных соединений;
- род и полярность сварочного тока;
- используемое сварочное оборудование;
- марки сварочных материалов;
- необходимость, методы и режимы предварительного и сопутствующего сварке подогрева;
- пространственные положения сварки;
- сортамент присадочных материалов;
- режимы сварки;
- порядок наложения валиков и слоев шва (в случае необходимости);
- необходимость термической обработки сварных соединений;
- методы и объем операционного контроля сварки.

Режимы сварки должны быть установлены применительно к выполнению конкретных сварных соединений с учетом их пространственного положения. (Приложение Д).

7.7.7 В ПТД должны быть указаны конструктивные элементы разделки кромок конкретного стыка, диапазон допустимых зазоров в стыке, размер (сечение и длина) сборочных прихваток и их шаг, порядок (последовательность) постановки прихваток, режимы прихваток, технологические операции по сборке стыка, методы и объема контроля стыка перед сдачей под сварку, порядок наложения сварных швов с учетом минимизации деформаций и пространственного положения стыка.

7.7.8 Для обеспечения стабильного режима сварки и нагрева стыков при термообработке источники электропитания целесообразно подсоединять к отдельным силовым трансформаторам, к которым не должны подключаться другие потребители. Колебания напряжения питающей сети не должны превышать 5 % от номинального значения. Необходимо предусматривать резервное питание, характеристики которого должны быть аналогичны основной питающей сети.

Если на сборочной площадке или в главном корпусе сварку труб будут выполнять одновременно более 10 сварщиков, рекомендуется использовать многопостовые источники питания (выпрямители или преобразователи) с кольцевой разводкой сварочного тока. Аналогичные разводки рекомендуется применять для термообработки сварных соединений током средней частоты.

При использовании многопостовых источников питания (выпрямителей, преобразователей) последние должны обеспечивать отсутствие влияния отдельных сварочных постов друг на друга. При использовании многопостовых систем: многопостовой выпрямитель - балластные реостаты это возможно при наличии источника питания (выпрямителя) с вольт - амперными характеристиками (ВЛХ), обеспечивающей соотношение  $U/I_n$ , равным (4-6) В (при номинальной нагрузке).

7.7.9 Сварщик должен быть обеспечен необходимым набором инвентаря, инструментов и пеналом для сварочных материалов (термопеналами).

Электросварщики должны иметь защитный щиток или маску, рукавицы, молоток, зубило или крейцмейсель для отбивки шлака, стальную щетку, струбцину (зажим) для обратного провода, личное клеймо, пенал для сварочных материалов (термопеналы) и шаблоны для проверки размеров и формы швов.

7.7.10 Перед началом сварки должно быть проверено качество сборки соединяемых элементов, а также состояние стыкуемых кромок и прилегающих к ним поверхностей в соответствии с ПНАЭ Г-7-010-89.

## **7.8 Требования к аттестации и квалификации контролеров**

7.8.1 Контролеры (специалисты, дефектоскописты, лаборанты) должны быть аттестованы в соответствии с ПНАЭ Г-7-010 и иметь удостоверение на право выполнения соответствующих видов контроля.

7.8.2 Квалификация контролеров, выполняющих неразрушающий контроль, должна соответствовать требованиям ЕТКС и быть не ниже:

- контролер по визуальному и измерительному контролю 4 разряда;

- контролер по капиллярному контролю 4 разряда с правом выдачи заключения;
- контролер по ультразвуковому контролю 5 разряда с правом выдачи заключения;
- контролер по радиографическому контролю 4 разряда;
- контролер по радиографическому контролю 5 разряда с правом выдачи заключения.

Аттестация специалистов, руководящих проведением контроля, должна осуществляться в соответствии с РД-06-18 «Положением о порядке выдачи разрешений на право ведения работ в области использования атомной энергии работникам организаций, эксплуатирующих исследовательские реакторы, критические и подкритические стенды»

## **7.9 Требования к средствам контроля**

7.9.1 При неразрушающем контроле качества деталей, сборочных единиц и сварных соединений трубопровода Ду850 должны применяться средства контроля (средства измерений, настроечные (контрольные) образцы, специализированная оснастка, преобразователи и материалы) по своим эксплуатационным и метрологическим характеристикам соответствующие требованиям ПНАЭ Г-7-016, ПНАЭ Г-7-017, ПН АЭ Г-7-018, ПН АЭ Г-7-014, ПН АЭ Г-7-030 и настоящего стандарта.

7.9.2 Допускается применять аналогичные средства контроля с метрологическими характеристиками не хуже и обеспечивающих необходимые пределы и точность измерений.

7.9.3 Средства измерений, используемые в сварочном оборудовании, должны быть утвержденного типа, поверены в порядке, установленном в ПР 50.2.006, и иметь действующие свидетельства о поверке (и/или знаки поверки).

7.9.4 Настроечные (контрольные) образцы должны быть паспортизованы и откалиброваны в порядке, установленном в ПР 50.2.016, или поверены (для имеющих утвержденный тип) в порядке, установленном в ПР 50.2.006, и иметь сертификаты о калибровке или действующие свидетельства (и/или знаки) о поверке.

7.9.5 Материалы, применяемые при неразрушающем контроле, должны соответствовать требованиям инструкций по контролю материалов для неразрушающего контроля качества основного металла и сварных соединений.

7.9.6 Не допускается проведение контроля не поверенными средствами измерений, неоткалиброванными настроечными (контрольными) образцами, материалами и специализированной оснасткой, не прошедшими проверку (входной контроль).

## **7.10 Регистрация результатов контроля**

7.10.1 Результаты контроля фиксируются в журнале с обязательным заполнением всех граф (ПНАЭ Г-7-010 п.13.4).

7.10.2 На основании записей в журнале результатов контроля составляется заключение. Заключение оформляется только по результатам приемочного контроля (ПНАЭ Г-7-010 п.13.5).

7.10.3 Журнал по операционному контролю хранится в монтажной организации, срок хранения журнала – не менее трех лет.

## **7.11 Оценка качества**

7.11.1 Оценка качества основного металла труб, плакирующего слоя труб, сварного соединения и восстановленного слоя антикоррозионной наплавки проводится на основании результатов контроля конкретного объекта конкретным методом.

7.11.2 Нормы оценки качества принимают:

- при контроле основного металла и плакирующего слоя трубы – по Техническим условиям на трубы ТУ 108.1197 или ТУ 2730.09.036;
- при контроле сварного соединения и антикоррозионной наплавки на сварное соединение – по Правилам контроля ПНАЭ Г-7-010-89.

## **7.12 Очередность сварки соединений главного циркуляционного трубопровода Ду850**



При монтаже ГЦК очередность выполнения сварных соединений ГЦТ с оборудованием на 1 петле ручной электродуговой сваркой представлена в Таблице 2.

Таблица 2 – Очередность сварки соединений ГЦТ

№ п.п	Наименование сварного соединения	Примечание
1	«Горячие» и «холодные» патрубки корпуса реактора (КР) с блоком ГЦТ на нитках КР-ГЦТ-ПГ и КР-ГЦТ-ГЦНА	<p>Порядок выполнения сварных соединений на корпусе реактора одновременно на 2-х противоположных петлях:</p> <p>Вариант № 1:</p> <p>Противоположные петли:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- петля № 1 – «горячий» патрубок КР с ГЦТ</li> <li>- петля № 3 – «холодный» патрубок КР с ГЦТ</li> </ul> <p>Противоположные петли:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- петля № 2 – «горячий» патрубок КР с ГЦТ</li> <li>- петля № 4 – «холодный» патрубок КР с ГЦТ</li> </ul> <p>Вариант № 2:</p> <p>Противоположные петли:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- петля № 1 – «холодный» патрубок КР с ГЦТ</li> <li>- петля № 3 – «горячий» патрубок КР с ГЦТ</li> </ul> <p>Противоположные петли:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- петля № 2 – «холодный» патрубок КР с ГЦТ</li> <li>- петля № 4 – «горячий» патрубок КР с ГЦТ</li> </ul>
2	«Горячий» коллектор ПГ с блоком ГЦТ на нитке КР-ГЦТ-ПГ	
3	Напорный патрубок ГЦНА с блоком ГЦТ на нитке КР-ГЦТ-ГЦНА	
4	Всасывающий патрубок ГЦНА с блоком ГЦТ на нитке ПГ-ГЦТ-ГЦТ-ГЦНА	<p>На колене блока ГЦТ, стыкуемого с всасывающим патрубком ГЦНА, выполнена заводская разделка кромок под сварку и, следовательно, появляется горизонтальная ось ГЦТ, что упрощает геодезический расчет для обрезки монтажного припуска на блоке ГЦТ, в месте стыка с коллектором ПГ, и обрезку монтажного припуска на блоке ГЦТ, в месте стыка с блоком ГЦТ</p>
5	«Холодный» коллектор ПГ с блоком ГЦТ на нитке ПГ-ГЦТ-ГЦТ-ГЦНА	
6	Блок ГЦТ с блоком ГЦТ на нитке ПГ-ГЦТ-ГЦТ-ГЦНА (замыкает петлю)	

Примечание: Ростовская АЭС блок 3, НВАЭС-2, ЛАЭС-2, Балтийская АЭС, Белорусская АЭС – 1 петля состоит из 4-х трубных блоков с 7 сварными соединениями, общее количество сварных соединений на 4 петли – 28. Отсутствуют аварийные опоры под колени блоков ГЦТ.

## **8 Сварка, термическая обработка и неразрушающий контроль соединений трубопровода Ду850 с патрубками корпуса реактора**

### **8.1 Порядок операций при сварке, промежуточной термообработке и контроле соединений трубопровода Ду850 с патрубками корпуса реактора**

8.1.1 На собранный на прихватках СС установить тепловую изоляцию и произвести укладку индуктора. Зона сварного соединения (шириной 150 мм) должна быть свободной от тепловой изоляции. Установка тепловой изоляции, термопреобразователей и укладка индуктора – см. п. 8.4.3.5

8.1.2 Высушить, обезжирить кромки сварного соединения уайт-спиритом (ГОСТ 3134) или спиртом (ГОСТ 18300). Заварить корневую часть соединения на высоту от 8 мм до 10 мм (три – четыре прохода) аргонодуговой сваркой с присадкой проволоки марки Св-08Г2С диаметром 2 мм (допускается от 1,6 мм до 3 мм) без предварительного подогрева.

Порядок сварки и зона работы каждого из двух сварщиков указаны на рисунке 4.

Ориентировочная величина сварочного тока от 80 А до 120 А.

Допускается заварка корня шва электродами марки УОНИ-13/45 диаметром 3мм с подогревом при температуре от 200 °С до 250 °С.

При выполнении первых четырех слоев (8 – 10 мм) допускается производить сварку с разбивкой трубопровода на восемь частей, последующую сварку выполнять с разбивкой на четыре части. Сварку выполнять в диаметрально противоположных местах.

В процессе сварки обращать внимание на надежный провар кромок разделки. После выполнения каждого прохода производить тщательный внешний осмотр шва в соответствии с требованиями ПНАЭ Г-7-016.

Грубые наплывы и резкие переходы к основному металлу (западания в углах

разделки и др.) не допускаются и подлежат механической зачистке.

Зачистка должна применяться также для обработки начального участка шва в пределах каждого прохода.

После наложения каждого валика поверхность шва и кромки разделки должны быть тщательно зачищены от шлака, брызг металла и визуально проконтролированы сварщиком на отсутствие трещин, недопустимых шлаковых (вольфрамовых) включений, пор, неровностей (подрезов, наплывов, углублений между валиками) и других дефектов. Выявленные дефекты (трещины, недопустимые включения, поры и неровности) должны быть удалены до возобновления сварки.

8.1.3 Произвести радиографический и капиллярный контроль корневой части соединения, выполненной аргонодуговой сваркой, в соответствии с требованиями ПНАЭ Г-7-017. Оценка результатов контроля производится по нормам оценки качества для полностью выполненного сварного соединения перлитной части шва.

При неудовлетворительных результатах контроля удаление дефектов (кроме дефектов удлиненной формы) и заварку выборок корневой части соединений допускается производить изнутри, перед восстановлением наплавки. Дефекты удлиненной формы должны быть удалены до возобновления сварки.

Поверхностные дефекты (на наружной поверхности корневой части соединения) при глубине выборки до 3 мм завариваются аргонодуговой сваркой или в процессе выполнения сварки.

8.1.4 Подогреть СС до температуры 200 – 250 °С (в связи с большим теплоотводом температура стыка в районе сварки быстро снижается до температуры 150 °С). Не допускать снижения температуры ниже 150 °С.

Заварить соединение на 50 % сечения с наружной стороны электродами марки ПТ-30 диаметром 3 мм или 4 мм (Приложение Д). Сварку выполняют одновременно два сварщика в порядке, указанном на рисунке 4.

Сварку производить только при отключенном индукторе.

Заполнение разделки вертикального сварного соединения допускается выполнять как узкими валиками, так и валиками с поперечным колебанием электрода на всю ширину разделки.

8.1.5 Выполнить радиографический контроль.

При выявлении дефектов после сварки 50 % сечения шва по результатам радиографического контроля произвести выборку дефектов механическим способом. Проверить полноту удаления дефектов, подготовить выборку к заварке или продолжить сварку. При глубине выборки более 3 мм заварить выборку электродами марки ПТ-30 диаметром 3 мм.

8.1.6 При удовлетворительных результатах радиографического контроля

продолжить сварку.

В процессе сварки не допускается охлаждение стыка ниже 150 °С.

Сварку производить только при отключенном индукторе.

Ориентировочное количество проходов по сечению шва приведено на рисунке 4.

8.1.7 Перед выполнением термической обработки произвести зашлифовку поверхности зон сплавления шва с основным металлом в нагретом состоянии от 150 °С до 250 °С непосредственно после его заварки на все сечение.

В случае необходимости (при глубине выбонок более 2 мм) произвести подварку участков с углублениями аргонодуговой сваркой с присадкой проволоки марки Св-08Г2С и зашлифовку подваренных участков (температура стыка не должна быть менее 150 °С). Допускается применение электродов марки ПТ-30 диаметром 3 мм.

Температура стыка в интервале «окончание сварки – начало отпуска» не должна быть менее 150 °С.

8.1.8 Произвести промежуточный высокий отпуск при температуре от 620 °С до 660 °С; время выдержки – не менее 3 ч. График режима промежуточного отпуска представлен в Приложении Е.

Режимы нагрева и охлаждения, участки зон равномерного нагрева, другие технические требования и способы их обеспечения должны соответствовать указаниям настоящего стандарта.

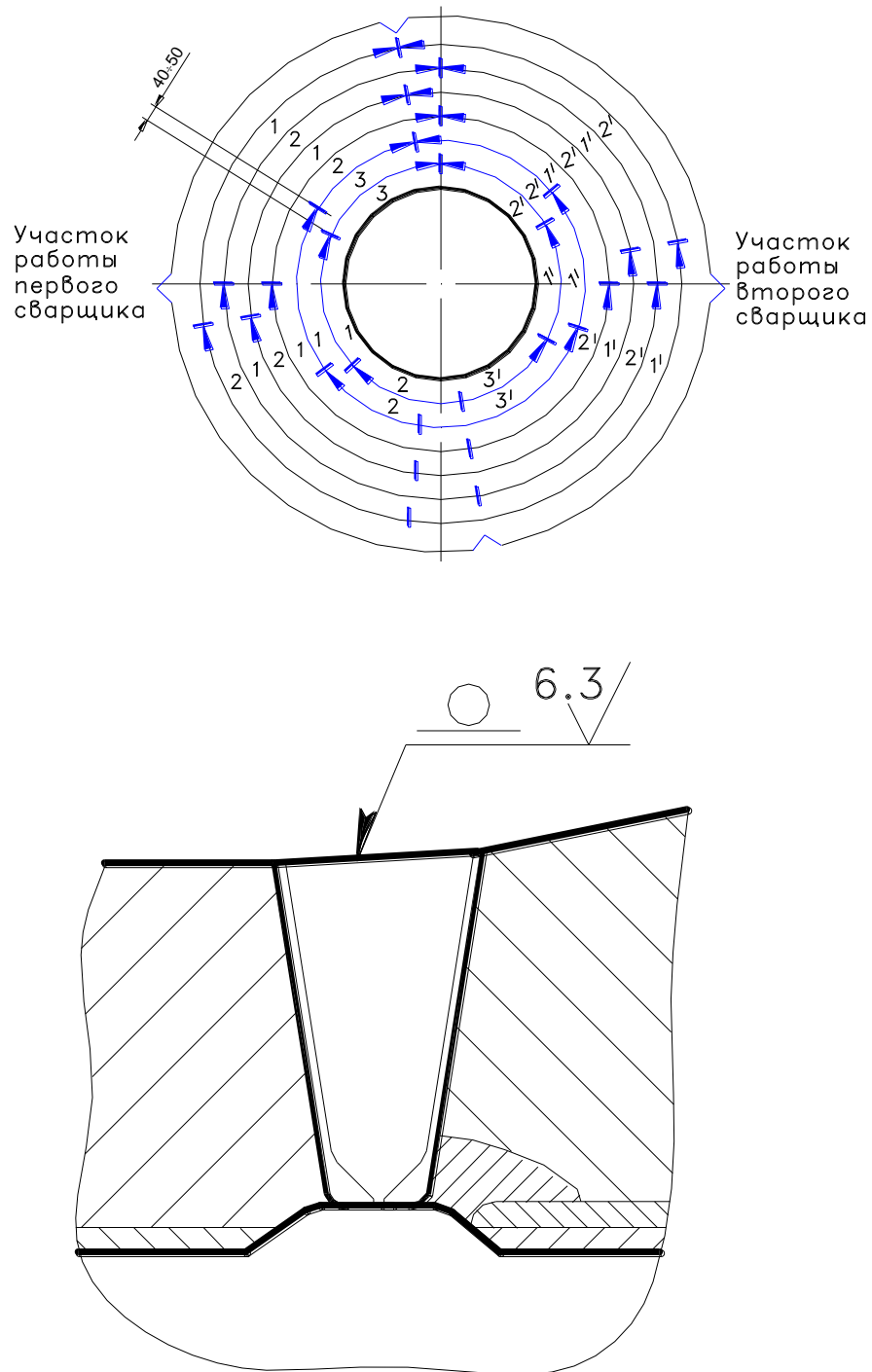


Рисунок 4 – Порядок сварки и выполненное сварное соединение трубы узла трубного и патрубка реактора (до восстановления антикоррозионной наплавки)

8.1.9 Снять механическим способом усиление шва с наружной стороны соединения заподлицо с основным металлом трубы в соответствии с требованиями чертежа.

Допускается утонение шва и основного металла, получаемое в результате зачистки, при условии сохранения минимальной расчетной толщины стенки трубопровода и обеспечения плавного перехода от утоненного участка к соседним. Максимальная величина утонения не должна превышать 2 мм (при суммарной протяженности не более 30 % периметра шва). Утонение, превышающее указанную величину, подлежит исправлению по отдельно разработанной технологии, согласованной с ГМО и Главным конструктором.

8.1.10 Поперечная усадка СС составляет 4 – 5 мм, величина усадки должна быть уточнена при сварке контрольного и первого производственного СС.

Поводка торцов труб с подготовленными кромками под сварку не допускается. Контроль величины поводок обеспечивается с помощью реперов, установленных в вертикальной и горизонтальной плоскостях трубопровода или с помощью индикаторов часового типа.

8.1.11 Контроль СС осуществлять в соответствии с п. 8.5 настоящего стандарта.

## **8.2 Нагревательное оборудование, технологическая оснастка и материалы для термической обработки сварных соединений трубопровода Ду 850 с патрубками корпуса реактора**

8.2.1. Для нагрева под сварку, проведения «термического отдыха» и высокого отпуска сварных соединений Ду 850 с патрубками корпуса реактора используются индукционные нагревательные установки повышенной частоты производства Российской Федерации.

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

8.2.2. Индукционная нагревательная установка повышенной частоты состоит из источника питания (инвертора), блока конденсаторов, устройства регулирования и контроля температуры и гибкого водоохлаждаемого кабеля в термостойкой изоляции в качестве индуктора.

### 8.2.3. Технические данные:

- Напряжение питания, В – 3х380;
- Напряжение повышенной частоты, В – 800;
- Выходная частота, Гц – 1000 – 2400;
- Мощность, кВт – 250;
- Диаметр гибкого водоохлаждаемого кабеля, мм – 30 – 40.

8.2.4. Преобразователь повышенной частоты рекомендуется располагать на расстоянии не более 60 м от нагреваемого объекта, а конденсаторную батарею и шкаф управления – на расстоянии не более 15 м от него.

8.2.5. При условии обеспечения режимов термической обработки, допускается применение других типов оборудования, нагревательных устройств и схем их размещения. При этом по согласованной с разработчиком программе, до проведения окончательного отпуска проводятся пробные нагревы макетов или сварных узлов штатного изделия, с перегревом до температуры не более 500 °С.

8.2.6. При термообработке сварных соединений трубопровода Ду 850 с патрубками корпуса реактора применяют осевой вентилятор типа 06-300 N 8 с шестью стальными лопастями (расход воздуха от 16000 м<sup>3</sup>/ч до 24000 м<sup>3</sup>/ч, давление 250 Па, мощность двигателя 3,0 кВт).

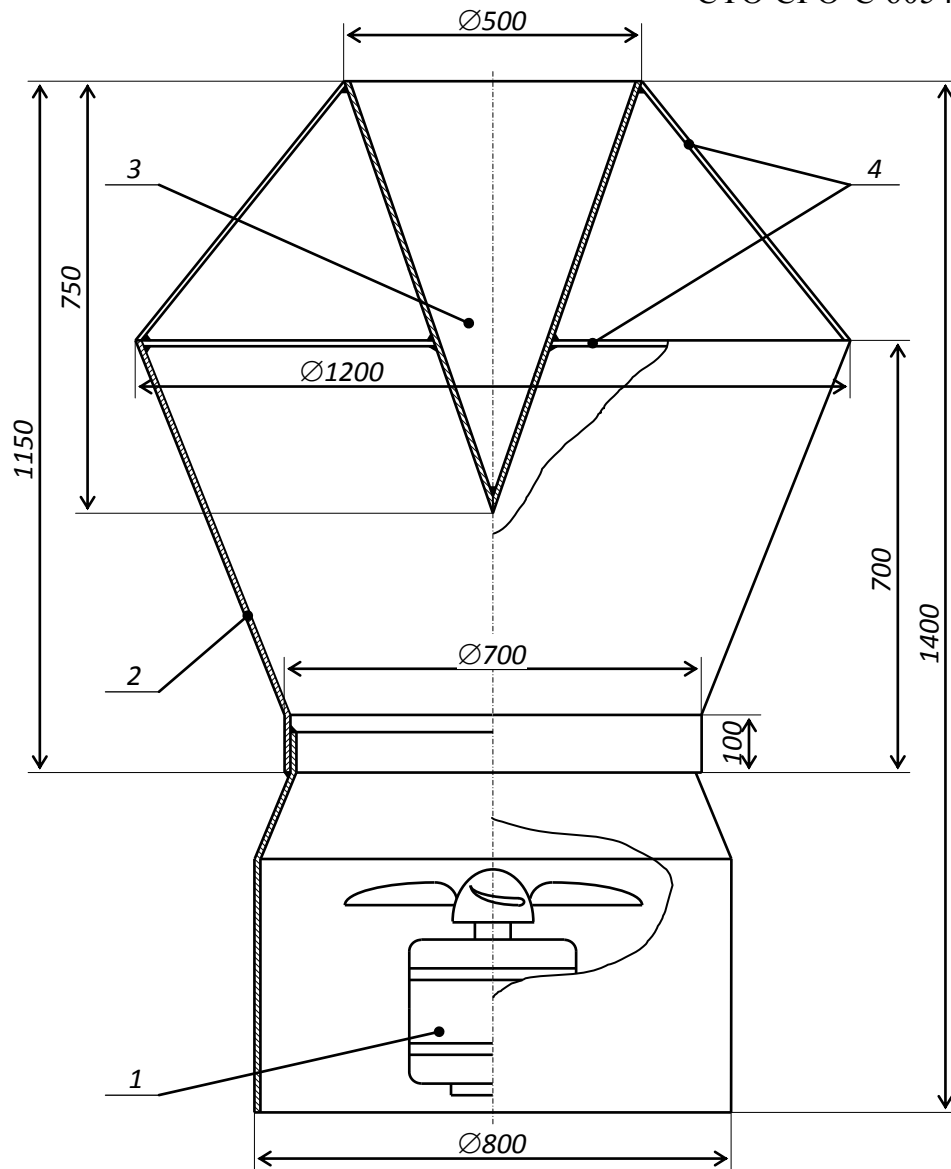
Допускается использовать другой тип вентилятора, техническая характеристика которого близка к вышеуказанному.

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

8.2.7. Для предотвращения подстуживания нагреваемой зоны потоком воздуха внутри трубопровода устанавливаются теплоизоляционные перегородки (рисунок б).

Перегородка состоит из металлического кольца (поз.3), металлических пластин (поз.6), металлических прутков (поз.5), теплоизоляционных стенок (поз.1), между которыми проложена каолиновая вата (поз.2). Для крепления перегородок внутри трубопровода используются болты (поз.4).

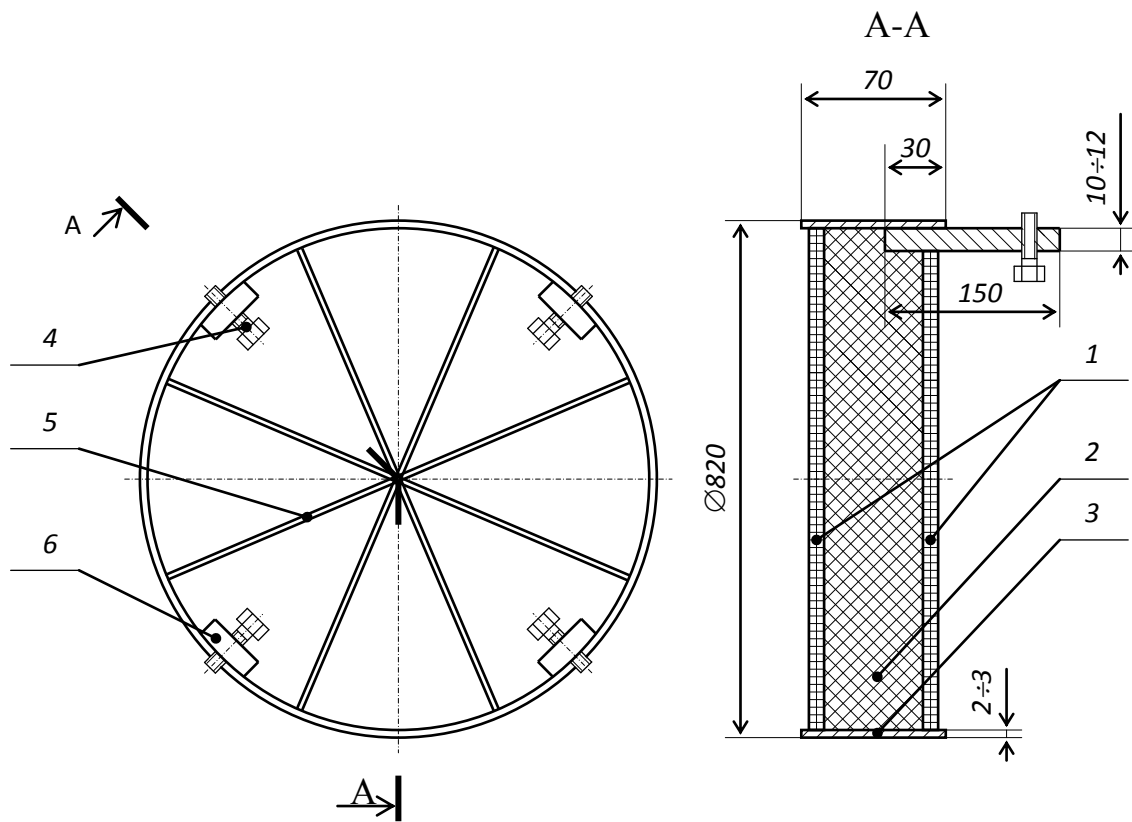
Все детали перегородки, соприкасающиеся с внутренней поверхностью трубы Ду 850 должны быть изготовлены из коррозионностойких сталей аустенитного класса.



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

Рисунок 5 – Осевой вентилятор с диффузором





1-муллитокремнеземистый картон; 2-минеральная вата; 3-кольцо сварное; 4-болт М12х100; 5-пруток диаметром 5мм; 6-металлическая пластина

Рисунок 6 – Теплоизоляционная перегородка

8.2.8. Для снижения тепловых потерь наружная поверхность сварного соединения теплоизолируется. В качестве теплоизоляционных материалов рекомендуется использовать:

- муллитокремнеземистый войлок МКРВ-200;
- муллитокремнеземистый фетр МКРФ-100;
- муллитокремнеземистый картон МКРК-500;
- кремнеземистая ткань КТ-11, КТ-11-С8/3-ТО;
- каолиновая вата ВКВ;
- стеклолента;
- муллитокремнеземистый рулонный материал МКРР-130;
- минеральная вата М100, М125.

Допускается использовать другие теплоизоляционные материалы, обладающие аналогичными характеристиками.

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

8.2.10. Оборудование должно быть укомплектовано средствами измерения, прошедшими метрологическую поверку.

### **8.3 Последовательность выполнения операций при сварке сварного соединения трубопровода с патрубком реактора**

Выполнение сварных соединений плакированного трубопровода Ду 850 главного циркуляционного трубопровода с патрубками корпуса реактора производится по следующей схеме операций:

- заварка корня шва;
- контроль корня шва (ВИК, КК, РГК);
- в случае необходимости ремонт корня шва;
- подогрев;
- сварка (50 % глубины разделки);
- контроль на наличие дефектов СС (ВИК, РГК);
- при необходимости выборка дефектов;
- заварка дефектов + сварка до 100 % заполнения глубины разделки;
- промежуточный отпуск;
- снятие усилия механическим способом с наружной стороны заподлицо;
- контроль СС (ВИК, КК, РГК, УЗК);
- при необходимости – выборка дефектов;
- подогрев под заварку дефектов + ремонтные операции;
- «термический отдых»;
- контроль качества СС (ВИК, КК, РГК, УЗК);
- окончательный отпуск;
- неразрушающий контроль (ВИК, КК, РГК, УЗК);
- наплавка;
- неразрушающий контроль наплавки и сварного соединения (ВИК, КК, УЗК).

В местах стыковки трубопровода с патрубками корпуса реактора подогрев перед сваркой, заварка корня шва и основной этап сварки (заполнение стыка) должны проводиться одновременно на стыках противоположных, т.е. пояс зоны

патрубков реактора должен быть нагрет симметрично, равномерно, с противоположных сторон. Время сварки противоположных патрубков с трубопроводом должно быть одинаковым. Не допускается существенных опережений на одном из стыков.

### **8.3.1 Подогрев под сварку**

8.3.1.1 После получения разрешения службы технического контроля на сварку приступить к подогреву под сварку.

8.3.1.2 Включить установку. Установить по показаниям ваттметра потребляемую мощность в пределах от 30 кВт до 40 кВт.

Выходные параметры преобразователя настроить на режим работы с нагрузкой (индуктором) по показаниям фазометра, вольтметра, амперметра. Фазометр должен показывать величину  $\cos \varphi$ , близкую к единице (0,9...1), а ток и напряжение должны составлять его номинальные значения.

8.3.1.3 Нагреть сварное соединение до температуры 250 °С (показания термопреобразователей ВК1, ВК2, ВК3, ВК4, ВК6) и отключить напряжение, подаваемое на индуктор. Начать сварку. При охлаждении металла до 150 °С остановить сварку и повторить нагрев.

Аналогичные требования предъявляются к подогреву при выполнении послышной механической зачистки шва.

8.3.1.4 В процессе нагрева осуществлять контроль за работой термопреобразователей и самопишущего прибора – правильной записью температур на диаграммной ленте. В случае обнаружения неисправных термопреобразователей, заменить их на дублирующие.

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

### **8.3.2 «Термический отдых»**

«Термический отдых» проводится в случае, если после проведения промежуточного отпуска выявлены дефекты, требующие подогрева для их устранения.

8.3.2.1 После заварки (с подогревом) дефектов зону СС теплоизолировать.

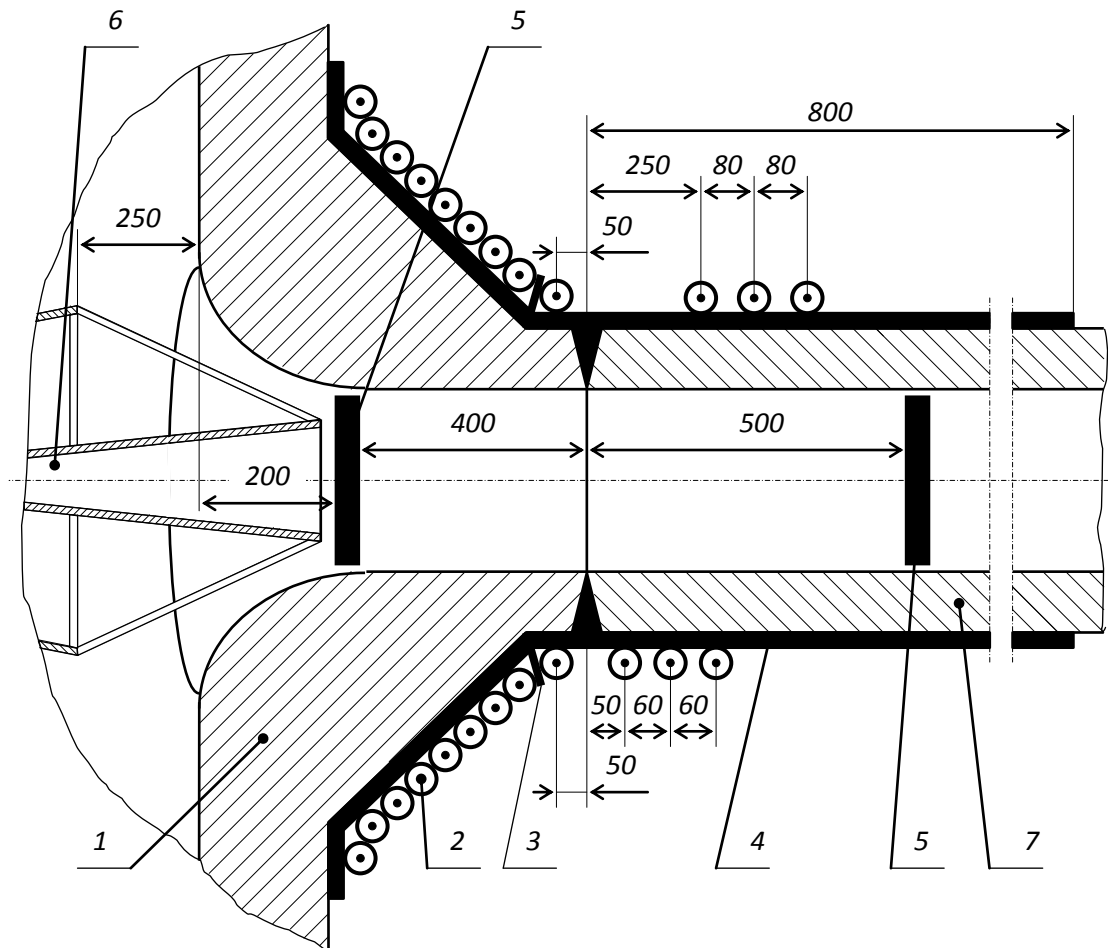
8.3.2.2 Нагреть зону СС (показания термопреобразователей ВК1, ВК2, ВК3, ВК4, ВК6) до температуры от 150 °С до 250 °С и сделать выдержку в течение 12 часов.

8.3.2.3 Охлаждать под слоем теплоизоляции с записью на диаграммную ленту до комнатной температуры (от 28 °С до 35 °С).

### **8.3.3 Термическая обработка**

8.3.3.1 Теплоизолировать зону СС.

8.3.3.2 Смонтировать индуктор в соответствии с рисунком 7.



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

Рисунок 7 – Схема сварного соединения патрубка реактора с трубопроводом, подготовленного к термообработке

8.3.3.3 Включить индуктор. Подобрать нужную емкость по показаниям фазометра (стрелка должна показывать величину, близкую к единице, желательно в сторону емкостной нагрузки), добиваться оптимального энергетического режима и согласованной работы преобразователя с нагрузкой.

8.3.3.4 Включить вентилятор в зоне патрубка корпуса реактора. Режим термической обработки провести в соответствии с графиком (Приложение Е).

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

8.3.3.5 Ориентировочная величина потребляемой мощности на этапе нагрева до 500 находится в пределах от 80 кВт до 120 кВт; на этапе нагрева до температуры выдержки находится в пределах от 120 кВт до 150 кВт.

8.3.3.6 В процессе выдержки при заданной температуре отпуска мощность снижается примерно на 20 – 25 % от максимального значения.

8.3.3.7 По окончании выдержки отключить вентилятор и охлаждать стык со скоростью не более 50 °С/ч до температуры 300 °С. Ниже 300 °С скорость охлаждения не регламентируется. Охлаждение СС естественное под слоем теплоизоляции с записью процесса охлаждения на диаграммную ленту до температуры 100 °С.

8.3.3.8 Произвести демонтаж теплоизоляции, нагревательной оснастки, термопреобразователей.

## **8.4 Требования к параметрам технологического процесса термической обработки сварных соединений трубопровода Ду 850 с патрубками корпуса реактора**

### **8.4.1 Контроль температуры**

8.4.1.1 Контроль и запись температуры выполняют с помощью двенадцатиточечного самопишущего прибора. Класс точности прибора должен быть не хуже 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).

Приборы для контроля и регистрации температуры и термопреобразователи должны быть утвержденного типа, поверены в порядке, установленном в ПР 50.2.006, и иметь действующие свидетельства о поверке (и/или знаки поверки).

8.4.1.2 Термопреобразователи типа ТХА выполняют из хромелевой и алюмелевой проволоки диаметром от 0,5 мм до 1,5 мм, длиной от 2 метров до 3 метров. Они армируются фарфоровой соломкой или бусами и заканчиваются

термоспаем. Термоспай получается путем обварки концов термоэлектродов аргонодуговой сваркой без присадочной проволоки. Поверхность горячего спая при необходимости должна быть зачищена от окисной пленки. К показывающим приборам термопреобразователи подключают многожильным компенсационным проводом с жилами медь-константан длиной не более 20 м.

В процессе работы следует обеспечить нахождение холодного спая термопреобразователя при комнатной температуре (от 28 °С до 35 °С).

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.

8.4.1.3 Термопреобразователи располагают на поверхности изделия. 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 должны включаться в работу в случае обнаружения неисправности основных термопреобразователей.

8.4.1.4 Крепление термопреобразователей на поверхности металла осуществляется одним из общепринятых способов (приварка, зачеканка с помощью приваренных бобышек из аустенитной стали марки 08Х18Н10Т или аналогичной, и др.). Приварку производят электродуговой сваркой без предварительного подогрева с использованием электродов марок:

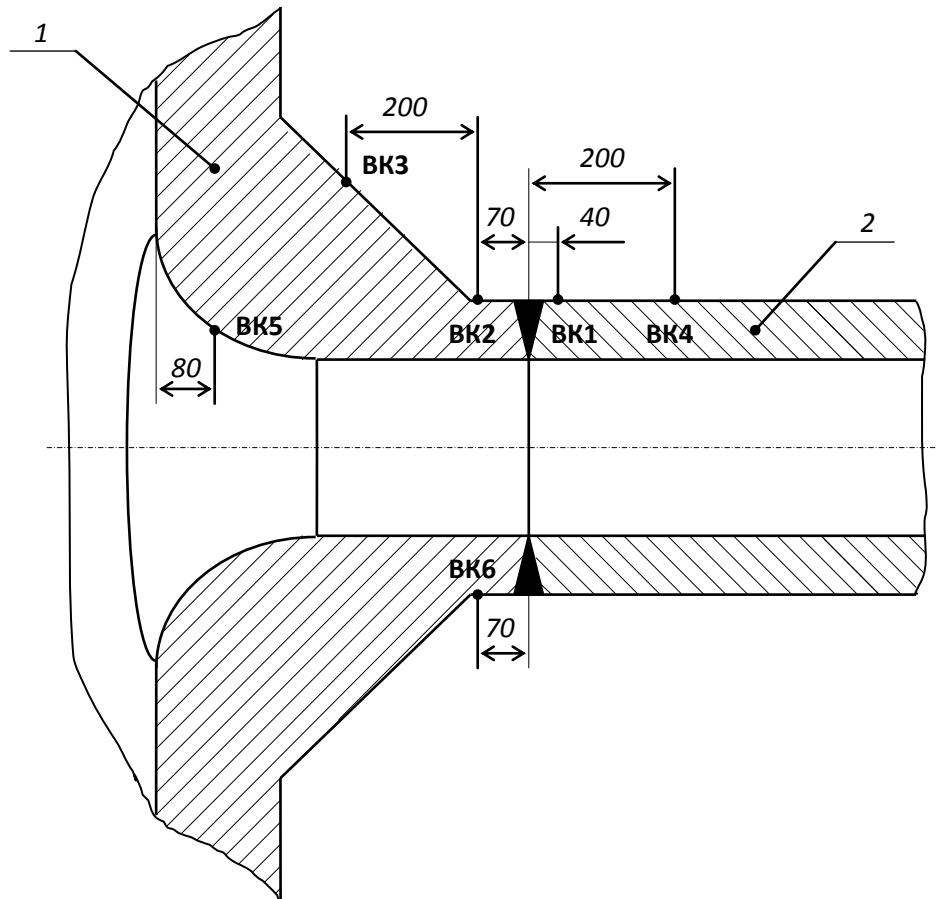
- ЦТ-10 или ЭА-395/9 – при приварке к наружной поверхности трубы (перлитная сталь);

- ЦТ-15К или ЭА-898/21Б – при приварке к плакирующему слою (внутренняя поверхность трубы).

Установку термопреобразователей на сварном соединении патрубка корпуса реактора с трубопроводом Ду 850 проводить согласно схеме, показанной на рисунке 8.

После завершения термической обработки места крепления термопреобразователей следует зачистить заподлицо с основным металлом до шероховатости 0,63 по ГОСТ 2789 и провести капиллярный контроль на отсутствие трещин и других дефектов. После зачистки мест крепления термообразователей допускаются участки с не полностью удаленным аустенитным металлом шва на поверхностях трубопровода и патрубках корпуса реактора.

8.4.1.5 Для измерения и записи температуры могут быть использованы аналогичные приборы для контроля и регистрации температуры и термопреобразователи, с метрологическими характеристиками не хуже и обеспечивающих необходимые пределы и точность измерений.



2. патрубок реактора; 2- трубопровод Ду 850; VK1÷VK6 – термопреобразователи

Рисунок 8 – Схема расположения термопреобразователей на сварном соединении патрубка реактора с трубопроводом Ду 850

#### 8.4.2 Режимы нагрева под сварку, «термический отдых» и высокий отпуск

Для сварных соединений плакированного трубопровода Ду 850 ГЦТ с патрубками корпуса реактора при монтаже выполняются: предварительный подогрев под сварку, промежуточный и окончательный отпуски и «термический отдых» (в случае необходимости).



#### 8.4.2.1 Нагрев под сварку

Сварку осуществляют с предварительным подогревом до температуры 250 °С и сопутствующим подогревом в интервале температур от 150 °С до 250 °С (Приложение Е).

Скорость нагрева не должна превышать 150 °С/ч.

Сварка ведется при выключенных нагревательных устройствах.

Не допускается остывания зоны сварного соединения трубопровода Ду 850 с патрубком реактора ниже 150 °С.

#### 8.4.2.2 «Термический отдых»

Для сварных соединений трубопровода с патрубком реактора «термический отдых» применяется только при ремонтных операциях после заварки дефектов с подогревом в стыке до проведения окончательного отпуска.

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

#### 8.4.2.3 Промежуточный отпуск.

Применяется на сварном соединении трубопровода с патрубком реактора после окончательной заварки стыка, не допуская его охлаждения ниже 150 °С.

Температура (640±20) °С, продолжительность 3 часа.

Скорость нагрева и охлаждения в соответствии со схемой режима отпуска (Приложении Е).

Перерыв между промежуточным и окончательным отпусками не ограничен.

8.4.2.4 Схемы режимов окончательного и промежуточного высоких отпусков сварных стыков Ду 850 ГЦТ с патрубком корпуса реактора приводятся в Приложении Е.

Для сварного стыка режим промежуточного и окончательного отпусков выполняется по показаниям термопреобразователей ВК1, ВК2, ВК4 и ВК6.

Для достижения заданной температуры отпуска скорость нагрева изделий до 500 °С не должна превышать 100 °С/ч, далее от 500 °С до 640 °С – не более 50 °С/ч.

Температура отпуска (640±20) °С, продолжительность окончательного отпуска 7 ч.

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

Охлаждение от 640 °С до 300 °С выполняется со скоростью не более 50 °С/ч, далее – не регламентируемое, под слоем теплоизоляции.

Демонтаж теплоизоляции производится при температуре стыка не более 100°C.

Запись температуры при охлаждении осуществляется до 100 °С.

Ширина зоны нагрева в интервале температур (640±20) °С от оси шва составляет:

- в сторону патрубка реактора не менее 70 мм (контроль по термопреобразователям ВК2, ВК6, рисунок 8);
- в сторону трубопровода не менее 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.

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 450 °С до 250 °С), что допускается.

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

Согласно настоящего стандарта в каждой точке устанавливается два термопреобразователя – основной и дублирующий, расстояние между которыми по окружности составляет от 20 мм до 30 мм.

8.4.2.5 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 не более 35 °С и продолжить нагрев со скоростью не выше 50 °С/час. Если разброс показаний температуры основных термопреобразователей не удастся уменьшить, следует охладить стык, выявить и устранить причину отклонения, затем возобновить нагрев.

8.4.2.6 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.

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

8.4.2.8 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.

8.4.2.9 Окончательный отпуск на СС ГЦТ с корпусом реактора является заключительным.

### **8.4.3 Подготовка сварного соединения трубопровода Ду 850 ГЦК с патрубками реактора к нагреву под сварку и термическую обработку**

8.4.3.1 После заварки и контроля корня шва провести разметку и приварку штырей согласно рисунку 10. Штыри (поз.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.

8.4.3.2 Штыри приварить электродами марок ЦТ-10 или ЭА-395/9 без подогрева. Их необходимо теплоизолировать от индуктора. По окончании термической обработки штыри срезать абразивным кругом так, чтобы не повредить основной металл. Места приварки зачистить и провести капиллярный контроль (ПНАЭ Г-7-018-89).

8.4.3.3 Установить термопреобразователи согласно рисунку 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.

8.4.3.4 Замаркировать термопреобразователи соответственно 1 и 1", 2 и 2", 3 и 3", 4 и 4", 5 и 5", 6 и 6". Основные термопреобразователи подключить к самопишущему прибору, используя компенсационный провод.

8.4.3.5 Управление процессом нагрева осуществлять по термопреобразователю ВК2.

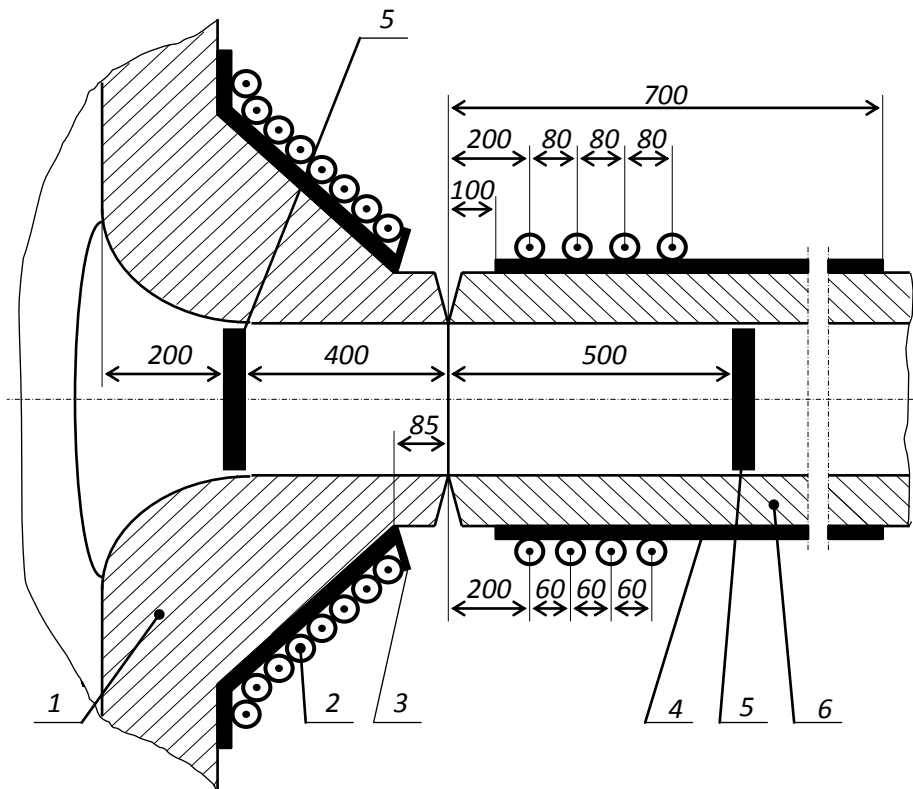
#### 8.4.3.6 Смонтировать теплоизоляцию (поз.4, рисунок 9).

Теплоизоляция выполняется из муллитокремнеземистого войлока толщиной от 4 до 6 мм в три-четыре слоя, поверх которого укладывается кремнеземистая ткань КТ-11 и плотно стягивается стеклолентой. Общая толщина изоляции составляет от 20 мм до 30 мм.

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

В качестве теплоизоляции могут быть использованы и другие теплоизоляционные материалы, которые сохраняют работоспособность в течение всего цикла нагрева.

Общая ширина теплоизоляции на трубопроводе – 800÷900 мм, на патрубке – 450 мм.



1 – патрубок реактора; 2 – водоохлаждаемый индуктор; 3 – штыри; 4 – теплоизоляция; 5 – теплоизоляционные перегородки; 6 – трубопровод Ду 850

Рисунок 9 – Схема сварного соединения патрубка реактора с трубопроводом, подготовленного к нагреву под сварку

Теплоизоляция зоны шва выполняется также из муллитокремнеземистого войлока и кремнеземистой ткани. Теплоизоляция укладывается после окончания работ по сварке на зону сварного соединения свободную от теплоизоляции.

8.4.3.7 Теплоизоляционные перегородки (поз.5, рисунок 9) устанавливаются внутри патрубка и трубопровода: одна на расстоянии 1170 мм, другая – в 200 мм от внутренней поверхности корпуса реактора. Перегородки закрепляются относительно внутренней поверхности трубопровода, щели заделываются теплоизоляцией.

8.4.3.8 Индуктор монтируется на трубопровод и патрубок.

Для подогрева под сварку намотать индуктор в соответствии со схемой, показанной на рисунке 9. Для создания перехода через сварное соединение делается свободная петля длиной около 1500 мм.

На трубной части соединения наматывается четыре витка. На конической части патрубка 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 высокого отпуска свободная петля, оставленная для перехода через сварное соединение, выбирается для обеспечения плотной намотки на трубопроводе (рисунок 9). При этом расположение витков на трубной части соединения соответствует схеме, представленной на рисунке 10. На конической части патрубка корпуса реактора укладка витков не меняется.

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

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

8.4.3.11 Индуктор подключить к источнику питания.

8.4.3.12 Смонтировать осевой вентилятор с диффузором (поз.6, рисунок 7).

Осевой вентилятор (поз.6) устанавливается внутри корпуса соосно с патрубком (поз.1), а его диффузор при помощи внутреннего конуса состыковывается с теплоизоляционной перегородкой. Расстояние от раструба диффузора до внутренней поверхности корпуса реактора составляет 250 мм. При подогреве под сварку и «термический отдых» вентилятор не включается.

#### **8.4.4 Оформление результатов термообработки**

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

8.4.4.1 На диаграммной ленте самопишущего прибора термист-оператор делает отметки, где указывает номер СС, вид операций нагрева (под сварку, термическую обработку), 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.

8.4.4.2 Акт с приложенными диаграммными лентами на каждый выполненный стык передается в ОТК.

8.4.4.3 В акте указываются:

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

## **8.5 Требования к технологии контроля СС трубопровода Ду850 с патрубками корпуса реактора**

8.5.1 Контроль качества деталей, сборочных единиц и сварных соединений трубопровода Ду850 с патрубками корпуса реактора проводится:

- в процессе подготовки и сборки под сварку и наплавку, перед выполнением сварки;
- в процессе сварки и наплавки;
- после выполнения СС;
- после выполнения термической обработки;
- после выполнения восстановительной антикоррозионной наплавки пооперационно в соответствии с требованиями настоящего стандарта в объеме 100 % при использовании следующих методов:

- визуальный и измерительный контроль (ВИК) по ПНАЭ Г-7-016;
- капиллярный контроль (КК) по ПНАЭ Г-7-018;
- радиографический контроль (РГК) по ПНАЭ Г-7-017;
- ультразвуковой контроль (УЗК) по ПНАЭ Г-7-030.

8.5.2 Перед выполнением СС контролю подлежат кромки трубного узла.

8.5.3 Неразрушающий контроль кромок под сварку проводить ВИК и КК.

8.5.4 При обнаружении недопустимых несплошностей детали должны быть подвергнуты ремонту и последующему сплошному контролю.

8.5.5 В процессе выполнения прихваток, сварки корня шва и заполнения СС должен осуществляться послойный визуальный и измерительный контроль. Контроль должен проводиться в соответствии с технологической картой ВИК.

8.5.6 После заполнения корня СС он должен быть подвергнут:

- визуальному и измерительному контролю с наружной и внутренней поверхности трубопровода;
- капиллярному контролю с наружной поверхности трубопровода;
- радиографическому контролю.

8.5.7 При обнаружении недопустимых несплошностей в металле шва он должен быть подвергнут ремонту и последующему контролю мест заварки.

8.5.8 После заполнения СС на 50 % он должен быть подвергнут:

- визуальному контролю с наружной поверхности трубопровода;
- радиографическому контролю. При контроле рекомендуется применять кассетодержатель охлаждаемый (контроль в горячем состоянии).

8.5.9 При обнаружении недопустимых несплошностей в металле шва он должен подвергнуться ремонту и последующему контролю мест заварки.

8.5.10 После заварки СС на 100% он должен быть подвергнут:

- визуальному и измерительному контролю с наружной и внутренней поверхности трубопровода;
- капиллярному контролю с наружной и внутренней поверхности трубопровода;
- радиографическому контролю.
- ультразвуковому контролю.

8.5.11 При обнаружении недопустимых несплошностей сварное соединение должно быть подвергнуто ремонту и последующему контролю мест заварки.

8.5.12 После термической обработки сварного соединения оно должно быть подвергнуто:

- визуальному и измерительному контролю с наружной и внутренней поверхности трубопровода;
- капиллярному контролю с наружной и внутренней поверхности трубопровода;
- радиографическому контролю;
- ультразвуковому контролю.

8.5.13 При обнаружении недопустимых несплошностей сварное соединение должно быть подвергнуто ремонту и последующему сплошному контролю.

## **8.6 Выполнение антикоррозионной наплавки СС трубопровода Ду850 с патрубками корпуса реактора**



8.6.1 Выполнить капиллярный контроль внутренней поверхности стыка.

8.6.2 В случае если результаты контроля по пункту 8.6.1 положительные, произвести наплавку антикоррозионного покрытия. Наплавку осуществлять без подогрева и последующей термической обработки (рисунок 10).

Защитную и разделительную наплавки ручной дуговой сваркой покрытыми электродами следует выполнять отдельными продольными валиками шириной не более трех диаметров стержня применяемого электрода.

Наплавку каждого валика выполнять в направлении «на подъем» в продольном направлении. Наплавка поперечными валиками (от одной кромки к другой) не допускается.

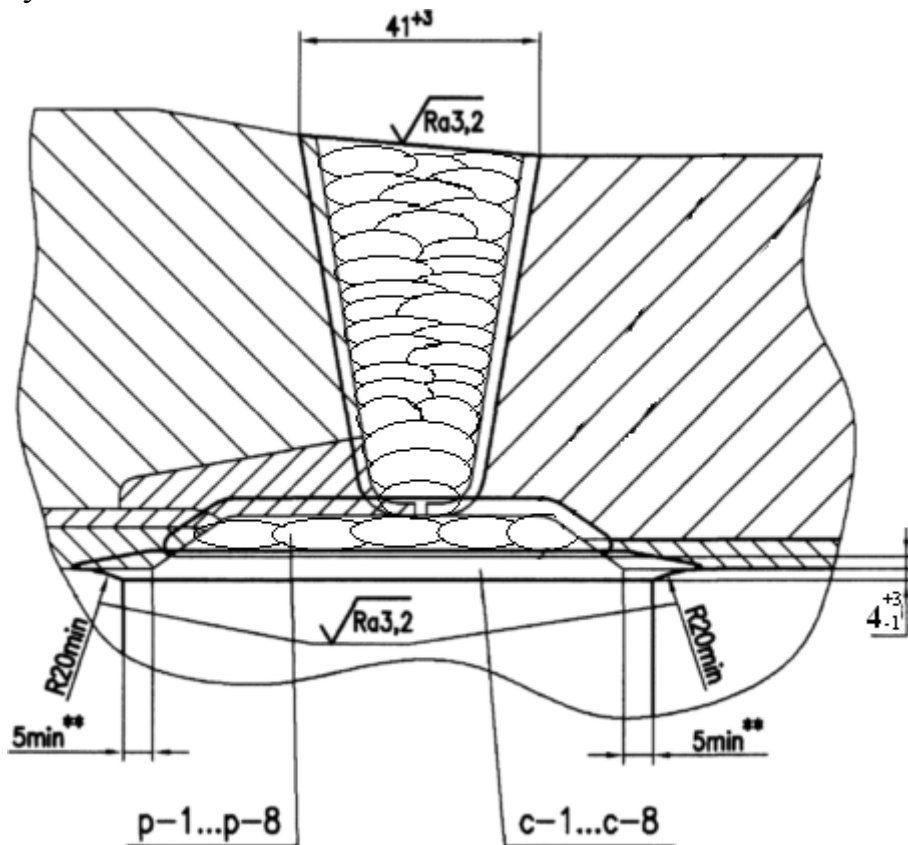


Рисунок 10 – Выполнение плакирующего слоя на сварном соединении ГЦК с патрубком корпуса реактора

8.6.3 Наплавку первого слоя (разделительная наплавка) выполнить электродами марки ЗИО-8 или ЦЛ-25/1 диаметром 3 и/или 4 мм. Сварку первого валика следует начинать с аустенитного плакирующего слоя трубы. Перекрытие валиком границы раздела аустенитного плакирующего слоя с перлитным металлом

трубы должно составлять не менее 2 мм в каждую сторону. При этом должно быть обеспечено перекрытие основного перлитного металла на величину не менее 2 мм по высоте, при минимальном проплавлении.

После наплавки первого слоя выполнить зачистку, визуальный контроль, выборку дефектов с последующей их сваркой и контролем.

8.6.4 Второй слой антикоррозионного покрытия (защитная наплавка) выполнить узкими валиками не менее, чем в два прохода по высоте с использованием электродов марки ЭА-898/21Б диаметром 3 и/или 4 мм. Суммарная толщина защитной наплавки должна быть не менее 4 мм с учетом послышной зачистки. Каждый проход второго слоя антикоррозионного покрытия начинать выполнять только после остывания шва до температуры менее 100<sup>0</sup>С.

При выполнении второго слоя антикоррозионной наплавки, в случае необходимости, выполнить промежуточную зачистку, выборку дефектов и их сварку.

8.6.5 Усиление наплавки должно иметь плавный переход к основному металлу и перекрывать лакирующий слой на величину  $4_{-1}^{+3}$  мм (рис. 10).

8.6.6 После выполнения сварки второго слоя антикоррозионной наплавки выполнить зачистку поверхности наплавки под контроль.

8.6.7 После восстановления антикоррозионной наплавки на сварное соединение должны быть проведены следующие операции неразрушающего контроля:

- визуальный и измерительный контроль поверхности наплавки и прилегающей лакировки трубы с внутренней поверхности трубопровода;
- капиллярный контроль поверхности наплавки и прилегающей лакировки трубы с внутренней поверхности трубопровода;
- ультразвуковой контроль восстановленной наплавки и сварного соединения.

8.6.8 При обнаружении недопустимых несплошностей сварное соединение должно быть подвергнуто ремонту и последующему сплошному контролю.

## **9. Сварка, термическая обработка и неразрушающий контроль соединений трубопровода Ду850 с коллекторами парогенераторов**

## **9.1 Порядок операций при сварке, промежуточной термической обработке и контроле соединений трубопровода Ду850 с коллекторами парогенераторов**

9.1.1 На собранный на прихватках стык установить тепловую изоляцию и произвести укладку индуктора. Зона сварного соединения (шириной 150 мм) должна быть свободной от тепловой изоляции.

9.1.2 Высушить и обезжирить кромки сварного соединения спиртом или уайт-спиритом (ГОСТ 3134) и заварить корневую часть соединения на высоту от 8 мм до 10 мм (три – четыре прохода) аргонодуговой сваркой с присадкой проволоки марки Св-08Г2С диаметром 2 мм без предварительного подогрева. Порядок сварки и зона работы каждого из двух сварщиков указаны на рисунке 11. Ориентировочная величина сварочного тока составляет от 80 А до 120 А.

При выполнении первых четырех проходов (8 – 10 мм) допускается производить сварку с разбивкой стыка на восемь частей, последующую сварку следует выполнять с разбивкой на четыре части.

В процессе сварки обращать внимание на надежный провар кромок разделки. После выполнения каждого прохода производить тщательный внешний осмотр шва. Грубые наплывы, резкие переходы к основному металлу (западания в углах разделки и др.) не допустимы и подлежат механической зачистке.

Зачистка должна применяться также для обработки начального участка шва в пределах каждого прохода.

После наложения каждого валика поверхность шва и кромки разделки должны быть тщательно зачищены от шлака, брызг металла и визуально проконтролированы ВИК службой технического контроля на отсутствие трещин, недопустимых шлаковых (вольфрамовых) включений, пор, неровностей (подрезов, наплывов, углублений между валиками) и других дефектов. Выявленные дефекты (трещины, недопустимые включения, поры и неровности) должны быть удалены до возобновления сварки.

9.1.3 Произвести визуальный, капиллярный и радиографический контроль корневой части соединения, выполненной аргонодуговой сваркой в соответствии с требованиями ПНАЭ Г-7-016, ПНАЭ Г-7-017 и ПНАЭ Г-7-018. При этом нормы оценки качества принимаются как для полностью выполненного сварного соединения перлитной части шва.

При неудовлетворительных результатах радиографического контроля удаление дефектов (кроме дефектов удлиненной формы) и заварку выборок

корневой части соединений допускается производить изнутри, перед восстановлением плакировки. Дефекты удлиненной формы должны быть удалены до возобновления сварки.

Поверхностные дефекты (на наружной поверхности корневой части соединения) при глубине выборки до 3 мм завариваются аргонодуговой сваркой или в процессе продолжения сварки.

9.1.4 Подогреть стык до температуры 200 – 250 °С и заварить его на 50 % сечения (высота заполнения 30 – 32 мм) с наружной стороны электродами марки ПТ-30 диаметром 3 и 4 мм. Сварку выполняют одновременно два сварщика в порядке, указанном на рисунке 11. В процессе сварки не допускается охлаждение стыка ниже 120°С.

Выполнить зачистку механическим способом под НМК.

9.1.5 Произвести радиографический контроль, не охлаждая стыка.

При выявлении недопустимых дефектов после сварки 50 % сечения шва по результатам радиографического контроля произвести выборку дефектов механическим способом. Проверить полноту удаления дефектов, подготовить выборку к заварке или продолжить сварку. При глубине более 3 мм заварить выборку электродами марки ПТ-30 диаметром 3 мм.

9.1.6 При удовлетворительных результатах радиографического контроля продолжить сварку до полного сечения.

В процессе сварки не допускается охлаждение стыка ниже 120 °С. Сварку производить только при отключенном индукторе.

Произвести зашлифовку поверхности зон сплавления шва с основным металлом в нагретом состоянии от 120 °С до 250 °С непосредственно после его заварки, до проведения отдыха. В случае необходимости (при глубине выборки свыше 2 мм) произвести подварку участков с углублениями аргонодуговой сваркой с присадкой проволоки марки Св-08Г2С и зашлифовку подваренных участков (температура стыка не должна снижаться менее 120 °С). Допускается применение электродов марки ПТ-30 диаметром 3 мм.

9.1.7 Произвести термический отдых при температуре от 150 °С до 250 °С продолжительностью 12 часов. Температура сварного соединения в интервале окончания сварки – начало отдыха не должна быть менее 120 °С.

9.1.8 Допускается проводить радиографический контроль в нагретом состоянии (без охлаждения стыка ниже 120 °С). Время пребывания стыка в нагретом состоянии при проведении указанного контроля допускается засчитывать как нагрев, проводимый при выполнении термического отдыха.

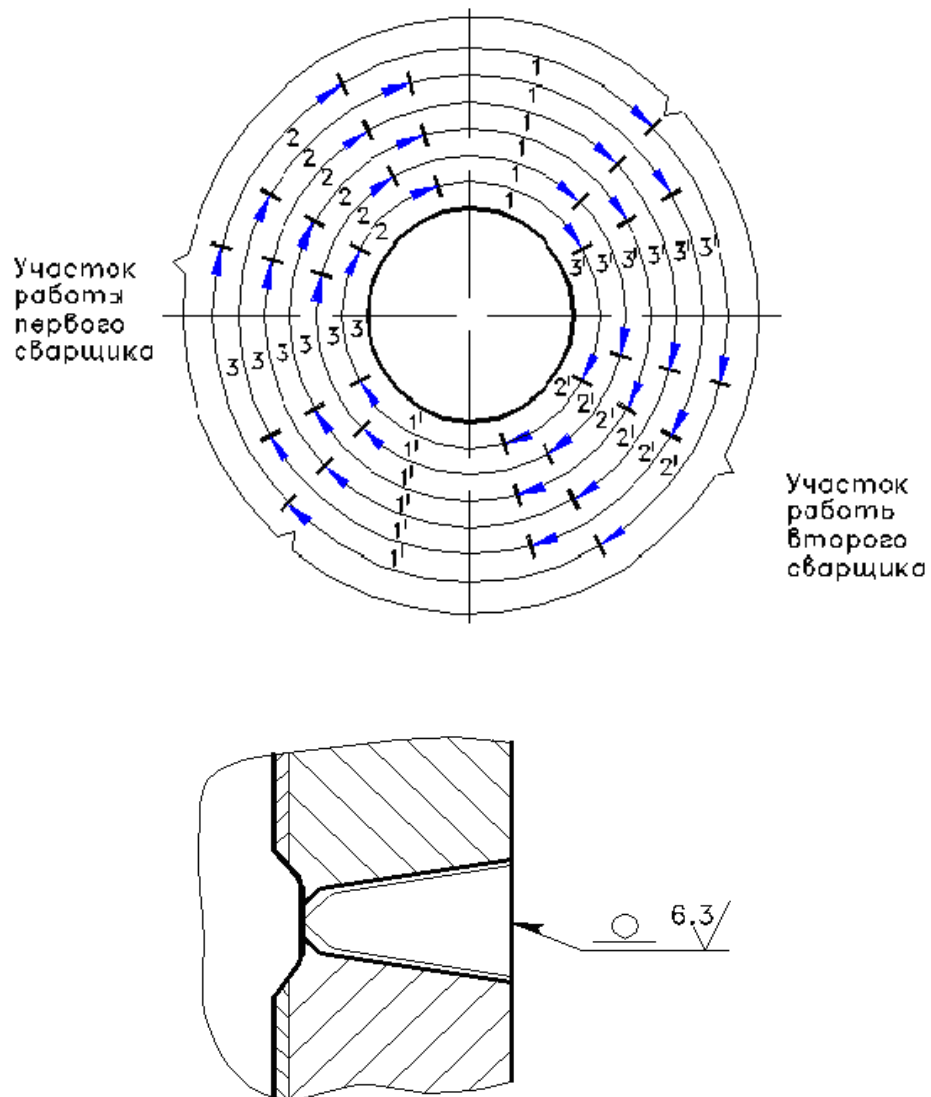


Рисунок 11 – Порядок сварки и выполненное сварное соединение трубы узла трубного и коллектора парогенератора (до восстановления плакирующего слоя)

9.1.9 Снять механическим способом усиление шва с наружной стороны соединения заподлицо с основным металлом трубы в соответствии с требованиями чертежа.

9.1.10 Допускается утонение шва и основного металла, получаемое в результате зачистки, при условии сохранения минимальной расчетной толщины стенки трубопровода и обеспечения плавного перехода от утоненного участка к соседним. Максимальная величина утонения не должна превышать 2 мм (при суммарной протяженности не более 30 % периметра шва).

9.1.11 Выполнить зачистку под контроль. Контроль СС методом ВИК, КК, РГК, УЗК осуществлять в соответствии с п.9.5 настоящего стандарта.

## **9.2 Нагревательное оборудование, технологическая оснастка и материалы для термической обработки сварных соединений трубопровода Ду 850 с коллекторами парогенератора**

9.2.1 Для нагрева под сварку, «термического отдыха» и высокого отпуска сварных соединений Ду 850 ГЦТ с коллекторами парогенераторов используются индукционные нагревательные установки повышенной частоты производства Российской Федерации. Требования к индукционным нагревательным установкам описаны в п. 8.2 настоящей инструкции.

9.2.2 Для предотвращения подстуживания нагреваемой зоны потоком воздуха внутри трубопровода устанавливаются теплоизоляционные перегородки (рисунок 6, 12).

Перегородка состоит из металлического кольца (поз.3), металлических пластин (поз.6), металлических прутков (поз.5), теплоизоляционных стенок (поз.1), между которыми проложена каолиновая вата (поз.2). Для крепления перегородок внутри трубопровода используются болты (поз.4).

Все детали перегородки, соприкасающиеся с внутренней поверхностью трубы Ду 850 должны быть изготовлены из коррозионно-стойких сталей аустенитного класса.

9.2.3 Для снижения тепловых потерь по металлу наружная поверхность сварного соединения теплоизолируется. В качестве теплоизоляционных материалов рекомендуется использовать:

- муллитокремнеземистый войлок МКРВ-200;
- муллитокремнеземистый фетр МКРФ-100;
- муллитокремнеземистый картон МКРК-500;
- кремнеземистая ткань КТ-11, КТ-11-С8/3-ТО;
- каолиновая вата ВКВ;
- стеклолента;
- муллитокремнеземистый рулонный материал МКРР-130;
- минеральная вата М100, М125.

Допускается использовать другие теплоизоляционные материалы.

9.2.4 Перед началом работ по подогреву и термообработке, а также в процессе выполнения работ необходимо проводить контроль оборудования и технологической оснастки.

9.2.5 Оборудование должно быть укомплектовано средствами измерений утвержденного типа, прошедшими поверку и имеющими действующие свидетельства о поверке (и/или знаки поверки).

### **9.3 Последовательность выполнения операций при выполнении сварного соединения трубопровода с коллекторами парогенератора**

Выполнение сварных соединений плакированного трубопровода Ду 850 главного циркуляционного трубопровода с коллекторами парогенератора производится по следующей схеме операций:

- подготовка кромок и сборка сварных соединений трубопровода с коллекторами парогенератора;
- заварка корня шва;
- контроль корня шва (ВИК, КК, РГК);
- в случае необходимости - ремонт корня шва;
- подогрев;
- сварка (50 % глубины разделки);
- контроль на наличие дефектов СС (ВИК, РГК);
- при необходимости – выборка дефектов;
- заварка дефектов;
- сварка до 100% заполнения глубины разделки;
- «термический отдых»;
- снять усилие механическим способом с наружной стороны заподлицо с основным металлом;
- контроль качества сварного соединения (ВИК, КК, УЗК, РГК);
- при необходимости – ремонт и последующий контроль;
- окончательный высокий отпуск;
- неразрушающий контроль (ВИК, КК, РГК, УЗК);
- наплавка антикоррозионного покрытия;
- неразрушающий контроль наплавки и сварного соединения (ВИК, КК, УЗК).

## **9.4 Требования к параметрам технологического процесса термической обработки сварных соединений трубопровода Ду 850 с коллекторами парогенераторов**

### **9.4.1 Подготовка сварного соединения трубопровода Ду 850 ГЦК к нагреву под сварку и термическую обработку**

9.4.1.1 После заварки и контроля корня шва провести разметку и приварку штырей диаметром от 8 до 10 мм, длиной 150 мм или полосы 3x25x150 мм, сталь нержавеющая (рисунок 12). Штыри поз.4 приварить электродами ЦТ-10 или ЭА-395/9 без подогрева. На патрубке (диаметр 990 мм) 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-7-017).

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

9.4.1.3 Замаркировать термопреобразователи соответственно 1 и 1'', 2 и 2'', 3 и 3'', 4 и 4'', 5 и 5'', 6 и 6''. Основные термопреобразователи подключить к самопишущему прибору с помощью компенсационного провода.

9.4.1.4 Управление процессом нагрева осуществлять по термопреобразователю ВК1.

9.4.1.5 Смонтировать теплоизоляцию (поз.2, рисунок 12).

Теплоизоляция выполняется из муллитокремнеземистого войлока толщиной от 4 мм до 6 мм в три-четыре слоя (общая толщина от 16 мм до 18 мм), поверх которого укладывается кремнеземистая ткань КТ-11, после чего общая толщина изоляции составит от 20 до 30 мм. Во время выполнения сварки зона сварочных работ (по 100 мм по обе стороны от центра соединения) не изолируется. Теплоизоляция закрепляется стеклолентой. Теплоизоляцию патрубка следует выполнить на высоту 500 мм, а в сторону трубопровода – на расстояние 700 мм.



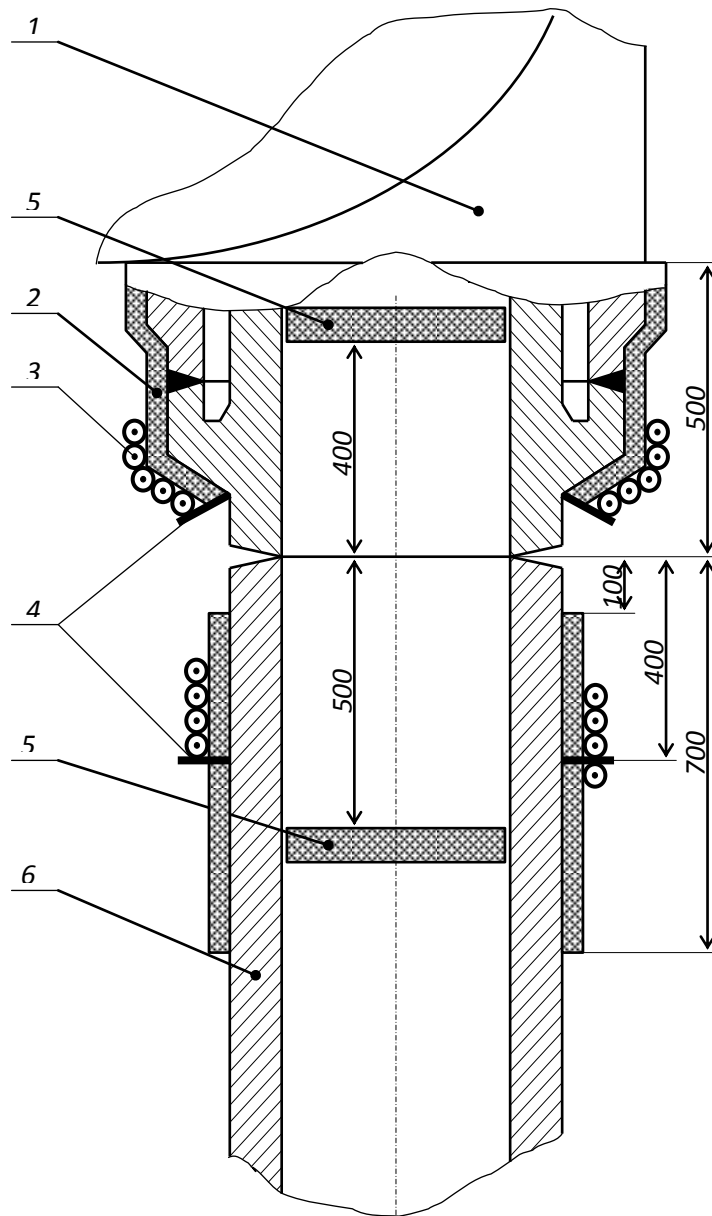
Для предотвращения сквозняков внутри коллектора и трубопровода установить теплоизоляционные заглушки.

9.4.1.6 Смонтировать индуктор (поз.3, рисунок 12) на трубопровод и патрубков парогенератора. Для подогрева под сварку и «термический отдых» можно использовать установки мощностью 100 кВт.

На патрубке коллектора укладывается 5 витков вплотную друг к другу (шаг-50 мм), на трубопроводе – 4 витка. Намотка начинается непосредственно от штырей, укрытых теплоизоляцией. Переход через сварное соединение осуществляется с помощью петли. Весь индуктор подключается к одному источнику питания.

Воду для охлаждения следует подавать через каждые 30 метров.

9.4.1.7 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 12 – Сварное соединение трубопровода Ду 850 ГЦК с коллектором парогенератора, подготовленное для нагрева под сварку и «термический отдых»

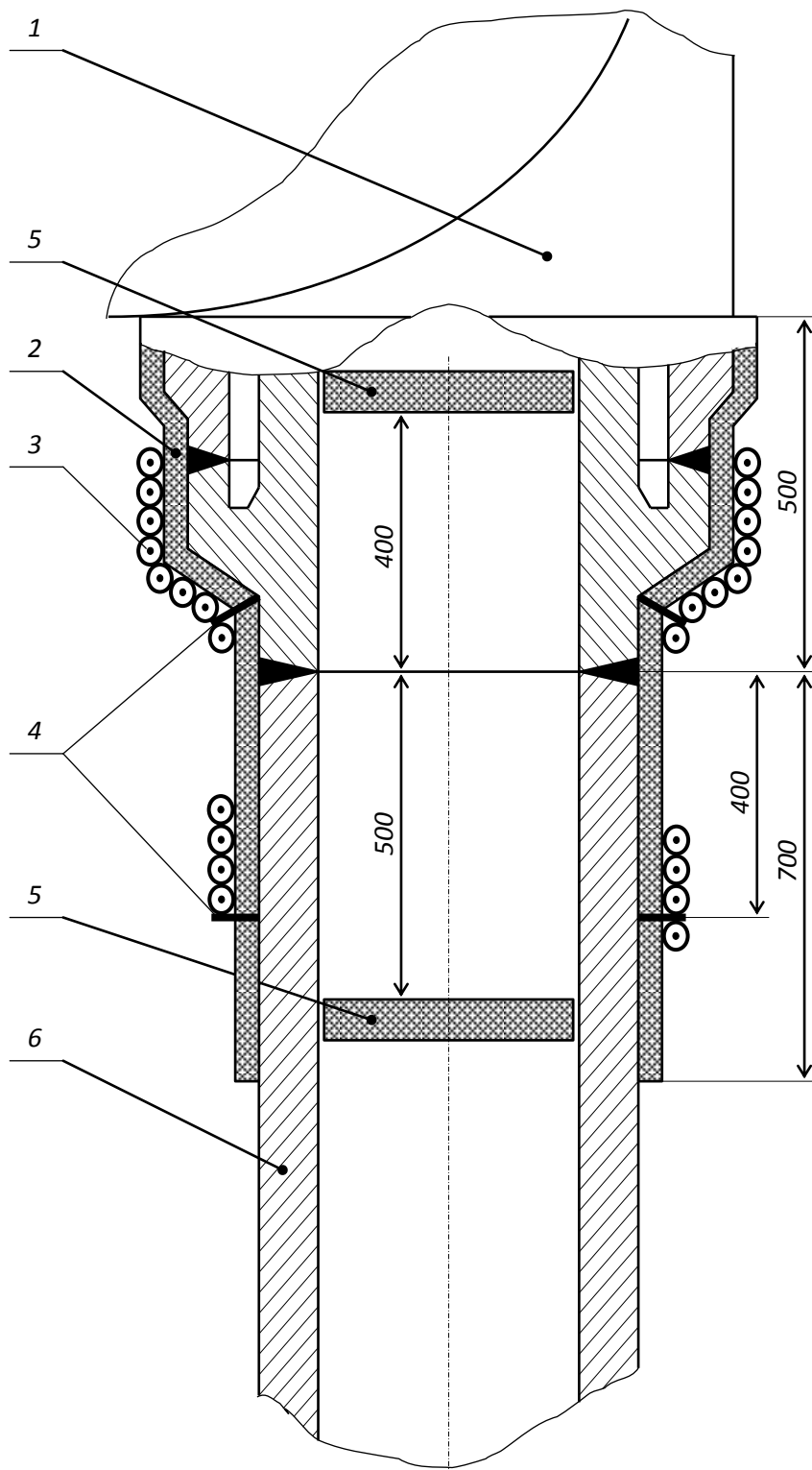
9.4.1.8 Подготовка сварного соединения к термической обработке.

9.4.1.9 Проверить состояние термопреобразователей, их маркировку и при необходимости восстановить в соответствии с рисунком 14.

9.4.1.10 Установить теплоизоляцию в зоне СС и на конусной части коллектора, используя муллитокремнеземистый войлок и стеклополотно. Общая толщина теплоизоляции должна быть не менее 25 мм (рисунок 13).

9.4.1.11 Смонтировать индуктор (поз.3, рисунок 13) на теплоизолированную поверхность патрубка парогенератора и трубопровода. На трубопровод уложить 4 витка. На коллекторе парогенератора уложить 7 витков вплотную друг к другу (шаг- 50 мм) начиная от штырей и 1 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 13 – Сварное соединение трубопровода с коллектором парогенератора,  
подготовленное для термической обработки

## 9.4.2 Контроль температуры

9.4.2.1 Контроль и запись температуры выполняют с помощью двенадцатиточечного самопишущего прибора. Класс точности прибора должен быть не хуже 0,5. На указанном приборе рекомендуется применять скорость движения диаграммной ленты 20 мм/ч или 60 мм/ч с интервалом записи температуры 12 с. При нагреве под сварку рекомендуется скорость 20 мм/час, при высоком отпуске от 40 мм/час до 60 мм/час.

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

9.4.2.2 Термопреобразователи типа ТХА выполняют из хромелевой и алюмелевой проволоки диаметром от 0,5 мм до 1,5 мм, длиной от 2 метров до 3 метров. Они армируются фарфоровой соломкой или бусами и заканчиваются термоспаем. Термоспай получается путем обварки концов термоэлектродов. К приборам термопреобразователи подключают 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.

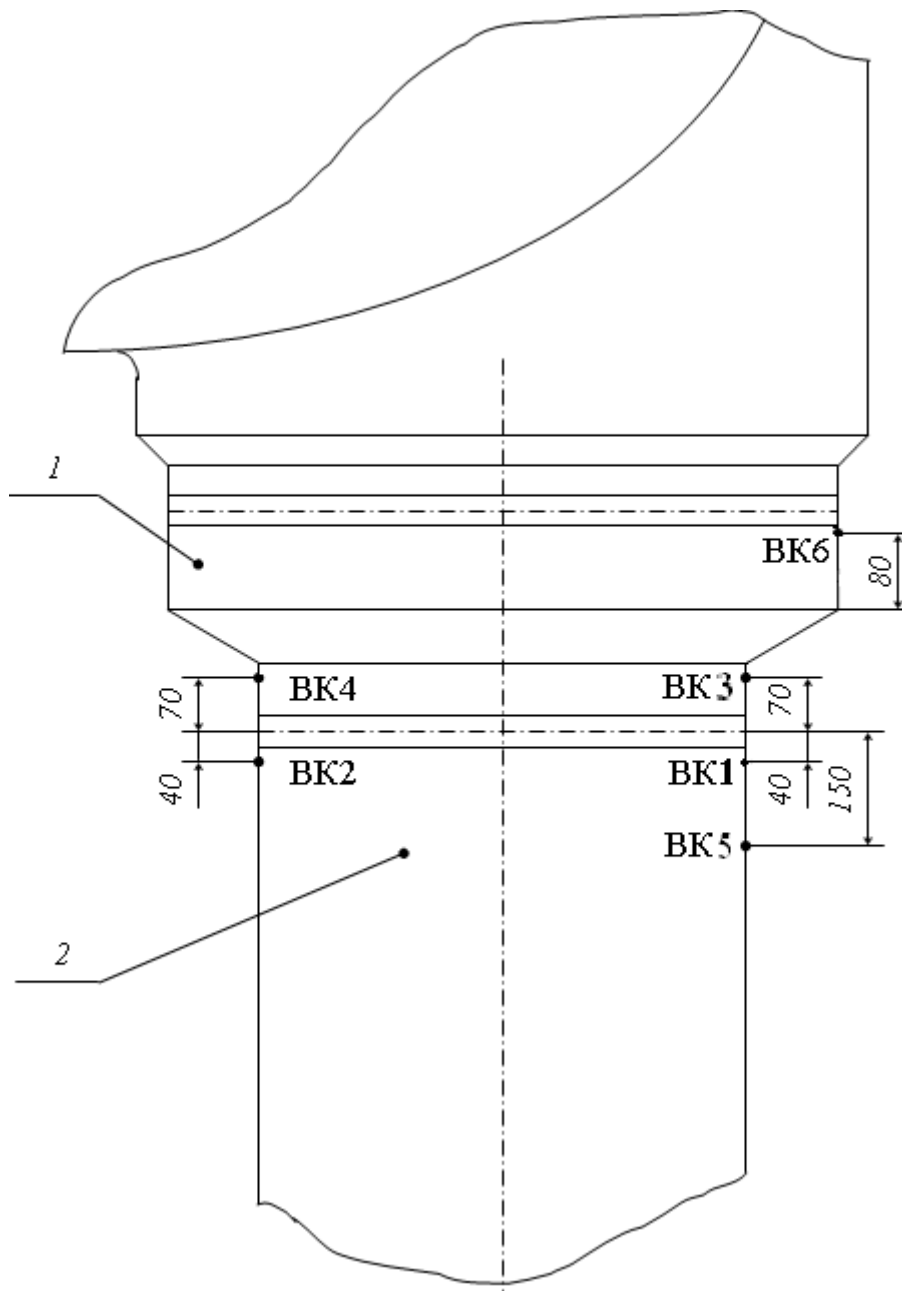
9.4.2.3 Термопреобразователи располагают на поверхности изделия. В каждой точке устанавливают два термопреобразователя (основной и дублирующий), расстояние между которыми по окружности составляет от 20 мм до 30 мм. На диаграммную ленту прибора записывают показания основных термопреобразователей. Дублирующие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

9.4.2.4 Крепление термопреобразователей на поверхности металла осуществляется одним из общепринятых способов (приварка, зачеканка с помощью приваренных бобышек и др.). Приварку производят электродуговой сваркой без предварительного подогрева с использованием электродов марок ЦТ-10 или ЭА-395/9 или аргонодуговой сваркой с использованием сварочной проволоки СВ-07Х25Н13. Установку термопреобразователей на сварном соединении трубопровода

Ду 850 ГЦК с коллектором парогенератора производить по схеме, показанной на рисунке 14.

После завершения термической обработки места крепления термопреобразователей следует зачистить заподлицо с основным металлом до шероховатости 0,63 по ГОСТ 2789 и провести капиллярный контроль на отсутствие трещин и других дефектов. После зачистки мест крепления термопреобразователей допускаются участки с не полностью удаленным аустенитным металлом шва на поверхностях трубопровода и коллектора парогенератора.

9.4.2.5 Для измерения и записи температуры могут быть использованы другие прошедшие аттестацию термопреобразователи с компенсационными проводами и соответствующими приборами, характеристики которых близки к указанным (п.9.4.2).



1- коллектор парогенератора ПГВ-1000; 2 – трубопровод Ду 850;  
 BK1÷BK6 - термопреобразователи

Рисунок 14 – Схема расположения термопреобразователей на сварном соединении коллектора парогенератора с трубопроводом Ду 850

#### 9.4.3 Режимы нагрева под сварку, «термический отдых» и окончательный высокий отпуск

Для сварных соединений плакированного трубопровода Ду 850 ГЦТ с коллекторами парогенераторов ПГВ-1000 при монтаже выполняют предварительный подогрев под сварку, «термический отдых» и высокий отпуск.

#### 9.4.3.1 Нагрев под сварку

Сварку осуществляют с предварительным и сопутствующим подогревом в интервале температур от 120 °С до 250 °С (контроль температуры по термопреобразователям ВК1, ВК2, ВК3, ВК4 и ВК5 (рисунок 14). Следить, чтобы средняя скорость нагрева не была выше рекомендуемой (Приложение Ж).

Согласно ПНАЭ Г-7-009 п.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 15.

Скорость нагрева не должна превышать 150 °С /ч.

Сварка ведется при выключенных нагревательных устройствах.

Не допускается остывания зоны сварного соединения трубопровода с коллектором парогенератора ниже 120 °С.

#### 9.4.3.2 «Термический отдых»

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

Ширина зоны нагрева при местном «термическом отдыхе» должна быть такой же, как при подогреве под сварку.

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

#### 9.4.3.3 Окончательный высокий отпуск

Окончательному отпуску подлежат все сварные соединения после завершения всех сварочных и термических операций и исправления дефектов СС с применением сварки.

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

Схема режима окончательного высокого отпуска для сварных соединений Ду 850 ГЦК с коллекторами парогенераторов приводится в Приложении Ж.

Для парогенераторного стыка 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/ч, далее от 500 °С до 640 °С – не более 50 °С/ч.

Температура отпуска (640±20) °С, продолжительность окончательного отпуска 8 ч.

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

Охлаждение от 640 °С до 300 °С выполняется со скоростью не более 50 °С /ч, далее – не регламентируемое, под слоем теплоизоляции.

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

Ширина зоны нагрева в интервале температур (640±20) °С от оси шва составляет:

- в сторону коллектора парогенератора 70 мм (контроль соответственно по установленным термопреобразователям ВК3, ВК4, рисунок 14);
- в сторону трубопровода 150 мм (допускается 200 мм, контроль по термопреобразователям ВК1, ВК2, ВК5).

В процессе отпуска температура термопреобразователя ВК6 не должна превышать 550 °С.

В каждой точке устанавливается два термопреобразователя – основной и дублирующий, расстояние между которыми по окружности составляет от 20 мм до 30 мм.

9.4.3.4 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 /ч. Если разброс показаний температуры основных термопреобразователей не удастся уменьшить, следует охладить стык, выявить и устранить причину отклонения, затем возобновить нагрев.

9.4.3.5 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.

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

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

Суммарная продолжительность отклонений не должна превышать 2-х часов.

9.4.3.8 Окончательный высокий отпуск на стыках Ду 850 ГЦТ с коллекторами парогенератора является заключительным.

Повторный отпуск допускается на сварных соединениях коллектора теплоносителя с трубопроводом Ду 850 после согласования его с заводом-изготовителем и головной материаловедческой организацией.

#### **9.4.4 Оформление результатов термической обработки**

9.4.4.1 Документация оформляется и хранится в соответствии с требованиями ПНАЭ Г-7-010, разд.13. Отчетным документом является акт. Он составляется и подписывается инженерно-техническим работником (мастером), в ведении которого находятся термисты, и руководителем службы термообработки. К акту прилагаются диаграммные ленты с записью температуры при сварке и термической обработке.

9.4.4.2 На диаграммной ленте потенциометра термист-оператор делает отметки, где указывает номер СС, вид операций нагрева (под сварку, термическую обработку), 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.

9.4.4.3 Акт с приложенными диаграммными лентами на каждый выполненный стык передается в ОТК.

9.4.4.4 В акте указываются:

- вид тепловой обработки (нагрев под сварку, «термический отдых», отпуск);
- температура выдержки, продолжительность выдержки;

- количество «термических отдыхов», отпусков;
- время проведения операций;
- фамилии лиц, проводивших обработку;
- все отклонения от режима и причины этих отклонений.

## **9.5 Требования к технологии контроля СС трубопровода Ду850 с коллекторами парогенераторов**

9.5.1 Контроль качества деталей, сборочных единиц и сварных соединений трубопровода Ду850 с коллекторами парогенератора проводится:

- в процессе подготовки и сборки под сварку и наплавку, перед выполнением сварки;

- в процессе сварки и наплавки;

- после выполнения СС;

- после выполнения термической обработки;

- после выполнения восстановительной антикоррозионной наплавки пооперационно в соответствии с требованиями настоящего стандарта в объеме 100% при использовании следующих методов:

- визуальный и измерительный контроль (ВИК) по ПНАЭГ-7-016;

- капиллярный контроль (КК) по ПНАЭГ-7-018;

- радиографический контроль (РГК) по ПНАЭГ-7-017;

- ультразвуковой контроль (УЗК) по ПНАЭГ-7-030.

9.5.2 Перед выполнением СС контролю подлежат кромки трубного узла.

9.5.3 Неразрушающий контроль кромок под сварку проводить ВИК и КК.

9.5.4 При обнаружении недопустимых несплошностей детали должны быть подвергнуты ремонту и последующему сплошному контролю.

9.5.5 В процессе выполнения прихваток, сварки корня шва и заполнения СС должен осуществляться послойный визуальный и измерительный контроль. Контроль должен проводиться в соответствии с технологической картой ВИК.

9.5.6 После заполнения корня СС он должен быть подвергнут:

- визуальному и измерительному контролю с наружной и внутренней поверхности трубопровода;

- капиллярному контролю с наружной поверхности трубопровода;

- радиографическому контролю.

9.5.7 При обнаружении недопустимых несплошностей в металле шва он должен быть подвергнут ремонту и последующему контролю мест заварки.

9.5.8 После заполнения СС на 50 % он должен быть подвергнут:

- визуальному контролю с наружной поверхности трубопровода;
- радиографическому контролю. При контроле рекомендуется применять кассетодержатель охлаждаемый.

9.5.9 При обнаружении недопустимых несплошностей в металле шва он должен подвергнуться ремонту и последующему контролю мест заварки.

9.5.10 После заполнения СС на 100 %, термообработки и снятия усиления он должен быть подвергнут:

- визуальному и измерительному контролю с наружной и внутренней поверхности трубопровода;
- капиллярному контролю с наружной и внутренней поверхности трубопровода;
- радиографическому контролю.
- ультразвуковому контролю.

9.5.11 При обнаружении недопустимых несплошностей сварное соединение должно быть подвергнуто ремонту и последующему контролю мест заварки.

9.5.12 После термической обработки сварного соединения оно должно быть подвергнуто:

- визуальному и измерительному контролю с наружной и внутренней поверхности трубопровода;
- капиллярному контролю с наружной и внутренней поверхности трубопровода;
- радиографическому контролю;
- ультразвуковому контролю.

9.5.13 При обнаружении недопустимых несплошностей сварное соединение должно быть подвергнуто ремонту и последующему сплошному контролю.

9.5.14 После восстановления антикоррозионной наплавки на сварное соединение должны быть проведены следующие операции неразрушающего контроля:

- визуальный и измерительный контроль поверхности наплавки и прилегающей плакировки трубы с внутренней поверхности трубопровода;
- капиллярный контроль поверхности наплавки и прилегающей плакировки трубы с внутренней поверхности трубопровода;
- ультразвуковой контроль восстановленной наплавки и сварного соединения.

9.5.15 При обнаружении недопустимых несплошностей сварное соединение должно быть подвергнуто ремонту и последующему сплошному контролю.

9.5.16 После монтажа петли в полном объеме выполнить измерение напряженного деформированного состояния в районе монтажных сварных соединений.

## **9.6 Выполнение антикоррозионной наплавки СС трубопровода Ду850 с коллекторами парогенератора**

9.6.1 Выполнить капиллярный контроль внутренней поверхности соединения.

9.6.2 В случае если результаты контроля по пункту 9.6.1 настоящей инструкции положительные, произвести наплавку антикоррозионного покрытия. Наплавку осуществлять без подогрева и последующей термической обработки (рисунок 15).

Защитную и разделительную наплавки ручной дуговой сваркой покрытыми электродами следует выполнять отдельными продольными валиками шириной не более трех диаметров стержня применяемого электрода. Сварка дуговая покрытыми электродами, ток - постоянный, полярность – обратная.

Наплавку каждого валика выполнять в направлении «на подъем» в продольном направлении. Наплавка поперечными валиками (от одной кромки к другой) не допускается.

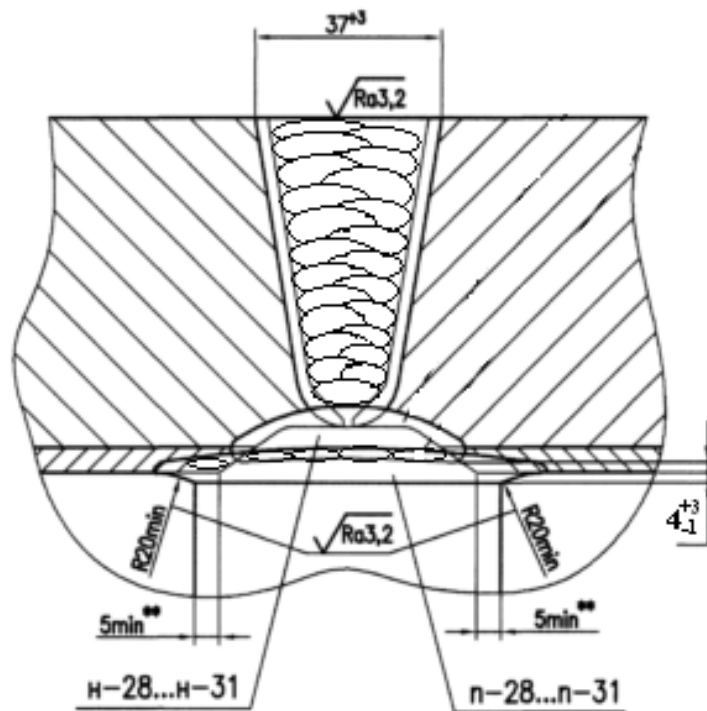


Рисунок 15 – Выполнение плакирующего слоя на сварном соединении ГЦК с коллектором парогенератора

Наплавку первого слоя выполнить электродами марки ЦЛ-25/1 диаметром 3 и 4 мм (см. Примечание к таблице Б.3). При этом должно быть обеспечено перекрытие основного перлитного металла на величину не менее 2 мм по высоте, при минимальном проплавлении.

После наплавки первого слоя выполнить зачистку, визуальный контроль, выборку дефектов с последующей их сваркой и контролем.

Второй слой антикоррозионного покрытия выполнить узкими валиками (шириной от 2 до 3 размеров диаметра электрода) не менее чем в два прохода по высоте с использованием электродов марок ЭА-898/21Б диаметром 3 и 4 мм. Каждый проход второго слоя антикоррозионного покрытия начинать выполнять только после остывания шва до температуры менее 100<sup>0</sup>С.

9.6.3 При выполнении второго слоя антикоррозионной наплавки при необходимости выполнять выборку дефектов и их сварку.

9.6.4 После восстановления антикоррозионного покрытия выполнить зачистку поверхности и контроль в соответствии с требованиями настоящего СТО.

9.6.5 Выполнить ремонт дефектов по результатам контроля п. 9.6.4 настоящей инструкции.

## **10 Сварка, термическая обработка и неразрушающий контроль сварных соединений трубопровода Ду850 труба – труба и труба – ГЦНА.**

### **10.1 Порядок операций при сварке перлитной части сварного соединения труба – труба и труба – ГЦНА.**

Выполнение сварных соединений трубопровода Ду850 производится в следующей последовательности операций:

- Контроль разделки кромок стыков и сборки соединений на прихватках (ВИК, КК, после обрезки монтажного припуска – травление);
- Заварка корня шва;
- Зачистка под контроль;
- Неразрушающий контроль корня шва (ВИК, КК, РГК);
- В случае необходимости - ремонт корня шва;
- Подогрев;
- Сварка 50 % сечения разделки;
- Зачистка под контроль;
- Неразрушающий контроль 50 % СС (ВИК, РГК);
- При необходимости выборка и ремонт;
- Термический отдых;
- Сварка до 100 % толщины;
- Зачистка
- «Термический отдых»;
- Снять усилие механическим способом с наружной стороны заподлицо.
- Неразрушающий контроль СС (ВИК, КК, РГК, УЗК), при необходимости – ремонт;
- Термическая обработка (высокий отпуск);
- Зачистка под контроль;
- Неразрушающий контроль (ВИК, КК, РГК, УЗК);
- Зачистка корневой части с внутренней стороны;
- наплавка антикоррозионного покрытия;

– неразрушающий контроль наплавки и сварного соединения (ВИК, КК, УЗК), при необходимости – ремонт.

## **10.2 Технологические рекомендации по выполнению сварных соединений труба ГЦТ – труба ГЦТ и труба ГЦТ – ГЦНА.**

10.2.1 На собранное на прихватках СС установить тепловую изоляцию и произвести укладку индуктора симметрично по 100 мм относительно оси шва прихваток. Зона сварного соединения шириной 200 мм должна быть свободной от тепловой изоляции.

10.2.2 Высушить и обезжирить кромки сварного соединения спиртом (ГОСТ 18300) или уайт-спиритом (ГОСТ 3134) . Заварить корневую часть соединения на высоту от 8 мм до 10 мм (три – четыре прохода) аргонодуговой сваркой с присадкой проволоки марки Св-08Г2С диаметром 2,0 мм (допустимо применение проволоки диаметром от 1,6 мм до 3мм) без предварительного подогрева. Ориентировочная величина сварочного тока от 80 А до 120 А.

При выполнении первых четырех слоев (8 – 10 мм) допускается производить сварку с разбивкой стыка на восемь частей, последующую сварку следует выполнять с разбивкой на четыре части. Сварку производить в диаметрально противоположных участках.

В процессе сварки обращать внимание на надежный провар кромок разделки. После выполнения каждого прохода производить тщательный визуальный контроль шва в соответствии с требованиями ПНАЭ Г-7-016.

Грубые наплывы и резкие переходы к основному металлу (западания в углах разделки и др.) не допускаются и подлежат механической зачистке.

После наложения каждого валика поверхность шва и кромки разделки должны быть тщательно зачищены от шлака, брызг металла и визуально проконтролированы службой технического контроля на отсутствие трещин, недопустимых шлаковых (вольфрамовых) включений, пор, неровностей (подрезов, наплывов, углублений между валиками) и других дефектов. Выявленные дефекты (трещины, недопустимые включения, поры и неровности) должны быть удалены до возобновления сварки.

Зачистке и контролям должна подвергаться не только наружная, но и внутренняя сторона корня шва.

10.2.3 Произвести визуальный, капиллярный и радиографический контроль корневой части соединения, выполненной аргонодуговой сваркой в соответствии с требованиями ПНАЭ Г-7-016, ПНАЭ Г-7-018, ПНАЭ Г-7-017. При этом нормы оценки качества принимаются как для полностью выполненного сварного соединения перлитной части шва.

При неудовлетворительных результатах радиографического контроля удаление дефектов (кроме дефектов удлиненной формы) и заварку выборок в корневой части соединения допускается производить изнутри, перед восстановлением плакировки. Дефекты удлиненной формы должны быть удалены до возобновления сварки.

Поверхностные дефекты (на наружной поверхности корневой части соединения) при глубине выборки до 3 мм завариваются в процессе продолжения сварки. При необходимости, выполнить контроль отремонтированных участков.

Зачистке и контролям должна подвергаться не только наружная, но и внутренняя сторона корня шва.

10.2.4 Подогреть стык до температуры от 200 °С до 250 °С и заварить его на 50 % сечения с наружной стороны электродами марки ПТ-30 диаметром 3 мм и 4 мм (на режимах, указанных в Приложении И).

Сварку выполняют два сварщика одновременно. Заполнение разделки вертикального сварного соединения допускается выполнять как узкими валиками, так и валиками с поперечным колебанием электрода на всю ширину разделки.

10.2.5 Зачистить сварное соединение механическим способом и подготовить к проведению контроля (визуального и радиографического).

При выявлении недопустимых дефектов после сварки 50 % сечения шва по результатам радиографического контроля произвести выборку и ремонт дефектного участка.

10.2.6 При удовлетворительных результатах радиографического контроля продолжить сварку оставшейся части разделки.

В процессе сварки не допускается охлаждение стыка до температуры ниже 120°С.

10.2.7 Произвести зашлифовку поверхности зон сплавления шва с основным металлом в нагретом состоянии от 120 °С до 250 °С, непосредственно после его заварки, до проведения термического отдыха.

В случае необходимости (при глубине выборки более 2 мм) произвести подварку участков с углублениями аргонодуговой сваркой с присадкой проволоки марки Св-08Г2С и зашлифовку подваренных участков (температура стыка не



должна снижаться менее  $120^{\circ}\text{C}$ ). Допускается применение электродов марки ПТ-30 диаметром 3 мм.

10.2.8 Произвести термический отдых при температуре от  $150^{\circ}\text{C}$  до  $250^{\circ}\text{C}$  продолжительностью 12 часов. Температура сварного соединения в интервале “окончание сварки – начало отдыха” не должна быть менее  $120^{\circ}\text{C}$ .

10.2.9 Снять механическим способом усиление шва с наружной стороны соединения заподлицо с основным металлом трубы в соответствии с требованиями чертежа.

Допускается уменьшение толщины шва и основного металла (утонение), получаемое в результате зачистки, при условии сохранения минимальной расчетной толщины стенки трубопровода и обеспечения плавного перехода от утоненного участка к соседним. Максимальная величина утонения не должна быть более 2 мм (суммарная протяженность не должна быть более 30 % периметра шва).

10.2.10 Контроль СС методами ВИК, КК, РГК, УЗК. Контроль СС осуществлять в соответствии с п.10.6 настоящего стандарта.

### **10.3 Нагревательное оборудование, технологическая оснастка и материалы для термической обработки монтажных сварных соединений трубопровода Ду 850 труба ГЦТ – труба ГЦТ и труба ГЦТ – ГЦНА.**

10.3.1 Для нагрева под сварку, «термический отдых» и высокий отпуск сварных соединений трубопроводов Ду 850 ГЦК применяется двенадцатиканальная установка радиационного нагрева мощностью 130 кВт.

Для проведения 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.

10.3.2 Установка состоит из передвижного шкафа управления и нагревательного устройства.

10.3.3 Питание шкафа управления осуществляется от сети 380В. Плавное регулирование мощности на выходе обеспечивается с помощью двенадцати тиристорных 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.

10.3.4 Нагревательные устройства для нагрева под сварку и термическую обработку выполнены на базе стандартных секций гибких промышленных электронагревателей в керамической изоляции.

10.3.5 Нагреватели состоят из гибких секций коврикового типа.

Размер одной секции нагревателя – 495 x 135 мм.

Напряжение питания – 60 В.

10.3.6 Секции нагревателя поочередно укладываются на изделие и плотно прижимаются к нему ленточной стяжкой. Зазор между кольцами должен составлять 20 мм. Поверх нагревателей укладывается теплоизоляционное полотно и теплоизоляционный материал, например, TYGASIL. Общая толщина теплоизоляции от 40 до 50мм. По согласованию с разработчиком данного стандарта, допускается использовать и другие теплоизоляционные материалы, которые сохраняют работоспособность в течение всего цикла нагрева.

10.3.7 Для снижения тепловых потерь по металлу, прилегающие к наружному нагревателю, части трубопровода теплоизолируются.

10.3.8 Для предотвращения подстуживания нагреваемой зоны потоком воздуха внутри трубопровода устанавливаются теплоизоляционные перегородки (рисунок 6).

Перегородка состоит из металлического кольца (поз.3), металлических пластин (поз.6), металлических прутков (поз.5), теплоизоляционных стенок (поз.1), между которыми проложена каолиновая вата (поз. 2). Для крепления перегородок внутри трубопровода используются болты (поз.4). Детали перегородок, контактирующие с поверхностью трубопровода, должны быть изготовлены из коррозионностойких материалов.

10.3.9 При условии обеспечения режимов термической обработки, допускается применение других типов оборудования, нагревательных устройств и схем их размещения. До проведения окончательного отпуска проводятся пробные нагревы макетов или сварных узлов штатного изделия, температура нагрева которых не превышает 500 °С.

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

10.3.11 Оборудование должно быть укомплектовано приборами, прошедшими метрологическую поверку.

#### **10.4 Последовательность выполнения операций при выполнении сварного соединения трубопровода Ду 850 труба ГЦТ – труба ГЦТ и труба ГЦТ – ГЦНА.**

Выполнение сварных соединений трубопровода Ду 850 производится по следующей схеме операций:

- Подгонка (контроль) кромок стыков;
- Прихватка стыковых соединений;
- Контроль кромок под сварку (ВИК, КК, после обрезки монтажного припуска-травление);
- Заварка корня шва;
- Зачистка под контроль;
- Неразрушающий контроль (ВИК, КК, РГК);
- В случае необходимости - ремонт корня шва;
- Подогрев;
- Сварка 50 % сечения разделки;
- Зачистка под контроль;
- Неразрушающий контроль 50 % СС (ВИК, РГК);
- При необходимости выборка и ремонт;
- Термический отдых;
- Сварка до 100 % толщины;
- Зачистка
- «Термический отдых»;
- Снять усилие механическим способом с наружной стороны заподлицо.
- Контроль СС (ВИК, КК, РГК, УЗК), при необходимости – ремонт;
- Термическая обработка (высокий отпуск);
- Зачистка под контроль;
- Неразрушающий контроль (ВИК, КК, РГК, УЗК);
- Наплавка антикоррозионного покрытия;
- Неразрушающий контроль наплавки и сварного соединения (ВИК, КК, УЗК), при необходимости – ремонт.

### **10.4.1 Подогрев под сварку**

10.4.1.1 При подогреве под сварку температура зоны сварки должна находиться в интервале от 120 °С до 250 °С.

10.4.1.2 Нагреть зону СС на заданную температуру (показания термопреобразователей ВК1÷ВК6) и начать сварку. Поддерживать температуру в указанном интервале в течение процесса заполнения шва до начала «термического отдыха».

### **10.4.2 «Термический отдых»**

10.4.2.1 Теплоизолировать зону СС.

10.4.2.2 Нагреть зону СС (показания термопреобразователей ВК1÷ВК6) до температуры от 150 °С до 250 °С и сделать выдержку в течение 12 часов. Охлаждать под слоем теплоизоляции с записью на диаграммную ленту до комнатной температуры.

### **10.4.3 Термическая обработка**

10.4.3.1 Проверить состояние термопреобразователей, их маркировку и при необходимости восстановить.

10.4.3.2 Установить нагреватели.

10.4.3.3 Теплоизолировать наружную поверхность зоны сварного соединения, а также установить теплоизоляционные заглушки.

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

10.4.3.5 Нагреть зону СС в соответствии с режимом отпуска (показания термопреобразователей ВК1, ВК01, ВК2, ВК02, ВК3, ВК03).

Рекомендуется на термопреобразователях ВК1, ВК01 поддерживать температуру в интервале от 650 °С до 660 °С.

В процессе нагрева зоны СС под сварку, «термический отдых» и отпуск осуществлять контроль за работой термопреобразователей. В случае обнаружения неисправностей в работе термопреобразователей заменить их на дублирующие.

10.4.3.6 По окончании выдержки при отпуске охладить стык со скоростью не более 50 °С/ч до температуры 300 °С, далее скорость охлаждения не регламентируется.

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

10.4.3.7 Произвести демонтаж теплоизоляции, нагревательной оснастки, термопреобразователей.

## **10.5 Требования к параметрам технологического процесса термической обработки монтажных сварных соединений трубопровода Ду 850 труба ГЦТ – труба ГЦТ и труба ГЦТ – ГЦНА.**

### **10.5.1 Контроль температуры**

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

При нагреве под сварку рекомендуется скорость 20 мм/час, при высоком отпуске от 40 мм/ч до 60 мм/ч.

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

10.5.1.2 Термопреобразователи типа ТХА выполняют из хромелевой и алюмелевой проволоки диаметром от 0,5 мм до 1,5 мм, длиной от 2 метров до 3 метров. Они армируются фарфоровой соломкой или бусами и заканчиваются термоспаем. Термоспай получается путем обварки концов термоэлектродов. К приборам термопреобразователи подключают 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 с помощью термопреобразователя – самопишущий прибор.

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

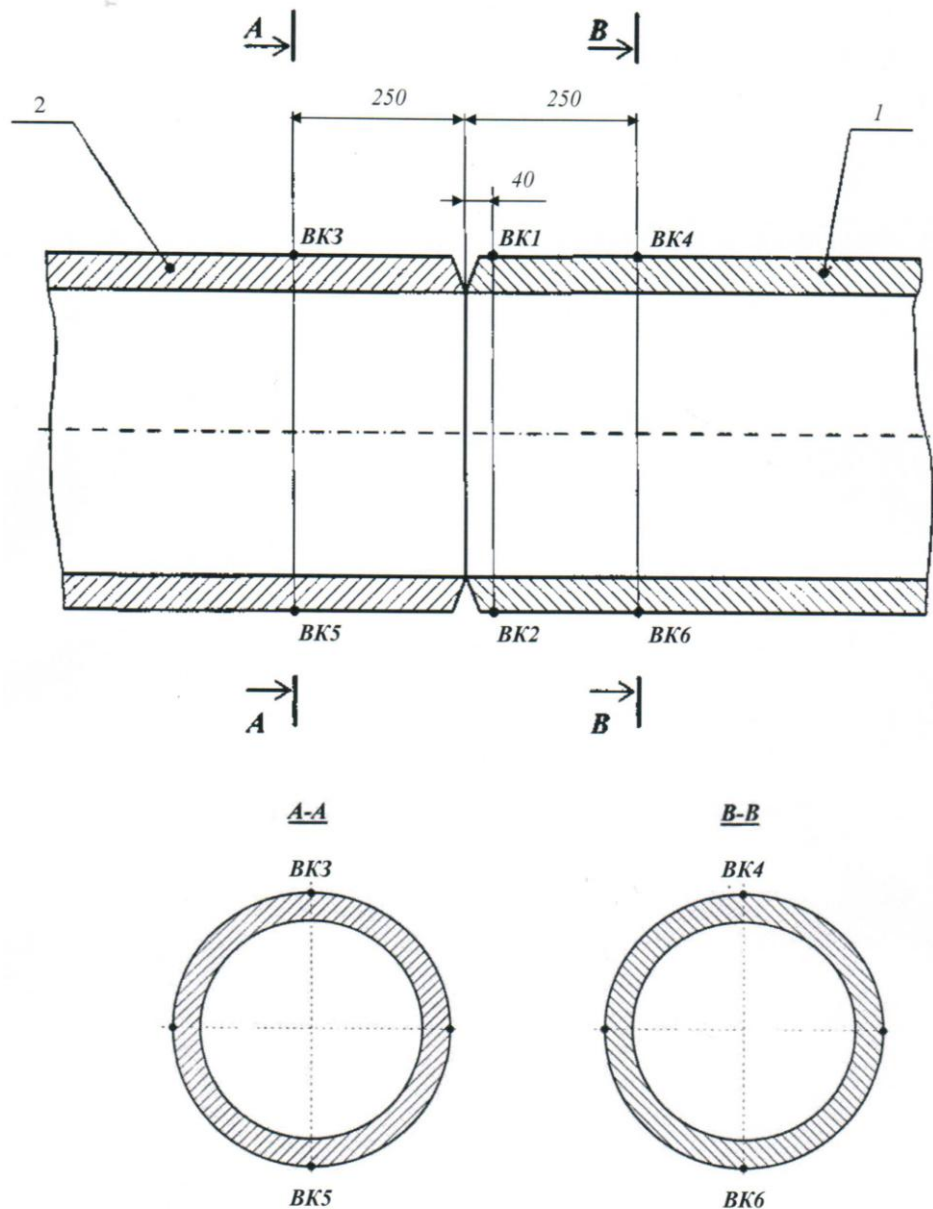
10.5.1.3 Термопреобразователи располагают на поверхности изделия. В каждой точке устанавливают два термопреобразователя (основной и дублирующий), расстояние между которыми по окружности составляет от 20 мм до 30 мм. На диаграммную ленту прибора записывают показания основных термопреобразователей. Дублирующие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

10.5.1.4 Крепление термопреобразователей на поверхности металла осуществляется одним из общепринятых способов (приварка, зачеканка с помощью приваренных бобышек из аустенитной стали марки 08X18H10T или аналогичной и др.). Приварку производят электродуговой сваркой без предварительного подогрева с использованием электродов марок ЦТ-10 или ЭА-395/9 – при приварке к наружной поверхности трубы (перлитная сталь).

При подогреве под сварку и «термический отдых» сварных соединений управление нагревом и его контроль производится по термопреобразователям ВК3, ВК4, ВК5, ВК6. Термопреобразователи ВК1 и ВК2 являются контрольными (Рисунок 16).

Во время проведения термической обработки сварных швов управление и контроль процессом осуществляется по термопреобразователям ВК1, ВК01, ВК2, ВК02, ВК3, ВК03.

10.5.1.5 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 Ду850  
 BK1÷BK6 – термопреобразователи

Рисунок 16 – Схема расположения термопреобразователей при нагреве под сварку и «термический отдых» на стыке «труба-труба»

### 10.5.2 Режимы нагрева под сварку, «термический отдых» и окончательный высокий отпуск

Для сварных соединений Ду 850 плакированного трубопровода ГЦК при монтаже выполняются следующие термические операции: предварительный и сопутствующий подогревы для проведения сварочных работ, «термический отдых» и окончательный высокий отпуск.

#### 10.5.2.1 Нагрев под сварку

Сварку осуществляют с предварительным подогревом 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 /ч. Не допускать остывания зоны сварного соединения трубопровода ниже 120 °С.

#### 10.5.2.2 «Термический отдых»

«Термический отдых» проводится сразу после сварки, не допуская остывания металла ниже температуры 120 °С.

Температура нагрева под операцию «термического отдыха» от 150 °С до 250 °С, скорость нагрева не должна превышать 150 °С/ч, продолжительность его составляет 12 часов. Охлаждение после «термического отдыха» проводится 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 подогреве под сварку, то есть не менее чем 250 мм в каждую сторону от оси шва.

Перерыв между «термическим отдыхом» и отпуском не ограничен.

#### 10.5.2.3 Окончательный отпуск

Окончательному отпуску подлежат все сварные соединения после завершения всех сварочных и термических операций после исправления дефектов СС с применением сварки.

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

Схема режима окончательного отпуска для сварных соединений Ду 850 ГЦК приводится в Приложении 3.

Температура отпуска от 620 °С до 660 °С, длительность пребывания при заданной температуре 6 ч.

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



Охлаждение от температуры отпуска до  $300^{\circ}\text{C}$  производится со скоростью не более  $50^{\circ}\text{C}/\text{ч}$ , далее величина скорости охлаждения не регламентируется, металл остывает под слоем теплоизоляции.

Запись температуры осуществляется при охлаждении металла сварного соединения до  $100^{\circ}\text{C}$ , затем допускается производить демонтаж теплоизоляции.

10.5.2.4 Ширина общей зоны контролируемого нагрева при отпуске составляет не менее 125 мм в каждую сторону от оси шва.

Общая зона состоит из основной зоны контролируемого нагрева, ширина которой включает сварное соединение и примыкающие к нему участки основного металла на расстоянии 50 мм. Температура металла в этой зоне соответствует заданной температуре отпуска, то есть температуре от  $620^{\circ}\text{C}$  до  $660^{\circ}\text{C}$ .

Дополнительная зона контролируемого нагрева включает участки металла общей зоны, не входящей в основную. В пределах дополнительной зоны допускается снижение температуры в процессе выдержки по сравнению с заданной минимально допустимой температурой отпуска на  $50^{\circ}\text{C}$ , то есть до величины  $570^{\circ}\text{C}$ . В зоне контролируемого нагрева установлены термопреобразователи ВК1, ВК2 и ВК3, а также ВК01, ВК02 и ВК03 (Рисунок 17).

По показаниям термопреобразователей ВК1, ВК2, ВК3, ВК01, ВК02 и ВК03 ведется процесс управления нагревом секций нагревателей.

В каждой точке устанавливаются два термопреобразователя – основной и дублирующий, расстояние между которыми по образующей составляет от 20 мм до 30 мм.

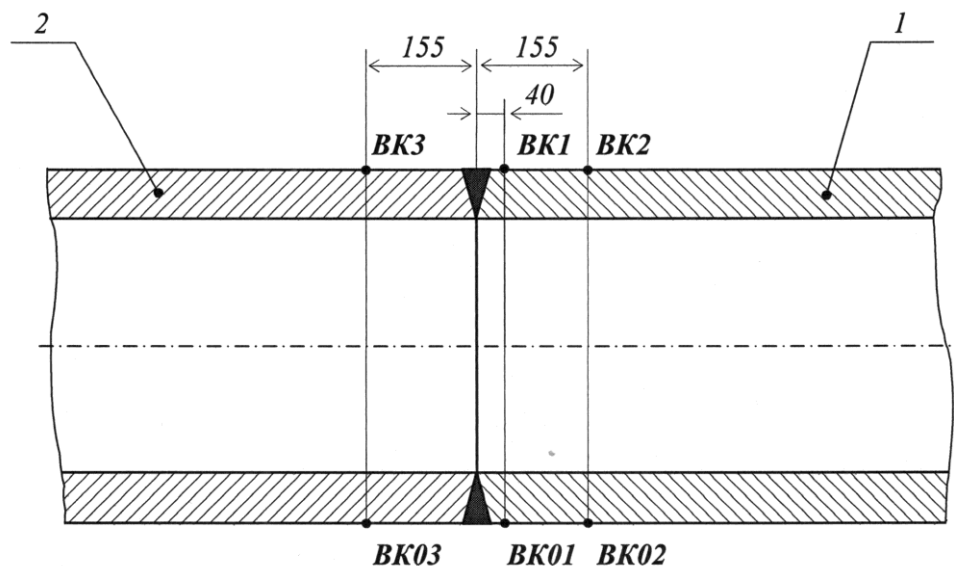


Рисунок 17 – Схема расположения термопреобразователей при нагреве под операцию высокого отпуска на стыке «труба-труба»

10.5.2.5 В процессе выхода на заданную температуру окончательного отпуска нагрев до 500 °С считать контрольным. Если разброс показаний основных (ВК1, ВК2, ВК3) 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/ч.

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

10.5.2.6 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.

10.5.2.7 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.

### **10.5.3 Подготовка сварного соединения трубопровода Ду 850 ГЦК к нагреву под сварку и термическую обработку**

10.5.3.1 Провести разметку для установки основных и дублирующих термопреобразователей на наружной поверхности свариваемых деталей.

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

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

В процессе нагрева под сварку и «термический отдых» регулирующими являются термопреобразователи ВК3, ВК4, ВК5, ВК6 (рисунок 16). В процессе нагрева под операцию высокого отпуска регулирующими термопреобразователями являются ВК1, ВК01, ВК2, ВК02, ВК3 и ВК03 (рисунок 17).

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

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

Для подогрева под сварку установить два кольцевых нагревательных блока, состоящих из шести нагревателей ковриксового типа.

Установить три кольцевых нагревательных блока на наружной поверхности сварного соединения.

10.5.3.4 Установить теплоизоляционные перегородки для предотвращения подстуживания потоком воздуха. Перегородки закрепляются относительно внутренней поверхности трубопровода, щели заделываются теплоизоляцией.

10.5.3.5 При подготовке стыка к нагреву под сварку теплоизолировать трубопровод снаружи, исключая зону СС шириной не менее 150 мм.

Общая толщина теплоизоляции составляет 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» и высокого отпуска зона шва теплоизолируется.

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

## **10.6 Требования к технологии контроля СС трубопровода Ду850 труба ГЦТ – труба ГЦТ и труба ГЦТ – ГЦНА.**

10.6.1 Контроль качества деталей, сборочных единиц и сварных соединений трубопровода Ду850 проводится:

- в процессе подготовки и сборки под сварку и наплавку, перед выполнением сварки;
- в процессе сварки и наплавки;
- после выполнения СС;
- после выполнения термической обработки;

– после выполнения восстановительной антикоррозионной наплавки пооперационно в соответствии с требованиями настоящего стандарта в объеме 100 % при использовании следующих методов:

- визуальный и измерительный контроль (ВИК) по ПНАЭ Г-7-016;
- капиллярный контроль (КК) по ПНАЭ Г-7-018;
- радиографический контроль (РГК) по ПНАЭ Г-7-017;
- ультразвуковой контроль (УЗК) по ПНАЭ Г-7-030.

10.6.2 Перед выполнением СС контролю подлежат кромки трубного узла.

10.6.3 Неразрушающий контроль кромок под сварку проводить ВИК и КК в объеме 100 %.

10.6.4 При обнаружении недопустимых несплошностей детали должны быть подвергнуты ремонту и последующему сплошному контролю.

10.6.5 В процессе выполнения прихваток, сварки корня шва и заполнения разделки должен осуществляться послойный визуальный и измерительный контроль. Контроль должен проводиться в соответствии с технологической картой ВИК.

10.6.6 После заполнения корня СС он должен быть подвергнут:

- визуальному и измерительному контролю с наружной и внутренней поверхности трубопровода;
- капиллярному контролю с наружной поверхности трубопровода;
- радиографическому контролю.

10.6.7 При обнаружении недопустимых несплошностей в металле шва он должен быть подвергнут ремонту и последующему контролю мест заварки.

10.6.8 После заполнения СС на 50 % он должен быть подвергнут:

- визуальному контролю с наружной поверхности трубопровода;
- радиографическому контролю. При контроле рекомендуется применять кассетодержатель охлаждаемый (контроль без снижения температуры подогрева).

10.6.9 При обнаружении недопустимых несплошностей в металле шва он должен подвергнуться ремонту и последующему контролю мест заварки.

10.6.10 После заполнения СС на 100 % он должен быть подвергнут:

- визуальному и измерительному контролю с наружной и внутренней поверхности трубопровода;
- капиллярному контролю с наружной и внутренней поверхности трубопровода;
- радиографическому контролю.
- ультразвуковому контролю.

10.6.11 При обнаружении недопустимых несплошностей сварное соединение должно быть подвергнуто ремонту и последующему контролю мест заварки.

10.6.12 После термической обработки сварного соединения оно должно быть подвергнуто:

- визуальному и измерительному контролю с наружной и внутренней поверхности трубопровода;
- капиллярному контролю с наружной и внутренней поверхности трубопровода;
- радиографическому контролю;
- ультразвуковому контролю.

10.6.13 При обнаружении недопустимых несплошностей сварное соединение должно быть подвергнуто ремонту и последующему сплошному контролю.

10.6.14 После восстановления антикоррозионной наплавки на сварном соединении должны быть проведены следующие операции неразрушающего контроля:

- визуальный и измерительный контроль поверхности наплавки и прилегающей плакировки трубы;
- капиллярный контроль поверхности наплавки и прилегающей плакировки трубы;
- ультразвуковой контроль восстановленной наплавки и сварного соединения.

10.6.15 При обнаружении недопустимых несплошностей сварное соединение должно быть подвергнуто ремонту и последующему сплошному контролю.

10.6.16 Контроль должен проводиться в соответствии с технологической картой по конкретному методу контроля.

## **10.7 Выполнение антикоррозионной наплавки СС трубопровода Ду 850 труба ГЦТ – труба ГЦТ и труба ГЦТ – ГЦНА.**

10.7.1 Выполнить капиллярный контроль внутренней поверхности стыка.

10.7.2 В случае если результаты контроля по пункту 10.7.1 положительные, произвести наплавку антикоррозионного покрытия. Наплавку осуществлять без подогрева и последующей термической обработки (рисунок 18).

Защитную и разделительную наплавки ручной дуговой сваркой покрытыми электродами следует выполнять отдельными продольными валиками шириной не более трех диаметров стержня применяемого электрода.

Наплавку каждого валика выполнять в направлении «на подъем» в продольном направлении. Наплавка поперечными валиками (от одной кромки к другой) не допускается.

10.7.3 Наплавку первого слоя (разделительная наплавка) выполнить электродами марки ЗИО-8 или ЦЛ-25/1 диаметром 3 и/или 4 мм. Сварку первого валика следует начинать с аустенитного плакирующего слоя трубы. Перекрытие валиком границы раздела аустенитного плакирующего слоя с перлитным металлом трубы должно составлять не менее 2 мм в каждую сторону. При этом должно быть обеспечено перекрытие основного перлитного металла на величину не менее 2 мм по высоте, при минимальном проплавлении.

После наплавки первого слоя выполнить зачистку, визуальный контроль, выборку дефектов с последующей их сваркой и контролем.

10.7.4 Второй слой антикоррозионного покрытия (защитная наплавка) выполнить узкими валиками не менее, чем в два прохода по высоте с использованием электродов марки ЭА-898/21Б диаметром 3 и/или 4 мм. Каждый проход второго слоя антикоррозионного покрытия начинать выполнять только после остывания шва до температуры менее 100<sup>0</sup>С.

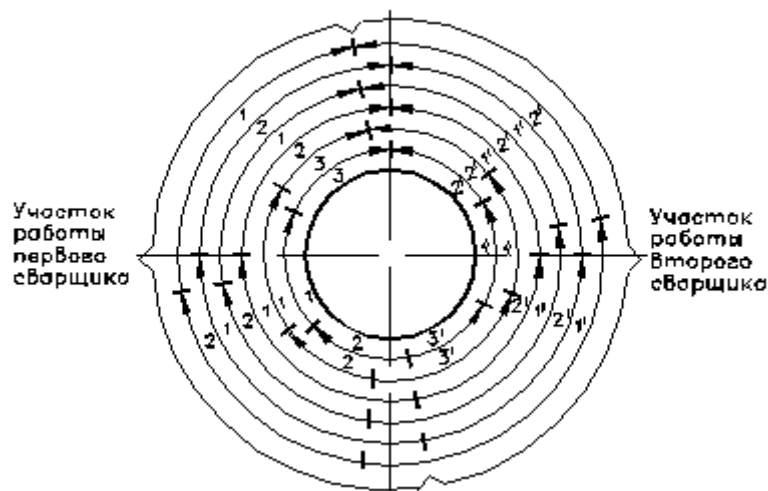
Суммарная толщина защитной наплавки должна быть не менее 4 мм с учетом послышной зачистки.

10.7.5 Усиление наплавки должно иметь плавный переход к основному металлу и перекрывать плакирующий слой на величину  $4^{+3}_{-1}$  мм (рисунок 18).

10.7.6 После выполнения сварки второго слоя антикоррозионной наплавки выполнить зачистку поверхности наплавки под контроль.

Выполнить контроль в соответствии требованиями настоящего СТО.

10.7.7 Выполнить ремонт наплавки по результатам контроля п.10.7.6.



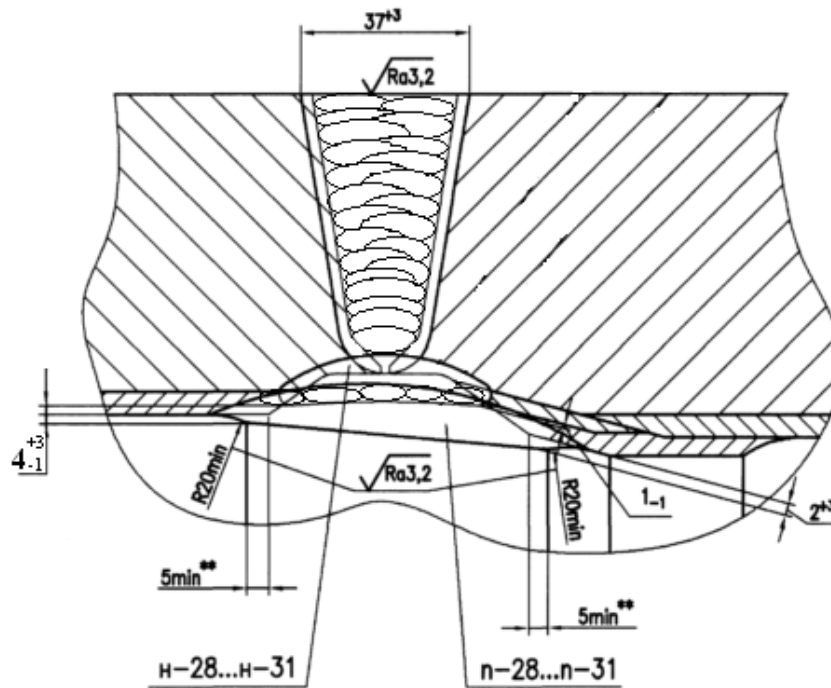


Рисунок 18 –Порядок сварки и выполненное сварное соединение узла трубного и колена при вертикальной оси шва (при горизонтальной оси – порядок сварки и соединение аналогично)

## 11 Требования по охране труда и промышленной безопасности

### 11.1 Охрана труда и промышленная безопасность при проведении работ по неразрушающему контролю

11.1.1 Перед допуском к проведению контроля все лица, участвующие в его выполнении, должны пройти соответствующий инструктаж по охране труда и промышленной безопасности (включая пожарную безопасность) с регистрацией в специальном журнале. Инструктаж следует проводить периодически в сроки, установленные приказом по предприятию.

11.1.2 При выполнении работ по контролю необходимо соблюдать требования ГОСТ 12.3.002 ССБТ. Процедуры производственные. Общие требования техники безопасности.

11.1.3 Лица, участвующие в выполнении контроля, должны знать и выполнять общие правила техники безопасности, установленные для работников цехов и участков, в которых проводят контроль.

11.1.4 Организация участка контроля должна соответствовать требованиям СанПиН 2.2.1/2.1.1.567 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов», а также ОСТ 34-42-686.

11.1.5 Мероприятия по пожарной безопасности должны осуществляться в соответствии с требованиями Правил противопожарного режима в Российской Федерации [4] для промышленных предприятий, ГОСТ 12.1.004 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования. А также в соответствии с ППБ АС-2011. Правила пожарной безопасности при эксплуатации атомных станций [5].

11.1.6 В случае выполнения контроля на высоте, в стесненных условиях, а также внутри сосудов, контролеры и обслуживающий персонал должны пройти дополнительный инструктаж по охране труда и промышленной безопасности согласно положению, действующему на предприятии.

11.1.7 При использовании на участке контроля подъемных механизмов, необходимо выполнять требования Правил устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов.

11.1.8 При проведении контроля вблизи мест выполнения сварочных работ рабочее место контролера должно быть ограждено светозащитными экранами.

11.1.9 При проведении визуального и измерительного контроля освещенность контролируемых поверхностей должна быть достаточной для надежного выявления дефектов и соответствовать требованиям ГОСТ 23479.

11.1.10 При проведении работ по капиллярному, радиографическому и ультразвуковому контролю следует руководствоваться Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей [6] и Правилами технической безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей [7].

11.1.11 Радиографический контроль относится к работам с особо вредными условиями труда, поэтому, администрация обязана:

- систематически проводить инструктаж всех работающих контролеров по охране труда и промышленной безопасности и гигиене труда;
- разработать инструкции по охране труда и промышленной безопасности и производственной санитарии, утвердить их и ознакомить с ними (под роспись) всех работающих с источниками ионизирующего излучения;
- постоянно следить за соблюдением правильных и безопасных приемов работы, за выполнением требований, изложенных в Правилах и инструкциях по охране труда и промышленной безопасности.



11.1.12 Электрооборудование действующих стационарных и переносных установок для радиографического контроля должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.007 и Правил устройства электроустановок [8].

11.1.13 При проведении радиографического контроля, получении, хранении и перезарядке радиоактивных источников гамма-излучения должна быть обеспечена безопасность работ в соответствии с требованиями Основных санитарных правил работы с радиоактивными веществами и другими источниками ионизирующих излучений (ОСП 72), Норм радиационной безопасности (НРБ 99), Санитарных правил по радиоизотопной дефектоскопии (СП 1171) и Санитарно-эпидемиологические правил по обеспечению радиационной безопасности при рентгеновской дефектоскопии (СП 2.6.1.1283).

11.1.14 При транспортировке радиоактивных источников гамма-излучения должны соблюдаться требования Правил безопасности при транспортировании радиоактивных веществ НП-053.

11.1.15 Зарядка и перезарядка источников гамма-излучения должна осуществляться специализированной организацией. К этим работам допускается также обученный специальный персонал монтажного управления по согласованию с органами Санэпидемстанции при наличии специально оборудованной камеры для перезарядки.

11.1.16 К работе с источниками ионизирующего излучения допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие специальный медицинский осмотр и обучение Правилам техники безопасности.

11.1.17 При радиографическом контроле сварных соединений трубопроводов зона, в пределах которой мощность экспозиционной дозы превышает 1,2 мкЗв/ч (0,12 мР/ч), должна быть ограждена легким переносным барьером. На границе зоны должны вывешиваться знаки радиационной опасности, которые должны быть видны с расстояния не менее 3 м.

11.1.18 При проведении радиографического контроля панорамным способом должны применяться дефектоскопы только с дистанционным управлением, с механизмом перемещения источника излучения из положения хранения в рабочее положение и обратно.

11.1.19 Все лица, работающие с источниками излучения (категория А), должны иметь при себе индивидуальные дозиметры. Результаты индивидуального дозиметрического контроля должны регистрироваться в специальном журнале.

11.1.20 Гамма-дефектоскопы в соответствии с требованиями СП 2.6.1.2612-10 [9] должны храниться в специально оборудованном хранилище с колодцами или

сейфами с дверцами, на которых должна иметься отчетливая маркировка с указанием радионуклида и его МЭД.

## **11.2 Требования безопасности при проведении сварочных работ**

При выполнении операций транспортирования, складирования, хранения, контроля сварочных материалов, производственной аттестации технологии сварки, подготовки и выполнения сварки, наплавки и ремонта при помощи сварки, а также при контроле необходимо строго соблюдать соответствующие инструкции по безопасному ведению работ и охране труда и промышленной безопасности, действующие на АЭС.

## **11.3 Требования безопасности при проведении термической обработки трубопровода Ду 850**

11.3.1 При выполнении термической обработки сварных соединений трубопровода Ду 850 ГЦТ необходимо строго соблюдать инструкции по безопасному ведению работ и охране труда и промышленной безопасности, действующие на АЭС.

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

- Межотраслевые правила по охране труда (ПОТРМ-016);
- Инструкция по охране труда и промышленной безопасности, действующая в цехе или производственном (монтажном) участке, где эксплуатируется установка;
- Технические описания (паспорта) и инструкции по эксплуатации машинных преобразователей повышенной частоты, конденсаторов, автотрансформаторов, контрольно-измерительных приборов и коммутирующей аппаратуры.

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

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

11.3.5 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.

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

11.3.7 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.

11.3.8 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.

11.3.9 Лица, не удовлетворяющие хотя бы одному из перечисленных требований, не могут быть допущены к работе. Лица, замеченные в недостаточно точном выполнении правил техники безопасности, отстраняются от работы.

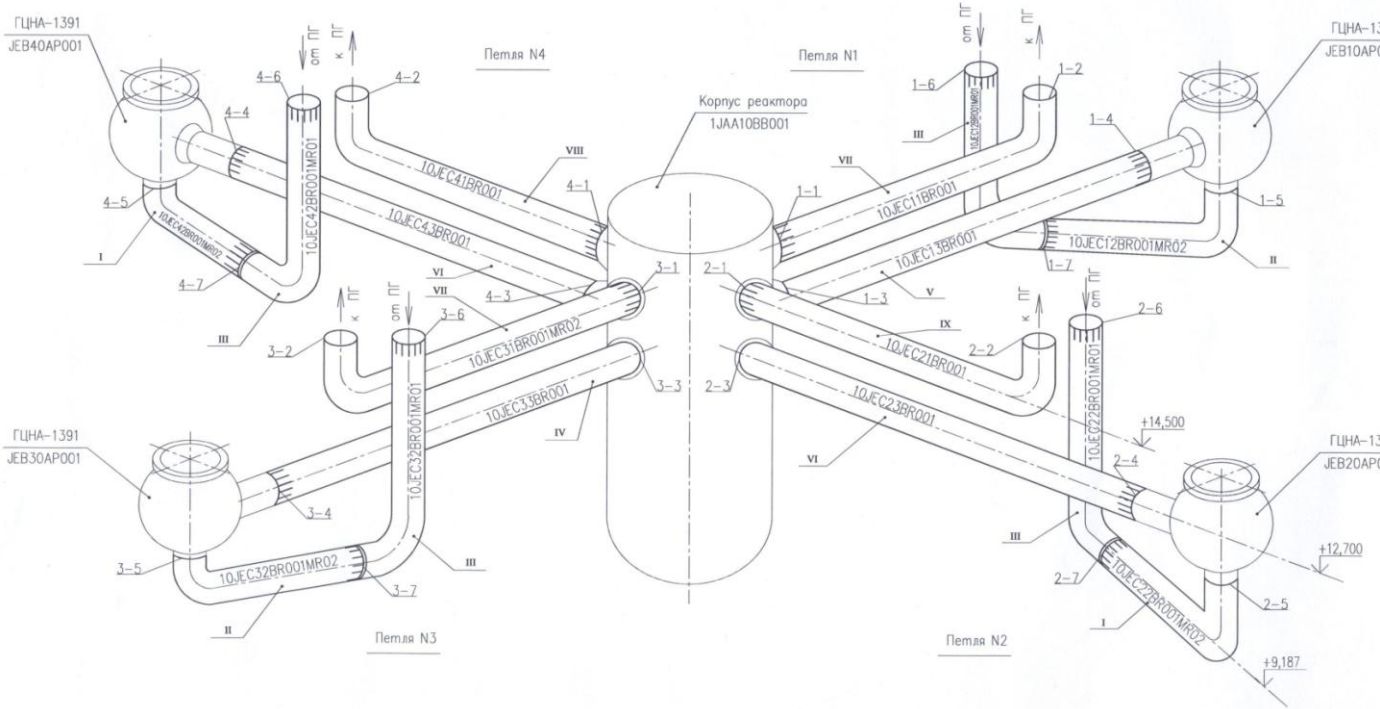
11.3.10 Персонал должен не реже одного раза в год проходить медицинское переосвидетельствование, проверку знаний по охране труда и промышленной безопасности и должностным инструкциям с записью результатов в протокол.

11.3.11 Обязанности обслуживающего персонала:

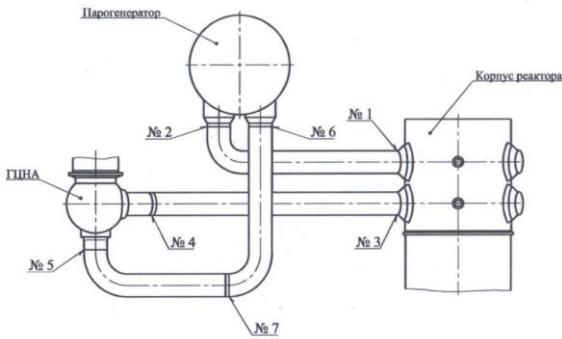
- следить, чтобы в процессе работы были закрыты двери оборудования и надежно действовали блокирующая и световая аппаратура;
- оградить и повесить предупреждающие плакаты на участке расположения индукторов и секций кабеля, идущих к шкафу управления;
- перед включением установки для нагрева убедиться в том, что из зоны расположения индуктора и подводящего кабеля выведены люди. Следить, чтобы в процессе нагрева никто не находился в зоне индуктора и токоведущих частей;

- допускать производственный персонал к работе в зоне нагрева СС только при выключенном напряжении, то есть при выключенном разъединителе;
- осуществлять постоянный контроль за охлаждающей водой в преобразователях частоты и индукторах. Не допускать повышения температуры охлаждающей воды на выходе более 60 °С.

**Приложение А  
(справочное)  
Расположение сварных соединений  
главного циркуляционного трубопровода Ду850**



Последовательность выполнения монтажных сварных соединений одной петли ГЦТ



УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ:

- монтажный припуск (L=200мм) на трубном блоке;
- монтажный сварной шов;
- замыкающий монтажный сварной шов;
- 3-4 - номер монтажного сварного шва, где:  
3 - номер петли, 4 - номер сварного шва;
- N1 - N7 - последовательность выполнения монтажных сварных швов;
- I-IX - номер узлов трубных;
- 1JEA20AC001 - код KKS оборудования, трубного блока.

**Рисунок А.1 – Расположение сварных соединений главного циркуляционного трубопровода Ду850**

**Приложение Б**  
**(обязательное)**

**Сварочные материалы, применяемые при монтаже трубопровода Ду850**

Таблица Б.1 – Сварочные материалы, применяемые при монтаже трубопровода Ду850

Вид выполняемых сварочных работ	Марка сварочного материала	Документация на сварочные материалы
Ручная аргонодуговая сварка корня шва	Св-08Г2С	ГОСТ 2246-70
Ручная дуговая сварка основной части шва трубопровода Ду850	ПТ-30	ОСТ 108.948.01-86
Восстановление ручной электродуговой сваркой первого слоя антикоррозионного покрытия на трубопроводе Ду850	ЗИО-8, ЦЛ-25/1	*, ОСТ 108.948.01-86
Восстановление ручной электродуговой сваркой второго слоя антикоррозионного покрытия на трубопроводе Ду850	ЭА-898/21Б	*
Ручная аргонодуговая сварка при ремонте первого слоя антикоррозионного покрытия на трубопроводе Ду850	Св-07Х25Н13	ГОСТ 2246-70
Ручная аргонодуговая сварка при ремонте второго слоя антикоррозионного покрытия на трубопроводе Ду850	Св-04Х20Н10Г2Б, Св-08Х19Н10Г2Б	ТУ 14-1-3252-81, ГОСТ 2246-70
Ручная дуговая покрытыми электродами	УОНИ-13/45А, УОНИ-13/55	*

Примечание: Звездочкой отмечены документы по дополнительному указателю Ростехнадзора.

Таблица Б.2 – Химический состав металла, наплавленного электродами марок ПТ-30, ЦЛ-25/1, ЗиО-8, ЭА-898/21Б

Марка электрода	Массовая доля элементов, %					
	углерод	кремний	марганец	хром	никель	молибден
ПТ-30	0,06-0,12	0,17-0,37	0,7-1,3	-	1,3-1,8	0,45-0,75
ЦЛ-25/1	≤ 0,12	≤ 1,0	1,0-2,7	23,0-27,0	11,5-14,0	-
ЗИО-8	≤ 0,12	≤ 1,0	≤ 2,7	23,0-27,0	11,5-14,0	-
ЭА-898/21Б	≤ 0,10	≤ 0,7	1,6-2,5	17,5-20,5	9,0-10,5	не более 0,30
Св-10ГН1МА	≤ 0,10	0,27-0,28	1,11-1,13	0,8-0,9	1,61-1,76	0,60-0,62

Таблица Б.3 – Химический состав и содержание ферритной фазы металла, наплавленного электродами марок ПТ-30, ЦЛ-25/1, ЗиО-8, ЭА-898/21Б

Марка электрода	Массовая доля элементов, %				Содержание ферритной фазы, %
	ниобий	кобальт	сера	фосфор	
ПТ-30	-		0,020	0,025	-
ЦЛ-25/1	-	0,05	0,020	0,030	5-8
ЗИО-8	-	0,05	0,020	0,030	2-5
ЭА-898/21Б	0,8-1,2	0,05	0,025	0,025	2-8

Примечание – Для выполнения первого слоя (прохода) при восстановлении антикоррозионного покрытия применять электроды, обеспечивающие содержание ферритной фазы в наплавленном металле (при контроле качества сварочных наплавочных материалов согласно ПНАЭ Г-7-010) не менее 4%.

**Приложение В**  
**(обязательное)**  
**Схемы вырезки заготовок образцов (материал-сталь 10Г2НМФА)**

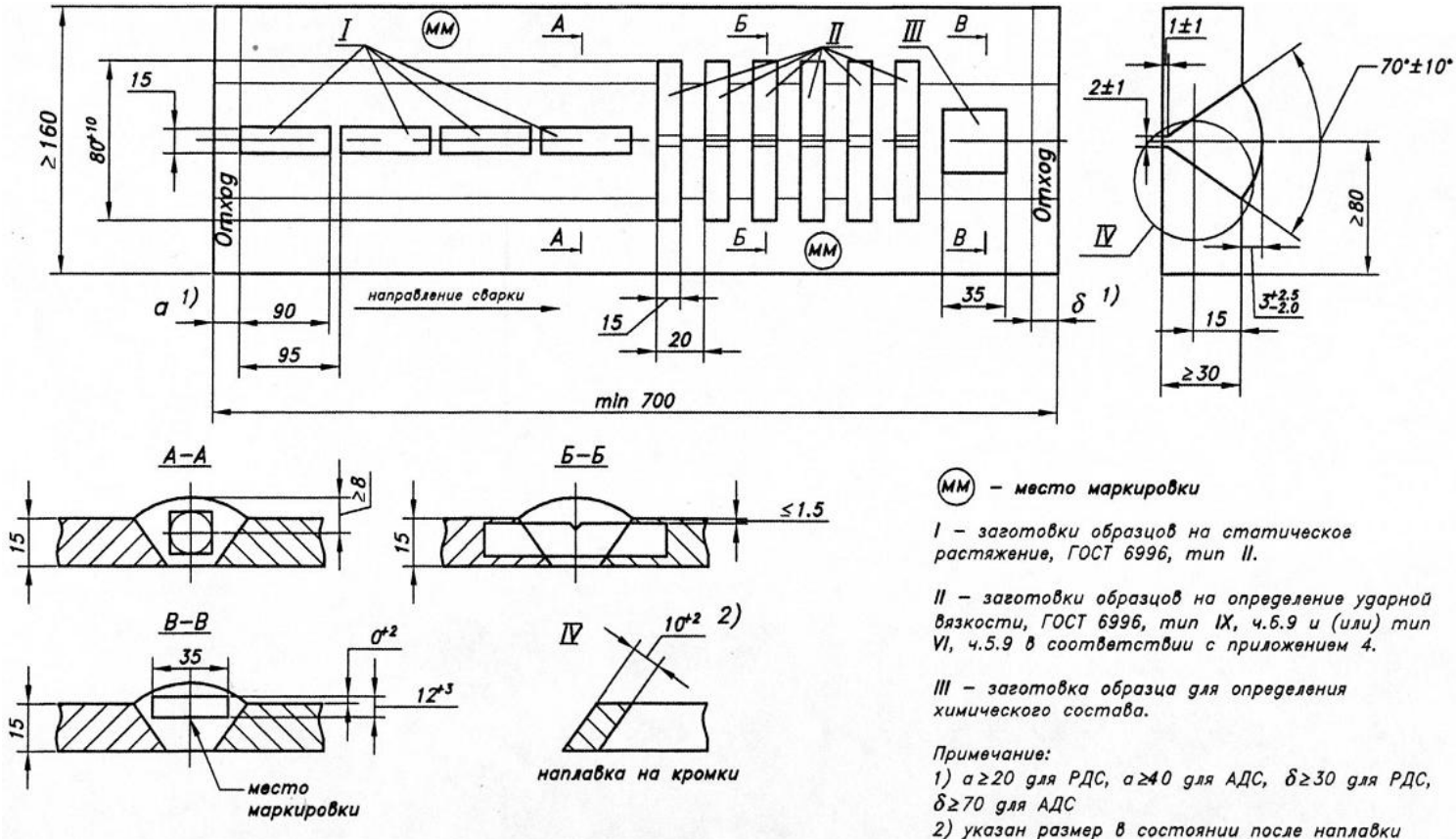
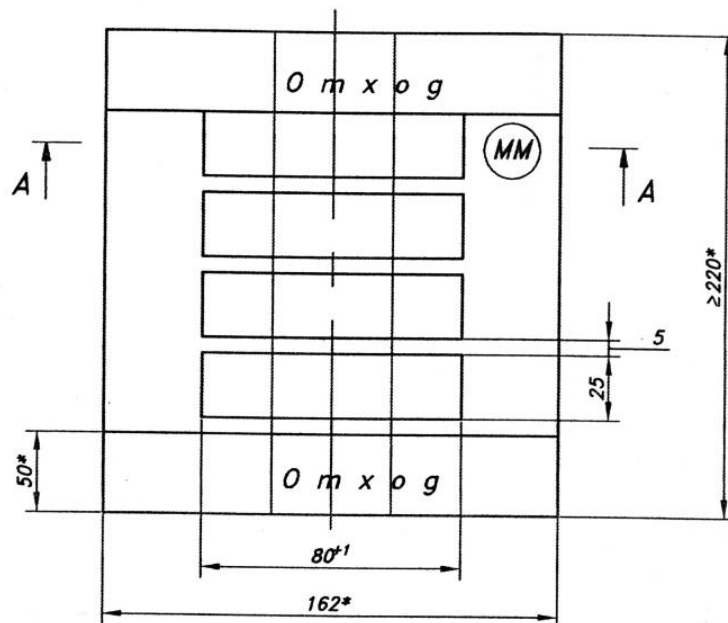
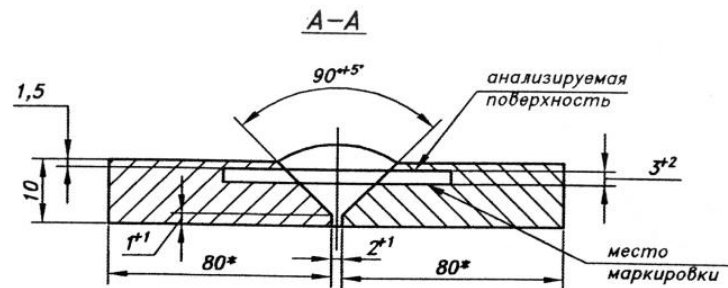


Рисунок В.1 – Схема вырезки заготовок для контроля проволоки перлитного класса под слоем флюса и электродов на ее основе и вырезки заготовок образцов из металла шва



## Приложение В

продолжение



*\*) Размеры для справок*

*Допускается изготавливать из платины толщиной от 6 до 10мм*

**Рис.5. Типовая схема сварки пробы и вырезки образцов для определения стойкости металла шва против МКК.**

Рисунок В.2 –Схема вырезки образцов для определения стойкости металла шва против МКК

## Приложение Г (обязательное)

### Нормы механических свойств наплавленного металла (металла шва)

Г.1 В настоящем приложении приведены нормы механических свойств наплавленного металла (металла шва) в исходном состоянии и после термообработки регламентируемые ПН АЭ Г-7-010, РТД 2730.300.02, РТД 2730.300.10, ОСТ 24.300.04, РД 2730.300.06-91, РД 5.УЕИА-2959-92, РД 5.УЕИА-3153/3232-99, техническими условиями на электроды, техническими решениями, конструкторской документацией на изделия.

Г.2 Цифры, проставляемые в графах, означают минимальное значение требуемой характеристики и подлежат обязательному определению с занесением в сертификат.

Г.3 Знак «-», проставленный в графах, означает, что значение данной характеристики не регламентируется и не определяется.

Г.4 В графе «Подтверждение  $T_{к0}$ » указывается несколько значений температуры, при этом результаты подтверждения  $T_{к0}$  при более низком значении температуры действительны для более высоких значений температур.

Г.5 Марки материалов, используемых взамен каких-либо марок, должны иметь результаты испытания не ниже уровня заменяемых ими материалов. Вариантность применения должна быть указана в КД, технологических процессах на изделия.

Г.6 Присутствие в таблицах норм механических свойств различного уровня для одной и той же марки материала (сочетания марок) и одного и того же состояния означает различные требования в зависимости от категории, вида термообработки и назначения изделия, где применяются эти материалы.

Г.7 Обозначение марки флюса, проволоки буквенной индексацией в скобках, например, «АН-42 (М)», означает применимость как марки без буквенной индексации, так и с буквенной, т.е. АН-42, АН-42М.

Г.8 Обозначения, принятые в таблице:

- $R_m(\sigma_b)$  – временное сопротивление;
- $R_{p0,2}(\sigma_{0,2})$  - предел текучести условный;
- $A(\delta_5)$  – относительное удлинение после разрыва (разрушения) при растяжении;
- $Z(\psi)$  относительное сужение после разрыва (разрушения) при растяжении.

## Приложение Г

продолжение

Механический свойства металла шва (наплавленного металла) после термообработки  
при ручной и сварке (наплавке)

Таблица Г.1 - Механический свойства металла шва (наплавленного металла) после термообработки при ручной и сварке (наплавке)

№ п/п	Марка материала или сочетания материалов	Минимальные показатели свойств при температуре								Подтверждение Тк <sub>0</sub> , °С
		+20°С				+350°С				
		Rm	Rp <sub>0,2</sub>	A	Z	Rm	Rp <sub>0,2</sub>	A	Z	
		Н/мм <sup>2</sup>	Н/мм <sup>2</sup>	%	%	Н/мм <sup>2</sup>	Н/мм <sup>2</sup>	%	%	
1	Св-08Г2С	432	255	18	50	372	226	16	50	0
3	УОНИИ-13/45А	353	216	22	60	314	176	22	55	-10
4	УОНИИ-13/55	431	255	20	50	372	216	18	50	0
5	ПТ-30	539	343	16	55	490	294	14	50	-10;+15
6	ЗИО-8; ЦЛ-25/1; ЦЛ-25/2	539	294	13	15	392	196	10	13	-
7	ЭА-898/21Б	539	343	16	30	441	245	10	20	-
8	Св-07Х25Н13	442	245	12	15	392	176	10	15	-

**Приложение Д**  
**(рекомендуемое)**  
**Рекомендуемые режимы сварки**

Таблица Д.1 – Рекомендуемые режимы сварки

Способ сварки	Марка электрода	Диаметр электрода, мм	Сила тока, А		
			Положение сварки		
			Нижнее	Вертикальное снизу вверх	Потолочное
Ручная дуговая покрытыми электродами	УОНИ-13/45А, УОНИ-13/55**	3	100-130	90-120	70-90
		4	150-180	130-160	130-140
	ПТ-30	3	95-125	85-110	80-100
		4	140-170	120-140	110-130
	ЦЛ-25/1	3	80-105	70-90	60-80
		4	110-140	100-120	90-110
	ЗИО-8 ЭА-898/21Б	3	80-100	60-80	60-80
		4	130-150	110-130	110-130
Ручная аргонодуговая неплавящимся электродом*	Св-08Г2С	1,6-2	90-120	80-110	70-100

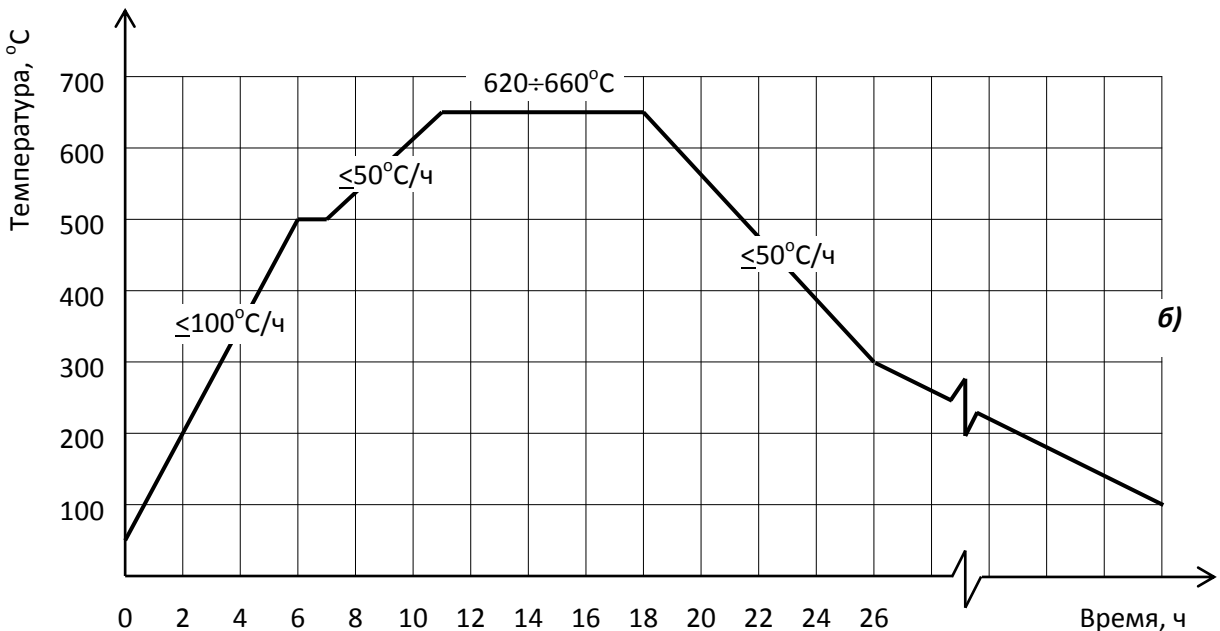
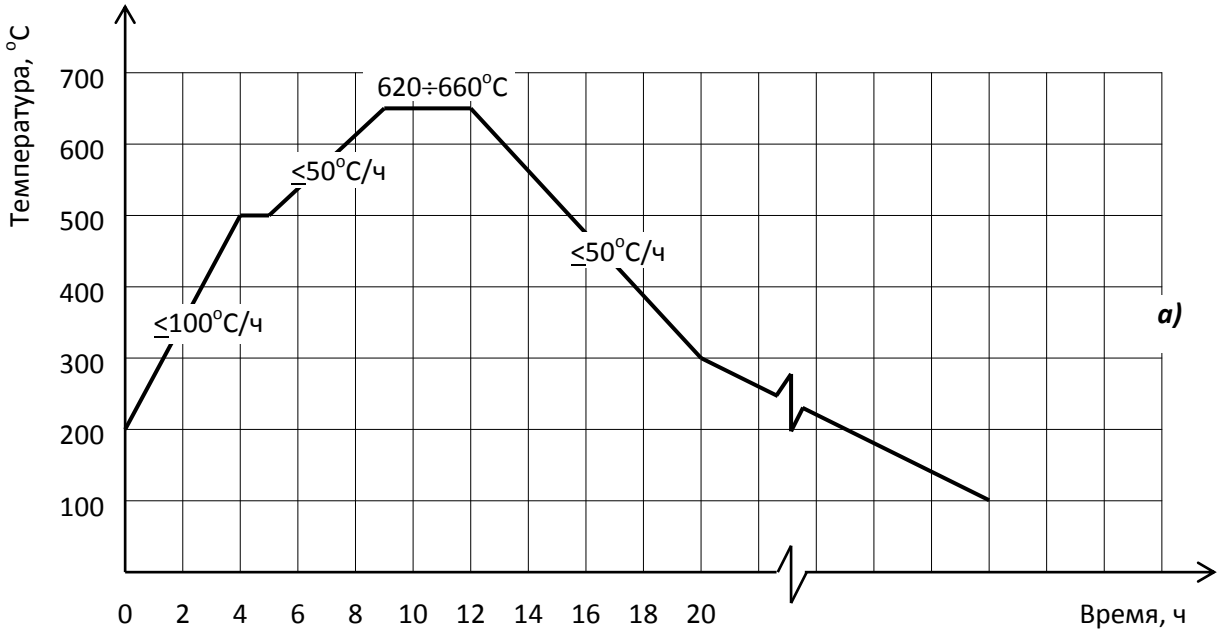
\*-Расход аргона 8-15 л/мин. (выбирается в зависимости от типа горелки, указаний по расходу аргона, содержащихся в инструкции по эксплуатации или в паспорте на горелки).

Качество аргона – не ниже требований ГОСТ 10157.

\*\* - УОНИ (УОНИИ) – два равноправных написания одной марки электродов.

**Приложение Е**  
**(рекомендуемое)**

**Схема режимов отпуска сварных соединений трубопровода Ду 850 ГЦТ  
с патрубком корпуса реактора**



а) — промежуточный отпуск; б) — окончательный отпуск

Рисунок Е.1 – Схема режимов отпуска сварных соединений трубопровода Ду 850  
ГЦТ с патрубком корпуса реактора

**Приложение Ж**  
**(рекомендуемое)**

**Схема режима окончательного высокого отпуска для  
сварных соединений Ду 850 ГЦК с коллекторами парогенератора**

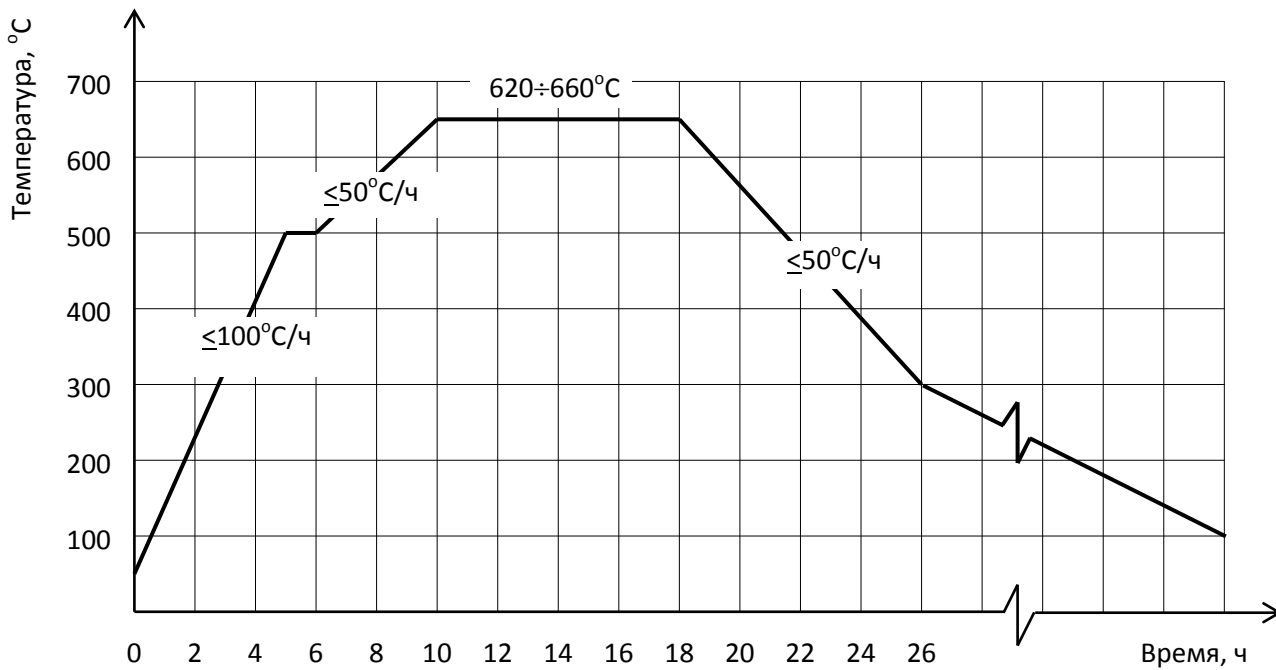


Рисунок Ж.1 – Схема режима окончательного высокого отпуска для сварных соединений Ду 850 ГЦК с коллекторами парогенератора

**Приложение И**  
**(рекомендуемое)**  
**Схема режима высокого отпуска**  
**для сварных соединений Ду 850**

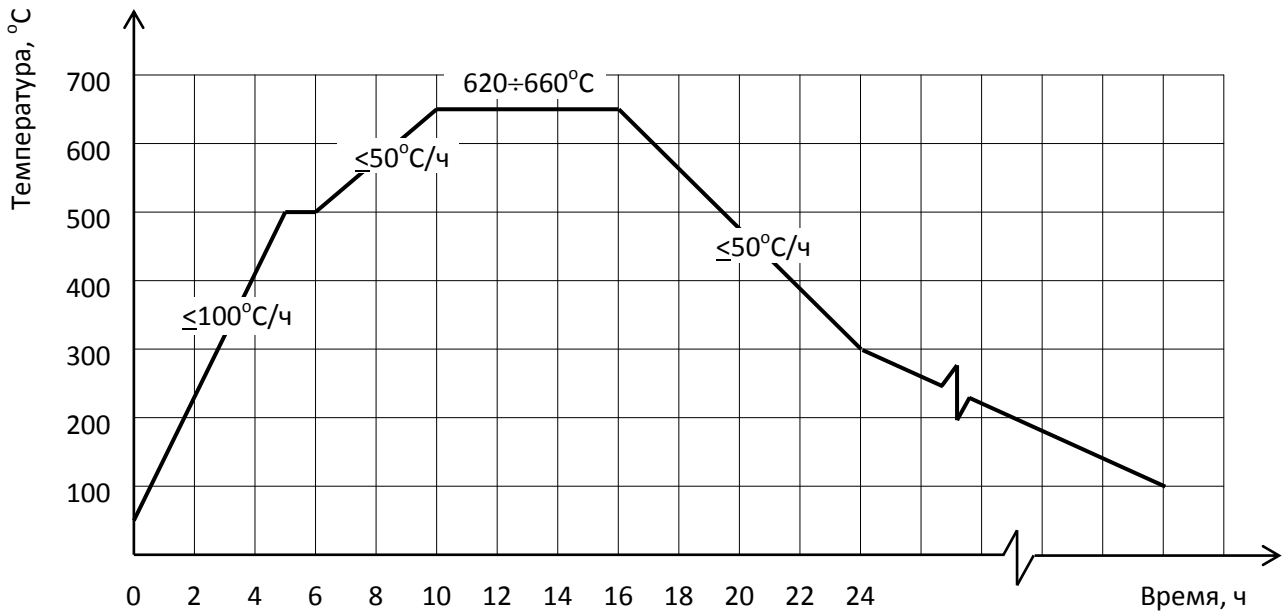


Рисунок И.1 – Схема режима высокого отпуска  
для сварных соединений Ду 850 на стыке «труба-труба», «труба-ГЦНА»

**Приложение К  
(обязательное)  
Схема вырезки образцов**

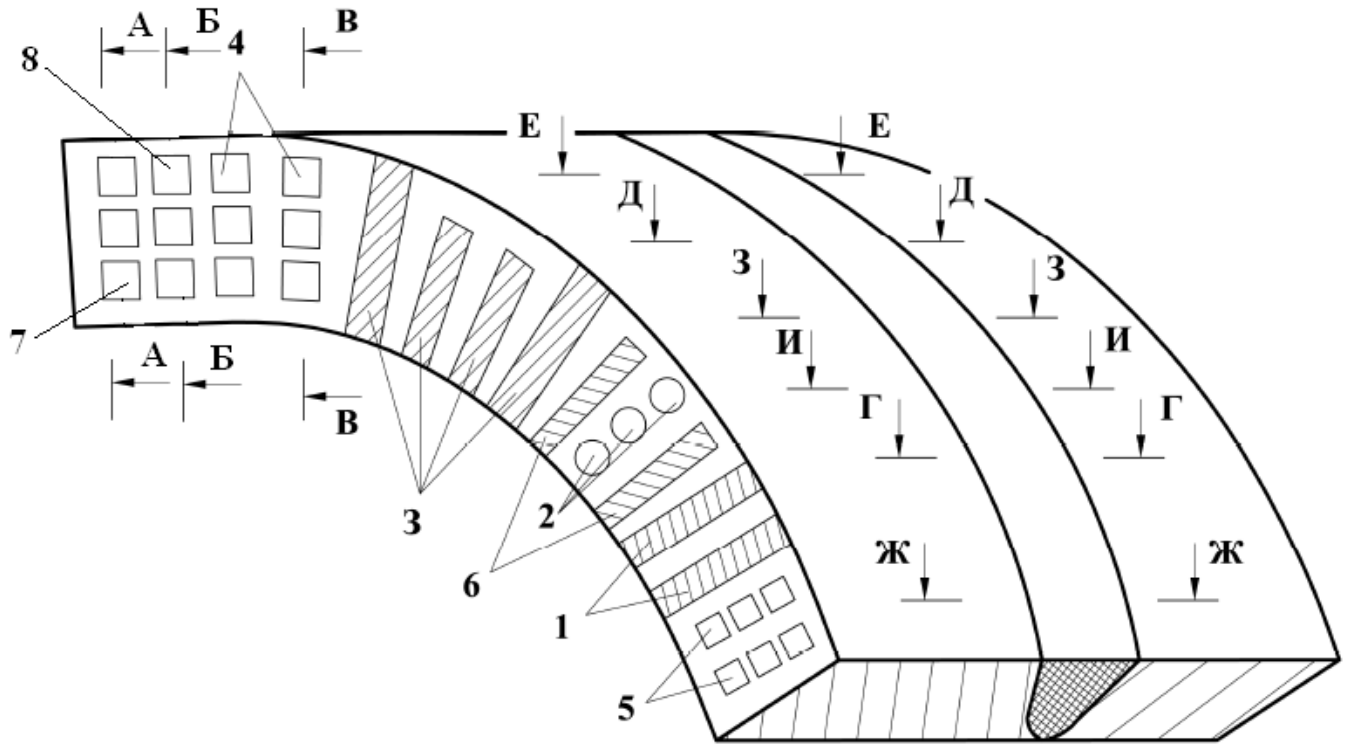
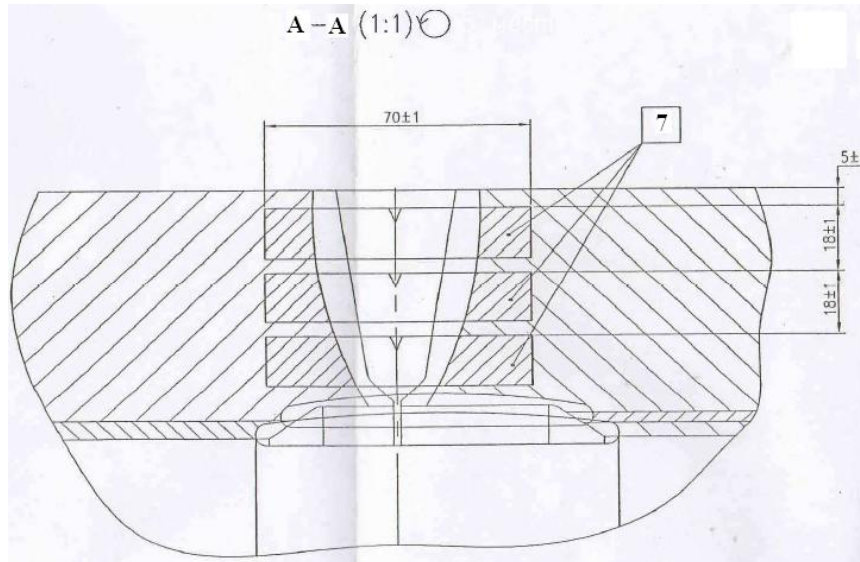


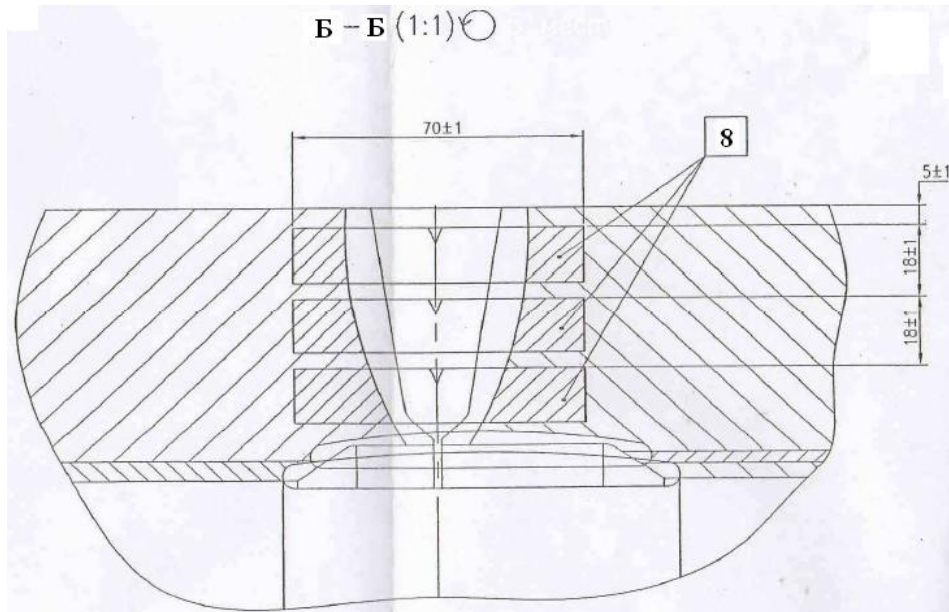
Рисунок К.1 – Схема вырезки образцов



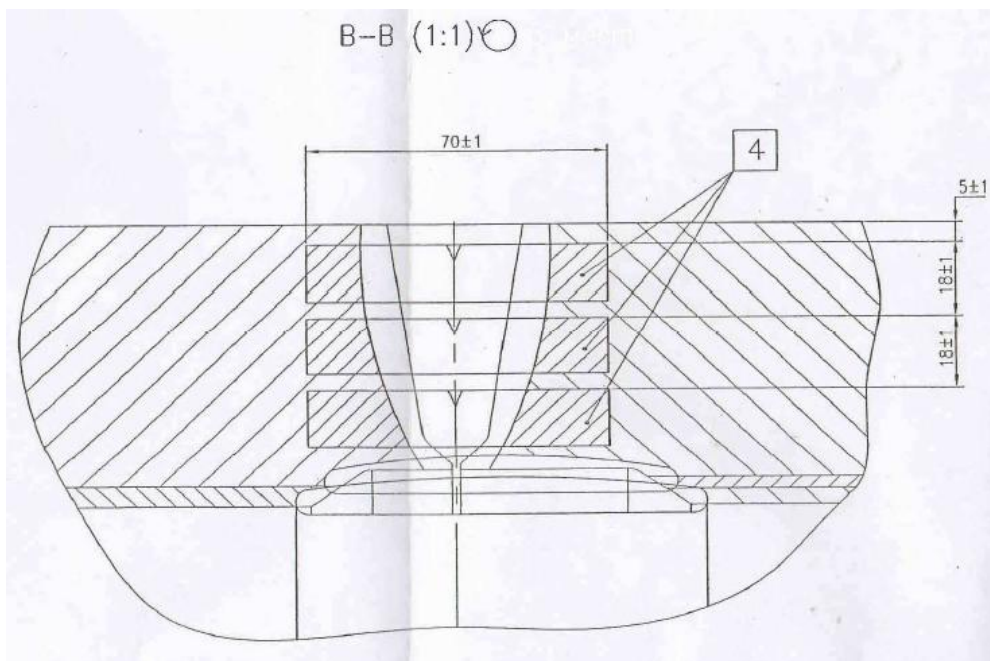
К.2 – Вырез А-А по рисунку К.1



## Приложение К продолжение

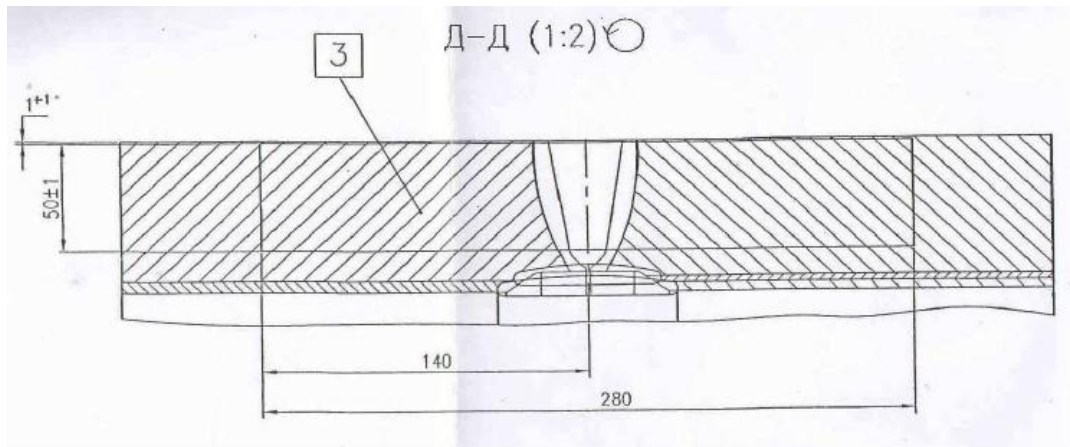


К.3 – Вырез Б-Б по рисунку К.1

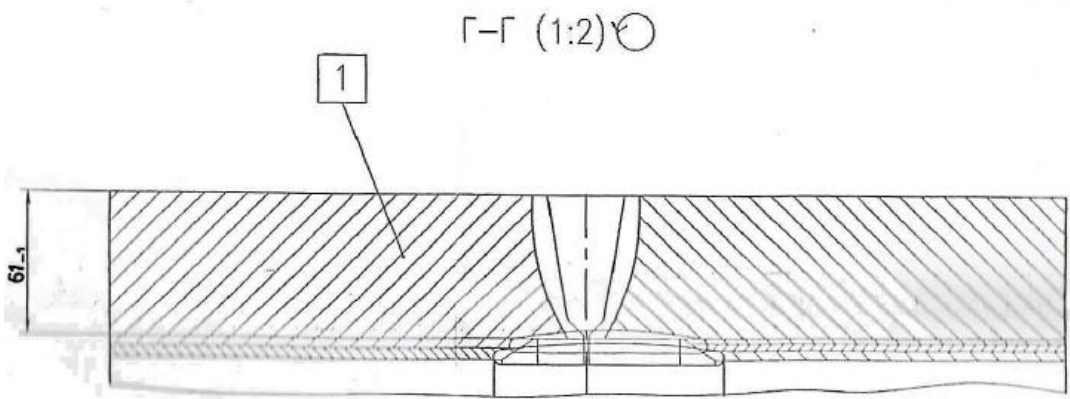


К.4 – Вырез В-В по рисунку К.1

**Приложение К**  
продолжение

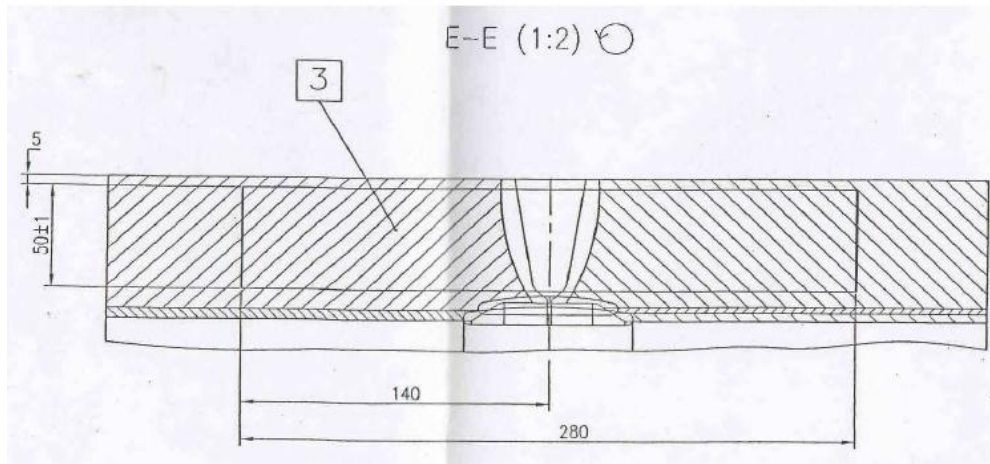


К.5 – Вырез Д-Д по рисунку К.1

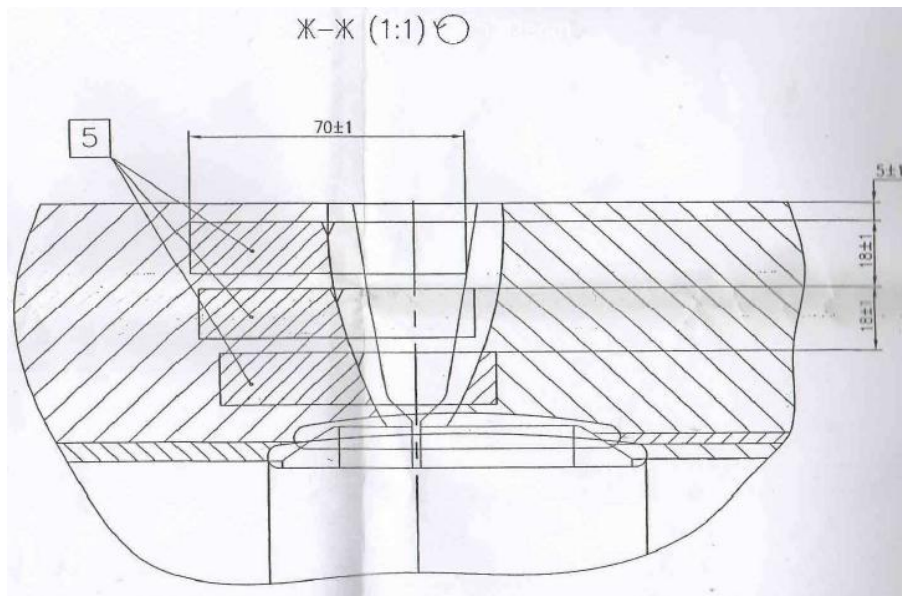


К.6 – Вырез Г-Г по рисунку К.1

## Приложение К продолжение

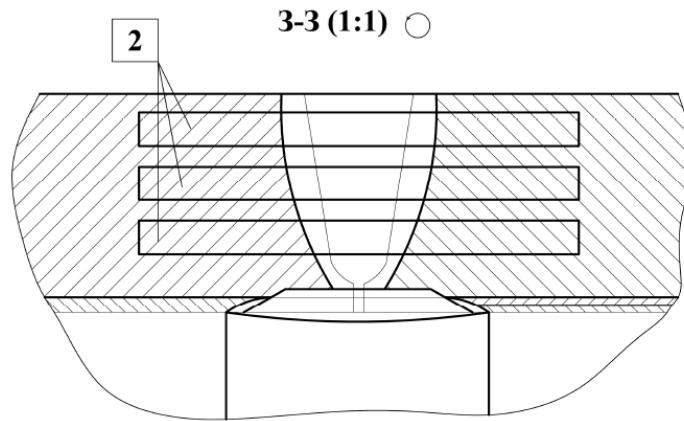


К.7 – Вырез Е-Е по рисунку К.1



К.8 – Вырез Ж-Ж по рисунку К.1

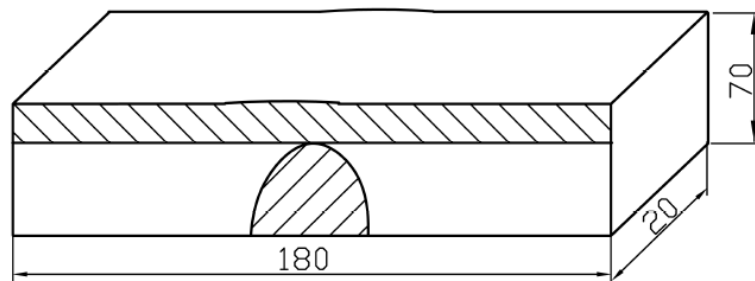
**Приложение К**  
продолжение



К.9 – Вырез 3-3 по рисунку К.1

**И - И**

Металлография



К.10 – Вырез И-И по рисунку К.1

## Приложение К

### продолжение

Виды и необходимое количество образцов для проведения разрушающего контроля КСС при выполнении аттестации технологии сварных соединений ГЦТ и аттестации сварочных материалов

Таблица К.1 – Виды и необходимое количество образцов для проведения разрушающего контроля КСС при выполнении аттестации технологии сварных соединений ГЦТ и аттестации сварочных материалов

Обозначение образца	Наименование образца	Обозначение документа. Тип образца	Количество образцов
1	Образец для испытания сварного соединения на статическое растяжение при температуре $T=20^{\circ}\text{C}$ .	ГОСТ 6996-66 тип XII	2
2	Образец для испытания сварного соединения на статическое растяжение при температуре $T=350^{\circ}\text{C}$	ГОСТ 6996-66 тип V	2
3	Образец для испытания сварного соединения на статический изгиб при температуре $T=20^{\circ}\text{C}$ .	ГОСТ 6996-66 тип XXVI	2
4	Образец для подтверждения критической температуры хрупкости металла шва.	ГОСТ 6996-66 тип IX	6
5	Образец для подтверждения критической температуры хрупкости в зоне сплавления	ГОСТ 6996-66 тип IX	6
6	Образец для металлографических исследований	РД Эо 0282-01	2
7	Образец для испытания сварного соединения на ударную вязкость металла шва при температуре $T=20^{\circ}\text{C}$	ГОСТ 6996-66	3
8	Образец для испытания сварного соединения на ударную вязкость в зоне сплавления при температуре $T=20^{\circ}\text{C}$	ГОСТ 6996-66	3

## Библиография

- |  |  |
|--|--|
| <p>[1] СТО ОПЖТ 19-2012<br/>Типовые методики<br/>ультразвукового контроля<br/>сварных соединений в<br/>металлоконструкциях<br/>железнодорожного подвижного<br/>состава</p>   | <p>Термины и определения</p>   |
| <p>[2] СТО 95.104-2013<br/>Объекты использования<br/>атомной энергии. Разработка<br/>проектов производства работ.<br/>Общие требования</p>   | <p>Объекты использования атомной энергии.<br/>Разработка проектов производства работ.<br/>Общие требования</p>   |
| <p>[3] И-2730.91.03-92<br/>Выполнение контрольных<br/>наплавов и проведение<br/>разрушающего контроля<br/>наплавленного металла при<br/>проверке сварочных<br/>(наплавочных) материалов,<br/>предназначенных для<br/>выполнения антикоррозионных<br/>покрытий оборудования и<br/>трубопроводов АЭУ</p> | <p>Выполнение контрольных наплавов и<br/>проведение разрушающего контроля<br/>наплавленного металла при проверке<br/>сварочных (наплавочных) материалов,<br/>предназначенных для выполнения<br/>антикоррозионных покрытий оборудования<br/>и трубопроводов АЭУ</p> |
| <p>[4] Федеральный закон от<br/>27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ</p>  | <p>Правила противопожарного режима в<br/>Российской Федерации</p>  |
| <p>[5] ППБ АС-2011 Правила<br/>пожарной безопасности при<br/>эксплуатации атомных станций</p>  | <p>Техническая документация. Правила<br/>пожарной безопасности при<br/>эксплуатации атомных станций</p>  |
| <p>[6] Правила технической</p>   | <p>Правила технической эксплуатации</p>  |

эксплуатации электроустановок  
потребителей 2003

электроустановок потребителей

[7] ПЭУ Правила технической  
безопасности при эксплуатации  
электроустановок потребителей  
2004

Правила технической безопасности при  
эксплуатации электроустановок  
потребителей

[8] ПУЭ Правила устройства  
электроустановок 2009

Правила устройства электроустановок

[9] СП 2.6.1.2612-10  
Основные санитарные правила  
обеспечения радиационной  
безопасности

Основные санитарные правила обеспечения  
радиационной безопасности

