

---

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО  
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

---



НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
СТАНДАРТ  
РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р  
XXXXX –  
2019

---

# ЭЛЕМЕНТЫ РЕАКЦИОННЫХ ТРУБЧАТЫХ ПЕЧЕЙ, РАБОТАЮЩИХ ПОД ДАВЛЕНИЕМ. ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

Настоящий проект не подлежит применению до его утверждения



Москва  
Стандартинформ  
2019

## Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Обществом с ограниченной ответственностью «Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт нефтяного машиностроения «ВНИИНЕФТЕМАШ» (ООО «ВНИИНЕФТЕМАШ»);

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 023 «Нефтяная и газовая промышленность»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от \_\_\_\_\_ N \_\_\_\_\_

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок – в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии ([www.gost.ru](http://www.gost.ru))*

© Стандартиформ. 201\_

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

## Содержание

1	Область применения .....
2	Нормативные ссылки .....
3	Основные параметры и размеры радиантных труб, их элементов и коллекторов радиантных труб .....
4	Технические требования .....
4.1	Требования к проектированию радиантных труб, их элементов и коллекторов для реакционных трубчатых печей .....
4.2	Материалы .....
4.3	Трубы .....
4.4	Отводы фасонные .....
4.5	Отливки (тяги, подвески, элементы крепления подвесок) .....
4.6	Штампосварные отводы .....
4.7	Листовой прокат .....
4.8	Сварочные материалы .....
5	Требования к изготовлению .....
5.1	Общие требования к изготовлению .....
5.2	Требования к трубам .....
5.3	Требования к отводам .....
5.4	Требования к листовому прокату .....
5.5	Общие требования к сварке .....
5.6	Рекомендуемые сварочные материалы для изготовления радиантных труб, их элементов и коллекторов радиантных труб .....
5.7	Сварка .....
5.7.1	Специальные требования .....
5.7.2	Технология сварки .....
5.7.3	Требования к качеству сварных соединений .....
5.7.4	Контроль качества сварных соединений .....
5.8	Показатели надёжности .....
6	Приёмка .....
7	Методы контроля .....

8	Комплектность, маркировка, консервация и упаковка .....
8.1	Комплектность .....
8.2	Документация .....
8.3	Маркировка .....
8.4	Консервация .....
8.5	Упаковка .....
9	Транспортирование и хранение .....
10	Требования к эксплуатации .....
11	Требования по безопасности и охране природы .....
12	Гарантии изготовителя .....
	Приложение А (обязательное) Перечень материалов для печных деталей .....
	Приложение Б (справочное) Аналоги марок сталей и сплавов, приведенных в настоящем стандарте .....
	Приложение В (справочное) Аналоги марок сварочных материалов, приведенных в настоящем стандарте .....
	Приложение Г (справочное) Методические указания по определению компетентности изготовителей элементов реакционных трубчатых печей .....
	БИБЛИОГРАФИЯ .....

---

**НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ЭЛЕМЕНТЫ РЕАКЦИОННЫХ ТРУБЧАТЫХ ПЕЧЕЙ, РАБОТАЮЩИХ**  
**ПОД ДАВЛЕНИЕМ. ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ**

---

Elements of reaction tube furnaces working under pressure. Specifications

---

Дата введения – 2019 – –

## **1 Область применения**

Настоящий стандарт распространяется на элементы реакционных трубчатых печей, радиантные трубы и их элементы, коллекторы, а также на опорные, фиксирующие детали, работающие при температурах от плюс 600 до плюс 1160 °С и рабочем давлении до 3,92 Н/мм<sup>2</sup> (40 кгс/см<sup>2</sup>) для высокотемпературных трубчатых печей. К радиантным трубам относятся трубы, работающие в радиационной камере (установок производства этилена, аммиака, водорода, метанола, сероуглерода, винилхлорида и др.) и получающие тепло в основном радиацией от факела горелок или от других источников.

Настоящий стандарт устанавливает общие технические требования к проектированию, изготовлению, технологии сварки, испытанию, приемке и поставке радиантных труб, их элементов и коллекторов радиантных труб для реакционных трубчатых печей и учитывает требования [1], [2], [3] и [4]. Сварка радиантных труб, их элементов и коллекторов радиантных труб должна соответствовать требованиям настоящего стандарта.

## **2 Нормативные ссылки**

ГОСТ 9.014-78 Единая система защиты от коррозии и старения. Временная противокоррозионная защита изделий. Общие требования

ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны

ГОСТ 12.1.018-93 Система стандартов безопасности труда. Пожаровзрывобезопасность статического электричества. Общие требования

ГОСТ 12.2.003-91 Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности

ГОСТ 12.2.062-81 Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Ограждения защитные

---

**Проект, первая редакция**

ГОСТ 12.3.002-2014 Система стандартов безопасности труда. Процессы производственные. Общие требования безопасности

ГОСТ 12.4.021-75 Система стандартов безопасности труда. Системы вентиляционные. Общие требования

ГОСТ 17.2.3.02-2014 Охрана природы. Атмосфера. Правила установления допустимых выбросов вредных веществ промышленными предприятиями

ГОСТ 17.2.3.02-2014 Охрана природы. Атмосфера. Правила установления допустимых выбросов вредных веществ промышленными предприятиями

ГОСТ 550-75 Трубы стальные бесшовные для нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности

ГОСТ 977-88 Отливки стальные. Общие технические условия

ГОСТ 977-88 Отливки стальные. Общие технические условия

ГОСТ 2768-84 Ацетон технический. Технические условия

ГОСТ 3242-79 Соединения сварные. Методы контроля качества

ГОСТ 5582-75 Прокат тонколистовой коррозионно-стойкий, жаростойкий и жаропрочный. Технические условия

ГОСТ 5632-2014 Легированные нержавеющие стали и сплавы коррозионно-стойкие, жаростойкие и жаропрочные. Марки

ГОСТ 5949-75 Сталь сортовая и калиброванная коррозионно-стойкая, жаростойкая и жаропрочная. Технические условия

ГОСТ 6631-74 Эмали марок НЦ-132. Технические условия

ГОСТ 6996-66 Сварные соединения. Методы определения механических свойств

ГОСТ 7350-77 Сталь толстолистовая коррозионно-стойкая, жаростойкая и жаропрочная. Технические условия

ГОСТ 7512-82 Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Радиографический метод

ГОСТ 7769-82 Чугун легированный для отливок со специальными свойствами. Марки

ГОСТ 9940-81 Трубы бесшовные горячедеформированные из коррозионно-стойкой стали. Технические условия

ГОСТ 9941-81 Трубы бесшовные холодно- и тепलोдеформированные из коррозионно-стойкой стали. Технические условия

ГОСТ 10157-2016 Аргон газообразный и жидкий. Технические условия

ГОСТ 10354-82 Пленка полиэтиленовая. Технические условия

ГОСТ 14192-96 Маркировка грузов

ГОСТ 15150-69 Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия

ГОСТ 16037-80 Соединения сварные стальных трубопроводов. Основные типы, конструктивные элементы и размеры

ГОСТ 2246-70 Проволока стальная сварочная. Технические условия

ГОСТ 23949-80 Электроды вольфрамовые сварочные неплавящиеся. Технические условия

ГОСТ 24982-81 Прокат листовой из коррозионно-стойких, жаростойких и жаропрочных сплавов. Технические условия

ГОСТ 25054-81 Поковки из коррозионно-стойких сталей и сплавов. Общие технические условия

ГОСТ 3242-79 Соединения сварные. Методы контроля качества

ГОСТ 5520-79 Прокат листовой из углеродистой, низколегированной и легированной стали для котлов и сосудов, работающих под давлением. Технические условия

ГОСТ 6032-2003 Стали и сплавы коррозионно-стойкие. Методы испытаний на стойкость к межкристаллитной коррозии

ГОСТ 6996-66 Сварные соединения. Методы определения механических свойств

ГОСТ 7512-82 Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Радиографический метод

ГОСТ 8026-92 Линейки поверочные. Технические условия

ГОСТ 9467-75 Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки конструкционных и теплоустойчивых сталей. Типы

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

ГОСТ 9940-81 Трубы бесшовные горячедеформированные из коррозионно-стойкой стали. Технические условия

ГОСТ 9941-81 Трубы бесшовные холодно- и теплодеформированные из коррозионно-стойкой стали. Технические условия

ГОСТ 10145-81 Металлы. Метод испытания на длительную прочность

ГОСТ 10157-2016 Аргон газообразный и жидкий. Технические условия

ГОСТ 33259-2015 Фланцы арматуры, соединительных частей и трубопроводов на номинальное давление до PN 250. Конструкция, размеры и общие технические

требования

ГОСТ 18442-80 Контроль неразрушающий. Капиллярные методы. Общие требования

ГОСТ 19903-2015 Прокат листовой горячекатаный. Сортамент

ГОСТ 19904-90 Прокат листовой холоднокатаный. Сортамент

ГОСТ 23949-80 Электроды вольфрамовые сварочные неплавящиеся. Технические условия

ГОСТ 24982-81 Прокат листовой из коррозионностойких, жаростойких и жаропрочных сплавов. Технические условия

ГОСТ 25054-81 Поковки из коррозионно-стойких сталей и сплавов. Общие технические условия

ГОСТ 26877-2008Metalлопродукция. Методы измерений отклонений формы

ГОСТ Р 15.000-2016 Система разработки и постановки продукции на производство. Основные положения

ГОСТ Р 15.301-2016 Система разработки и постановки продукции на производство. Продукция производственно-технического назначения. Порядок разработки и постановки продукции на производство

ГОСТ Р 53525-2009 Координация в сварке. Задачи и обязанности

ГОСТ Р 53682-2009 (ИСО 13705:2006) Установки нагревательные для нефтеперерабатывающих заводов. Общие технические требования

ГОСТ Р 53892-2010 Руководство по оценке компетентности менеджеров проектов. Области компетентности и критерии профессионального соответствия

ГОСТ Р 53526-2009 Персонал, выполняющий сварку. Аттестационные испытания операторов сварки плавлением и наладчиков контактной сварки для полностью механизированной и автоматической сварки металлических материалов

ГОСТ Р 53690-2009 Аттестационные испытания сварщиков. Сварка плавлением. Часть 1. Стали

ГОСТ Р 54790-2011 Испытания разрушающие сварных швов металлических материалов. Испытания на сопротивляемость образованию горячих трещин в сварных соединениях. Процессы дуговой сварки. Часть 3. Испытания с приложением внешней нагрузки

ГОСТ Р 55682.3-2017 Котлы водотрубные и котельно-вспомогательное оборудование. Часть 3. Конструирование и расчет узлов, работающих под давлением

ГОСТ Р 55682.4-2017 Котлы водотрубные и котельно-вспомогательное оборудо-

дование. Часть 4. Расчет в процессе эксплуатации предполагаемого срока службы котла

ГОСТ Р 55682.5-2017 Котлы водотрубные и котельно-вспомогательное оборудование. Часть 5. Конструктивное исполнение и технология производства частей котла, работающих под давлением

ГОСТ Р 55682.6-2017 Котлы водотрубные и котельно-вспомогательное оборудование. Часть 6. Контроль и испытания в процессе изготовления, документация и маркировка деталей котла, работающих под давлением

ГОСТ Р 56143-2014 Испытания разрушающие сварных швов металлических материалов. Испытания на сопротивляемость образованию холодных трещин в сварных соединениях. Процессы дуговой сварки. Часть 3. Испытания с приложением внешней нагрузки

ГОСТ Р ИСО 3834-1-2007 Требования к качеству выполнения сварки плавлением металлических материалов. Часть 1. Критерии выбора соответствующего уровня требований

ГОСТ Р ИСО 3834-2-2007 Требования к качеству выполнения сварки плавлением металлических материалов. Часть 2. Всесторонние требования к качеству

ГОСТ Р ИСО 3834-3-2007 Требования к качеству выполнения сварки плавлением металлических материалов. Часть 3. Стандартные требования к качеству

ГОСТ Р ИСО 4063-2010 Сварка и родственные процессы. Перечень и условные обозначения процессов

ГОСТ Р ИСО 8501-1-2014 Подготовка стальной поверхности перед нанесением лакокрасочных материалов и относящихся к ним продуктов. Визуальная оценка чистоты поверхности. Часть 1. Степень окисления и степени подготовки непокрытой стальной поверхности и стальной поверхности после полного удаления прежних покрытий

ГОСТ Р ИСО 9001-2015 Системы менеджмента качества. Требования

ГОСТ Р ИСО 15607-2009 Технические требования и аттестация процедур сварки металлических материалов. Общие правила

ГОСТ Р ИСО 15609-1-2009 Технические требования и аттестация процедур сварки металлических материалов. Технические требования к процедуре сварки. Часть 1. Дуговая сварка

ГОСТ Р ИСО 15610-2009 Технические требования и аттестация процедур сварки металлических материалов. Аттестация, основанная на испытанных сварочных материалах

ГОСТ Р ИСО 15611-2009 Технические требования и аттестация процедур сварки металлических материалов. Аттестация, основанная на опыте ранее выполненной сварки

ГОСТ Р ИСО 15612-2009 Технические требования и аттестация процедур сварки металлических материалов. Аттестация путем принятия стандартной процедуры сварки

ГОСТ Р ИСО 15613-2009 Технические требования и аттестация процедур сварки металлических материалов. Аттестация, основанная на предпроизводственном испытании сварки

ГОСТ Р ИСО 17641-1-2011 Испытания разрушающие сварных швов металлических материалов. Испытания на сопротивляемость образованию горячих трещин в сварных соединениях. Процессы дуговой сварки. Часть 1. Общие положения

ГОСТ Р ИСО 17641-2-2012 Испытания разрушающие сварных швов металлических материалов. Испытания на сопротивляемость образованию горячих трещин в сварных соединениях. Процессы дуговой сварки. Часть 2. Испытания с естественной жесткостью

ГОСТ Р ИСО 17642-1-2011 Испытания разрушающие сварных швов металлических материалов. Испытания на сопротивляемость образованию холодных трещин в сварных соединениях. Процессы дуговой сварки. Часть 1. Общие положения

ГОСТ Р ИСО 17642-2-2012 Испытания разрушающие сварных швов металлических материалов. Испытания на сопротивляемость образованию холодных трещин в сварных соединениях. Процессы дуговой сварки. Часть 2. Испытания с естественной жесткостью

ГОСТ Р ИСО 17662-2017 Сварка. Калибровка, верификация и валидация оборудования, применяемого для сварки, включая вспомогательные операции

ГОСТ ИСО/МЭК 17025-2009 Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий

**Примечание** – При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов. Если ссылочный стандарт заменён (изменён), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться заменяющим (изменённым) стандартом. Если ссылочный стандарт отменён без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

### 3 Основные параметры и размеры радиантных труб, их элементов и коллекторов радиантных труб

3.1 Основные параметры и размеры радиантных труб и коллекторов должны соответствовать указанным в таблице 1.

Т а б л и ц а 1 – Основные параметры и размеры труб

Параметр	Величина показателя
Температура стенки труб рабочая, °С	от плюс 600 до плюс 1160
Давление рабочее, Н/мм <sup>2</sup> , не более	3,92
Поверхность теплообмена, м <sup>2</sup>	расчётная
Диаметр труб, мм:	
- центробежнолитые	от 85 до 320
- деформированные	от 25 до 224
Длина труб, м	расчетная
П р и м е ч а н и е – в обоснованных случаях, подтвержденных прочностными расчетами с учетом агрессивности среды, допускается использование труб других размеров и на другие параметры эксплуатации	

3.2 Для радиантных труб и коллекторов следует применять трубы с наружными диаметрами (мм):

70	93	106	123	138	168	320
76	95	114	125	140	175	
85	104	118	132	158	224	
90	105	122	135	159	284	

Примечание – По требованию заказчика допускается изготовление радиантных труб и коллекторов других наружных диаметров.

3.3 Для соединения труб змеевика в реакционных трубчатых печах следует применять фасонные изделия (литые отводы по ГОСТ Р 53682, ГОСТ 977, [5], [6], гнутые отводы по [7] и штампосварные отводы по [8]) следующих размеров:

Отводы 90° и 180°

70×6,4	93×6,4	114×9,0	123×7,5	138×6,0
76×6,5	95×9,5	114×9,5	125×9,5	138×9,0
85×6,4	104×7,5	114×14,0	134×13,0	159×9,5
85×8,0	105×8,2	118×8,0	135×15,0	168×13,0

Примечание – По требованию заказчика допускается изготовление отводов других размеров. Пределы применения фасонных изделий определяются расчетным путём.

3.4 Тип и размеры отводов для реакционных трубчатых печей должны соответствовать проектно-конструкторской документации (на каждую печь), утвержденной в установленном порядке.

3.5 Основные параметры и размеры гнутых отводов должны соответствовать [7].

Предельные отклонения размеров отводов не должны превышать величин, указанных в таблице 2.

Т а б л и ц а 2 – Предельные отклонения размеров отводов

Проход условный, Ду, мм	Предельные отклонения, мм	
	от плоскостности и расположения торцов	от размера межосевого расстояния
до 125	1,0	± 2,0
от 125 до 200	1,5	± 3,0
П р и м е ч а н и я		
1 Предельные отклонения наружного диаметра отводов не должны быть более установленных для наружного диаметра труб (Дн) по ГОСТ 9940 и ГОСТ 9941;		
2 Толщина стенки на торцах отводов не должна быть меньше ее номинального значения;		
3 Овальность отводов в неторцовых сечениях должна быть не более 0,04×Дн;		
4 При дополнительной обработке и расточке торцов отводов должен быть обеспечен плавный переход от большей толщины к меньшей под углом (15 ± 2)°.		

3.5.1 Допускается приварка к выпуклой наружной поверхности гнутого отвода элементов крепления при условии проведения расчета на прочность и положительных результатов контроля качества сварного соединения.

3.6 Основные параметры и размеры штамповарных отводов должны соответствовать [8].

Предельные отклонения размеров и формы штамповарных отводов не должны превышать величин, указанных в таблице 3.

Т а б л и ц а 3 – Предельные отклонения размеров и формы штамповарных отводов

Наружный диаметр отвода Дн, мм	Предельные отклонения, мм		
	наружного диаметра торцов	от плоскостности и расположения торцов	от размера межосевого расстояния
от 45 до 57	± 0,8	0,8	± 2,0
от 76 до 108	± 1,6	1,0	
от 133 до 219	± 2,4	1,6	± 3,0
от 273 до 325	± 4,0	2,4	± 4,0

Окончание таблицы 3

**П р и м е ч а н и я**

1 Отклонения наружного диаметра в неторцовых сечениях должны быть в пределах  $\pm 3,5\%$  номинального значения.

2 Толщина стенки отводов должна быть не менее 85% номинального размера.

3 Овальность отводов  $Q$  в любом сечении должна быть не более 6% и определяется по формуле:

$$Q = \frac{D_H^{MAX} - D_H^{MIN}}{D_H} \times 100\% , \text{ где } D_H^{MAX}, D_H^{MIN}, D_H - \text{соответственно максимальный, мини-}$$

мальный и номинальный наружные диаметры в одном поперечном сечении.

4 Форма кромок соединительных концов отводов должна соответствовать ГОСТ 16037: типу С2 при  $S \leq 5$  мм, типу С17 при  $S > 5$  мм.

**4 Технические требования**

4.1 Требования к проектированию радиантных труб, их элементов и коллекторов для реакционных трубчатых печей

4.1.1 Конструкция радиантных труб, их элементов и коллекторов радиантных труб должна быть технологичной при изготовлении, монтаже и эксплуатации.

4.1.2 По конструкции радиантные трубы и коллекторы могут быть изготовлены из центробежнолитых или деформированных труб с необходимыми дополнительными элементами (фасонные отливки, поковки, гнутые и штампованные отводы, фланцы, бобышки и др.) по настоящему стандарту и [9]; [10] – на центробежнолитые трубы, [11] – на деформированные трубы, [12] – на кованую трубную заготовку, ГОСТ 25054 – на поковки, [5]; [6]; ГОСТ Р 53682; ГОСТ 977 – на фасонные отливки, [7] – на гнутые отводы, [8] – на штампованные отводы, [13] – на сварочную проволоку, [14] – на прокат листовой.

4.1.3 При наличии технической возможности и по согласованию с заказчиком необходимо осуществлять проектирование из габаритных поставочных блоков.

4.1.4 Оптимальная масса поставочного блока печи – 15 т.

При формировании поставочных блоков большей массы их масса должна быть согласована с заказчиком и монтажной организацией.

4.1.5 Строповые устройства поставочных блоков печи предусматриваются в рабочем проекте. Строповые устройства или элементы, предназначенные для строповки, должны быть рассчитаны на фактическую монтажную массу поставочного блока.

4.1.6 В техническом проекте следует предусматривать узлы уплотнения в местах прохода радиантных труб через стены, свод и под печи.

4.1.7 В техническом проекте должен быть расчёт на прочность радиантных труб

и их элементов, а также указано расчетное давление и температура стенки радиантных труб.

4.1.8 Элементы крепления радиантных труб и коллекторов (кронштейны, подвески, тяги, упоры и др.) могут быть запроектированы кованными, из листового проката, литыми или сварными. Форма и размеры элементов крепления должны соответствовать чертежам технического проекта.

4.1.9 В техническом проекте на радиантные трубы и коллекторы должны быть отражены условия поставки в зависимости от конструкции печи. Радиантные трубы и коллекторы могут поставляться:

- россыпью – отдельно трубы, отводы, решетки, бобышки;
- «костылями» – к трубе приварен отвод на 180°, 90°;
- «шпильками» – две трубы, соединенные отводами на 180° или 90°;
- трубы в сборе совместно с элементами крепления или без них;
- секциями – несколько труб, соединенных отводами на 180°, совместно с элементами крепления или без них, или несколько труб, соединенных коллектором.

## 4.2 Материалы

4.2.1 Материал элементов крепления радиантных труб и коллекторов выбирается в зависимости от нагруженности детали, ее рабочей температуры, состава газовой среды, способа изготовления (поковка, листовая прокат, литье или сварка).

4.2.2 Требования к материалам, виды их испытаний, пределы и условия применения должны удовлетворять данным таблиц А.1 – А.8 (приложение А).

4.2.3 В технически обоснованных случаях допускается применение сварных соединений из сталей разных структурных классов.

4.2.4 Качество и характеристика применяемых материалов должны быть подтверждены сертификатами предприятий – поставщиков материалов. При отсутствии сертификатов испытания материалов производятся на предприятии-изготовителе радиантных труб в соответствии с требованиями стандартов или технических условий на данный материал.

4.2.5 Если в стандарте и технических условиях на материалы не указаны вид и требования испытаний, предусмотренные в таблицах А.1 – А.7 (см. приложение А), то эти требования должны быть указаны в технической документации на реакционное оборудование.

4.2.6 Пуск, остановка и испытание радиантных труб и коллекторов на герметичность в зимнее время следует проводить в соответствии с регламентом, входящим в

состав технической документации конкретной печи и [3], [4].

#### 4.3 Трубы

4.3.1 Марки сталей и сплавов радиантных труб для трубчатых реакционных печей должны применяться в соответствии с таблицами А.2, А.3 (см. приложение А).

#### 4.4 Отводы фасонные

4.4.1 Марки сталей и сплавов литых отводов и гнутых отводов, используемых при изготовлении радиантных труб реакционных трубчатых печей должны применяться в соответствии с таблицами А.4, А.5 (см. приложение А).

#### 4.5 Отливки (тяги, подвески, элементы крепления подвесок)

4.5.1 Качество поверхности отливок должно соответствовать требованиям настоящего стандарта, ГОСТ 977 и техническим условиям, утверждённым в установленном порядке.

4.5.2 На поверхности отливок, подлежащих механической обработке, допускаются без исправления поверхностные дефекты в виде раковин, спаев, утяжин, плен и других дефектов, если глубина залегания дефекта не превышает  $2/3$  припуска на механическую обработку.

4.5.3 Дефекты отливок, влияющие на прочность и ухудшающие их товарный вид, подлежат исправлению. Виды, количество, размеры и расположение дефектов, подлежащих исправлению, а также способы их исправления определяются соответствующими техническими условиями и чертежами на детали из отливок.

4.5.4 Отливки из высоколегированных, коррозионностойких и жаропрочных сталей и сплавов подвергаются контролю макро и микроструктуры при наличии требований в технических условиях или проектах.

#### 4.6 Штамповарные отводы

4.6.1 Марки сталей и сплавов штамповарных отводов для трубчатых реакционных печей должны применяться в соответствии с таблицей А.6 (см. приложение А).

4.6.2 Листовая сталь и сварочные материалы для изготовления отводов (калачей) должны иметь сертификат, удостоверяющий их качество. В сертификатах на сварочные материалы должны быть указаны марки и химический состав, а на электроды (св. проволоку), кроме того, химический состав наплавленного металла, значения показателей механических и специальных свойств металла шва или наплавленного металла, являющихся приемо-сдаточными характеристиками.

#### 4.7 Листовой прокат

4.7.1 Коррозионностойкая, жаростойкая и жаропрочная сталь по ГОСТ 7350 и [14] должна быть заказана горячекатаной, термически обработанной, и в зависимо-

сти от условий применения выбирается по таблице А.8 (см. Приложение А).

#### 4.8 Сварочные материалы

4.8.1 Применяемые сварочные материалы должны удовлетворять требованиям действующей нормативно-технической документации и иметь Свидетельства об аттестации установленного образца.

4.8.2 Сварочные материалы для сварки центробежнолитых и деформированных труб (а также соединительных элементов) в зависимости от условий применения выбираются по таблице А.7 (см. приложение А).

4.8.3 Сварочные материалы по химическому составу, включая химический состав металла шва или наплавленного металла, механическим свойствам должны удовлетворять требованиям действующих стандартов и технических условий, что должно подтверждаться сертификатами предприятий – поставщиков материала. При отсутствии сертификатов сварочные материалы должны проверяться на соответствие требованиям стандартов или технических условий на предприятии – изготовителе радиантных труб.

4.8.4 Механические испытания металла шва (испытание на растяжение), присадочного материала или наплавленного металла должны производиться на образцах по ГОСТ 6996.

4.8.5 При получении неудовлетворительных результатов испытания разрешается проведение повторных испытаний на удвоенном количестве образцов. При получении неудовлетворительных результатов повторных испытаний сварочные материалы бракуются.

4.8.6 В паспорт радиантной трубы, ее элементов и коллекторов должны быть занесены номера партий и плавок электродов и сварочной проволоки, применяемых для данного изделия. Сертификаты и результаты испытаний сварочных материалов, если такие проводились, должны храниться на предприятии–изготовителе не менее срока службы радиантных труб.

### **5 Требования к изготовлению**

#### 5.1 Общие требования к изготовлению

5.1.1 Радиантные трубы, их элементы и коллекторы радиантных труб для реакционных трубчатых печей должны изготавливаться в соответствии с требованиями настоящего стандарта и технической документации, утверждённой в установленном порядке. Технология сварки должна быть аттестована, по результатам которой должно быть выдано Свидетельство об аттестации технологии сварки установлен-

ного образца.

5.1.2 На предприятии–изготовителе радиантных труб и коллекторов материалы до запуска в производство должны приниматься отделом технического контроля. При этом проверяется соответствие материалов требованиям чертежа, настоящего стандарта, и технических условий на них.

5.1.3 Предельные отклонения размеров механически обрабатываемых деталей не должны превышать: H14 – для отверстий, h14 – валов,  $\pm \frac{IT14}{2}$  – прочих, если в чертежах или нормативно – технической документации не указан иной класс точности. Оси резьбовых отверстий деталей должны быть перпендикулярны к опорным поверхностям. Неперпендикулярность не должна быть более 0,8 мм на 100 мм, если не оговорены иные требования.

5.1.4 На рабочей поверхности труб, фасонных деталей не допускаются риски, забоины, царапины и другие дефекты, глубина которых превышает минусовые предельные отклонения, предусмотренные настоящим стандартом или техническими условиями.

5.1.5 Подготовка кромок частей трубных элементов под сварку необходимо выполнять механическим способом в соответствии с требованиями проектно-конструкторской документации.

5.1.6 Кромки подготовленных под сварку труб и механически обработанная поверхность труб на расстоянии не менее 20 мм от кромки должны быть зачищены до металлического блеска, обезжирены и подвергнуты контролю. Контроль на отсутствие дефектов, оговорённых в технических условиях на центробежнолитые трубы, деформированные трубы, фасонные отливки и отводы включает: визуальный осмотр (невооружённым глазом или с помощью лупы от 4 до 6 кратного увеличения), капиллярную (цветную) дефектоскопию по ОСТ 26-5 (класс дефектности – 2) и рентгенопросвечивание.

5.1.7 Дефекты, выявленные методом цветной дефектоскопии, допускается исправлять абразивным камнем с последующим повторным контролем исправленных мест цветной дефектоскопией.

Зачистка при этом не должна выводить толщину стенки за пределы расчетной толщины. При получении неудовлетворительного результата после повторного контроля, кромки, подготовленные под сварку, бракуются. Указанный дефект устраняется путем вырезки участка трубы с дефектами

5.1.7.1 Для труб исправление дефектов заваркой не допускается.

5.1.7.2 Для листовой стали заварка дефектов допускается с согласия потребителей по технологии, согласованной с организацией, имеющей в своем составе (или по договору субподряда) аттестованных специалистов по проведению работ по проектированию, изготовлению, технологии сварки, испытанию, приемке и поставке радиантных труб и их элементов, а также располагающей комплектом устройств, приборов и оборудования в количестве, необходимом для обеспечения проведения этих работ (далее по тексту – специализированная организация).

Примечание – Специализированная организация несёт всю полноту ответственности за поручение работ компетентным субподрядным организациям.

5.1.7.3 Исправление заваркой дефектов на отводах и отливках должно осуществляться в соответствии с техническими условиями на указанные изделия.

5.1.7.4 Недопустимые дефекты, выявленные при рентгенопросвечивании труб, устраняются путем вырезки участка трубы с дефектами. Листовая сталь, отводы и отливки, имеющие недопустимые дефекты, считаются забракованными.

5.1.8 Форма подготовки кромок и зазор между стыкуемыми кромками деталей, подлежащих сварке, должны соответствовать требованиям чертежей, действующих стандартов и инструкций на сварку.

Чистота подготовленных под сварку поверхностей должна отвечать требованиям, предъявляемым к поверхностям для последующего проведения капиллярной (цветной) дефектоскопии согласно [15] (шероховатость  $R_a 5$ ).

5.1.9 Методы сборки элементов под сварку должны обеспечивать правильное взаимоположение сопрягаемых элементов и свободный доступ к выполнению сварочных работ и контролю в последовательности, предусмотренной технологическим процессом на сварку.

5.1.10 В рабочих чертежах деталей и узлов должны быть указаны шифры, место и метод маркировки данных узлов и деталей.

5.1.11 Сварщик может приступить к сварке после установления контролёром ОТК правильности сборки и зачистки всех поверхностей деталей, подлежащих сварке.

5.1.12 Различие по внутреннему диаметру стыкуемых труб не должно превышать 1 мм. При большем различии – концы труб с меньшим внутренним диаметром должны быть проточены по внутренней поверхности с учетом скоса не более  $20^\circ$ . При этом толщина стенки труб после проточки не должна быть меньше расчётной.

5.1.13 Предельные отклонения размеров труб должны соответствовать требованиям чертежа.

5.1.14 Применение остающихся подкладных колец при сварке трубных элементов не допускается.

## 5.2 Требования к трубам

Радиантные трубы и коллекторы радиантных труб должны быть изготовлены из центробежнолитых или деформированных труб.

5.2.1 Центробежнолитые трубы должны быть изготовлены по [9]; [10] (см. приложение А, таблица А.2). При этом, металл должен выплавляться в индукционных печах с основной или нейтральной футеровкой. В индукционных печах в процессе выплавки должна использоваться чистая, первородная шихта и запрещается в целях дошихтовки использование металлической стружки в любом виде (спрессованном, переплавленном и др.), а также лома металла, бывшего в эксплуатации. В целях дошихтовки допускается использование обрезки и лома высококачественного стального проката не бывших в эксплуатации, а также бросовых концов, не бывших в эксплуатации центробежнолитых труб (от заливочной и незаливочной стороны) в объеме, не превышающем 20% от общего объема плавки. Технология изготовления центробежнолитых труб конкретных типоразмеров (технология выплавки и разливки конкретной марки стали и сплава, а также технология сварки и термообработки) разрабатывается заводом-изготовителем.

5.2.1.1 Химический состав и механические свойства металла труб должны соответствовать требованиям [9]; [10]. Зарубежные аналоги сталей и сплавов, приведены в Приложении Б. Право изготовления труб (и фасонных отливок) из иностранных марок сталей и сплавов по иностранным стандартам должно быть подтверждено уполномоченными сертификационными фирмами, специализирующимися на сертификации систем управления и квалификации персонала и продукции в соответствии с международными стандартами по итогам ежегодного сертификационного аудита. При этом предприятие-изготовитель по итогам этого сертификационного аудита должно иметь сертификаты соответствия установленного образца, предоставляющие право на изготовление труб (отливок) конкретных размеров из конкретных иностранных марок сталей и сплавов в течение конкретного периода времени. Кроме того, сертифицированные изделия должны соответствовать требованиям настоящего стандарта.

5.2.1.2 Термообработка труб из сталей 20Х25Н20С, 45Х25Н20С, 45Х25Н20С2Б, 45Х25Н20С2, 35Х24Н24Б и сплавов 10Х20Н33Б, 10Х23Н34БСТЦ, 15Х25Н37Б, 45Х25Н35БС, 45Х25Н35БСТЦ, 45Х28Н49В5С, 45Х35Н46БСТЦ, 50Х25Н35С2Б, 50Х25Н35В5К15С не требуется. Режимы термообработки труб из сталей 10Х18Н9,

03X17H14M3, 10X18H11Б, 20X5М, 20ЮЧ, 20X13 и сплавов 05X20H32Т, 10X20H32ТЮ, 06ХН28МДТ, 01X15H57В4М16К2, 05X22H42М2Т1Ю, 10X20H60Б4К1М9, 10X20H68Б3ГЗКТ, 10X22H45К15М9ТЮ указываются в проектно-конструкторской документации. Допускается проводить термическую обработку по режимам завода-изготовителя при условии обеспечения механических и специальных свойств, оговоренных в ТУ на изделия.

5.2.1.3 Трубы должны поставляться механически обработанными по внутреннему диаметру. По наружному диаметру трубы могут поставляться с обработкой и без механической обработки. Размеры обработанных труб должны соответствовать требованиям чертежа.

5.2.1.3.1 Наружная поверхность трубных заготовок после отливки подвергается дробеструйной обработке сечкой из нержавеющей проволоки любой марки диаметром от 1,2 до 2,0 мм. Шероховатость наружной поверхности трубных заготовок при этом не должна превышать 0,8 мм.

5.2.1.3.2 Трубы поставляются наружным диаметром от 85 до 328 мм и толщиной от 6 до 35 мм.

5.2.1.3.3 Припуск на обработку по внутренней поверхности литой заготовки – 5 мм.

5.2.1.3.4 Литые заготовки наружным диаметром от 224 до 328 мм должны иметь припуск на механическую обработку по внутренней поверхности – 8 мм. Столбчатость макроструктуры литых заготовок наружным диаметром от 224 до 328 мм не регламентируется.

5.2.1.3.5 Допуск по внутреннему диаметру механически обработанной трубы составляет  $\begin{matrix} +0 \\ -2 \end{matrix}$  мм, а на расстоянии от 30 до 50 мм от концов трубы -  $\begin{matrix} +0 \\ -1 \end{matrix}$  мм. Допускается расточка под углом 15° с выходом на наружный диаметр с торца.

Примечание – допускается поставка труб размерами, выходящими за пределы указанных.

5.2.1.4 В макроструктуре трубных заготовок не должно быть трещин, спаев, шлаковых и др. включений. Протяженность зоны столбчатых кристаллов в макроструктуре труб должна составлять не менее 50% от толщины стенки труб. Определение протяженности зоны столбчатых кристаллов производится на нетравленных темплетях, выбираемых от незаливочного конца каждой трубной заготовки. Наличие шлаковых включений и скоплений пор определяется на травленных поперечных кольцевых тем-

плетах, отбираемых от незаливочного конца последней трубной заготовки каждой плавки. Глубина пористого (дефектного) слоя на внутренней поверхности трубных заготовок не должна превышать 2/3 припуска на механическую обработку.

Примечание – Протяженность зоны столбчатых кристаллов в макроструктуре труб из сталей 03X17H14M3, 10X18H11Б, 20ЮЧ, 10X18H9, 20X13, 20X5M и сплава 06ХН28МДТ не регламентируется.

5.2.1.5 Кривизна трубных заготовок после правки на любом участке длины не должна превышать 1,0 мм на один погонный метр, но не более 2 мм на всю длину трубной заготовки.

5.2.1.6 Разностенность труб после механической обработки по всей длине не должна превышать 1,0 мм и проверяться по торцам.

5.2.1.7 Овальность труб не должна выводить их размеры за пределы допускаемых отклонений по наружному и внутреннему диаметрам.

5.2.1.8 Наружная поверхность труб, поставляемых без механической обработки, после отливки должна подвергаться дробеструйной обработке сечкой из нержавеющей проволоки, шероховатость наружной поверхности при этом не должна превышать 0,8 мм.

5.2.1.9 На наружной поверхности трубных заготовок не должно быть трещин, раковин, ужимин, шлаковых включений. Выявленные при контроле наружной поверхности трубных заготовок дефекты глубиной более 0,8 мм, а также местные поверхностные выступы должны быть удалены зашлифовкой и находиться в пределах шероховатости согласно п. 5.2.1.8. При этом толщина стенки трубной заготовки на зашлифованных участках не должна выходить за пределы минимально допускаемых отклонений.

Зашлифованные места подвергаются цветной дефектоскопии по [15]. При этом наличие индикаторных следов не допускается.

5.2.1.10 На концах труб выполняются фаски под сварку.

Нормы шероховатости контролируемой поверхности кромок под сварку должны соответствовать требованиям [15] (класс дефектности 2).

5.2.1.11 Шероховатость внутренней поверхности труб должна соответствовать  $R_a$  5 по ГОСТ 2789. Допускаются в обоснованных случаях и при согласовании с потребителем другие нормы шероховатости внутренней поверхности труб.

5.2.1.12 На внутренней поверхности труб допускаются переходы от одного диаметра к другому в виде уступа глубиной не более 0,5 мм, не выводящего размеры

труб за пределы допускаемых отклонений. Для труб, предназначенных для установок производства этилена, уступы не допускаются.

5.2.1.13 На механически обработанных поверхностях труб не допускаются трещины, скопление пор, шлаковые включения и др. дефекты.

Ультразвуковой контроль металла центробежнолитой трубы из аустенитных сталей и сплавов не регламентирован.

Крупнозернистая столбчатая структура центробежнолитых труб из аустенитных сталей и сплавов делают их очень трудными (и подчас невозможными) для контроля ультразвуковым методом, т.к. указанная структура рассеивает ультразвуковую энергию и отклоняет волны.

По дополнительному требованию заказчика каждая труба должна подвергаться вихретоковому контролю (ВТК) на выявление поверхностных и сквозных дефектов в соответствии с требованиями инструкции завода-изготовителя.

5.2.1.14 Трубы после механической обработки и подготовки под сварку с обоих концов на длине 20 мм по наружной и внутренней поверхностям должны подвергаться контролю методом цветной дефектоскопии по [15] (класс дефектности 2).

5.2.1.15 С целью выявления дефектов металлургического происхождения центробежнолитые трубы после отливки (до сварки в изделие) должны подвергаться пневмоиспытанию давлением  $0,59 \text{ Н/мм}^2$  ( $6,0 \text{ кгс/см}^2$ ) и гидроиспытанию давлением  $19,6 \text{ Н/мм}^2$  ( $200 \text{ кгс/см}^2$ ) для труб из сталей 45X25H20C, 35X24H24Б и сплавов 20X25H25ТЮ, 45X25H35БС, 50X25H35B5K15C и давлением  $9,8 \text{ Н/мм}^2$  ( $100 \text{ кгс/см}^2$ ) для сталей 20X25H20C, 45X25H20C2, 30X23H7C и сплавов 50X20H35C2Б, 50X25H35C2Б, 10X20H33Б, 45X28H49B5C, 05X20H32Т, 10X20H32ТЮ, 10X20H77ТЮ, 15X25H40M2BT, 10X23H34БСТЦ, 45X25H35БСТЦ, 45X35H46БСТЦ, но не более величины давления, при котором в трубах возникают напряжения равные  $0,9 \times \sigma_{0,2}$  (где  $\sigma_{0,2}$  – предел текучести металла испытываемой трубы). Давление при пневмоиспытании и гидроиспытании выдерживают не менее 10 мин.

5.2.1.16 После сварки труб в изделие должно быть произведено гидроиспытание на плотность и прочность пробным давлением, предусмотренным нормативно-технической документацией на изделие.

5.2.1.17 Все стали и сплавы, из которых изготовлены центробежнолитые трубы должны быть аттестованы на соответствие жаропрочных характеристик техническим требованиям [9] и [10], а предприятие-изготовитель должно иметь по результатам аттестационных испытаний разрешение гарантировать значения длительной проч-

ности требованиям [9] и [10].

5.2.2 Деформированные трубы должны быть изготовлены по [11] (см. приложение А, таблица А.3).

5.2.2.1 Трубная заготовка должна поставляться по [12]. Трубы поставляются по наружному диаметру и толщине стенки. По требованию заказчика холодно- и теплодеформированные трубы могут поставляться по внутреннему диаметру и толщине стенки. Трубы поставляются наружным диаметром от 20 до 89 мм включительно. Размеры горячедеформированных труб по ГОСТ 9940, размеры холоднодеформированных труб по ГОСТ 9941 и определяются специализацией трубных станков и прессов. По соглашению между изготовителем и заказчиком допускается поставка труб диаметром, превышающим указанный интервал.

5.2.2.2 Сортамент (диаметр, длина, предельные отклонения по размерам) труб должны соответствовать ГОСТ 9940 и ГОСТ 9941. Трубы поставляются немерной, кратной и мерной длины. Длина горячедеформированных труб – в соответствии с ГОСТ 9940, но не более 6,0 м, холоднодеформированных – по ГОСТ 9941. В каждой партии труб кратной и мерной длины допускаются 20% труб немерной длины. По соглашению между изготовителем и заказчиком допускается поставка труб мерной длины, превышающей указанную.

5.2.2.3 Овальность и разностенность труб не должна выводить их размеры за предельные отклонения соответственно по наружному диаметру и толщине стенки.

5.2.2.4 Кривизна горячедеформированных труб должна соответствовать требованиям ГОСТ 9940. Кривизна холоднодеформированных труб должна соответствовать требованиям ГОСТ 9941.

5.2.2.5 Качество наружной и внутренней поверхности труб должно соответствовать требованиям ГОСТ 9940 и ГОСТ 9941.

5.2.2.6 Трубы должны поставляться с очищенной от окалины поверхностью.

5.2.2.7 Концы труб должны быть обрезаны под прямым углом и зачищены от заусенцев. Допускается обрезка концов труб автогенной, плазменной резкой или пилой горячей резки с последующей зачисткой концов труб от наплывов и заусенцев. При автогенной и плазменной резке припуск по длине трубы должен быть не менее 20 мм на каждый рез. Масса труб при поставке определяется без учета припусков.

5.2.2.8 По соглашению между изготовителем и заказчиком на концах труб, подлежащих сварке, должны быть сняты фаски под углом  $35 \div 40^\circ$  к торцу трубы с торцевым кольцом шириной  $1 \div 3$  мм.

5.2.2.9 В зависимости от заказа трубы могут поставляться с травленой наруж-

ной и внутренней поверхностью; со шлифованной или электрополированной наружной поверхностью и травленой внутренней поверхностью; наружной и внутренней поверхностью после безокислительного отжига; электрополированной наружной и после безокислительного отжига внутренней поверхностью.

5.2.2.10 Трубы в состоянии поставки должны соответствовать требованиям [11].

5.2.2.11 Трубы могут поставляться с проведением обязательных и дополнительных испытаний. Виды испытаний приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Виды испытаний

Характеристика испытаний	Вид испытания
Обязательные испытания	Контроль размеров
	Контроль кривизны
	Химсостав металла труб
	Испытание на растяжение при комнатной температуре
	Визуальный контроль качества поверхности
	Испытание гидравлическим давлением
	Ультразвуковой дефектоскопический контроль на выявление продольных дефектов всех видов труб
	Контроль макроструктуры
	Контроль загрязненности неметаллическими включениями
	Контроль микроструктуры
	Технологические испытания: сплющивание, раздача, загиб
Дополнительные испытания	Контроль химического состава труб-
	Испытание на растяжение при повышенной температуре с определением $\sigma_{0,2}$ (периодический контроль)
	Испытание на длительную прочность (периодический контроль)
	Испытание на растяжение при повышенной температуре с определением $\sigma_{0,2}$
	Визуальный контроль качества поверхности по более жестким нормам
	Ультразвуковой дефектоскопический контроль на выявление дефектов типа «расслоение»
	Ультразвуковой дефектоскопический контроль на выявление поперечных дефектов
	Ультразвуковой дефектоскопический контроль на выявление продольных дефектов по более жестким нормам
	Электромагнитный (магнитный, вихретоковый и др.) контроль на выявление поверхностных и сквозных дефектов
Измерение толщины стенки труб с помощью ультразвукового толщиномера	

#### 5.2.2.12 Трубная заготовка

5.2.2.12.1 Трубы изготавливаются из катаной, кованой, ободранной или обточенной, сверленной трубной заготовки из аустенитных сплавов (05X20H32T, 10X20H32ТЮ, 05X22H42M2T1Ю, 10X20H60B4K1M9, 01X15H57B4M16K2, 20X25H20C), выплавляемых в индукционных, электрических печах с применением (или без) обработки жидким синтетическим шлаком в ковше, электрошлакового переплава и прямого восстановления. Горячепрессованные и горячепрессованные редуцированные трубы допускается изготавливать из кованой заготовки, поставляемой по [12] и центробежнолитой, поставляемой по [9].

5.2.2.13 Трубы должны поставляться в термически обработанном состоянии по режимам согласно требованиям [11].

5.2.2.14 Механические свойства труб при комнатной температуре в состоянии поставки должны соответствовать требованиям [11].

5.2.2.15 Пределы текучести при повышенных температурах и длительной прочности металла труб должны соответствовать требованиям [11] (таблица 4).

Изготовитель гарантирует соответствие пределов текучести при повышенных температурах и длительной прочности металла труб указанным требованиям без проведения испытаний. Указанные гарантии должны подтверждаться регулярными аттестационными испытаниями.

По требованию заказчика трубы поставляются с определением предела текучести при одной или нескольких температурах.

5.2.2.16 Периодически не реже, чем один раз в три года, проводится контрольная проверка соблюдения технологии изготовления труб и контрольные испытания пределов текучести при повышенных температурах и длительной прочности металла труб.

Контрольные испытания проводит специализированная организация. При положительных результатах контроля специализированная организация подтверждает изготовителю правомочность гарантировать значения пределов текучести при повышенных температурах и длительной прочности металла труб на срок не более трёх лет.

#### 5.2.2.17 Качество поверхности

5.2.2.17.1 На наружной и внутренней поверхностях труб не должно быть плен, трещин, закатов, рванин, глубоких рисок и грубой рябизны. Допускается удаление дефектов путем местной зачистки или сплошной шлифовки, при условии, что величина шлифовки не выводит диаметр и толщину стенки за минусовые предельные отклонения, а местной зачистки – толщину стенки за минусовые предельные отклонения.

На наружной поверхности труб не допускаются цвета побежалости.

На внутренней поверхности труб допускаются мелкие поверхностные дефекты, обусловленные способом производства: шероховатость, рябизна, риски, пологие вмятины, царапины, цвета побежалости при условии, что они не выводят толщину стенки за минусовые предельные отклонения и соответствуют нормам ультразвукового контроля.

Наружная и внутренняя поверхности труб должны соответствовать

требованиям ГОСТ 9941.

5.2.2.17.2 На наружной и внутренней поверхностях труб допускаются без зачистки вмятины от окалины или прокатного инструмента, продольные риски (без острых углов), мелкая рябизна и другие мелкие дефекты, обусловленные способом производства, глубиной не более 10% от номинальной толщины стенки, но не более 2 мм для горячедеформированных труб и 0,2 мм для холодно- и тепло деформированных труб при отношении  $D/S > 5$  и 0,6 мм для холодно- и тепло деформированных труб при отношении  $D/S < 5$  при условии, что они не выводят толщину стенки за минусовые допустимые значения.

5.2.2.17.3 По требованию заказчика горячедеформированные трубы диаметром до 89 мм, а также горячепрессованные и горячепрессованные редуцированные трубы поставляются по более жестким требованиям к качеству поверхности.

На наружной и внутренней поверхностях допускаются без зачистки дефекты, перечисленные в п.5.2.2.17.2, глубиной не более 5% от номинальной толщины стенки, но не более 1 мм.

#### 5.2.2.18 Сплошность металла

5.2.2.18.1 Каждая труба должна выдерживать без обнаружения течи внутренним давлением ( $P$ ), величину которого в МПа определяют по формулам (3) и (4):

При  $S/D \leq 0,13$

$$P = \frac{2 \times S_m \times R}{D - S_m} \quad (3)$$

При  $S/D > 0,13$

$$P = \frac{2,65 \times S_m}{D} \times \left(1 - \frac{S_m}{D}\right) \times R, \quad (4)$$

где  $S_m$  – минимальная толщина стенки с учетом минусового предельного отклонения, мм;

$R$  – допускаемое напряжение, Н/мм<sup>2</sup>, равное 80% предела текучести для данной марки сплава;

$D$  – номинальный наружный диаметр трубы, мм.

Изготовитель гарантирует, что поставляемые им трубы выдержат испытание пробным гидравлическим давлением, вычисленным по указанным формулам, без проведения испытаний, при условии проведения 100% ультразвуковой

дефектоскопии труб.

5.2.2.18.2 Каждая труба должна подвергаться ультразвуковому контролю сплошности металла – ультразвуковой дефектоскопии (УЗД) в соответствии с требованиями инструкции завода-изготовителя на выявление продольных дефектов, для горячепрессованных и горячепрессованных редуцированных труб, изготовленных из непрерывно литой заготовки на выявление дефектов типа «расслоение».

5.2.2.18.3 По дополнительному требованию заказчика и по соглашению с заводом-изготовителем каждая труба должна подвергаться ультразвуковой дефектоскопии на выявление поперечных дефектов и дефектов типа «расслоение» в соответствии с требованиями инструкции завода-изготовителя.

5.2.2.18.4 По дополнительному требованию заказчика и по соглашению с заводом-изготовителем каждая труба с отношением  $D/S > 5$  должна подвергаться ультразвуковой дефектоскопии на выявление продольных и поперечных дефектов по более жестким нормам в соответствии с требованиями инструкции завода-изготовителя.

5.2.2.18.5 По дополнительному требованию заказчика каждая труба должна подвергаться магнитному (МК) или вихретоковому контролю (ВТК) на выявление поверхностных и сквозных дефектов в соответствии с требованиями инструкции завода-изготовителя.

#### 5.2.2.19 Макро- и микроструктура

5.2.2.19.1 В макроструктуре металла труб не должно быть трещин, расслоений и флокенов, инородных металлических и неметаллических шлаковых включений видимых без применения увеличительных приборов.

Макроструктуру контролируют в трубах с толщиной стенки 12 мм и более.

Изготовитель гарантирует соответствие макроструктуры металла труб указанным требованиям без проведения контроля, при условии проведения 100% ультразвуковой дефектоскопии труб.

5.2.2.19.2 Загрязненность металла труб неметаллическими включениями (в соответствии с нормами, установленными для металла заготовки) не должна превышать:

	по среднему баллу	по максимальному баллу
сульфиды (С)	3,5	4,0
оксиды и силикаты (ОС, ОТ, СХ, СП)	3,5	4,5

Загрязненность металла труб неметаллическими включениями принимается по сертификату на трубную заготовку.

Изготовитель гарантирует соответствие загрязненности металла труб неметаллическими включениями указанным требованиям без проведения испытаний.

5.2.2.19.3 Величина зерна металла труб из сплавов 05X20H32T и 10X20H32TЮ наружным диаметром 25 мм и более в состоянии поставки должна быть не крупнее  $3 \div 7$  номера (факультативно на первых двух партиях и при необходимости уточняется по результатам изготовления опытных партий). Для металла труб из сплавов 05X22H42M2T1Ю, 10X20H60B4K1M9 и 01X15H57B4M16K2 – нормы по величине зерна не устанавливаются. Нормы по величине зерна металла труб диаметром менее 25 мм согласовываются дополнительно.

#### 5.2.2.20 Технологические свойства

5.2.2.20.1 Трубы должны выдерживать одно или несколько технологических испытаний:

- диаметром до 60 мм вкл. - испытаниям на загиб вокруг оправки или на раздачу;

- диаметром более 60 до 89 мм вкл., с толщиной стенки до 4,2 мм вкл. - испытаниям на раздачу или на сплющивание;

5.2.2.20.2 Испытания труб на загиб вокруг оправки и на загиб полосы проводят до угла  $90^\circ$ .

5.2.2.20.3 Испытания на раздачу проводят оправкой с углом конусности  $30^\circ$  до увеличения наружного диаметра труб на 20 %.

5.2.2.20.4 Трубы с наружным диаметром от 60 до 89 мм с толщиной стенки не более 15% от наружного диаметра должны выдерживать испытание на сплющивание до получения между сплющивающими поверхностями расстояния  $H$  в мм, вычисленного по формуле:

$$H = \frac{(1+a) \times S}{a + S/D}, \quad (5)$$

где:  $S$  – номинальная толщина стенки, мм;

$D$  – номинальный наружный диаметр трубы, мм;

$a$  – коэффициент деформации ( $a=0,09$ ).

### 5.3 Требования к отводам

Основные параметры, типы и размеры фасонных отливок должны соответство-

вать следующим требованиям.

**Тип А** - Элементы змеевиков установок производства этилена, сероуглерода и др. Фасонные отливки приварные с внутренними полостями для прохождения в них под избыточным давлением жидких и газообразных технологических продуктов (тройники, фитинги, отводы, переходы и пр. расположенные в радиантной зоне).

**Тип Б** - Элементы змеевиков установок производства этилена, сероуглерода и др. Фасонные отливки (в т.ч. их сварные варианты) без внутренних полостей для прохождения в них под избыточным давлением жидких и газообразных технологических продуктов (тяги, подвесы, и пр. расположенные в радиантной зоне).

**Тип В** – Элементы конвективного змеевика и др. оборудования установок производства метанола, водорода, аммиака и пр. Фасонные отливки (в т.ч. их сварные варианты) без внутренних полостей для прохождения в них под избыточным давлением жидких и газообразных технологических продуктов (опорные элементы, трубные решетки, поддоны и пр. расположенные вне радиантной зоны).

**Тип Г** - Элементы конвективного змеевика и др. оборудования установок производства метанола, водорода, аммиака и пр. Фасонные отливки приварные с внутренними полостями для прохождения в них под избыточным давлением жидких и газообразных технологических продуктов (тройники, фитинги, отводы, переходы и пр. расположенные вне радиантной зоны).

В случае использования фасонных отливок заводом-изготовителем в качестве элементов (составных частей) реакционного оборудования трубчатых печей, а также сварных конструкций следует руководствоваться положениями настоящего стандарта, а также положениями [16] для змеевиков трубчатых печей с температурой стенки до плюс 650 °С. Пределы применения фасонных отливок определяются расчетным путём.

5.3.1 Фасонные литые отводы для реакционных трубчатых печей должны изготавливаться в соответствии с [5] и [6] (см. приложение А, таблица А.4), вид и размеры отводов должны соответствовать проектно-конструкторской документации, утвержденной в установленном порядке.

5.3.1.1 В зависимости от коррозионной стойкости и рабочей температуры среды отливки должны изготавливаться из следующих марок сталей и сплавов: 20Х25Н20СЛ (ASTM A351 Gr. СК20), 30Х23Н7СЛ (для печей производства сероуглерода), 45Х25Н20С2Л, 50Х25Н35С2БЛ, 10Х20Н3ЗБЛ, 45Х28Н49В5СЛ, 50Х25Н35К15В5СЛ, 45Х25Н20СЛ (ASTM A351 Gr. НК40), 05Х20Н32ТЛ, 10Х20Н32ТЮЛ, 45Х25Н35БСЛ, 45Х25Н20С2БЛ, 10Х22Н45К15М9ТЮЛ, 01Х15Н57В4М16К2Л, 05Х22Н42М2Т1ЮЛ,

10X20H68БЗГЗКТЛ, 10X23H34БСТЦ, 45X25H35БСТЦЛ и 45X35H46БСТЦ (для печей производства этилена, аммиака, водорода, метанола, винилхлорида и др.). Марка стали или сплава указывается в конструкторской документации.

5.3.1.2 Термообработка литых отводов из сталей и сплавов 10X20H33БЛ, 20X25H20СЛ (ASTM A351 Gr CK20), 45X25H20СЛ (ASTM A351 Gr НК40), 45X25H20С2Л, 50X25H35С2БЛ, 50X25H35В5К15СЛ 45X28H49В5СЛ, 35X24H24БЛ, 45X25H35БСЛ, 45X25H20С2БЛ, 10X22H45К15М9ТЮЛ, 10X20H68БЗГЗКТЛ, 10X23H34БСТЦЛ, 45X25H35БСТЦ и 45X35H46БСТЦ не требуется. По требованию потребителя отливки из сплавов 05X20H32ТЛ, 10X20H32ТЮЛ, 05X22H42М2Т1ЮЛ, 10X20H60Б4К1М9Л, 01X15H57В4М16К2Л, 15X25H40М2ВТЛ, 20X25H25ТЮЛ, 10X20H77ТЮЛ поставляются термообработанными по режиму, приведенному в проектно- конструкторской документации.

5.3.1.3 Отливки должны быть очищены от песка и окалины с наружной и внутренней стороны. Прибыли и литники должны быть удалены. Удаление прибылей и литников с отливок может производиться любым способом. В случае применения огневой резки припуск на механическую обработку поверхности реза должен быть не менее 15 мм.

5.3.1.4 Заливы и заусенцы на отливках должны быть обрублены или зачищены абразивным камнем.

5.3.1.5 Поверхность отливок не должна иметь трещин, спаев, ужимин и других дефектов, снижающих прочность и ухудшающих товарный вид отливок. Для отливок **типа Б и В** допускаются без исправления несквозные спаи.

5.3.1.6 На отливках не допускаются трещины, ситовидная пористость, сквозные раковины.

5.3.1.7 При визуальном осмотре на отливках допускаются без исправления следующие дефекты:

5.3.1.7.1 Для отливок **типа А и Г**

а) на необрабатываемых поверхностях - раковины диаметром не более 5 мм, глубиной не более 10% номинальной толщины тела отливки, но не более 5 мм, в количестве не более 10 штук, если расстояние между ними не менее 50 мм;

б) на обработанных под сварку кромках и механически обработанной поверхности на расстоянии 20 мм от кромок допускаются единичные поры или раковины максимальным линейным размером не более 1 мм на площади 900 мм<sup>2</sup>, скопления раковин и пор, имеющие суммарную длину дефектов не более 20 мм на контролируе-

мой поверхности с максимальным линейным размером дефектов не более 1 мм. При этом на кромке под сварку наибольшая ширина скопления не должна превышать 40% толщины стенки в месте сварки (определение скоплений по ГОСТ 23055);

в) на остальных механически обработанных поверхностях, исключая уплотнительные, допускается наличие двух единичных дефектов размером не более 1 мм или скоплений раковин и пор линейным размером не более 1 мм, имеющих суммарную длину дефектов не более 5 мм на площади 900 мм<sup>2</sup>;

г) на уплотнительных поверхностях дефекты не допускаются.

#### 5.3.1.7.2 Для отливок **типа Б и В**

а) единичные раковины площадью до 1 см<sup>2</sup>, глубиной не более 20% от толщины стенки, расположенные не ближе 15 мм от ребер и торцов отливки при общем их количестве не более 1 штуки на 100 см<sup>2</sup> поверхности;

б) шероховатость поверхности не более Rz 2000 на 10% от площади поверхности (на остальных поверхностях шероховатость не более Rz 1000);

в) коробление не более 1%.

5.3.1.8 Каждый фасонный литой отвод должен подвергаться следующим методам контроля на выявление дефектов:

- визуальный осмотр наружных и внутренних поверхностей в доступных для осмотра местах до и после механической обработки;

- рентгенопросвечивание мест, подготовленных под сварку;

- контроль цветной дефектоскопией поверхностей, механически обработанных для приварки труб, уплотнительных поверхностей, механически обработанных поверхностей в месте крепежа и удаления прибылей и литников по [15] класс дефектности – 2.

5.3.1.9 При контроле рентгенопросвечиванием допускаются без исправления следующие дефекты:

- в местах, подготовленных под сварку, дефекты, перечисленные в 5.3.1.7.1 б);

- в других механически обработанных местах дефекты, перечисленные в 5.3.1.7.1 в).

5.3.1.10 Наличие несплошностей на поверхности отливок, контролируемых капиллярным методом (методом цветной дефектоскопии), может определяться как по индикаторным следам, так и по фактическим характеристикам выявленных несплошностей после удаления проявителя в зоне зафиксированных индикаторных следов. Под индикаторным следом при данном методе контроля следует понимать след (цветовое пятно), образованный индикаторным пенетрантом на слое проявите-

ля. При оценке поверхностных несплошностей в отливках фиксации подлежат индикаторные следы размером более 1 мм.

При контроле механически обработанных поверхностей методом цветной дефектоскопии допускаются без исправления следующие дефекты:

а) на обработанных под сварку кромках и механически обработанных поверхностях на расстоянии 20 мм от кромок допускаются дефекты, перечисленные в 5.3.1.7.1 б), при этом размер отдельной индикации (цветного пятна) не должен превышать 3 мм. Допускаются скопления микропор с суммарной поверхностью индикаций, занимающей не более 10% контролируемой площади. В случае скопления этих индикаций в одном месте на кромке под сварку протяженность их по толщине стенки не должна превышать 40% толщины стенки в месте сварки;

б) на уплотнительных поверхностях допускаются скопления микропор с суммарной поверхностью индикаций, занимающей не более 4% контролируемой площади;

в) на остальных механически обработанных поверхностях допускаются дефекты, перечисленные в 5.3.1.7.1 в) и 5.3.1.10 б), при этом размер отдельной индикации не должен превышать 3 мм.

5.3.1.11 Несплошности, не удовлетворяющие нормам п.п. 5.3.1.10 а), б) и в) по индикаторным следам, допускается подвергать контролю по фактическим характеристикам, результаты которого являются окончательными.

5.3.1.12 Допускается местное утонение стенки не более 15% номинального размера.

5.3.1.13 Утонение стенки шейки фланцев ниже расчетной не допускается.

5.3.1.14 Допускается исправление заваркой следующих дефектов:

- для отливок **типа А и Г**: единичных (до трех штук на каждой кромке) раковин размером не более 4 мм в любом измерении, на обработанных под сварку поверхностях кромок;

- для отливок **типа А и Г** единичных (до двух штук) раковин размером не более 2 мм в любом измерении на уплотнительных поверхностях;

- для всех типов отливок: на остальных механически обработанных и необработанных поверхностях отливок допускается исправление заваркой дефектов, если глубина их после разделки под заварку не превышает 50% толщины отливки в этом месте и расстояние между кромками дефектных мест после их разделки будет не менее 50 мм. Общая поверхность заваренных дефектов не должна превышать 6%

от всей поверхности отливки.

5.3.1.15 Заварка отливок, имеющих ситовидную пористость, сквозные раковины, а также трещины размером более двух толщин отливки, не допускается.

5.3.1.16 Заварка дефектных мест на отливках:

- подготовка дефектных мест под заварку должна производиться по опыту завода-изготовителя, причем зачистка дефектных мест должна производиться механическим способом;

- подготовленный под сварку дефектный участок подлежит осмотру и контролю методом цветной дефектоскопии;

- заварка дефектов может производиться аргодуговой сваркой неплавящимся электродом или электродуговой сваркой;

- рекомендуемые сварочные материалы приведены в таблице 4;

- при заварке дефектов первый слой и последний слой подлежат контролю цветной дефектоскопией в объеме 100%. Качество исправленных участков должно отвечать требованиям настоящих технических условий;

- если заварка дефектов выполнена после проведения гидроиспытания, то последнее должно быть повторено;

- заварка дефектов должна производиться сварщиком, имеющим опыт по сварке высоколегированных аустенитных сталей и право производить сварку аппаратов, работающих под давлением;

- исправленные отливки подвергаются повторному контролю тем методом, при котором были обнаружены дефекты.

5.3.1.17 Виды, количество, размеры и расположение дефектов, подлежащих исправлению, а также способы исправления определяются [5] и [6].

Исправленные фасонные отливки (отводы) подвергаются повторному контролю в местах исправления дефектов в соответствии с [5] и [6].

При получении неудовлетворительного результата после повторного контроля, отливки, бракуются.

5.3.1.18 Каждый отвод должен подвергаться гидравлическому испытанию пробным давлением  $9,8 \text{ Н/мм}^2$  ( $100 \text{ кгс/см}^2$ ), но не более величины давления, при котором в отводах возникают напряжения равные  $0,9 \times \sigma_{0,2}$  (где  $\sigma_{0,2}$  – предел текучести металла испытываемого отвода). Давление при гидравлическом испытании выдерживают не менее 10 мин.

5.3.1.19 Все стали и сплавы, из которых изготовлены фасонные отводы должны

быть аттестованы на соответствие жаропрочных характеристик техническим требованиям [5] и [6], а предприятие-изготовитель должно иметь по результатам аттестационных испытаний разрешение гарантировать значения длительной прочности от специализированной организации требованиям [5] и [6].

5.3.2 Гнутые отводы должны изготавливаться из:

- бесшовных деформированных труб по [11];

- технологической трубы, изготовленной из ковальной трубной заготовки по [12] из следующих сплавов 05X20H32T, 10X20H32ТЮ, 20X25H20С, 20X25H25ТЮ, 10X20H77ТЮ, 15X25H40M2BT.

5.3.2.1 Химический состав и механические свойства отводов должны соответствовать химическому составу и механическим свойствам исходных труб (заготовок для гибки) по [11] или [12].

5.3.2.2 Гнутые отводы должны поставляться после термической обработки по режиму: закалка при температуре от плюс 1100 до плюс 1150 °С охлаждение в воде или на воздухе. Допускается корректировка режима термообработки по согласованию с заказчиком.

5.3.2.3 Пределы применения отводов должны определяться проектной организацией расчетом в каждом отдельном случае в зависимости от наружного диаметра и толщины стенки, среды, температуры и марки материала.

5.3.2.4 На поверхности отводов не допускаются трещины, плены, рванины, окалины, закаты и расслоения.

Отдельные незначительные риски, следы зачистки дефектов и мелкие плены допускаются, если при этом размеры отводов не выходят за пределы установленных отклонений.

5.3.2.5 Обработка торцов под сварку должна производиться в соответствии с технической документацией.

5.3.2.6 Каждый гнутый отвод должен подвергаться гидравлическому испытанию пробным давлением  $9,8 \text{ Н/мм}^2$  ( $100 \text{ кгс/см}^2$ ), но не более величины давления, при котором в гнутых отводах возникают напряжения равные  $0,9 \times \sigma_{0,2}$  (где  $\sigma_{0,2}$  – предел текучести металла испытываемого отвода). Давление при гидравлическом испытании выдерживают не менее 10 мин.

5.3.3 Штамповарные отводы должны изготавливаться в соответствии с требованиями [8] и конструкторской документации, утвержденной в установленном порядке.

5.3.3.1 Отводы должны изготавливаться из тонколистовой стали по ГОСТ

24982, ГОСТ 5582 и толстолистовой стали по ГОСТ 24982, [14] и ГОСТ 7350 (группы А, Б). Материал – сталь марок 08Х18Н10Т, 12Х18Н10Т, 10Х17Н13М2Т, 10Х17Н13М3Т, 08Х17Н15М3Т по ГОСТ 5632; стали и сплавы марок 05Х20Н32Т (типа ХН32Т), 10Х20Н32ТЮ (типа ХН32ТЮ), 20Х25Н20С, 20Х25Н25ТЮ, 10Х20Н77ТЮ (типа ХН78Т), 15Х25Н40М2ВТ по [14].

5.3.3.2 В технически обоснованных случаях (подтвержденных соответствующими прочностными расчетами с учетом агрессивности среды эксплуатации отводов) допускается изготавливать отводы из листовой стали по другим стандартам или техническим условиям, в том числе из импортных материалов – аналогов отечественных марок сталей и сплавов, если установленные в них требования не ниже, чем в перечисленных стандартах. При этом завод-изготовитель должен иметь Свидетельства установленного образца об аттестации св. материалов и проведении исследовательской аттестации технологии сварки.

5.3.3.3 Механические свойства металла отводов и шва сварных соединений должны быть не ниже, указанных в [8].

5.3.3.4 Отводы из следующих марок сплавов 05Х20Н32Т, 10Х20Н32ТЮ и 10Х20Н77ТЮ должны поставляться в термообработанном состоянии по режимам, указанным в проектно-конструкторской документации. Отводы из следующих марок сталей 08Х18Н10Т, 12Х18Н10Т, 10Х17Н13М2Т, 10Х17Н13М3Т и 08Х17Н15М3Т, подвергшиеся в процессе изготовления пластической деформации при температуре ниже плюс 850 °С, должны быть термообработаны по режиму соответственно нормализации или аустенизации.

В остальных случаях термообработка отводов производится по согласованию между изготовителем и потребителем.

Термообработка должна производиться после сварки отводов и устранения всех дефектов. Её вид и режимы устанавливает завод-изготовитель деталей.

5.3.3.5 Пределы применения штампосварных отводов должны соответствовать требованиям [8].

5.3.3.6 Разностенность, волнистость, гофры, забоины, вмятины, риски и следы зачистки дефектов не должны выводить размеры отводов за пределы допускаемых отклонений.

5.3.3.7 На наружной и внутренней поверхностях отводов не допускаются трещины, плены, рванины, закаты, расслоения.

5.3.3.8 Форма кромок присоединительных концов отводов должна соответствовать ГОСТ 16037: типу С2 при  $S \leq 5$  мм, типу С17 при  $S > 5$  мм.

Допускается по согласованию между изготовителем и потребителем изготавливать отводы с кромками другой формы.

5.3.3.9 Отводы должны выдержать без разрыва, потения или течи пробное гидравлическое давление  $P_{пр.}=1,5 \times P_y$ , где  $P_y$  - величина условного давления отводов.

Испытание отводов гидравлическим давлением допускается производить в составе смонтированного змеевика при условии гарантии изготовителем соответствующей величины условного давления. При этом наличие внутри реакционных труб и отводов катализатора не допускается.

#### 5.4 Требования к листовому прокату

5.4.1 Листовой прокат должен быть изготовлен по [14] (см. Приложение А, таблица А.8) из следующих сталей и сплавов: 05X20H32T, 10X20H32TЮ, 20X25H20C и 05X22H42M2T1Ю.

5.4.2 Химический состав и механические свойства листового проката должны соответствовать требованиям [14]. Зарубежные аналоги сталей и сплавов, приведены в Приложении Б. Право изготовления листового проката из иностранных марок сталей и сплавов по иностранным стандартам должно быть подтверждено уполномоченными сертификационными фирмами, специализирующимися на сертификации систем управления и квалификации персонала и продукции в соответствии с международными стандартами по итогам ежегодного сертификационного аудита. При этом предприятие-изготовитель по итогам этого сертификационного аудита должно иметь сертификаты соответствия установленного образца, предоставляющие право на изготовление листового проката конкретных размеров из конкретных иностранных марок сталей и сплавов в течение конкретного периода времени. Кроме того, сертифицированные изделия должны соответствовать требованиям настоящего стандарта.

5.4.3 Термообработка листового проката из сталей и сплавов 05X20H32T, 10X20H32TЮ, 20X25H20C и 05X22H42M2T1Ю должна проводиться в соответствии с требованиями [14]. Допускается проводить термическую обработку по режимам завода-изготовителя при условии обеспечения механических и специальных свойств, оговоренных в [14] на листовой прокат.

5.4.4 Листовой прокат изготовляют следующих размеров:

- шириной до 2000 мм;
- толщиной: от 2,0 до 20 мм – горячекатаный; от 0,8 до 3,9 мм – холоднокатаный.

По согласованию изготовителя с потребителем – изготовляют горячека-

танные листы толщиной менее 2,0 мм и толщиной свыше 20 до 50 мм.

Размеры листов при заказе уточняются.

5.4.5 Форма, размеры и предельные отклонения по размерам листов должны соответствовать:

для горячекатаных – ГОСТ 19903 нормальной точности прокатки Б,

для холоднокатаных – ГОСТ 19904 повышенной точности прокатки АТ и нормальной точности прокатки БТ.

5.4.6 Отклонение от плоскостности листов не должна превышать норм, указанных в таблице 1.

Таблица 1

Временное сопротивление листов, $\sigma_B$ , Н/мм <sup>2</sup> (кгс/мм <sup>2</sup> )	Отклонение от плоскостности листов на 1 м длины, мм		
	горячекатаных толщиной		холоднокатаных
	до 3,9 мм включительно	4 мм и более	
До 680 (70) включительно	15	12	12
Св. 680 (70) до 830 (85) включительно	15	15	15
Св. 830 (85) до 1300 (105) включительно	20	20	20
Св. 1030 (105)	25	30	25

*Примечание – отклонение от плоскостности листов толщиной 12 ÷ 50 мм устанавливается по согласованию изготовителя с потребителем. Отклонение по плоскостности для холоднокатаных листов должно быть не более 30 мм на метр длины*

5.4.6.1. Отклонение от плоскостности холоднокатаных листов из сплава 05X29H32T должна быть не более 10 мм на метр длины.

5.4.7 Листы холоднокатаные и горячекатаные изготавливают термически обработанными и травлеными.

5.4.8 Листы толщиной до 20 мм включительно изготавливают с обрезной кромкой, свыше 20 мм – без обрезной кромки.

Листы толщиной свыше 20 мм с обрезной кромкой изготавливают по согласованию изготовителя с потребителем.

5.4.9 Макроструктура стали не должна иметь следов усадочной раковины, расслоений, инородных включений трещин и пузырей и обеспечивается технологией изготовления.

В срезах листов не должно быть трещин-расщеплений и расслоений.

5.4.10 Механические свойства листового проката должны удовлетворять

требованиям [14].

5.4.11 Качество поверхности горячекатаного листа должно соответствовать группе М3б-М4б для тонколистового проката по ГОСТ 5582 и для толстолистового проката по ГОСТ 7350.

Качество поверхности холоднокатаного листа должно соответствовать группе М2а-М4а по ГОСТ 5582.

Цвет поверхности горячекатаных и холоднокатаных листов после травления матовый с серым оттенком или темный.

5.4.12 Величина зерна должна находиться в пределах:

- 6÷10 балла – для листов толщиной до 3,9 мм из сплава 10Х20Н32ТЮ;
- не крупнее 5 балла – для листов толщиной 4 мм и более из сплава 10Х20Н32ТЮ.

5.4.13 Листы толщиной до 3,9 мм из сплавов 05Х20Н32Т и 10Х20Н32ТЮ должны выдерживать испытание на холодный изгиб на угол 180° до соприкосновения сторон без образования трещин, надрывов и расслоений.

5.5 Общие требования к сварке

5.5.1 Подготовка металла к сварке

5.5.1.1 Подлежащие сварке радиантные трубы, их элементы и коллекторы радиантных труб должны иметь сертификаты качества и отвечать требованиям настоящего стандарта, [3], [4], [17], [18], [9], [10] - на центробежнолитые трубы; [5], [6], ГОСТ Р 53682, ГОСТ 977 - на фасонные отливки, [7] – на гнутые отводы, [8] - на штампованные отводы, ТУ 14-131-993-2003 (ТУ 0915-002-18648658-00) на трубную заготовку (поковки), [11], ГОСТ 9940, ГОСТ 9941, ГОСТ 550 на деформированные трубы, [14] – на прокат листовой, ГОСТ 33259 – на фланцы, ГОСТ 9940 – на трубы бесшовные горячедеформированные, ГОСТ 9941 - на трубы бесшовные холодно- и теплодеформированные.

Общие технические требования к подготовке кромок, сборке и выполнению сварочных работ, а также контроль качества сварных соединений, которые не представлены в настоящем стандарте, должны соответствовать действующей нормативной документации: [17], [18], [19], [20], [21].

5.5.1.2 В случае отсутствия заводских сертификатов, материалы должны быть подвергнуты испытаниям, предусмотренными стандартами и техническими условиями.

5.5.1.3 Подлежащие сварке трубы, фасонные отливки, поковки и др. элементы должны иметь маркировку, позволяющую установить марку материала, номер плавки.

## 5.5.2 Сварочное оборудование

5.5.2.1 Применяемое сварочное оборудование должно быть аттестовано в соответствии с ГОСТ Р ИСО 17662 или с требованиями [22].

5.5.2.2 Для выполнения сварки должны применяться измерительная аппаратура и сварочное оборудование, позволяющие обеспечить заданные режимы и надежность работы в соответствии с требованиями настоящего стандарта.

5.5.2.3 Допускаются колебания напряжения питающей сети, к которой подключено сварочное оборудование не более  $\pm 5\%$  от номинального значения.

5.5.2.4 Сварочное оборудование должно быть снабжено контрольно-измерительными приборами (вольтметрами, амперметрами, приборами контроля расхода аргона и др.) и находиться в исправном состоянии.

Периодичность поверки приборов устанавливается согласно «Порядка проведения поверки средств измерений, требований к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке».

5.5.2.5 При выполнении круговых (кольцевых) швов для вращения изделий должны применяться сварочные манипуляторы, роликовые станды и другое специальное оборудование, обеспечивающее необходимые скорости вращения.

5.5.2.6 С целью снижения деформаций свариваемых деталей рекомендуется применять специальные технические приспособления и оснастку (кондукторы и др.).

## 5.5.3 Подготовка кромок соединений под сварку

5.5.3.1 Подготовка кромок и сборка соединений под сварку должны производиться согласно требованиям настоящего стандарта, проектной документации и [17].

5.5.3.2 Обработку кромок под сварку производят механическим способом.

5.5.3.3 Форма разделки кромок должна соответствовать требованиям проектно-технической документации, а также [9], [10].

5.5.3.4 Различие по внутреннему диаметру стыкуемых элементов («труба+труба», «труба+фасонная отливка», «труба+гнутый отвод», «труба+штампосварной отвод» и «труба+фланец») не должно превышать 0,5 мм.

В случае превышения смещения кромок указанных значений, необходимо проточить конец трубы с меньшим внутренним диаметром под углом  $12 \div 15$  градусов в целях обеспечения плавного перехода в месте стыка. При этом толщина стенки после проточки не должна быть меньше расчетной.

5.5.3.5 Перед сборкой сварочные кромки и механически обработанные наружные и внутренние поверхности труб и фасонных отливок, гнутых отводов, фланцев

на расстоянии не менее 20 мм (15 мм при сварке сплавов с микролегированием – 45X25H35БСТ, 45X35H46БСТЦ, 10X23H34БСТЦ) от кромки должны быть зачищены, обезжирены и подвергнуты контролю. Контроль включает: визуальный осмотр (невооруженным глазом или с помощью лупы с увеличением от 4<sup>x</sup> до 6<sup>x</sup>), капиллярный метод неразрушающего контроля (его разновидность – цветной метод) и радиографический контроль на длине не менее 20 мм (15 мм при сварке сплавов с микролегированием) на отсутствие дефектов, оговоренных в настоящем стандарте.

5.5.3.6 Дефекты, выявленные цветным методом неразрушающего контроля, допускается исправлять абразивным камнем с последующим контролем исправленных мест цветным методом. Зачистка при этом не должна выводить толщину стенки за пределы расчетной величины.

Исправление дефектов заваркой не допускается. Недопустимые дефекты, указанные в настоящем стандарте, выявленные при радиографическом контроле, устраняются путем вырезки участка трубы с дефектами.

#### 5.5.4 Сборка и прихватка

5.5.4.1 Сборка подготовленных к сварке труб (труб с фланцами) производится на специальном стенде, обеспечивающем соосность труб и вращение их в процессе сварки.

Сборка подготовленных к сварке труб с фасонными отливками (отводами, бобышками) также производится на специальном стенде.

Сборку стыкуемых элементов следует производить с использованием центровочных приспособлений, которые должны обеспечить требуемую соосность стыкуемых труб и равномерный зазор по всей окружности стыка.

5.5.4.2 При сварке труб и фасонных отливок (отводов) запрещается крепление сборочных приспособлений сваркой.

5.5.4.3 Сборка стыкуемых элементов при аргонодуговой сварке должна производиться с зазором в стыке до 1,5 мм или без зазора в зависимости от выполнения корневого шва – с присадкой или без присадки сварочной проволоки (см. 5.6.2.2).

5.5.4.4 Смещение кромок стыкуемых элементов в стыке должно быть не более 0,5 мм.

5.5.4.5 Прямолинейность и смещение кромок стыкуемых изделий проверяется металлической линейкой длиной 400 мм (ГОСТ 8026, ГОСТ 26877), прикладываемой в трех местах по окружности стыка. Зазор между концом линейки и трубой не должен превышать 1 мм.

5.5.4.6 Собранный под сварку стык должен быть прихвачен в 3-х местах, длина прихватки от 15 до 20 мм.

Прихватку без присадки сварочной проволоки можно выполнять только при условии, если зазор в стыке не превышает 0,5 мм.

В последующем, в процессе сварки корневого шва, прихватку следует удалить абразивным инструментом.

5.5.4.7 При выполнении корневого шва аргонодуговой сваркой с присадкой или без присадки внутренняя полость свариваемых элементов в районе стыка длиной до 200 мм закрывается разъемной вставкой-заглушкой с двух сторон и наполняется аргоном.

#### 5.5.5 Сварочные материалы

5.5.5.1 Применяемые сварочные материалы должны удовлетворять требованиям ГОСТ Р ИСО 3834-1, ГОСТ Р ИСО 3834-2, ГОСТ Р ИСО 3834-3, [13] или [23] и быть аттестованными в установленном порядке.

5.5.5.2 Применяемые сварочные материалы (электроды, сварочная проволока) должны соответствовать требованиям стандартов и технических условий на их поставку, что должно быть подтверждено соответствующим сертификатом.

5.5.5.3 Сварочные материалы, поступающие на предприятие, до запуска в производство должны быть приняты отделом технического контроля.

5.5.5.3.1 При приемке сварочной проволоки проверяются:

- наличие сертификатов на поставленную сварочную проволоку и соответствие его данных требованиям ГОСТ 2246 и [13];
- наличие бирок на мотках и соответствие их данных сертификатам;
- состояние поверхности сварочной проволоки и его соответствие [13].

Сварочная проволока должна быть чистой, не иметь следов графита, масла и других загрязнений.

В случае несоответствия данных сертификата данным бирки или отсутствия сертификата завод-потребитель должен провести анализ химического состава сварочной проволоки, а при необходимости – испытание наплавленного металла или металла шва в соответствии с требованиями ГОСТ 2246 или технических условий.

5.5.5.3.2 При приемке электродов проверяются:

- наличие сертификатов на поставленную партию электродов;
- наличие ярлыков на упаковке и соответствия их данных данным сертификатов;
- соответствие качества электродов требованиям ГОСТ 9466 по предельным отклонениям длины, кривизны, состояния поверхности покрытия (риски, задиры,

вмятины, поры, шероховатость, оголенность стержня и т.п.), а также эксцентриситету покрытия.

В случае несоответствия данных сертификата данным ярлыка и в других обоснованных случаях завод-потребитель должен производить контрольную проверку качества электродов согласно требованиям стандартов или технических условий.

5.5.5.3.3 При приемке защитного газа проверяется:

- наличие сертификата на поставленный защитный газ;
- наличие ярлыков на таре и соответствие их данных сертификатам;
- чистота защитного газа по сертификатам.

Перед использованием каждого нового баллона должна производиться пробная наплавка валика длиной от 100 до 200 мм на пластину с последующим визуальным контролем на отсутствие недопустимых дефектов или на «технологическое пятно» путем расплавления пятна диаметром от 15 до 20 мм.

5.5.5.4 Сварочные электроды должны храниться в сухом отапливаемом помещении. Перед сваркой электроды следует просушить в сушильном шкафу при температуре от плюс 200 до плюс 250 °С в течение  $1 \div 1,5$  часа.

5.5.5.5 При аргодуговой сварке в качестве неплавящегося электрода применяется прутки диаметром от 2 до 3,5 мм из вольфрама по ГОСТ 23949, лантанированного или иттрированного вольфрама по [24], [25].

5.5.5.6 В качестве защитного газа применяется аргон по ГОСТ 10157 высшего и первого сортов.

5.5.5.7 Сварочная проволока должна быть ровной, без перегибов, на ее поверхности не должно быть следов коррозии, окалины, трещин, масел и других загрязнений.

5.5.5.8 Прокалку, очистку, упаковку, маркировку, хранение и выдачу сварочных материалов следует организовать таким образом, чтобы исключить возможность перепутывания различных марок и партий.

#### 5.5.6 Квалификация сварщиков и специалистов

Руководители организации, производящей сварочные работы должны обеспечивать подготовку и аттестацию работников сварочного производства. Подготовка и аттестация специалистов (должностных лиц) в области промышленной безопасности должна проводиться в объеме, соответствующем их должностным обязанностям. Обучение, проверка знаний и аттестация работников, осуществляющих непосредственное руководство и выполнение сварочных работ, должны проводиться в соот-

ветствии с [26] и [27].

5.5.6.1 К выполнению сварочных работ допускаются сварщики, которые выдержали практические испытания по программе завода-изготовителя, учитывающие особенности сварки конкретных марок сталей и сплавов.

К выполнению сварочных работ при изготовлении, ремонте и монтаже оборудования, подконтрольного Ростехнадзору, допускаются только сварщики I уровня аттестованные по [27].

5.5.6.2 К руководству работами по сварке, контролю и разработке технологий сварки допускаются специалисты со специальным техническим образованием, аттестованные согласно [28] в установленном порядке на знание норм и правил Ростехнадзора по нефтеперерабатывающему и нефтехимическому оборудованию (согласно перечня групп технических устройств производственных объектов: ОХНВП (п.1, п.8 – см. [29]) со II и III уровнем подготовки специалиста сварочного производства, соответственно. К руководству сварочными работами допускаются также инженерно-технические работники, изучившие положения настоящего стандарта, технологические инструкции и другую действующую нормативно-техническую документацию по сварке конкретных сталей и сплавов.

Специалисты, осуществляющие руководство сварочными работами, должны обладать необходимыми знаниями и умениями, позволяющими организовывать и осуществлять разработку технологической документации на сварочные работы, руководство и контроль за выполнением процессов сварочного производства.

5.5.6.3 Аттестованные по [27] специалисты допускаются к выполнению только тех видов деятельности, которые указаны в их аттестационных удостоверениях (способ сварки, марка стали и сплава, положение шва в пространстве и т.д.).

К прихватке и сварке (а также по сварке отдельных составляющих реакционных труб) допускаются только сварщики I-го уровня, аттестованные на конкретный способ сварки (например, на ручную аргодуговую и ручную дуговую сварку) и аттестованные на сварку конкретного материала (например, на сварку углеродистых и низколегированных конструкционных сталей перлитного класса (группа материала 1М01), из низколегированных теплоустойчивых хромомолибденовых сталей перлитного класса (группа материала 4М02), из высоколегированных сталей аустенитного класса (группа материала 9М11), из сплавов на железоникелевой основе (группа материалов 10М51) и др. – раздел: трубчатые печи реакционные – см. [29]). При этом сварщики должны иметь практический опыт по сварке этих материалов не менее одного года и квалификационный разряд не ниже 5-го.

Сварщик, впервые приступающий к сварке, независимо от наличия удостоверения, должен перед допуском к работе пройти проверку путем выполнения и контроля допускного сварного соединения. Конструкцию допускных сварных соединений, а также методы и объем контроля качества сварки этих соединений определяет руководитель сварочных работ в соответствии с требованиями технической документации (НТД).

Для допуска сварщика к сварке производственных стыков труб он должен пройти соответствующую тренировку по сварке неповоротных стыков, а затем заварить один допускной (пробный) стык труб.

Конструкция, технология и условия сварки допускного стыка должны быть идентичны производственным стыкам.

Виды контроля допускных стыков: внешний осмотр и измерения, радиографический контроль, цветная дефектоскопия и механические испытания.

Оценку качества допускных сварных соединений выполняют в соответствии с требованиями настоящего стандарта.

При отсутствии дефектов в полученном сварном соединении и получении требуемых механических свойств, сварщик допускается к сварке производственных стыков.

#### 5.5.7 Условия выполнения сварочных работ

Сварочные работы должны выполняться в соответствии с производственно-технологической документацией по сварке (далее - ПТД), включающей производственные инструкции и технологические карты по сварке, утвержденной техническим руководителем организации, производящей сварочные работы. В ПТД должны быть отражены все требования к применяемым сварочным технологиям, технике сварки, сварочным материалам и сварочному оборудованию, контролю сварных соединений. Режимы сварки, последовательность операций, технические приемы, а также технологические особенности процесса сварки, обеспечивающие качество сварных соединений, должны быть приведены в технологических картах по сварке.

Перед началом сварочных работ руководитель сварочных работ обязан проверить выполнение всех подготовительных мероприятий и ознакомить исполнителей под роспись с требованиями технологических карт по сварке.

5.5.7.1 Сварка должна производиться по технологическим процессам, стандартам предприятия или производственным инструкциям, разработанным на основании чертежей, настоящего стандарта и другой технологической документации с учетом требований нормативно-технической документации на реакционное оборудование

([17], [18], [21] из соответствующих материалов).

Технология сварки, применяемая при изготовлении радиантных труб и коллекторов, должна пройти аттестацию в соответствии с ГОСТ Р ИСО 15607, ГОСТ Р ИСО 15609-1, ГОСТ Р ИСО 15610-2009, ГОСТ Р ИСО 15611, ГОСТ Р ИСО 15612, ГОСТ Р ИСО 15613 или [30] и быть аттестована в установленном порядке с выдачей Свидетельства об аттестации технологии сварки.

5.5.7.2 Аттестация технологии выполнения сварных соединений подразделяется на исследовательскую и производственную.

5.5.7.3 Исследовательскую аттестацию проводят специализированные организации при подготовке к внедрению новых технологий из сталей и сплавов, ранее не применяемых в отрасли, с целью определения характеристик сварных соединений, необходимых для расчетов при проектировании и для обеспечения безопасной эксплуатации изделий подконтрольных Ростехнадзору.

5.5.7.4 Технологии сварки, регламентированные настоящим стандартом и [21] считаются прошедшими исследовательскую аттестацию.

5.5.7.5 Производственную аттестацию осуществляет каждое предприятие.

5.5.7.6 Сварочные работы при изготовлении реакционного оборудования должны выполняться в закрытых помещениях при температуре не ниже 0 °С.

Сварочные работы на открытых площадках разрешается производить при температуре, указанной в нормативной и другой документации на изделия из соответствующих марок сталей и сплавов.

5.5.7.7 При выборе вида сварки следует предусматривать максимальное применение ее механизированных методов как наиболее экономичных.

5.5.7.8 Сварку реакционного оборудования следует производить только после контроля качества сборки.

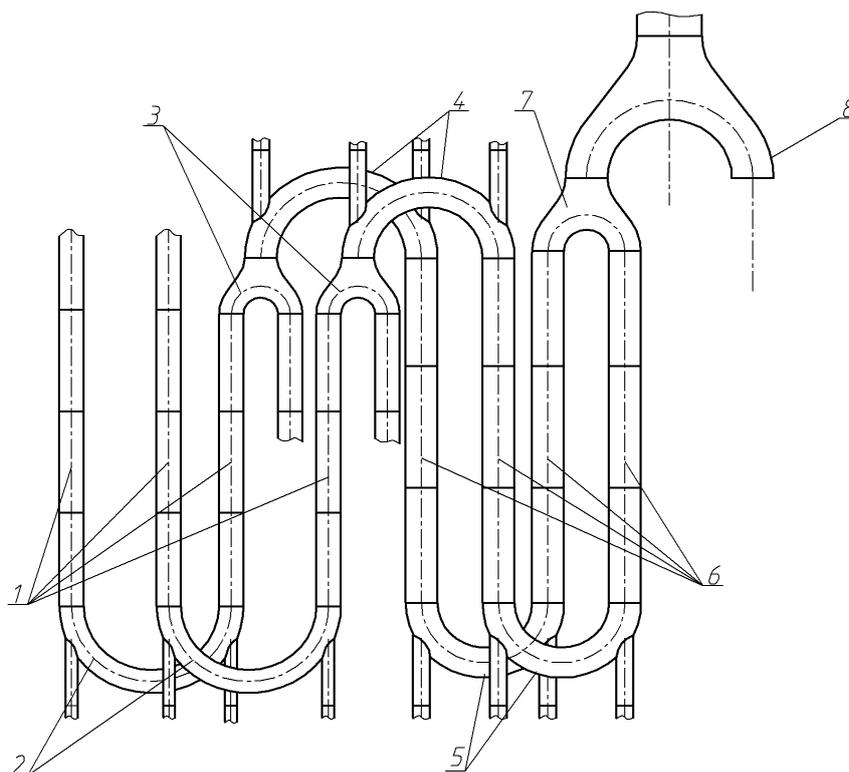
5.5.7.9 Режимы сварки, предусмотренные настоящим стандартом, допускается уточнять применительно к конкретным производственным условиям, сварочному оборудованию и конструктивным особенностям изделий.

5.5.7.10 Все сварные швы подлежат клеймению, позволяющему установить сварщика, выполнившего эти швы. Клейма наносятся способом, обеспечивающим их сохранность на весь период эксплуатации изделия.

5.6 Рекомендуемые сварочные материалы для изготовления радиантных труб, их элементов и коллекторов радиантных труб

5.6.1 Змеевик печи пиролиза бензина установки производства этилена

5.6.1.1 Фрагмент змеевика приведен на рисунке 1.



Поз. 1 – труба центробежнолитая из сплава 50X25H35C2Б [9]; 45X35H46БСТЦ [9]; [10];

Поз. 2, поз 4 – колено 180° – отливка из сплава 50X25H35C2БЛ, 45X35H46БСТЦЛ [5], [6];

Поз. 3 – тройник - отливка из сплава 50X25H35C2БЛ, 45X35H46БСТЦЛ [5], [6];

Поз. 5 – колено 180° – отливка из сплава 50X25H35C2БЛ, 45X35H46БСТЦЛ [5], [6];

Поз. 6 – труба центробежнолитая из сплава 50X25H35C2Б [9]; 45X35H46БСТЦ [9]; [10];

Поз. 7 – тройник - отливка из сплава 50X25H35C2БЛ, 45X35H46БСТЦЛ [5], [6];

Поз. 8 – тройник - отливка из сплава 50X25H35C2БЛ, 45X35H46БСТЦЛ [5], [6].

Рисунок 1 – Фрагмент змеевика печи пиролиза бензина

5.6.1.2 Для сварки труб, а также труб с фасонными отливками следует использовать сварочные материалы в соответствии с таблицей 5.

Таблица 5 – Сварочные материалы

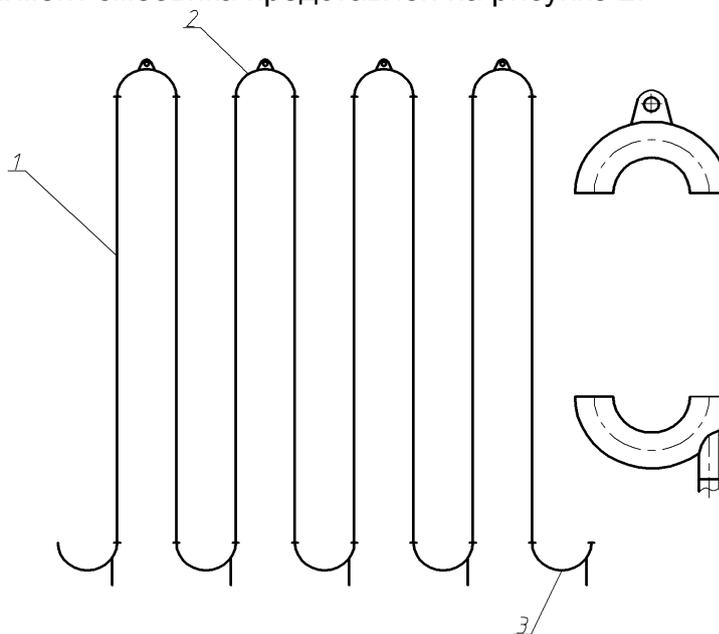
№ позиции на рисунке 1	Варианты сварки	Сварка	
		корневого шва	последующих слоев
1	2	3	4
Поз. 1 + поз. 1		(РАД)	(РАД)
Поз. 1 + поз. 2	(РАД)	(ААД)	(ААД)
Поз. 6 + поз. 6	(ААД)	Сварочная проволока Св-50X25H35C2Б [13]	(МАДП)
Поз. 6 + поз. 5	(МАДП)		Сварочная проволока Св-50X25H35C2Б [13]
Поз. 1 + поз. 3			
Поз. 3 + поз. 4			
Поз. 6 + поз. 7			
Поз. 7 + поз. 8			

Окончание таблицы 5

1	2	3	4
Поз. 1 + поз. 1 Поз. 1 + поз. 2 Поз. 6 + поз. 6 Поз. 6 + поз. 5 Поз. 1 + поз. 3 Поз. 3 + поз. 4 Поз. 6 + поз. 7 Поз. 7 + поз. 8 **)	(РАД) (ААД) (МАДП)	(РАД) (ААД) Сварочная проволока Св-45Х35Н46БСТЦ [13]	(РАД) (ААД) (МАДП) Сварочная проволока Св-45Х35Н46БСТЦ [13]
<p>Примечания</p> <p><sup>*)</sup> – Поз. 1, 6 – труба центробежнолитая из сплава 50Х25Н35С2Б; Поз. 2, 3, 4, 5, 7 и 8 – отливка из сплава 50Х25Н35С2БЛ</p> <p><sup>**)</sup> – Поз. 1, 6 – труба центробежнолитая из сплава 45Х35Н46БСТЦ; Поз. 2, 3, 4, 5, 7 и 8 – отливка из сплава 45Х35Н46БСТЦЛ</p> <p>- В технически обоснованных случаях, подтвержденных прочностными расчетами с учетом агрессивной среды эксплуатации, допускается применение других основных и сварочных материалов (Приложение Б и В). В случае применения в качестве св. материалов зарубежных аналогов, завод-изготовитель должен иметь Свидетельства установленного образца об аттестации св. материалов и проведении исследовательской аттестации технологии сварки.</p> <p>РД (111) — Ручная дуговая сварка покрытыми электродами;</p> <p>РАД (141) — Ручная аргонодуговая сварка неплавящимся электродом;</p> <p>МАДП (131) — Механизированная аргонодуговая сварка плавящимся электродом;</p> <p>ААД (141) — Автоматическая аргонодуговая сварка неплавящимся электродом.</p>			

### 5.6.2 Змеевик печи пиролиза этана установки производства этилена

#### 5.6.2.1 Фрагмент змеевика представлен на рисунке 2.



Поз.1 - труба центробежнолитая из стали 45Х25Н20С2 [9];

Поз.2 – отвод 180° с ушком – отливка из стали 45Х25Н20С2Л, [5], [6];

Поз.3 - колено 180° – отливка из стали 45Х25Н20С2Л [5], [6].

Рисунок 2 – Фрагмент змеевика печи пиролиза этана

5.6.2.2 Для сварки труб, а также труб с фасонными отливками следует использовать сварочные материалы в соответствии с таблицей 6.

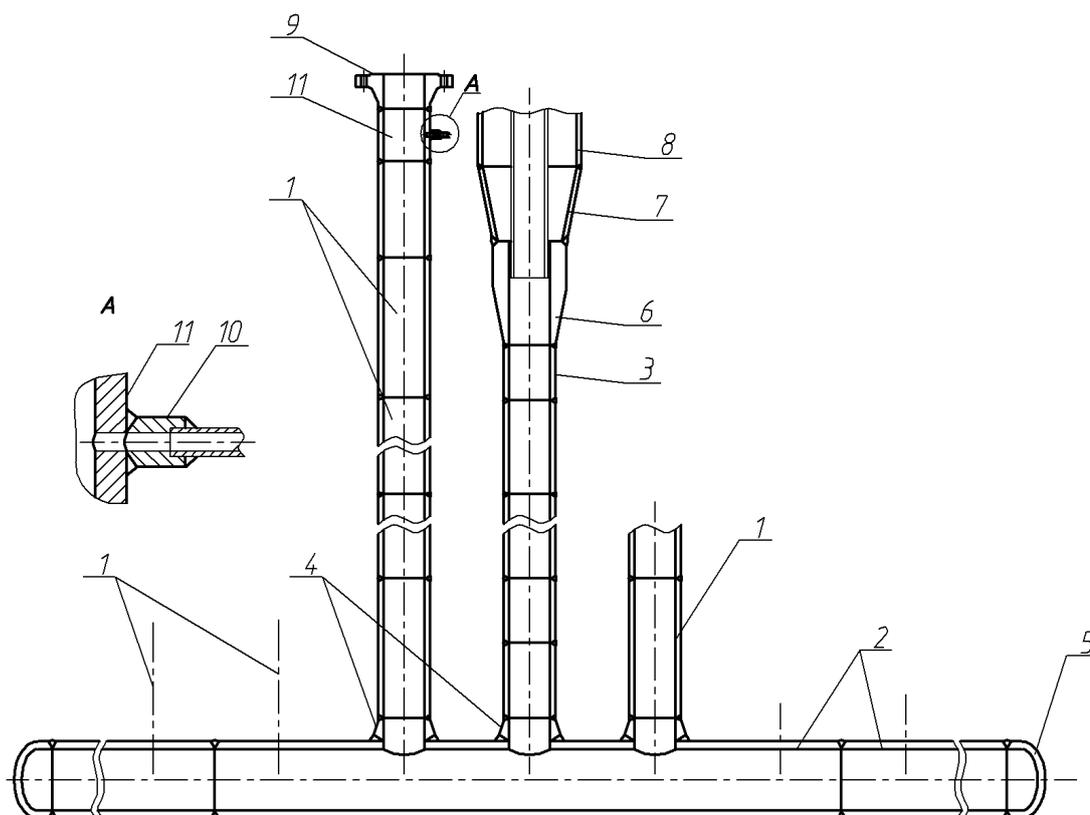
Таблица 6 – Сварочные материалы

№ позиции на рисунке 2	Варианты сварки	Сварка	
		корневого шва	последующих слоев
Поз. 1 + поз. 1 Поз. 1 + поз. 2 Поз. 1 + поз. 3	(РАД) (ААД) (МАДП)	(РАД) (ААД) Сварка в среде аргона неплавящимся электродом или с применением сварочной проволоки Св-45Х25Н20С2, Св-45Х25Н20С2Б [13]	(РАД) (ААД) (МАДП) Сварочная проволока Св-45Х25Н20С2 Св-45Х25Н20С2Б [13]
<p>Примечание – Сварные швы трубных элементов, выполненные ручной электродуговой сваркой и работающие при температуре от плюс 950 °С до плюс 1060 °С, следует перекрывать (плакировать) высоконикелевыми электродами марки ОЗЛ-35 типа 10Х27Н70Г2ЮМ2 [31]. Для выполнения сварных соединений трубы конвективного змеевика из сталей 10Х23Н18, 10Х25Н20С и 20Х25Н20С с центробежнолитой трубой перекидной части радиантного змеевика из стали 45Х25Н20С2 (температура стенки плюс 620 ÷ 700 °С) использовать в качестве присадочного материала св. проволоку Св-10Х20Н68Б3ГЗКТ по [13].</p> <p>В технически обоснованных случаях, подтвержденных прочностными расчетами, допускается применение других основных и сварочных материалов.</p>			

## 5.6.3 Реакционная труба и коллектор печи установки производства аммиака

## 5.6.3.1 Фрагмент реакционной трубы и стояка с коллектором представлен на рисунке 3.

сунке 3.



Поз. 1 – труба центробежнолитая из стали 35Х24Н24Б [9];

Поз. 2 – коллектор выходной – труба деформированная из сплава 05Х20Н32Т, 10Х20Н32ТЮ [11]; 10Х23Н34БСТЦ [9], [10];

Поз. 3- стояк - труба центробежнолитая из сплава 50Х25Н35К15В5С [9];

Поз. 4 – бобышка из сплава 05Х20Н32Т, 10Х20Н32ТЮ - поковка [12];

Поз. 5 – крышка (днище) из сплава 05Х20Н32Т, 10Х20Н32ТЮ - поковка [12]; 10Х23Н34БСТЦЛ [5]

Поз. 6 – конус из сплава 05Х20Н32Т, 10Х20Н32ТЮ – лист [14];  
 Поз. 7 – переходник из сплава 05Х20Н32Т, 10Х20Н32ТЮ [12];  
 Поз. 8 – обечайка из стали 12ХМ – лист 13 (ГОСТ 5520);  
 Поз. 9 – фланец из стали 15ХМ – поковка (ГОСТ 25054, ГОСТ 33259);  
 Поз. 10 – бобышка из сплава 05Х20Н32Т, 10Х20Н32ТЮ - поковка [12];  
 Поз. 11 – труба деформированная из стали 15ХМ, 15Х5М, 08Х18Н10Т, 12Х18Н10Т, 08Х18Н10Б, 12Х18Н10Б (ГОСТ 9940).

Рисунок 3 - Фрагмент реакционной трубы и стояка с коллектором

5.6.3.2 Для сварки центробежнолитых и деформированных труб, а также труб с кованными и катаными элементами следует использовать сварочные материалы в соответствии с таблицей 7.

Таблица 7 – Сварочные материалы

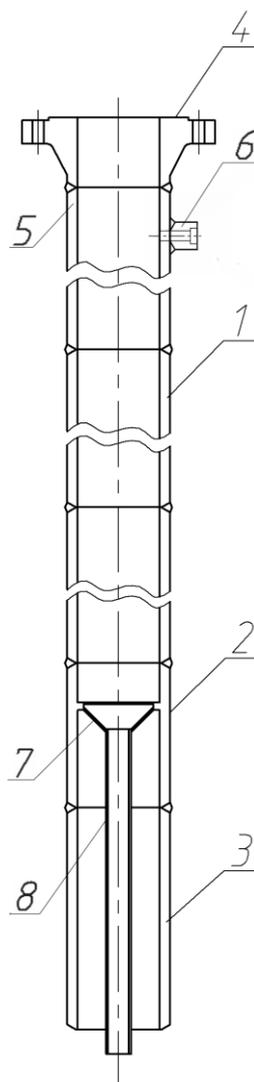
№ позиции на рисунке 3	Варианты сварки		Сварочные материалы	
	корневого шва	последующих слоев	корневого шва	последующих слоев
Поз. 1 + поз. 1	(РАД) (ААД)	(РАД) (ААД) (МАДП)	Проволока Св-35Х24Н24Б [13]	Проволока Св-35Х24Н24Б [13]
Поз. 3 + поз. 3		(РАД) (ААД) (МАДП)	Сварочная проволока Св-50Х25Н35К15В5С [13]	Сварочная проволока Св-50Х25Н35К15В5С [13]
Поз. 2 + поз. 2 Поз. 2 + поз. 5		(РАД) (ААД) (МАДП)	Сварочная проволока Св-10Х22Н45К15М9ТЮ Св-10Х23Н34БСТЦ <sup>*)</sup> [13]	Сварочная проволока Св-10Х22Н45К15М9ТЮ Св-10Х23Н34БСТЦ <sup>*)</sup> [13]
Поз. 1 + поз. 4 Поз. 3 + поз. 4 Поз. 3 + поз. 6				
Поз. 1 + поз. 11 Поз. 7 + поз. 8				Сварочная проволока Св-10Х20Н68Б3Г3КТ [13].
Поз. 9+ поз. 11 Поз. 10 + поз. 11	(РД)	(РД)	Электроды типа Э-09Х1М, ГОСТ 9467 марки ЦЛ-2ХМ или ТМЛ-1	
Поз. 2 + поз. 4 Поз. 6 + поз. 7	(РАД) (ААД)	(РАД) (ААД) (МАДП)	Сварочная проволока Св-10Х22Н45К15М9ТЮ [13].	

## Примечания

<sup>\*)</sup> – Сварочная проволока используется при сварке труб (Поз.2+поз.2) из сплава 10Х23Н34БСТЦ и отливок (Поз.2+поз.5) из сплава 10Х23Н34БСТЦЛ;  
 - При сварке элементов из стали 15ХМ, 08Х18Н10Т, 12Х18Н10Т, 08Х18Н10Б, 12Х18Н10Б необходимо руководствоваться положениями нормативно-технической документации, утвержденной в установленном порядке;  
 - Сварочные материалы, предназначенные для выполнения сварных соединений, к которым предъявляются требования по стойкости к межкристаллитной коррозии (МКК), перед использованием должны подвергаться испытаниям на склонность к МКК по ГОСТ 6032  
 - В технически обоснованных случаях, подтвержденных прочностными расчетами, допускается применение других основных и сварочных материалов

5.6.4 Реакционная труба и ее элементы печи установки производства водорода

5.6.4.1 Эскиз реакционной трубы с элементами представлен на рисунке 4.



- Поз. 1 – труба центробежнолитая из сплава 45Х25Н35БСТЦ [9], [10];  
 Поз. 2 – труба центробежнолитая из сплава 10Х20Н33Б [9];  
 Поз. 3 – труба деформированная из стали 15ГС [32];  
 Поз. 4 – фланец из стали 10Х2М1А (поковка по [33]).  
 Поз. 5 – труба центробежнолитая из сплава 45Х25Н35БСТЦ [9], [10];  
 Поз. 6 – бобышка из стали 10Х2М1А (поковка по [33])  
 Поз. 7 – конус из сплава ХН32Т, 05Х20Н32Т (листовой прокат по  
 ГОСТ 24982-81, [14])  
 Поз. 8 – труба из сплава ХН32Т, 05Х20Н32Т [11]

Рисунок 4 – Реакционная труба и ее элементы

5.6.4.2 Для сварки реакционных труб и их элементов реакционной части печи следует использовать сварочные материалы в соответствии с таблицей 8.

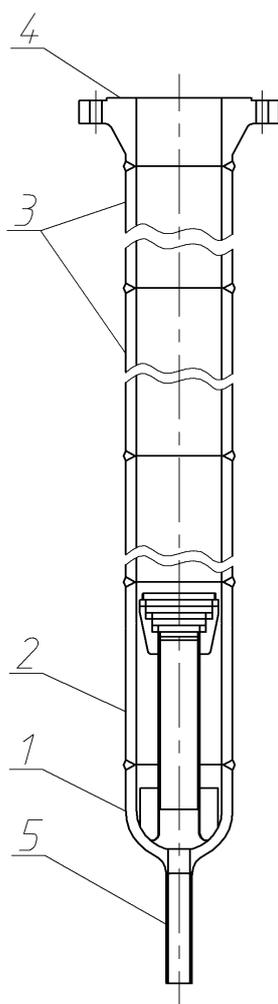
Таблица 8 – Сварочные материалы

№ позиции на рисунке 4	Варианты сварки	Сварка	
		корневого шва	последующих слоев
Поз. 1+поз.1 Поз. 1+поз.5	(РАД) (ААД) (МАДП)	(РАД) (ААД) Сварочная проволока Св-45Х25Н35БС Св-45Х25Н35БСТЦ [13]	(РАД) (ААД) (МАДП) Сварочная проволока Св-45Х25Н35БС Св-45Х25Н35БСТЦ [13]
Поз. 5+поз.4	(РАД) (ААД) (МАДП)	(РАД) (ААД) Сварочная проволока Св-10Х20Н68Б3ГЗКТ [13]	(РАД) (ААД) (МАДП) Сварочная проволока Св-10Х20Н68Б3ГЗКТ [13]
Поз. 5+поз.6	(РАД) (ААД) (МАДП)	(РАД) (ААД) Сварочная проволока Св-10Х20Н68Б3ГЗКТ [13]	(РАД) (ААД) (МАДП) Сварочная проволока Св-10Х20Н68Б3ГЗКТ [13]
Поз. 1+поз.2	(РАД) (ААД) (МАДП)	(РАД) (ААД) Сварочная проволока Св-45Х25Н35БС [13]	(РАД) (ААД) (МАДП) Сварочная проволока Св-45Х25Н35БС [13]
Поз. 2+поз.3	(РАД) (ААД) (МАДП)	(РАД) (ААД) Сварочная проволока Св-10Х20Н68Б3ГЗКТ [13]	(РАД) (ААД) (МАДП) Сварочная проволока Св-10Х20Н68Б3ГЗКТ [13]
Поз. 2+поз.7	(РАД) (ААД) (МАДП)	(РАД) (ААД) Сварочная проволока Св-10Х22Н45К15М9ТЮ [13]	(РАД) (ААД) (МАДП) Сварочная проволока Св-10Х22Н45К15М9ТЮ [13]
Поз.7+поз.8	(РАД) (ААД) (МАДП)	(РАД) (ААД) Сварочная проволока Св-10Х22Н45К15М9ТЮ [13]	(РАД) (ААД) (МАДП) Сварочная проволока Св-10Х22Н45К15М9ТЮ [13]

Примечание – В технически обоснованных случаях, подтвержденных прочностными расчетами, допускается применение других основных и сварочных материалов.  
Сварочные материалы, предназначенные для выполнения сварных соединений, к которым предъявляются требования по стойкости к межкристаллитной коррозии (МКК), перед использованием должны подвергаться испытаниям на склонность к МКК по ГОСТ 6032

5.6.5 Реакционная труба печи установки производства метанола и тройник малого сборного коллектора

5.6.5.1 Эскиз реакционной трубы с элементами представлен на рисунке 5.



Поз.1 – доньшко сферическое:

- сплав 10X20H33БЛ - отливка [5], [6];

- сплав 05X20H32Т, 10X20H32ТЮ - поковка [12]; - сплав 15X25H37Б [9];

Поз. 2, поз. 3 – труба центробежнолитая из сплава 45X25H35БС [9];  
45X25H35БСТЦ [9], [10];

Поз. 4 – фланец – поковка из стали 15ХМ (ГОСТ 25054);

Поз. 5 – трубка газоотводящая из сплава 05X20H32Т, 10X20H32ТЮ [11],  
труба центробежнолитая из сплава 15X25H37Б [9].

Рисунок 5 – Реакционная труба печи установки производства метанола

5.6.5.2 Для сварки труб и их элементов при изготовлении реакционной части трубчатой печи следует использовать сварочные материалы в соответствии с таблицей 9.

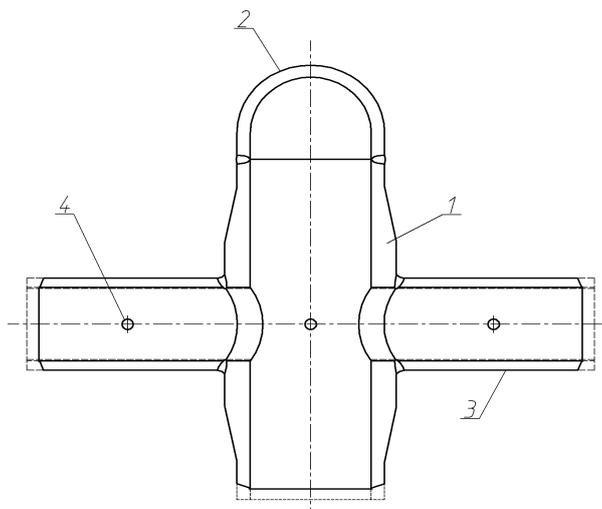
Т а б л и ц а 9 – Сварочные материалы

№ позиции на рисунке 5	Варианты сварки		Сварочные материалы	
	корневого шва	последующих слоев	корневого шва	последующих слоев
Поз. 1 + поз. 2 Поз. 1 + поз. 5	(РАД) (ААД)	(РАД) (ААД) (МАДП)	Сварочная проволока Св-10Х22Н45К15М9ТЮ [13]	Сварочная проволока Св-10Х22Н45К15М9ТЮ [13]
Поз. 2 + поз. 3 Поз. 3 + поз. 3	(РАД) (ААД)	(РАД) (ААД) (МАДП)	Сварочная проволока Св-45Х25Н35БС <sup>*)</sup> Св-45Х25Н35БСТЦ <sup>**)</sup> [13]	Сварочная проволока Св-45Х25Н35БС <sup>*)</sup> Св-45Х25Н35БСТЦ <sup>**)</sup> [13]
Поз. 3 + поз. 4	(РАД) (ААД)	(РАД) (ААД) (МАДП)	Сварочная проволока Св-10Х22Н45К15М9ТЮ [13]	Сварочная проволока Св-10Х22Н45К15М9ТЮ [13]

**П р и м е ч а н и я**

<sup>\*)</sup>- Сварочная проволока используется при сварке труб из сплава 45Х25Н35БС;  
<sup>\*\*)</sup>- Сварочная проволока используется при сварке труб из сплава 45Х25Н35БСТЦ;  
- В технически обоснованных случаях, подтвержденных прочностными расчетами, допускается применение других основных и сварочных материалов;  
- Сварочные материалы, предназначенные для выполнения сварных соединений, к которым предъявляются требования по стойкости к межкристаллитной коррозии (МКК), перед использованием должны подвергаться испытаниям на склонность к МКК по ГОСТ 6032

5.6.5.3 Эскиз тройника малого сборного коллектора представлен на рисунке 6.



Поз.1 – труба:

- труба центробежнолитая из сплава 10Х20Н33Б [9]; 10Х23Н34БСТЦ [9], [10];
- труба деформированная из сплава 05Х20Н32Т, 10Х20Н32ТЮ [11];

Поз.2 – колпак из сплава 05Х20Н32Т, 10Х20Н32ТЮ [12]; 10Х23Н34БСТЦЛ (отливка по [5], [6]);

Поз.3 – штуцер:

- труба центробежнолитая из сплава 10Х20Н33Б [9]; 10Х23Н34БСТЦ [9],[10];
- труба деформированная из сплава 05Х20Н32Т, 10Х20Н32ТЮ [11];

Поз. 4 – бобышка из сплава 05Х20Н32Т, 10Х20Н32ТЮ [12].

Рисунок 6 - Эскиз тройника малого сборного коллектора

5.6.5.4 При сварке тройника малого сборного коллектора следует использовать сварочные материалы в соответствии с таблицей 10.

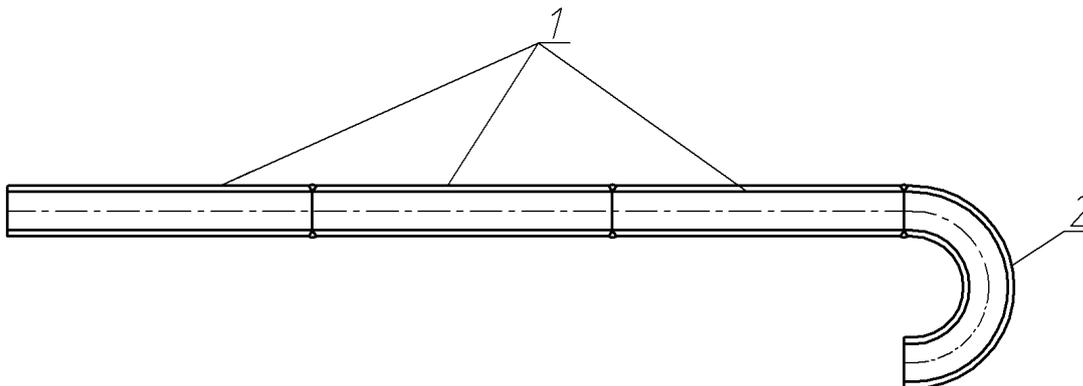
Таблица 10 – Сварочные материалы

№ позиции на рисунке 6	Способ сварки и сварочные материалы	
	для сварки корневого шва	для сварки последующих слоев
Поз. 1 + поз. 2	(РАД) (ААД) (МАДП) Сварочная проволока Св-10Х22Н45К15М9ТЮ [13] Св-10Х23Н34БСТЦ <sup>*)</sup>	(РАД) (ААД) (МАДП) Сварочная проволока Св-10Х22Н45К15М9ТЮ [13] Св-10Х23Н34БСТЦ <sup>*)</sup>
Поз. 1 + поз. 3	То же	То же
Поз. 1 + поз. 4 Поз. 3 + поз. 4	То же	То же

**П р и м е ч а н и я**  
<sup>\*)</sup> - Сварочная проволока используется для сварки труб из сплава 10Х23Н34БСТЦ и отливок из сплава 10Х23Н34БСТЦЛ;  
 - В технически обоснованных случаях, подтвержденных прочностными расчетами, допускается применение других основных и сварочных материалов.

5.6.6 Реакционный змеевик печи установки производства сероуглерода

5.6.6.1 Фрагмент реакционного змеевика представлен на рисунке 7.



Поз. 1 – труба:

- труба центробежнолитая из стали 20Х25Н20С [9];
- труба деформированная из стали 20Х25Н20С [11];

Поз. 2 – отвод 180°:

- отвод литой из стали 20Х25Н20СЛ [5], [6];
- отвод гнутый из стали 20Х25Н20СЛ [7];
- отвод штампованной из стали 20Х25Н20С [8].

Рисунок 7 – Фрагмент реакционного змеевика печи

5.6.6.2 При сварке центробежнолитых труб и этих труб с отливками (отводами) применительно к изготовлению змеевиков печи установки получения сероуглерода следует использовать материалы в соответствии с таблицей 11.

Таблица 11 – Сварочные материалы

№ позиции на рисунке 7	Способ сварки и сварочные материалы	
	для сварки корневого шва	для сварки последующих слоев
Поз. 1 + поз. 1	(РАД) (ААД) Сварочная проволока Св-20Х25Н20С, [13]	(РАД) (ААД) (МАДП) Сварочная проволока Св-20Х25Н20С, [13]
Поз. 1 + поз. 2	То же	То же
Примечание – В технически обоснованных случаях, подтвержденных прочностными расчетами, допускается применение других основных и сварочных материалов.		

5.6.7 Композиция из стали 45Х25Н20С(С2) или сплава 10Х20Н33БЛ со сталями 08Х18Н10Т, 12Х18Н10Т, 05Х20Н32Т и 10Х20Н32ТЮ сваривается сварочной проволокой Св-10Х20Н68БЗГЗКТ по [13].

Комбинация из стали 45Х25Н20С2(Л) со сплавом 50Х25Н35С2Б(Л) (температура стенки плюс 820 ÷ 980 °С) сваривается св. проволокой Св-50Х25Н35С2Б (с повышенным сопротивлением науглероживанию) по [13].

Композиция из стали 45Х25Н20С2(Л) со сталью 45Х25Н20С2(Л) сваривается св. проволокой Св-45Х25Н20С2 по [13].

Композиция из сплава 50Х25Н35С2Б(Л) со сплавом 50Х25Н35С2Б(Л) сваривается св. проволокой Св-50Х25Н35С2Б по [13].

5.6.8 Композиция из стали 45Х25Н20С(С2) со сталями 20, 12ХМ, 15ХМ, 15Х5М, 10Х2М1А сваривается (с подогревом со стороны изделий из углеродистой и теплоустойчивой стали) сварочной проволокой Св-10Х20Н68БЗГЗКТ по [13]. Режимы подогрева должны соответствовать требованиям инструкций на сварку.

5.6.9 Композиция сплава 10Х20Н33БЛ со сплавом 45Х28Н49В5С и композиция сплава 45Х28Н49В5С со сплавом 45Х25Н35С (печь каталитического риформинга ОАО «ОЭМК») сваривается сварочной проволокой марки Св-45Х25Н35С.

5.6.10 Сварка элементов радиантных труб из стали 35Х24Н24Б (печь парового риформинга и ряд установок производства метанола) производится сварочной проволокой марки Св-35Х24Н24Б или электродами марки ОЗЛ-38.

5.6.11 Композиция сплава ХН78Т со сталью 08Х18Н12Б (печь пиролиза дихлорэтана) сваривается электродами марки ОЗЛ-25Б.

5.6.12 Сварка элементов радиантных труб и коллекторов из конструкционных низколегированных и теплоустойчивых сталей производится в соответствии с требованиями [34], [35], [36].

## 5.7 Сварка

Сварка радиантных труб, их элементов и коллекторов радиантных труб должна выполняться в соответствии с положениями настоящего стандарта и технической документации, утверждённой в установленном порядке.

#### 5.7.1 Специальные требования

5.7.1.1 При подготовке к сварке сталей и сплавов аустенитного класса, кроме общих положений (раздел 5.5), должны быть учтены специальные требования, изложенные в настоящем разделе.

5.7.1.2 Требования к испытаниям на сопротивляемость образованию трещин в сварных соединениях

5.7.1.2.1 Сварочная проволока каждой партии должна быть проконтролирована на стойкость к образованию горячих трещин при сварке.

Требования к испытаниям на сопротивляемость образованию горячих трещин в сварных соединениях должны соответствовать ГОСТ Р ИСО 17641-1, ГОСТ Р ИСО 17641-2 и ГОСТ Р 54790-2011.

Металл сварного шва и зоны термического влияния сварки аустенитных сплавов на никелевой основе чувствителен к воздействию окружающей атмосферы (в т.ч. влажности), масел и прочих загрязнений, которые приводят к образованию горячих трещин и пор. Для предотвращения образования горячих трещин требуется соответствующая организация сварочных работ.

5.7.1.2.1.1 При разработке технологии сварки аустенитных сталей на никелевой основе необходимо учитывать:

- технологические особенности сварного соединения (требования к подогреву при сварке, термообработке и пр.);

- возможность образования дефектов, особенно холодных и горячих трещин, специфичных для каждого из свариваемого сплава;

- возможность образования горячих трещин при отсутствии зазора между свариваемыми кромками стыковых соединений для обеспечения свободной усадки металла;

- необходимость и достаточность обеспечения механических свойств сварного соединения в соединениях сплавов разной толщины не ниже чем у сплава, обладающего меньшими показателями указанных свойств.

5.7.1.2.2 Сварочная проволока каждой партии должна быть проконтролирована на стойкость к образованию холодных трещин при сварке.

Требования к испытаниям на сопротивляемость образованию холодных трещин

в сварных соединениях должны соответствовать ГОСТ Р ИСО 17642-1, ГОСТ Р ИСО 17642-2 и ГОСТ Р 56143.

5.7.1.2.3 Сварочные материалы, предназначенные для выполнения сварных соединений, к которым предъявляются требования по стойкости к межкристаллитной коррозии (МКК), перед использованием должны подвергаться испытаниям на склонность к МКК по ГОСТ 6032. Испытание сварочных материалов на склонность к МКК допускается совмещать с испытанием на склонность к МКК сварных соединений, для сварки которых они предназначены.

5.7.1.3 Каждая партия электродов, независимо от наличия сертификата, подвергается контрольным испытаниям для определения технологических свойств, а также склонности к образованию трещин по ГОСТ 9466.

Результаты контроля технологических свойств должны удовлетворять требованиям ГОСТ 9466.

5.7.1.4 Резка изделий из сталей и сплавов аустенитного класса, а также обработка кромок под сварку должна выполняться механическими способами.

В случае применения термической (пламенной) резки, на кромках должен быть удален механическим способом слой металла не менее чем до полного устранения всех неровностей, цветов побежалости и возможных горячих трещин.

5.7.1.5 С целью предотвращения дефектов при сварке в защитных газах и возможного снижения коррозионной стойкости металла шва сварочную проволоку перед использованием необходимо обезжирить ацетоном высшего сорта (ГОСТ 2768).

5.7.1.6 С целью уменьшения перегрева, обеспечения коррозионной стойкости и оптимальных механических свойств сварку соединений небольшой толщины (менее 8 мм) необходимо вести при максимально возможной скорости.

5.7.1.7 При многослойной сварке каждый проход выполняют после охлаждения предыдущего до температуры ниже плюс 100 °С и тщательной зачистки (абразивным камнем или металлическими щетками из нержавеющей стали).

5.7.1.8 С целью предотвращения горячих трещин в сварных соединениях (толщиной 10 мм и более) сталей и сплавов с аустенитной структурой, рекомендуется следующее:

- аргонодуговую сварку и ручную дуговую как плавящимся, так и не плавящимся электродом выполнять при минимальной длине дуги, без поперечных колебаний усиленными валиками;

- автоматическую сварку производить на пониженных скоростях с минимальным числом проходов;

- кратеры швов должны быть тщательно заплавлены до получения выпуклого мениска или вышлифованы, при запрете выводить кратеры на основной металл;

- в случае вынужденного обрыва дуги до ее повторного возбуждения необходимо убедиться в отсутствии горячей кратерной трещины, при наличии трещины кратер удалить механическим способом;

- сварщики, допущенные к сварке сталей и сплавов аустенитного класса, должны быть обучены приемам борьбы с горячими трещинами.

#### 5.7.2 Технология сварки

Режим сварки должен обеспечить минимальный темп деформаций и высокие скорости охлаждения для получения благоприятной структуры и сопротивления образованию трещин.

5.7.2.1 Сварка стыкуемых элементов должна выполняться под руководством специалиста аттестованными сварщиками, имеющими опыт аргонодуговой сварки труб из аустенитных сталей и сплавов. Сварщики должны пройти специальное обучение по отработке технологии сварки центробежнолитых и деформированных труб с фасонными отливками, отводами, фланцами с полным проплавлением корневого шва.

Перед изготовлением сварных радиантных труб предприятие обязано выполнить производственную аттестацию технологии сварки в соответствии с [30].

5.7.2.2 При выполнении корневого шва и отсутствии зазора в стыке или при зазоре до 0,5 мм аргонодуговая сварка должна производиться без подачи проволоки, а при наличии зазора от 0,5 до 1,5 мм – с подачей проволоки.

5.7.2.3 Зажигание и гашение дуги должно производиться или на кромке трубы или на уже наложенном шве на расстоянии от 20 до 25 мм от конца шва. Зажигание дуги на поверхности трубы не допускается.

5.7.2.4 Рекомендуемый расход аргона в горелке от 8 до 10 л/мин., на поддув во внутреннюю полость трубы от 5 до 7 л/мин.

5.7.2.5 Для защиты сварочной ванны корневого слоя при аргонно-дуговой сварке следует устанавливать заглушки с подачей инертного газа внутрь полости. Подачу аргона во внутреннюю полость трубы необходимо начинать за 2 – 2,5 минуты до начала сварки.

5.7.2.6 Подача аргона в горелку должна прекращаться через 5 – 8 сек. после обрыва дуги и в течение этого времени струю аргона следует направлять в кратер для защиты металла от окисления.

5.7.2.7 Поверхность корневого шва со стороны внутренней поверхности трубы (отливки) должна быть ровной с усилением  $1 \pm 0,5$  мм и с плавным переходом к основному металлу, что должно проверяться с помощью эндоскопа.

В случае превышения указанной величины усиления сварной шов подвергается шлифовке с внутренней стороны. При этом не допускается повреждение внутренней стороны трубы (отливки).

5.7.2.8 С целью избежать прожога металла корневого шва второй слой рекомендуется выполнять с подачей присадки.

5.7.2.9 Аргодуговая сварка производится на возможно короткой дуге узкими валиками при силе тока от 80 до 100 А. Ручная дуговая сварка производится электродами диаметром 3 мм при силе тока от 80 до 90 А или электродами диаметром 4 мм при силе тока от 100 до 120 А. Перед гашением дуги сварщик должен заварить кратер и вывести место обрыва дуги на шов на  $8 \div 10$  мм против направления сварки. Последующее зажигание дуги производится на металле шва на расстоянии от 12 до 15 мм от кратера. Вывод кратера и зажигание дуги на основном металле труб (отливок) не допускается.

5.7.2.10 После наложения каждого слоя (валика) производится визуальный осмотр шва на отсутствие дефектов. Дефектные участки шва должны быть удалены механическим способом и заварены вновь.

5.7.2.10.1 Поверхность каждого наплавленного валика перед наложением последующего слоя следует зачищать механическим способом (абразивным кругом или щетками из нержавеющей стали) и обезжирить. Каждый технологический слой, особенно кратер, необходимо проконтролировать на предмет обнаружения горячих трещин. Сварку сталей и сплавов, проявляющих склонность к образованию горячих трещин (в т.ч. коррозионностойких сплавов на никелевой основе), следует производить на режимах с ограничением погонной энергии.

Для исключения трещин в кратерах необходимо обеспечить их полное заполнение с образованием выпуклой поверхности.

5.7.2.11 При сварке высоколегированных аустенитных сталей и сплавов на железоникелевой основе следует ограничивать температуру свариваемой поверхности стыка. Сварка последующего слоя шва выполняется после охлаждения предыдущего слоя ниже плюс 100 °С. При сварке теплоустойчивых сталей руководствоваться инструкциями завода-изготовителя, согласованными независимыми экспертными материаловедческими организациями.

5.7.2.12 Все сварные швы подлежат клеймению, позволяющему установить сварщика, выполняющего эти швы.

5.7.2.13 Клеймо на деформированных трубах (05X20H32Т, 10X20H32ТЮ, 20X25H20С и др.) наносится на расстоянии от 20 до 50 мм от шва, глубина клеймения не более 0,5 мм.

5.7.2.14 Клеймо на центробежнолитых трубах наносится на наплавленную и зашлифованную площадку диаметром от 10 до 12 мм, расположенную в околшов-ной зоне на расстоянии от 30 до 50 мм от шва.

5.7.2.15 Допускается обозначение клейм сварщиков приводить на схеме трубы, приложенной к паспорту.

### 5.7.3 Требования к качеству сварных соединений

Требования к качеству сварных соединений радиантных труб, их элементов и коллекторов радиантных труб должны соответствовать положениям настоящего стандарта, и технической документации, утверждённой в установленном порядке.

5.7.3.1 Сварные соединения труб (центробежнолитых, деформированных), бобышек, фланцев, фасонных отливок, гнутых и штампосварных отводов должны быть выполнены с полным проплавлением по всему периметру стыка.

5.7.3.2 Усиление корневого шва с внутренней стороны должно быть в пределах от 0,5 до 1,5 мм, местная «утяжка» (ослабление) шва – не более 0,5 мм.

Усиление шва с наружной стороны свариваемых элементов должно быть в пределах  $1,5 \pm 1,0$  мм.

5.7.3.3 В сварных соединениях не допускаются следующие внешние дефекты:

- трещины всех видов и направлений;
- свищи и пористость;
- подрезы, наплывы, прожоги и незаплавленные кратеры;
- смещение и совместный увод кромок свыше норм, предусмотренных настоящим стандартом;
- несоответствие формы и размеров швов требованиям чертежа и настоящего стандарта.

5.7.3.4 В сварных соединениях не допускаются следующие внутренние дефекты:

- а) трещины и микротрещины всех видов и направлений;
- б) непровары;
- в) свищи, поры в виде сплошной сетки;

г) единичные шлаковые и газовые включения шириной (диаметром) выше 10% от толщины стенки, длиной более  $0,25 \times S$  ( $S$  – толщина стенки), количество дефектов допускаемых размеров должно быть не более пяти штук на стык;

д) цепочки пор и шлаковых включений, имеющих суммарную длину дефектов более толщины стенки на участке шва, равном десятикратной толщине стенки, а также имеющие отдельные дефекты с размерами, превышающими указанные в подпункте г) настоящего пункта;

е) скопление газовых пор и шлаковых включений на отдельных участках шва свыше пяти штук на  $1 \text{ см}^2$  площади шва; при этом максимальный линейный размер отдельного дефекта по наибольшей протяженности не должен превышать 1,5 мм, а сумма их линейных размеров в стыке не должна превышать 3 мм.

5.7.3.5 Предел прочности сварных соединений центробежнолитых труб должен быть не ниже предела прочности основного металла труб.

#### 5.7.4 Контроль качества сварных соединений

Контроль качества сварных соединений радиантных труб, их элементов и коллекторов радиантных труб должен выполняться в соответствии с положениями настоящего стандарта и технической документации, утверждённой в установленном порядке.

5.7.4.1 Контроль качества сварных соединений элементов производится следующими методами:

- пооперационным контролем;
- внешним осмотром и измерением;
- цветным методом неразрушающего контроля (НК);
- механическими испытаниями, в т.ч. испытаниями на длительную прочность;
- испытаниями на межкристаллитную коррозию (по требованию ТД на изделие);
- радиографическим контролем;
- металлографическими исследованиями (по требованию ТД на изделие);
- гидроиспытанием.

5.7.4.2 Требования к оценке качества контрольных сварных соединений должны соответствовать требованиям нормативных документов, указанных в таблице 12.

Таблица 12 – Требования по контролю контрольных сварных соединений

Характеристика испытаний	Метод контроля	Объем контроля	Нормативные документы по методике контроля	Нормативные документы по оценке качества
1	2	3	4	5
Обязательные испытания	Визуальный (внешний осмотр)	100 %	[37]	[17] [18] [43]
	Измерительный	100 %	[37]	
	Радиографический	100 %	ГОСТ 7512, [38], [39]	
	Капиллярный (цветной метод НК)	100 %	ГОСТ 18442	
	Растяжение и изгиб (механические испытания)	4 образца (2-статич.растяжение; 2-статич.изгиб)	ГОСТ 6996, [40]	
	Испытания на межкристаллитную коррозию	при наличии соответствующего требования в технических условиях на изделие или в чертежах	ГОСТ 6032	
	Металлография	3 образца	[41]	
	Стилоскопирование	100 %	[42]	
Дополнительные испытания	Испытание на длительную прочность (периодический контроль – не реже 1 раза в 3 года)	по 3 образца на 3 напряжения при конкретной температуре	ГОСТ 10145	
	Испытания на сопротивляемость образованию горячих трещин	3 образца	ГОСТ Р ИСО 17641-1 ГОСТ Р ИСО 17641-2 ГОСТ Р 54790	
	Испытания на сопротивляемость образованию холодных трещин	3 образца	ГОСТ Р ИСО 17642-1 ГОСТ Р ИСО 17642-2 ГОСТ Р 56143	

5.7.4.3 Результаты контрольных испытаний сварных соединений должны заноситься в паспорт или другую техническую документацию, предусмотренную на изделие.

#### 5.7.4.4 Пооперационный контроль

В процессе пооперационного контроля проверяется:

- соответствие состояния и качества свариваемых элементов и сварочных материалов требованиям действующих стандартов и технических условий;
- соответствие качества подготовки кромок и сборки под сварку требованиям технологических указаний, разработанных в установленном порядке;
- соблюдение технологического процесса сварки.

#### 5.7.4.5 Внешний осмотр и измерение

Внешнему осмотру и измерению подлежат все сварные соединения (доступные к осмотру и измерению) по всей протяженности с наружной и внутренней (с помощью эндоскопа) стороны.

Внешний осмотр должен производиться в соответствии с требованиями ГОСТ 3242.

Обнаруженные в процессе осмотра или измерения недопустимые дефекты должны быть устранены.

#### 5.7.4.6 Цветной метод неразрушающего контроля

Цветной метод НК (цветная дефектоскопия) относится к капиллярным методам и предназначен для выявления дефектов типа несплошностей, выходящих на поверхность.

5.7.4.6.1 Цветной метод НК должен производиться согласно [15].

5.7.4.6.2 Сварные соединения элементов подлежат 100%-ному цветному методу контроля.

5.7.4.6.3 Цветному методу НК подлежат поверхности корневого и последнего слоя по всей протяженности каждого стыка.

5.7.4.6.4 Необходимый класс чувствительности контроля цветным методом по ГОСТ 18442 обеспечивается применением соответствующих дефектоскопических материалов при выполнении требований [15].

5.7.4.6.5 Поверхность, подлежащая контролю цветным методом, должна быть очищена от металлических брызг, нагара, окалины, шлака, ржавчины, различных органических веществ (масел и т.п.) и других загрязнений.

5.7.4.6.6 При наличии металлических брызг, нагара, окалины, шлака, ржавчины и т.п. загрязнений поверхность подлежит механической зачистке.

5.7.4.6.7 Очистку поверхности от воды, от жировых и прочих органических загрязнений необходимо проводить в соответствии с требованиями [15].

5.7.4.6.8 Шероховатость контролируемой поверхности должна соответствовать требованиям приложения А [15] (категория 1, класс II).

5.7.4.6.9 Поверхность, подлежащая контролю цветным методом, должна быть принята службой ОТК по результатам визуального контроля.

5.7.4.6.10 Контроль цветным методом должен выполняться специалистами, прошедшими теоретическую и практическую подготовку, аттестованными в установленном порядке и имеющими соответствующие удостоверения.

5.7.4.6.11 Оценку качества поверхности по результатам контроля цветным методом необходимо проводить по форме и размеру рисунка индикаторного следа в

соответствии с [15] (таблица 2, класс дефектности 2).

5.7.4.6.12 Обнаруженные при контроле цветным методом недопустимые дефекты должны быть устранены.

#### 5.7.4.7 Механические испытания

5.7.4.7.1 Проверка механических свойств сварных соединений центробежнолитых (деформированных) труб с фасонными отливками, отводами, фланцами осуществляется на образцах, изготовленных из контрольных стыков по ГОСТ 6996 и [40].

5.7.4.7.2 Порядок выполнения сварных контрольных соединений и проверка их на отсутствие недопустимых дефектов должны соответствовать требованиям нормативно-технической документации на контролируемое изделие.

5.7.4.7.3 Сварка контрольных соединений производится одновременно со сваркой изделия каждым сварщиком с применением тех же основных и присадочных материалов, тех же методов и режимов сварки, которые используются при сварке изделия.

5.7.4.7.4 Сварка контрольных соединений производится для каждой партии основного металла, сварочной проволоки и электродов. Количество сварных соединений должно быть не менее 1% (но не менее одного) от общего числа сваренных каждым сварщиком однотипных сварных соединений.

5.7.4.7.5 При выполнении испытаний по определению характеристик механических свойств контрольных сварных соединений на отдельных образцах, вырезка заготовок для изготовления образцов должна производиться в соответствии со схемами, установленными производственными инструкциями по сварке и контролю сварных соединений (в зависимости от специфики сварных соединений и положений сварки на различных участках шва).

5.7.4.7.6 Из каждого контрольного сварного соединения должны быть вырезаны четыре образца для испытания на статическое растяжение (2 образца) и статический изгиб (2 образца) в соответствии с требованиями ГОСТ 6996. Проведение испытаний на статический изгиб образцов из конкретных марок сталей и сплавов – согласно требований проектно-конструкторской документации.

5.7.4.7.7 Временное сопротивление разрыву сварных соединений должно быть не ниже временного сопротивления разрыву основного металла. Общий результат испытаний считается неудовлетворительным, если хотя бы один из образцов показал результат, отличающийся от установленных норм (в сторону снижения): по вре-

менному сопротивлению разрыву – более чем на 10%.

Указанные положения сохраняют силу и в том случае, когда среднее арифметическое результатов испытаний соответствует нормативным показателям.

5.7.4.7.8 Показатели характеристик механических свойств сварных соединений элементов из сталей разнородных марок должны удовлетворять требованиям к однородным сварным соединениям тех же элементов (из стали соответствующих марок) с более низкими нормативными показателями характеристик механических свойств.

5.7.4.7.9 При получении неудовлетворительных результатов по механическим испытаниям необходимо проведение повторных испытаний на образцах, вырезанных из того же контрольного стыка. При этом принимается удвоенное количество образцов.

5.7.4.7.10 В случае невозможности вырезки требуемого количества образцов из тех же контрольных соединений, повторные механические испытания (в удвоенном объеме) должны быть проведены на выполненных производственных стыках, вырезаемых непосредственно из контролируемых изделий.

5.7.4.7.11 Если при повторном испытании хотя бы на одном из образцов были получены результаты, не отвечающие установленным нормам, то общий результат механических испытаний считается неудовлетворительным.

5.7.4.7.12 При получении неудовлетворительного результата после повторного испытания швы считаются неудовлетворительными.

5.7.4.7.13 Периодически не реже, чем один раз в три года, проводится контрольная проверка соблюдения технологии изготовления труб и контрольные испытания на длительную прочность св. соединений.

#### 5.7.4.8 Испытания на межкристаллитную коррозию

5.7.4.8.1 Испытание сварных соединений на стойкость к МКК должно производиться при входном контроле сварочных материалов при наличии соответствующего требования в технических условиях на изделие или в чертежах.

5.7.4.8.2 Стойкость сварных соединений к МКК оценивается на образцах, вырезанных из наплавленного металла или сварных соединений. Форма, размеры и количество образцов должны соответствовать требованиям ГОСТ 6032. При изготовлении образцов основной слой должен быть полностью удален. Метод испытания должен быть указан в техническом проекте или в чертеже

#### 5.7.4.9 Радиографический контроль.

5.7.4.9.1 Сварные соединения элементов подлежат 100%-ному радиографиче-

скому контролю.

5.7.4.9.2 Радиографический контроль сварных соединений должен производиться в соответствии с ГОСТ 7512 и [38].

5.7.4.9.3 Кольцевые сварные соединения следует контролировать по схемам согласно [38] (рисунок 2).

5.7.4.9.4 К проведению радиографического контроля допускаются специалисты, прошедшие теоретическое и практическое обучение по специальной программе, согласованной и утвержденной в установленном порядке, сдавшие экзамен и получившие удостоверения о допуске их к соответствующему виду контроля сварных соединений.

5.7.4.9.5 Программа обучения дефектоскопистов должна включать раздел по технике безопасности и производственной санитарии.

5.7.4.9.6 Радиографический контроль проводится с целью выявления в сварном соединении трещин, непроваров, пор, металлических и неметаллических включений.

5.7.4.9.7 При невозможности визуального контроля сварного соединения радиографический контроль может применяться и для выявления внешних дефектов: вогнутости корня, превышения проплава, подреза, прожога, утяжин и т.д.

5.7.4.9.8 При радиографическом контроле не обеспечивается выявление следующих дефектов:

- пор и включений с диаметром поперечного сечения менее удвоенной чувствительности контроля;
- непроваров и трещин глубиной менее удвоенной чувствительности контроля;
- непроваров и трещин, плоскость раскрытия которых не совпадает с направлением просвечивания;
- металлических и неметаллических включений с коэффициентом ослабления излучения, близким к коэффициенту ослабления основного металла сварного соединения;
- любых дефектов, если их изображения на снимках совпадают с изображениями посторонних деталей, острых углов или резких перепадов толщин свариваемых элементов.

5.7.4.9.9 Для определения чувствительности радиографического контроля следует применять канавочные и проволочные эталоны чувствительности по ГОСТ 7512.

5.7.4.9.10 Гаммаграфический метод контроля следует осуществлять в случае невозможности или технической трудности применения рентгенографического метода и для контроля изделий в монтажных условиях.

5.7.4.9.11 Радиографический контроль проводится после устранения обнаруженных при внешнем осмотре дефектов.

5.7.4.9.12 Околошовная зона, зачищенная от окалины, шлака, брызг расплавленного металла и других загрязнений, должна иметь ширину не менее 20 мм (15 мм при сварке сплавов с микролегированием).

5.7.4.9.13 Расшифровке подлежат радиографические снимки, полностью высушенные, не имеющие на поверхности царапин, загрязнений, пятен, отпечатков пальцев, подтеков, белого налета, следов электроразрядов и других дефектов, затрудняющих расшифровку снимков.

5.7.4.9.14 К работам по расшифровке радиографических снимков и выдаче по ним заключений о качестве сварных соединений допускаются специалисты и дефектоскописты соответствующего уровня квалификации. В удостоверении этих работников должна быть соответствующая отметка.

5.7.4.9.15 Если в процессе радиографического контроля будут получены неудовлетворительные результаты (выявлены недопустимые дефекты, указанные в 5.7.3.3, 5.7.3.4 настоящего стандарта) швы считаются непригодными.

#### 5.7.4.10 Металлографические исследования

С целью выявления возможных внутренних дефектов (трещин, непроваров, пор и др.) сварные соединения подвергаются металлографическому исследованию, состоящему из макро- и микроструктурного анализа.

5.7.4.10.1 Металлографическое исследование проводят по [41] в качестве арбитражного при контроле качества сварных соединений радиографическим методом.

5.7.4.10.2 Для металлографических исследований из контрольных сварных соединений должно быть вырезано три образца.

5.7.4.10.3 Макро- и микроструктурный анализы должны проводиться последовательно на одном и том же образце (шлифе).

5.7.4.10.4 Контролируемая поверхность макрошлифа должна включать сечение шва, зону термического влияния с прилегающими к ней участками основного металла, не находившимися под термическим воздействием сварки.

5.7.4.10.5 Макроструктурный анализ проводят на макрошлифах невооруженным глазом или при увеличении до 30<sup>x</sup> с помощью лупы или микроскопа МБС (или

других микроскопов с параметрами не хуже, чем у указанного).

5.7.4.10.6 С помощью макроанализа выявляют: возможные внутренние дефекты сварных соединений – трещины всех видов и направлений; непровары и несплавления, расположенные в сечении сварного соединения; свищи и поры; шлаковые и другие включения; подрезы, наплывы, провисание и незаплавленные кратеры; смещение и совместный увод кромок свариваемых элементов.

5.7.4.10.7 Исследование микрошлифа производится с помощью металлографических микроскопов МИМ-7, МИМ-8 (или других металлографических микроскопов с параметрами не хуже, чем у указанных) при увеличении  $100^{\times}$  и  $400^{\times}$ .

5.7.4.10.8 С помощью микроанализа выявляют: возможные внутренние дефекты сварных соединений; микротрещины всех видов и направлений, непровары или несплавления, расположенные в сечении сварного соединения между отдельными валиками или основным металлом и металлом шва; свищи и поры; шлаковые и другие неметаллические включения.

5.7.4.10.9 Если получены неоднозначно трактуемые результаты металлографического исследования, то допускается повторное испытание на удвоенном количестве образцов, вырезанных из того же контрольного стыка или сварного соединения сборочной единицы или детали. В случае неудовлетворительных результатов при повторном металлографическом исследовании швы считаются непригодными.

#### 5.7.4.11 Гидравлические испытания сварных соединений

5.7.4.11.1 Сваренные изделия («труба + труба», «труба + фланец», «труба + бобышка», «труба + фасонное литье», «труба + гнутый отвод», «труба + штампованной отвод» и их комбинации) подлежат гидравлическому испытанию в соответствии с требованиями проектно-конструкторской документации, а также [43]. Пробное давление выдерживают в течение 10 минут (испытание на прочность), после чего снижают до расчетного давления, при котором производят тщательный осмотр сварных швов (испытание на герметичность).

5.7.4.11.2 По окончании осмотра давление вновь повышают до пробного и выдерживают еще 5 минут, после чего снова снижают до расчетного и вторично осматривают трубу.

5.7.4.11.3 Продолжительность испытания на прочность и герметичность определяется временем осмотра трубы.

5.7.4.11.4 Результаты гидравлического испытания на прочность и герметичность признаются удовлетворительными, если во время испытания не произошло

разрывов, видимых деформаций, падения давления по манометру, а в основном металле и сварных швах не обнаружено течи и запотевания.

5.7.4.11.5 Если при испытании будут обнаружены:

- падение давления по манометру;
- пропуски испытательной среды (течь, потение, пузырьки воздуха или газа);
- признаки разрыва;
- остаточные деформации,

то дефектные сварные соединения удаляются, свариваются вновь и подлежат повторному контролю.

5.7.4.11.6 В случае отрицательного результата повторного контроля общий результат считается неудовлетворительным.

#### 5.7.4.12 Стилоскопирование

5.7.4.12.1 С целью установления соответствия типа использованной стали (сплава) и сварочных материалов чертежам, отраслевым стандартам и требованиям настоящего стандарта, необходимо определение химического состава составляющих элементов реакционных труб и коллекторов и сварных соединений методом стилоскопирования.

При этом допускается использование стационарных и переносных стилоскопов.

5.7.4.12.2 Стилоскопирование металла составляющих реакционных труб (и коллекторов) и металла шва производится с целью установления соответствия марки использованных для сварки материалов требованиям соответствующих нормативных документов на изготовление конкретных изделий (составляющих реакционных и коллекторных труб).

5.7.4.12.3 Обязательному стилоскопированию должны подвергаться в изготовленных реакционных трубах и коллекторах все их составляющие, находящиеся под давлением, а также соединяющие их сварные швы.

5.7.4.12.4 Стилоскопирование необходимо производить на зачищенных до металлического блеска участках (площадках) поверхности, которые должны быть предварительно замаркированы для идентификации на соответствующих картах контроля.

5.7.4.12.5 В случае неудовлетворительных результатов производится повторное стилоскопирование металла составляющих реакционных труб и коллекторов и металла шва в 3-х различных участках.

5.7.4.12.6 При выявлении несоответствия марки используемой стали (сплава) или сварного соединения хотя бы на одной детали, проверенных не в полном объе-

ме, стилоскопированию должны быть подвергнуты все однотипные детали, сварные соединения.

5.7.4.12.7 Стилоскопирование не производится в следующих случаях:

- при невозможности осуществления контроля вследствие недоступности сварных швов;

- по предписаниям соблюдения правил техники безопасности.

5.7.4.13 Каждая партия сварочной проволоки должна проверяться на стойкость против образования горячих и холодных трещин путем многослойной наплавки с изготовлением макро и микрошлифов и сваркой контрольных стыков.

5.7.4.13.1 Испытания на сопротивляемость образованию горячих трещин

Контрольные образцы подлежат испытанию согласно ГОСТ Р ИСО 17641-1, ГОСТ Р ИСО 17641-2 и ГОСТ Р 54790.

5.7.4.13.2 Испытания на сопротивляемость образованию холодных трещин

Контрольные образцы подлежат испытанию согласно ГОСТ Р ИСО 17642-1, ГОСТ Р ИСО 17642-2 и ГОСТ Р 56143.

5.7.4.14 Испытание на длительную прочность

Сварные образцы должны быть испытаны на длительную прочность при температуре эксплуатации изделия согласно требованиям ГОСТ 10145 с периодическим контролем – не реже 1 раза в 3 года.

5.8 Показатели надежности

5.8.1 Расчётный срок службы – 100000 часов. В обоснованных случаях допускается корректировка расчетного срока службы в зависимости от назначенного ресурса эксплуатации реакционного оборудования.

## 6 Приемка

6.1 Радиантные трубы, их элементы и коллекторы радиантных труб для трубчатых печей должны быть приняты ОТК предприятия–изготовителя в соответствии с требованиями настоящего стандарта и комплекта конструкторской или технической документации, утвержденной в установленном порядке.

6.2 Радиантные трубы, их элементы и коллекторы должны подвергаться на предприятии–изготовителе приемо-сдаточным испытаниям.

6.3 В объем приемо-сдаточных испытаний радиантных труб и их элементов должны входить:

- проверка размеров;

- контроль качества поверхностей;
- контроль качества сварных швов;
- гидравлические испытания;
- контроль комплектности;
- контроль консервации;
- контроль наличия, содержания и расположения маркировки;
- контроль упаковки.

6.4 При обнаружении в процессе приемо-сдаточных испытаний дефектов, влияющих на сборку и работоспособность радиантных труб и их элементов, дефекты подлежат устранению, после чего должны быть произведены повторные испытания и сдача ОТК.

При обнаружении не устраненных дефектов радиантную трубу, ее элементы или коллектор считать окончательно забракованными.

## **7 Методы контроля**

7.1 В процессе изготовления и приемки радиантных труб, их элементов и коллекторов радиантных труб должны производиться следующие виды контроля:

- входной,
- операционный,
- приемочный.

7.1.1 Входному контролю подвергаются:

- материалы, предназначенные для изготовления радиантных труб;
- материалы, предназначенные для изготовления коллекторов;
- материалы элементов радиантных труб (фасонных деталей, фланцев и т.д.);
- радиантные трубы;
- элементы радиантных труб;
- коллекторы радиантных труб;
- сварочные материалы;
- документация, включающая чертежи и расчеты на прочность.

7.1.2 При операционном контроле должны проверяться:

- основные параметры и размеры радиантных труб, сборочных единиц и коллекторов (размеры должны измеряться стандартизованными средствами измерения);

- качество обрабатываемых поверхностей на отсутствие дефектов внешним

осмотром и измерением (на отсутствие трещин, спаев, пузырей и др. дефектов);

- качество сварных соединений (согласно 5.6.4).

7.1.3 Радиантные трубы, их элементы и коллекторы радиантных труб должны подвергаться приемочному контролю, в котором производится:

- внешний осмотр в объеме, предусмотренном соответствующей нормативно-технической документацией;

- проверка комплектности изделия, документации;
- проверка правильности упаковки;
- качество сварных соединений;
- испытания на прочность в соответствии с документацией;
- проверка размеров средствами измерения и контроля;
- проверка материалов по сертификатам или результатам химического анализа.

7.2 Сваренная реакционная труба и коллектор подлежат гидравлическому испытанию в соответствии с требованиями проектно-конструкторской документации. Пробное давление в трубе выдерживают в течение 10 минут (испытание на прочность), после чего его снижают до расчетного давления, при котором производят тщательный осмотр сварных швов (испытание на герметичность). По окончании осмотра давление вновь повышают до пробного и выдерживают еще 5 минут, после чего снова снижают до расчетного и вторично тщательно осматривают трубу.

Продолжительность испытания на прочность и герметичность определяется временем осмотра трубы.

Результаты гидравлического испытания на прочность и герметичность признаются удовлетворительными, если во время испытания не произошло разрывов, видимых деформаций, падения давления по манометру, а в основном металле и сварных швах не обнаружено течи и запотевания.

Если при испытании будут обнаружены течи и свищи в швах, то дефектные швы удаляются, свариваются вновь и подлежат повторному контролю.

7.3 Значение пробного давления и результаты испытаний заносятся в паспорт.

7.4 Контроль комплектности, упаковки, маркировки производится внешним осмотром и сопоставлением с технической документацией.

## **8 Комплектность, маркировка, консервация и упаковка**

### **8.1 Комплектность**

#### **8.1.1 Комплектность поставки радиантных труб, их элементов и коллекторов**

радиантных труб для реакционных трубчатых печей.

8.1.1.1 Радиантные трубы и коллекторы должны поставляться в собранном виде, гидроиспытаны согласно проектно-конструкторской документации, утвержденной в установленном порядке.

8.1.1.2 Радиантные трубы и коллекторы могут поставляться:

- отдельными трубами и элементами;
- шпильками (костылями);
- секциями;
- в сборе совместно с элементами крепления и без них.

8.1.1.3 В комплект поставки входят:

- трубные решетки и подвески;
- элементы крепления решеток и подвесок.

Деление комплекта на транспортные части должно быть указано в техническом проекте.

Примечание – Допускается детали и сборочные единицы, которые при отправке в сборе с радиантными трубами и коллекторами могут быть повреждены, отправить в отдельной упаковке. В поставку радиантных труб, их элементов и коллекторов, свариваемых на монтажной площадке из транспортируемых частей, по договоренности могут входить сварочные материалы, необходимые для выполнения сварных швов стыкуемых элементов и разрешенные к применению для данных материалов труб и их элементов согласно таблице А.7 (см. приложение А).

## 8.2 Документация

8.2.1 К поставляемым предприятием–изготовителем радиантным трубам, их элементам и коллекторам должна прилагаться техническая и товаросопроводительная документация.

8.2.1.1 Техническая документация:

- Паспорт – 1 экз.

Паспорт должен содержать:

- схему радиантной трубы с расположением сварных швов;
- наименование организации-поставщика и его местонахождение;
- размеры радиантной трубы и марки сталей и сплавов;
- размеры коллекторов и марки сталей и сплавов;
- выписку из сертификатов на основные и присадочные материалы;
- номер плавки и номер радиантной трубы, ее элементов и коллекторов;
- результаты испытаний сварных швов и контрольных сварных соединений;

- схема трубы с расположением сварных швов;
- результаты металлографических исследований;
- результаты испытаний на кратковременную прочность основного металла и св. соединения;
- результаты испытаний на длительную прочность основного металла и св. соединения с датой проведения последнего испытания не позднее 3-х летнего периода;
- результаты гидроиспытаний;
- свидетельство о приемке;
- свидетельство об упаковывании;
- свидетельство о консервации;
- инструкцию по эксплуатации и монтажу;
- заявление о компетентности изготовителя (см. Приложение Г, таблица Г.2).

#### 8.2.1.2 Товаросопроводительная документация:

- Комплектовочная ведомость – 1 экз.,
- Упаковочный лист – 2 экз.

### 8.3 Маркировка

8.3.1 На каждой трубе, на наружной поверхности, в месте, указанном на чертеже должна быть нанесена черной эмалью НЦ-132П ГОСТ 6631 (допускается в качестве материала для маркировки использование краски, не содержащей фосфор, серу, свинец, фтор, хлор, иод и бром) шрифтом 20 по ГОСТ 14192 четкая маркировка, содержащая:

- наименование предприятия–изготовителя;
- заводской номер;
- год изготовления;
- марка стали (сплава);
- № плавки;
- масса;
- габаритные размеры.

8.3.2 При поставке труб в сборе с фланцами допускается нанесение маркировки ударным способом на торец фланца.

8.3.3 Все сварные швы подлежат клеймению согласно 5.6.2.12.

### 8.4 Консервация

8.4.1 Консервация металлических поверхностей элементов, входящих в объем

поставки, должна производиться по технологии предприятия–изготовителя в соответствии с требованиями ГОСТ 9.014 для группы изделий IV – 4 и обеспечить защиту от коррозии при транспортировании, хранении и монтаже в течение не менее 18 месяцев со дня отгрузки с предприятия–изготовителя.

8.4.2 Кромки, подлежащие сварке при монтаже, и прилегающие к ним поверхности шириной от 50 до 60 мм, не окрашиваются, а защищаются консистентными смазками. Перед покрытием продукты коррозии и загрязнения должны быть удалены с покрываемой поверхности.

8.4.3 Марки консервационных материалов выбираются в каждом отдельном случае в зависимости от условий эксплуатации оборудования.

8.4.4 К паспорту трубы прикладывается свидетельство о консервации, содержащее дату консервации, марку консервационного материала, вариант временной защиты, вариант внутренней упаковки, условия хранения и срок защиты без пере-консервации, срок консервации.

8.4.5 Уплотнения и крепежные детали, при отправке их в ящиках, должны быть законсервированы согласно инструкции предприятия–изготовителя.

8.4.6 Кромки труб, подлежащие сварке на монтажной площадке, подлежат консервации согласно инструкции предприятия–изготовителя.

## 8.5 Упаковка

8.5.1 Радиантные трубы и коллекторы укладываются на ложементы. Отверстия труб должны быть заглушены пробками, а кромки под сварку защищены от механических повреждений. При увязке труб контакт проволоки с трубой не допускается.

8.5.2 Мелкие элементы и крепёж должны упаковываться в ящики, изготавливаемые по чертежам предприятия–изготовителя.

8.5.3 Техническая и товаросопроводительная документация должна быть упакована в пакет из полиэтиленовой пленки по ГОСТ 10354 и уложена в футляр по [44]. Допускается отправка документации почтой по согласованию с заказчиком.

8.5.4 Если радиантные трубы, их элементы и коллекторы поставляются несколькими грузовыми местами, техническая документация должна упаковываться в «место» № 1. При этом на трубах наносится надпись «Документация находится здесь».

8.5.5 Каждое грузовое место должно иметь свой упаковочный лист, который вкладывается в пакет из водонепроницаемой бумаги. Пакет дополнительно завертывается в водонепроницаемую бумагу и размещается в специальном кармане, изготовленном в соответствии с документацией, применяемой на предприятии–

изготовителе. Второй экземпляр упаковочного листа или комплектовочной ведомости вместе с технической документацией упаковывается в место № 1.

## **9 Транспортирование и хранение**

9.1 При транспортировании, а также при разгрузочно-погрузочных работах длинномерных радиантных труб и коллекторов должны быть предусмотрены меры для максимального снижения изгибных напряжений в сварных швах и предотвращения образования в них трещин.

При разгрузочно-погрузочных работах длинномерных радиантных труб и коллекторов необходимо использовать траверсы с местами крепления, подтвержденными соответствующими прочностными расчетами.

При внутрицеховом транспортировании радиантных труб и коллекторов необходимо использовать рольганги, роликовые опоры и кантователи.

9.2 Радиантные трубы, их элементы и коллекторы могут быть транспортированы любым видом транспорта в соответствии с правилами, действующими на каждом виде транспорта.

При транспортировании пакеты труб разделяются деревянными прокладками. На пол платформы или кузова автомашины укладываются деревянные прокладки.

9.3 Условия хранения 9 (ОЖ 1), ГОСТ 15150.

## **10 Требования к эксплуатации**

10.1 Радиантные трубы, их элементы и коллекторы разрабатываются для каждого конкретного процесса и производительности установки. В связи с этим в процессе изготовления нужно строго следить за выполнением требований технологической и нормативной документации и, в случае замены материалов или изменения размеров элементов труб и условий эксплуатации, необходимо подтверждение этого расчетом на прочность.

10.2 Радиантные трубы, их элементы и коллекторы при поступлении на завод-потребитель должны быть взяты на особый учет.

10.3 По сертификационным данным следует убедиться, что полученные радиантные трубы, элементы и коллекторы соответствуют требованиям проектно-технической документации.

10.4 Монтаж радиантных труб, их элементов и коллекторов производится в соответствии с ППР (Проект Производственных Работ), разрабатываемым заводом-

потребителем, технической документацией, разрабатываемой разработчиком трубчатой печи.

10.5 Данные об установке труб в печах фиксируются в специальном журнале, в который заносятся: номер печи, номер трубы в печи, дата установки трубы, режимы эксплуатации (температура, давление, среда).

10.6 Эксплуатация радиантных труб проводится в соответствии с технологическим регламентом, разработанным проектировщиком реакционных трубчатых печей совместно с организацией, эксплуатирующей радиантные трубы.

10.7 При эксплуатации радиантных труб, их элементов и коллекторов должен быть обеспечен надзор за их состоянием. В процессе эксплуатации за трубами, их элементами и коллекторами ведется специальное наблюдение: при остановках производится осмотр труб с замером диаметра, овальности, толщин стенок и прогиба.

Все выявленные неполадки с трубами и отклонения от нормального поведения труб отмечаются в специальном журнале. Здесь же фиксируются отклонения по температуре, давлению, составу сырья и другим технологическим параметрам, имевшим место за время эксплуатации труб в печи.

10.8 После длительной эксплуатации радиантных труб, их элементов и коллекторов, а также в случае их разрушения должны быть проведены исследования образцов радиантных труб, их элементов и коллекторов.

10.9 Ревизия радиантных труб, их элементов и коллекторов производится в период плановых ремонтов и при аварийных остановках печи в сроки и объёмы, предусмотренные Инструкцией завода-потребителя.

10.10 При эксплуатации радиантных труб и коллекторов должны быть соблюдены все правила безопасности и противопожарные требования, в соответствии с [4].

10.11 Организации, эксплуатирующие радиантные трубы и коллекторы, несут полную ответственность за правильность их эксплуатации, надзор и контроль их работы.

## **11 Требования по безопасности и охране природы**

11.1 Разработчики технических проектов реакционных трубчатых печей должны предусмотреть меры для их безопасной эксплуатации и экологической чистоты, а именно, полноту сгорания топливного газа, очистку от окислов азота и др.

11.2 Содержание вредных веществ, выделяющихся в процессе производства

не должно превышать предельно допустимые концентрации (ПДК). Периодичность контроля должна соответствовать требованиям ГОСТ 12.1.005.

11.3 Правила установления допустимых выбросов вредных веществ должны соответствовать требованиям ГОСТ 17.2.3.02.

11.4 Сточные воды при производстве должны соответствовать требованиям [45].

11.5 Охрана грунта от загрязнений бытовыми и промышленными отходами осуществляется согласно требованиям [46].

## **12 Гарантии изготовителя**

12.1 Предприятие–изготовитель гарантирует соответствие радиантных труб, их элементов и коллекторов радиантных труб требованиям настоящего стандарта при соблюдении условий транспортирования, хранения, монтажа и эксплуатации.

12.2 Гарантийный срок эксплуатации – 12 месяцев со дня ввода радиантных труб, их элементов и коллекторов радиантных труб в эксплуатацию, но не более 18 месяцев со дня отгрузки с предприятия–изготовителя.

**Приложение А  
(обязательное)**

Перечень материалов для печных деталей

Таблица А.1

Марка стали и сплава	Рабочая температура деталей, °С не более	Состояние металла	Применение
<b>нагруженные детали</b>			
10X14Г14Н4Т	500	Прокат ГОСТ 5949	При невозможности применения 15Х5М
05Х22Н42М2Т1Ю	450	Прокат [14]	Сплав стоек против коррозионного растрескивания, точечной и щелевой коррозии
12Х18Н10Т	700	То же ГОСТ 5949	Для изготовления труб и сварных изделий
10Х18Н9Л	700	Литье ГОСТ 977	Для печных деталей
20Х23Н13	1000	Прокат ГОСТ 5949, ГОСТ 7350	Решетки, подвески, тяги и др.
35Х23Н7СЛ	1000	Литье [5],[6]	То же
40Х24Н12СЛ	1200	Литье ГОСТ 977	Решетки, подвески
05Х20Н32Т (ХН32Т)	900	Трубы деформированные [11]	Газоотводящие трубы
45Х25Н20СЛ	950	Литье [5],[6]	Подвески, опоры
50Х25Н35В5К15СЛ	1150	То же	Подвески, детали подвесок
45Х25Н35БСТЦЛ	1100	Литье [10]	Подвески, детали подвесок
<b>ненагруженные детали</b>			
08Х13	700	Прокат ГОСТ 5949	Для деталей, не подлежащих сварке, и для неответственных сварных деталей
ЧХ 28	700	Литье ГОСТ 7769	Для неответственных деталей
10Х14Г14Н4Т	700	Прокат ГОСТ 5949	Для сварных деталей
20Х23Н13	1000	Прокат ГОСТ 5949, ГОСТ 7350	Для сварных деталей
15Х25Т	1000	То же ГОСТ 5949	Для деталей, не подлежащих сварке
Примечание – Допускается применение печных деталей на другие условия с подтверждением работоспособности соответствующими прочностными расчетами.			

## Центрбежнолитые трубы

Таблица А.2

Марка стали и сплава	Рабочие условия		Виды испытаний и требований по [9], [10]	Применение
	температура стенки, °С	давление, Н/мм <sup>2</sup>		
	не более			
20Х25Н20С	760	0,6	Химический состав, механические свойства, контроль размеров, макроструктура (столбчатость, пористый слой), пневмоиспытания, гидроиспытания, цветная дефектоскопия кромок под сварку.	Установки производства сероуглерода
35Х24Н24Б	950	4,0		Установки производства аммиака, водорода, метанола
45Х25Н20С	1000	4,0		Установки производства аммиака, водорода, метанола
45Х25Н20С2	1000	0,4		Установки производства этилена
50Х20Н35С2Б	1050	0,4		То же
45Х25Н35БС	1000	4,0		Установки производства аммиака, водорода, метанола
50Х25Н35С2Б	1050	0,6		Установки производства этилена
10Х20Н33Б	700 ÷ 950	2,14		Установки производства метанола, водорода, аммиака, этилена
50Х25Н35Б5К15С	1150	3,6		Установки производства аммиака
45Х28Н49В5С	1150	0,25		Установки производства водорода
30Х23Н7С	760	0,6		Установки производства сероуглерода
20Х25Н25ТЮ	1000	3,6		Установки производства аммиака, водорода, метанола
15Х25Н40М2ВТ	1050	0,4		Установки производства этилена
10Х20Н77ТЮ	550	3,3		Установки производства винилхлорида
05Х20Н32Т	860	3,3		Установки производства аммиака, водорода, метанола
10Х20Н32ТЮ	900	То же		То же
45Х25Н35БСТЦ	1135	То же		То же
10Х23Н34БСТЦ	950	То же		То же
45Х35Н46БСТЦ	1160	0,25		Установки производства этилена
05Х22Н42М2Т1Ю	450	0,6		Сплав стоек против коррозионного растрескивания, точечной и щелевой коррозии
10Х20Н60Б4К1М9	600	0,6		Сплав обладает высокой стойкостью к точечной, щелевой и МКК, низкой чувствительностью к коррозионному растрескиванию под давлением, вызванному хлоридами
01Х15Н57В4М16К2	450	0,6		Сплав особо устойчив к щелевой и точечной коррозии, к коррозионному растрескиванию
Примечание – Допускается применение центрбежнолитых труб на другие условия с подтверждением работоспособности соответствующими прочностными расчетами.				

## Деформированные трубы

Таблица А.3

Марка стали и сплава	Рабочие условия		Виды испытаний и требования по [11], [12]	Применение
	температура стенки, °С	давление, Н/мм <sup>2</sup>		
	не более			
05X20H32Т	860	3,3	Химический состав, механические свойства, контроль размеров и макроструктуры, величины зерна, гидроиспытание, контроль не-разрушающими методами.	Установки производства аммиака, водорода, метанола
10X20H33Б	900	3,3		То же
10X20H32ТЮ	То же	То же		То же
20X25H20С	760	0,6		Установки производства сероуглерода, водорода
20X25H25ТЮ	1000	3,6		Установки производства аммиака, водорода, метанола
15X25H40M2BT	1050	0,4		Установки производства этилена
10X20H77ТЮ	550	3,6		Установки производства винилхлорида
05X22H42M2T1Ю	450	0,6		Сплав стоек против коррозионного растрескивания, точечной и щелевой коррозии
10X20H60B4K1M9	600	0,6		Сплав обладает высокой стойкостью к точечной, щелевой и МКК, низкой чувствительностью к коррозионному растрескиванию под давлением, вызванному хлоридами
01X15H57B4M16K2	450	0,6		Сплав особо устойчив к щелевой и точечной коррозии, к коррозионному растрескиванию
Примечание – Допускается применение деформированных труб на другие условия с подтверждением работоспособности соответствующими прочностными расчетами.				

## Фасонные отливки

Таблица А.4

Марка стали и сплава	Рабочие условия		Виды испытаний и требования по ГОСТ Р 53682-2009, [5], [6]	Применение
	температура стенки, °С	давление, Н/мм <sup>2</sup>		
	не более			
20Х25Н20СЛ	760	0,6	Контроль размеров, химический состав, механические свойства, рентгеноконтроль, цветная дефектоскопия, гидроиспытание.	Установки производства сероуглерода
30Х23Н7СЛ	760	0,6		То же
45Х25Н20С2Л	1000	0,4		Установки производства этилена
45Х25Н35БСЛ	1000	0,25		Установки производства аммиака, водорода, метанола
50Х20Н35С2БЛ	1050	0,4		Установки производства этилена
50Х25Н35С2БЛ	1050	0,4		То же
10Х20Н33БЛ	700 ÷ 950	2,14		Установки производства метанола, водорода
50Х25Н35К15В5СЛ	1150	3,7		Установки производства аммиака
45Х28Н49В5СЛ	1150	0,25		Установки производства водорода
45Х25Н20СЛ	1000	3,6		Установки производства аммиака, водорода, метанола
35Х24Н24БЛ	970	3,6		Установки производства аммиака, водорода, метанола
20Х25Н25ТЮЛ	1000	3,6		То же
15Х25Н40М2ВТЛ	1050	0,4		Установки производства этилена
10Х20Н77ТЮЛ	550	3,6		Установки производства винилхлорида
05Х20Н32ТЛ	860	3,3		Установки производства аммиака, водорода, метанола
10Х20Н32ТЮЛ	900	То же		То же
45Х35Н46БСТЦЛ	1160	0,25		Установки производства этилена
Примечание – Допускается применение фасонных отливок на другие условия с подтверждением работоспособности соответствующими прочностными расчетами.				

## Гнутые отводы

Таблица А.5

Марка стали и сплава	Рабочие условия		Виды испытаний и требования по [7], [11], [12]	Применение
	температура стенки °С	давление, Н/мм <sup>2</sup>		
	не более			
05Х20Н32Т	860	3,3	Контроль размеров, химический состав, механические свойства, рентгеноконтроль, цветная дефектоскопия, гидроиспытание.	Установки производства аммиака, метанола, водорода
10Х20Н32ТЮ	900	То же		То же
20Х25Н20С	760	0,6		Установки производства сероуглерода
20Х25Н25ТЮ	1000	3,6		Установки производства аммиака, водорода, метанола
10Х20Н77ТЮ	550	3,6		Установки производства винилхлорида
15Х25Н40М2ВТ	1050	0,4		Установки производства этилена
05Х22Н42М2Т1Ю	450	0,6		Сплав стоек против коррозионного растрескивания, точечной и щелевой коррозии
10Х20Н60Б4К1М9	650	0,6		Сплав обладает высокой стойкостью к точечной, щелевой и МКК, низкой чувствительностью к коррозионному растрескиванию под давлением, вызванному хлоридами
01Х15Н57В4М16К2	450	0,6		Сплав особо устойчив к щелевой и точечной коррозии, к коррозионному растрескиванию
Примечание – Допускается применение гнутых отводов на другие условия с подтверждением работоспособности соответствующими прочностными расчетами.				

## Штамповарные отводы

Таблица А.6

Марка стали и сплава	Рабочие условия		Виды испытаний и требования по [8], [14]	Применение
	температура стенки °С	давление, Н/мм <sup>2</sup>		
	не более			
08Х18Н10Т	760	0,6	Контроль размеров, химический состав, механические свойства, коррозионные испытания, рентгеноконтроль, цветная дефектоскопия, гидроиспытание.	-
12Х18Н10Т				
10Х17Н13М2Т				
10Х17Н13М3Т				
08Х17Н15М3Т				
05Х20Н32Т	860	3,3		Установки производства аммиака, метанола, водорода
10Х20Н32ТЮ				
20Х25Н25ТЮ				
10Х10Н77ТЮ	550	3,6		Установки производства винилхлорида
15Х25Н40М2ВТ	1050	0,4		Установки производства этилена
20Х25Н20С	760	0,6		Установки производства сероуглерода
05Х22Н42М2Т1Ю	450	0,6		Сплав стоек против коррозионного растрескивания, точечной и щелевой коррозии
<p>Примечание – Допускается применение штамповарных отводов в качестве соединения змеевиков трубчатых печей других установок с подтверждением работоспособности соответствующими прочностными расчетами.</p>				

## Сварочная проволока

Таблица А.7

Марка проволоки	Виды испытаний и требования	Применение
Св-01Х15Н57В4М16К2	[13]	Сварка и заварка дефектов сталей и сплавов, используемых в реакционном оборудовании установок производства аммиака, водорода, метанола, этилена, сероуглерода и др.
Св-05Х20Н32Т		
Св-05Х22Н42М2Т1Ю		
Св-10Х20Н32ТЮ		
Св-10Х20Н33Б		
Св-10Х20Н60Б4К1М9		
Св-10Х20Н68Б3Г3КТ		
Св-10Х20Н77ТЮ		
Св-10Х22Н45К15М9ТЮ		
Св-10Х23Н34БСТЦ		
Св-15Х25Н20Г		
Св-15Х25Н37Б		
Св-15Х25Н40М2ВТ		
Св-20Х25Н20С		
Св-20Х25Н25ТЮ		
Св-30Х16Н36В3Б3ГТ		
Св-35Х24Н24Б		
Св-45Х25Н20С		
Св-45Х25Н20С2		
Св-45Х25Н20С2Б		
Св-45Х25Н35БС		
Св-45Х25Н35БСТЦ		
Св-45Х28Н49В5С		
Св-45Х35Н46БСТЦ		
Св-50Х25Н35С2Б		
Св-50Х25Н35В5К15С		

## Листовой прокат

Таблица А.8

Марка стали и сплава	Рабочие условия		Виды испытаний и требования по [14]	Применение
	температура стенки °С	давление, Н/мм <sup>2</sup>		
	не более			
05Х20Н32Т	860	3,3	Контроль размеров, химический состав, механические свойства, рентгеноконтроль, цветная дефектоскопия, гидроиспытание.	Установки производства аммиака, метанола, водорода
10Х20Н32ТЮ	900	То же		То же
20Х25Н20С	760	0,6		Установки производства сероуглерода
05Х22Н42М2Т1Ю	450	0,6		Сплав стоек против коррозионного растрескивания, точечной и щелевой коррозии
Примечание – Допускается применение листового проката на другие условия с подтверждением работоспособности соответствующими прочностными расчетами.				

**Приложение Б  
(справочное)**

**Аналоги марок сталей и сплавов, приведенных в настоящем стандарте**

Марка стали (сплава)	Стали (сплавы) - аналоги
45X25H20C2Б	Manaurite 20, Kubota KHR 16C/20T
01X15H57B4M16K2	2.4819; INCONEL®Alloy C-276; Hastelloy® C-276
10X20H60B4K1M9	2.4856; INCONEL®Alloy 625; HAYNES® 625 Alloy
05X22H42M2T1Ю	2.4858; INCOLOY®Alloy 825; Nicrofer 4221
05X20H32Т	1.4876; INCOLOY® Alloy 800; ЭП670; 05XH32Т (ГОСТ 5632).
50X25H35C2Б	1.4852; G 4852; Kubota KHR35C-HiSi; HiSi HP'
20X25H20C	1.4841; Kubota CK-20; U-310S Si; 20X25H20C2 (ГОСТ 5632, ГОСТ 977).
10X20H32ТЮ	1.4876; 1.4958; INCOLOY®Alloy 800H/T
45X25H35BC	GX40NiCrSiNb35-26; 1.4852; G 4852; Kubota KHR 35C; HP-Nb
15X25H37Б	Kubota KHR 35CL; Centralloy® H 101; Manaurite 900B
50X25H35B5K15C	GX50NiCrCoW35-25-15-5; VG 486 Co; G-NiCrCo 28 15 W; Kubota KHR S3; Kobe HZ
10X20H33Б	GX10NiCrSiNb32-20; 1.4859; G 4859; Kubota KHR 32C; Paralloy® CR32W; CT 15C; Manaurite 900
35X24H24Б	GX40CrNiSiNb24-24; 1.4855; G 4855; Kubota KHR 24C; Kobe HS; IN 519
45X25H20C	GXCrNiSi25-20; 1.4848; G 4848; Kubota HK40;
45X28H49B5C	G-NiCr28W; 2.4879; G 4879; Kubota KHR 48N; Kobe HV
45X25H35BCТЦ	Manaurite XM. G4852 Micro, KHR 35CT, Paralloy® H39WM
45X35H46BCТЦ	GX40NiCrNb45-35; Manaurite XTM, Centralloy® ET 45 Micro, Paralloy® H46M
10X22H45K15M9ТЮ	2.4627; DIN 1736 SG-NiCr22Co12Mo; Inconel® Filler Metal 617
10X20H68B3ГЗКТ	2.4806; DIN 1736 SG-NiCr20Nb; Inconel® Filler Metal 82
10X23H34BCТЦ	HP LC MA, Centralloy®H101 micro
45X25H20C2	COBE Steel Hi-Si HK; Kubota HK40 HiSi; G 4848 S
Примечание – в технически обоснованных случаях, подтвержденных прочностными расчетами с учетом агрессивности среды эксплуатации, допускается применение других основных материалов, в т.ч. зарубежных аналогов после прохождения сертификационного аудита (см. п. 5.2.1.1).	

## Приложение В

(справочное)

## Аналоги марок сварочных материалов, приведенных в настоящем стандарте

Марка	Сварочные материалы - аналоги
Св-01Х15Н57В4М16К2	2.4886; INCONEL®Alloy C-276: ASME II, Part C, SFA-5.14 INCO-WELD® C-276 filler metal, AWS A5.14 ERNiCrMo-4 (UNS N10276)
Св-05Х20Н32Т	1.4876; INCOLOY® Alloy 800
Св-05Х22Н42М2Т1Ю	2.4858; INCOLOY®Alloy 825; Nicrofer 4221 INCONEL®Filler Metal 625, AWS A5.14 ERNiCrMo-3 (UNS N06625)
Св-10Х20Н32ТЮ	1.4876; 1.4958; INCOLOY®Alloy 800H/T
Св-10Х20Н33Б	1.4850 (mod); BÖHLER CN 21/33 Mn-IG DIN EN ISO 14343-2017: G Z21 33 MnNb
Св-10Х20Н60Б4К1М9	2.4621, Thermanit 625, 2.4856: INCONEL®Alloy 625; AWS A 5.11 ENiCrMo-3
Св-10Х20Н68Б3Г3КТ	2.4648, Inconel® Filler Metal 82: AWS A5.14 ERNiCr-3 (UNS N06082) ASME II, Part C, SFA-5.14
Св-10Х22Н45К15М9ТЮ	2.4627; DIN 1736 SG-NiCr22Co12Mo; ASME II, Part C, SFA-5.14; Inconel® Filler Metal 617: AWS A 5.14; ER NiCrCoMo-1 (UNS N06617)
Св-10Х23Н34БСТЦ	HP LC MA, Centralloy® HI01 micro
Св-15Х25Н37Б	Kubota KHR 35CL, Centralloy® HI01, Manaurite 900 B
Св-20Х25Н20С <sup>*)</sup>	1.4842; UTP A 68 H; BÖHLER FFB-IG DIN EN ISO 14343-2017: G 25 20 Mn; AWS A5.9: ER 310 (mod)
Св-35Х24Н24Б	1.4830, Thermanit 25/24R; EN 1600: EZ 25 24 Nb B 22; DIN 8556: E 25 24 Nb B20+
Св-45Х25Н20С <sup>*)</sup>	25 20H DIN EN ISO 14343-2017; THERMET 22H; AWS A5.4; BS EN 1600
Св-45Х25Н20С2Б	HK-Nb-Ti; HRCS HK Nb; Manaurite 20; Kubota KHR 16C/20T
Св-45Х25Н35БС	BÖHLER CN 25/35 Nb-IG DIN EN ISO 14343-2017
Св-45Х25Н20С <sup>*)</sup>	25 20H DIN EN ISO 14343-2017; THERMET 22H; AWS A5.4; BS EN 1600
Св-45Х25Н35БСТЦ	1.4853; UTP A 2535 Nb; DIN EN ISO 14343-2017: WGZ 25 35 Zr; THERMET HP40Nb, ASME IX Qualification
Св-45Х35Н46БСТЦ	UTP A 3545 Nb; DIN EN ISO 14343-2017: WGZ 35 45 Zr; BÖHLER CN 35/45 Nb-IG DIN EN ISO 18274-2011, THERMET 35.45.Nb
Св-45Х28Н49В5С	THERMET 22H, ASME IX Qualification, QW432, 2.4879; Thermanit 30/50, DIN 1736: EL-NiCr 28W
Св-50Х25Н35С2Б	BÖHLER CN 25/35 Nb-IG DIN EN ISO 14343-2017
Св-50Х25Н35В5К15С	THERMET HP50WCo, ASME IX Qualification, QW432; Kubota KHR S3
<p>Примечание – В технически обоснованных случаях, подтвержденных прочностными расчетами с учетом агрессивности среды эксплуатации, допускается применение других сварочных материалов, в т.ч. зарубежных аналогов. При этом завод-изготовитель должен иметь Свидетельства установленного образца об аттестации св. материалов и проведении исследовательской аттестации технологии сварки.</p> <p><sup>*)</sup> Наплавленный металл полностью аустенитный и склонен к образованию горячих трещин. Вероятность появления горячих трещин уменьшается с увеличением содержания марганца в наплавленном металле. При этом допускается увеличение содержания марганца до 2,5%.</p>	

## Приложение Г

### (справочное)

#### Методические указания по определению компетентности изготовителей элементов реакционных трубчатых печей

##### Г.1 Общие положения

Изготовитель элементов реакционных трубчатых печей (реакционных труб, фланцев, отводов, тройников, подвесок из центробежнолитых трубных заготовок, прессованных и катаных труб, фасонных отливок, листового проката и пр. коррозионностойкого, жаростойкого и жаропрочного металлопроката должен полностью обеспечить выполнение требований к высокотемпературному реакционному оборудованию на этапах проектирования и изготовления. Методические указания в настоящем приложении устанавливают критерии, с помощью которых можно осуществить оценку компетентности изготовителя элементов трубчатых печей в отношении организации и контроля.

Для оценки компетентности изготовителя элементов реакционных трубчатых печей следует руководствоваться положениями ГОСТ Р ИСО 9001 и ГОСТ Р ИСО 3834-2, [18], [20], а необходимые сведения позволяют судить о соответствующей компетентности изготовителя и системы контроля, которой он располагает.

Настоящие методические указания включают в себя критерии в отношении проектирования (конструирования), используемых материалов для изготовления на конкретном предприятии высокотемпературного реакционного оборудования, монтажа на месте установки, ввода в эксплуатацию, испытания и приёмки.

##### Г.2 Ответственность покупателя

В сферу ответственности покупателя высокотемпературного реакционного оборудования (собственника или организации, эксплуатирующей это оборудование) входит заказ высокотемпературного реакционного оборудования у компетентного изготовителя для того, чтобы гарантировать надлежащее качество с целью его безопасной и безаварийной эксплуатации. Методические указания призваны показать, как покупатель высокотемпературного реакционного оборудования определяет наличие такого рода компетентности, если он (покупатель) сочтёт это необходимым.

##### Г.3 Ответственность изготовителя

В сферу ответственности изготовителя высокотемпературного реакционного оборудования входит обеспечение выполнения всех требований технического задания или технических условий за счет применения соответствующих современных технологий на всех этапах изготовления, таких как проектирование, производство, в ходе последующего ввода высокотемпературного реакционного оборудования в эксплуатацию, а также соответствия всех выполняемых работ существующим национальным нормам и правилам в области промышлен-

ной безопасности.

Исполнитель обязан пройти процедуру постановки на производство элементов реакционных трубчатых печей согласно требованиям ГОСТ Р 15.000 и ГОСТ Р 15.301.

Допускается передача ответственным изготовителем реакционного оборудования отдельных работ, таких как конструкторские работы, обработка металлов резанием и давлением, сварка, термообработка, неразрушающий контроль и т.д. третьим лицам при наличии соответствующих оснований (договора, контракта). Изготовитель реакционного оборудования несёт всю полноту ответственности за поручение этих работ компетентным субподрядчикам.

Технические службы, занимающиеся выполнением конструкторских и производственных задач (ГОСТ Р 55682.3), производственные цеха, а также монтажные площадки должны иметь (в составе аккредитованных исследовательских лабораторий) аттестованное оборудование, подходящее для конкретных видов деятельности и осуществлять соответствующие испытания и инспекции, требуемые согласно положений ГОСТ Р 55682.6.

Требования, предъявляемые к персоналу, осуществляющему изготовление и контроль реакционного оборудования устанавливают уровни приемлемого профессионального соответствия. Оценка компетентности на основе профессионального соответствия является процессом, обеспечивающим сбор данных и принятие решений о способности того или иного сотрудника выполнять свою работу на уровне, отвечающем занимаемой должности в соответствии с требованиями соответствующего нормативного документа.

Персонал, осуществляющий изготовление и контроль реакционного оборудования, должен быть аттестован. Оборудование должно быть поверено, аттестовано и иметь соответствующее свидетельство об аттестации. В связи с этим в качестве дополнительного руководства следует пользоваться положениями ГОСТ Р ИСО 3834-2.

#### Г.4 Требования в отношении компетентности изготовителя

Настоящее приложение служит руководством по процедуре определения компетентности изготовителя. Изготовитель со своей стороны должен выдать подтверждение в том, что он может выполнить все требования действующих нормативных документов и соответствовать национальным нормам и правилам в области промышленной безопасности.

Г.4.1 Основные требования содержатся в ГОСТ Р ИСО 9001, ГОСТ Р ИСО 3834-2, ГОСТ Р 53525, [47], [3], [4], [18], [20].

Специальные требования содержатся в ГОСТ Р 55682.3, ГОСТ Р 55682.4 и ГОСТ Р 55682.6.

Г.4.2 Для проведения оценки компетентности менеджеров проектов следует руководствоваться положениями ГОСТ Р 53892.

Г.4.3 Для изготовления высокотемпературного реакционного оборудования в качестве основных (коррозионностойкие, жаростойкие, жаропрочные стали и сплавы) и сварочных материалов должны быть использованы только рекомендованные к применению материалы

(см. требования настоящего стандарта, а также требования [29] - табл. 7.6 и табл. 8.13).

Г.4.4 Сварочное оборудование исполнителя должно быть аттестовано в соответствии с требованиями [22] или ГОСТ Р 56143.

Для выполнения сварочных работ должны применяться измерительная аппаратура и сварочное оборудование, обеспечивающие требуемые режимы и надёжность работы.

Сварочное оборудование должно быть снабжено поверенными контрольно-измерительными приборами (термопарами, пирометрами, тепловизорами, амперметрами, вольтметрами, приборами контроля расхода аргона и др.).

Г.4.5 К выполнению сварочных работ при изготовлении, ремонте и монтаже высоко-температурного реакционного оборудования, допускаются сварщики, аттестованные по Правилам аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства (уровень квалификации I). При этом, в аттестационном удостоверении специалиста сварочного производства должна быть отметка о допуске к конкретным видам сварки конкретных групп технических устройств опасных производственных объектов: оборудование химических, нефтехимических, нефтеперерабатывающих и взрывопожароопасных производств (ОХНВП), а, именно, следующих групп:

1 – Оборудование химических, нефтехимических, нефтеперерабатывающих производств, работающее под давлением до 16 МПа,

8 – печи;

Изготовитель допускается к выполнению сварочных работ элементов реакционных трубчатых печей при наличии свидетельств об аттестации сварочных материалов и технологии сварки исходя из принадлежности технических устройств опасных производственных объектов ОХНВП по конкретным группам материалов:

- 8 М11 Высоколегированные стали аустенитно-ферритного класса (30Х23Х7С, 35Х23Н7С);

- 9 М11 Высоколегированные стали аустенитного класса (20Х25Н20С, 35Х24Н24Б, 45Х25Н20С, 20Х25Н25ТЮ, 45Х25Н20С2, 45Х25Н20С2Б);

- 10 М51 Сплавы на железоникелевой основе (45Х28Н49В5С, 05Х20Н32Т, 45Х35Н46БСТЦ, 50Х25Н35В5К15С, 50Х25Н35С2Б, 15Х25Н37Б, 10Х20Н32ТЮ, 10Х20Н33Б, 45Х25Н35БС, 45Х25Н35БСТЦ, 05Х22Н42М2Т1Ю, 10Х22Н45К15М9ТЮ);

- 11 М51 Никель и сплавы на никелевой основе (10Х20Н68Б3Г3КТ, 01Х15Н57В4М16К2, 10Х20Н77ТЮ, 10Х20Н60Б4К1М9).

Г.4.6 К руководству сварочных работ, контролю и разработке технологий сварки допускаются специалисты, аттестованные согласно ГОСТ Р 56143 или [28] в установленном порядке на знание норм и правил Ростехнадзора по нефтеперерабатывающему и нефтехимическому оборудованию.

Г.4.7 Испытательные лаборатории (лаборатории неразрушающего контроля, лаборатории механических испытаний, лаборатории химического анализа) изготовителя должны быть аккредитованы соответствующими органами по аккредитации, признающими компе-

тентность этих лабораторий (ГОСТ ИСО/МЭК 17025).

Испытательная лаборатория изготовителя или организация, в состав которой входит эта лаборатория, должна являться самостоятельной правовой единицей, способной нести юридическую ответственность.

Г.4.8 Если лаборатория изготовителя входит в состав организации, осуществляющей деятельность, отличную от испытаний, то обязанности руководителей подразделений этой организации, принимающих участие или имеющие влияние на деятельность лаборатории по проведению испытаний, должны быть четко сформулированы, чтобы определить потенциальные конфликты интересов.

Г.4.8.1 Если лаборатория изготовителя входит в состав более крупной организации, то организационные меры должны быть такими, чтобы подразделения, интересы которых находятся в конфликте, например, непосредственное производство, отдел маркетинга, отдел сбыта или финансовый отдел, не оказывали отрицательного влияния на соответствие испытательной лаборатории настоящему стандарту.

Г.4.8.2 Если лаборатория изготовителя хочет быть признана лабораторией третьей стороны, то она должна быть способна показать, что эта лаборатория беспристрастна и что ни она, ни ее сотрудники не испытывают никакого финансового или другого давления, которое могло бы оказать влияние на их технические заключения. Испытательная лаборатория, являющейся третьей стороной, не должна заниматься деятельностью, которая может поставить под сомнение независимость ее суждений в связи с деятельностью по проведению соответствующих испытаний.

Г.4.9 В обязанности испытательной лаборатории исполнителя входит проведение испытаний таким образом, чтобы выполнялись требования ГОСТ ИСО/МЭК 17025 и удовлетворялись требования заказчика, а также предписания регулирующих органов или организаций, осуществляющих официальное признание.

Г. 4.10 В таблице Г.1 даны перекрестные ссылки на элементы системы обеспечения качества и процедуры, а также источники требований.

В некоторых случаях требуются дополнительные данные о производительности конкретного оборудования и задействованном персонале, чтобы дать более четкое представление о производстве.

#### Г.11 Заявление о компетентности изготовителя

Заявление о компетентности изготовителя (таблица Г.2) разработано в целях оценки изготовителем возможности реализации им всех необходимых мероприятий для выполнения требований настоящего стандарта. В бланке заявления содержатся важные данные, касающиеся требований настоящего стандарта. Если изготовитель элементов высокотемпературного реакционного оборудования поставляет компоненты или применяет технологии лишь в каком-то определенном ограниченном объеме либо только оказывает услуги, то текст заявления требует соответствующей корректировки, чтобы учесть появившиеся обсто-

ательства. Соответственно, допускается сокращение или расширение текста заявления в зависимости от требований конкретных мероприятий.

Г.12 Изготовитель высокотемпературного реакционного оборудования и поставщики услуг должны гарантировать, что действующая редакция полного заявления в соответствии с бланком, представленным в таблице Г.2 будет иметься в наличии у изготовителя реакционного оборудования для ознакомления всех заинтересованных лиц. Заполненный бланк заявления должен иметься в распоряжении в течение всего периода изготовления вплоть до приемки-передачи элементов реакционных трубчатых печей.

Таблица Г.1 – Перечень разделов заявления изготовителя высокотемпературного реакционного оборудования

№	Раздел / элемент системы обеспечения качества	Данные / процедура	Источник
1	Изготовитель		
1.1	—	Общая информация	Информация
1.2	—	Функции / ответственность	Информация
1.3	—	Типичные изделия/услуги	Информация
1.4	—	Отзывы по ранее выполненным заказам	Информация
2	Система управления качеством		
2.1	—	Руководство по управлению качеством / сертификация	—
2.2	—	Допуски, удостоверения / аттестации	—
3	Организация		
3.1	—	Руководство предприятия Начальник отдела Уполномоченное лицо по обеспечению качества  Надзор за сваркой Надзор за неразрушающим контролем Руководитель ОТК	ГОСТ Р ИСО 9001 ГОСТ Р ИСО 9001 ГОСТ Р ИСО 9001 ГОСТ Р ИСО 3834-2  ГОСТ Р 53525 ГОСТ Р 53525 ГОСТ Р 53525 [20]
3.2	—	Персонал	ГОСТ Р ИСО 9001 информация
4	Техника		
4.1	—	НИОКР Химические лаборатории Лаборатории по испытанию материалов Технологические лаборатории	ГОСТ Р ИСО 9001 Информация Информация Информация
4.2	—	Проектирование Сотрудники конструкторского подразделения Оборудование САПРа Технологические инструкции Аттестация по сварке	ГОСТ Р ИСО 9001 Информация  Информация Информация ГОСТ Р ИСО 3834-2
4.3	—	Ввод в эксплуатацию Сотрудники подразделения ввода в эксплуатацию Регламент по вводу в эксплуатацию	Информация

Продолжение таблицы Г.1

№	Раздел / элемент системы обеспечения качества	Данные / процедура	Источник
5	Материально-техническое снабжение		
5.1	—	Сотрудники	Информация
5.2	—	Поставщики Допуск / утверждение поставщиков Перечень основных поставщиков	ГОСТ Р ИСО 9001
			ГОСТ Р ИСО 9001
5.3	—	Управление закупками материалов	ГОСТ Р ИСО 9001 ГОСТ Р ИСО 9001 ГОСТ Р ИСО 3834-2
		Данные о закупках Контроль и испытания закупаемых изделий	ГОСТ Р ИСО 9001
6	Изготовление		
6.1	—	Место изготовления / цех	Информация
6.2	—	Возможности транспортировки от места изготовления (виды транспорта)	Информация
6.3	—	Стандартно перерабатываемые материалы	Информация
6.4	—	Стандартно перерабатываемые полуфабрикаты	Информация
6.5	—	Приборы / оборудование Перечень оборудования Холодная обработка давлением - обечайки, днища, доньшки - трубы	ГОСТ Р ИСО 3834-2 ГОСТ Р 55682.5
		Горячая обработка давлением - обечайки, днища, доньшки, листовой прокат - трубные заготовки, трубы Механическая обработка Обработка металлов резанием	ГОСТ Р 55682.5 ГОСТ Р 55682.5 Информация, Производительность ГОСТ Р 55682.5
6.6	—	Термическая обработка - после обработки давлением - после сварки	ГОСТ Р ИСО 3834-2 ГОСТ Р 55682.5
6.7	—	Сварка Процедура Сварочное оборудование	Информация Информация
		Хранение сварочных присадок	ГОСТ Р ИСО 3834-2 ГОСТ Р 55682

## Окончание таблицы Г.1

№	Раздел / элемент системы обеспечения качества	Данные / процедура	Источник
6.8	—	Технические требования к процедуре сварки Аттестации процедур сварки	ГОСТ Р ИСО 3834-2; ГОСТ Р 55682.5, [20] ГОСТ Р ИСО 3834-2; ГОСТ Р 55682.5, [23], [22], [30]
6.9	—	Сварочный персонал Аттестация персонала - персонал, осуществляющий надзор за сваркой - сварщики; операторы механизированной сварки	[20] ГОСТ Р ИСО 3834-2 ГОСТ Р ИСО 3834-2
6.10	—	Обработка поверхности, очистка, нанесение покрытий	Информация
7	Монтаж на месте установки		
7.1	—	Инструкции по монтажу	Информация
7.2	—	Постоянный персонал	ГОСТ Р 55682.5 информация
7.3	—	Подъемные устройства	Информация
7.4	—	Устройства для термической обработки после сварки	ГОСТ Р ИСО 3834-2 ГОСТ Р 55682.5
8	Испытания и инспекции		
8.1	—	Персонал на заводе-изготовителе и на монтажной площадке	Информация
8.2	—	Оборудование для испытаний - испытание материалов - неразрушающий контроль	ГОСТ Р ИСО 3834-2 [20]
8.3	—	Испытание/перенос маркировки Входной контроль Контроль в процессе изготовления Завершающий контроль Перенос маркировки Техническое обслуживание, поверка и калибровка контрольно-измерительных устройств	ГОСТ Р ИСО 9001 ГОСТ Р 55682.6 ГОСТ Р 55682.5 ГОСТ Р ИСО 9001 ГОСТ Р ИСО 9001
8.4	—	ОТК	ГОСТ Р 55682.6
9	Другая информация		Информация

Т а б л и ц а Г.2 — Бланк заявления о компетентности изготовителя

Логотип предприятия- изготовителя		Заявление о компетентности изготовителя	Номер документа	
Наименование предприятия- изготовителя			страница 1 из 7	
Настоящее заявление о компетентности изготовителя соответствует <i>приложению Г ГОСТ Р XXXX</i> «Методические указания по определению компетентности изготовителя»				
1	Изготовитель	Административные подразделе- ния	Производственные подразделения	
1.1	Общие сведения:	Адрес: Населенный пункт: Телефон: Факс:	Адрес: Населенный пункт: Телефон: Факс:	
1.2	Типичная сфера деятельности/ компетенция	<input type="checkbox"/> Ответственность за реакционное оборудование / конструкционный элемент в полном объеме <input type="checkbox"/> Частичная ответственность за реакционное оборудование / конструкционный элемент <input type="checkbox"/> Постановка продукции (элементы реакционных трубчатых печей) на производство по ГОСТ Р 15.000, ГОСТ Р 15.301 <input type="checkbox"/> Проектирование <input type="checkbox"/> Разработка рабочего проекта и рабочих чертежей <input type="checkbox"/> Изготовление <input type="checkbox"/> Монтаж		
1.3	Типичные изделия/услуги:			
1.4	Отзывы в связи с ранее выполненными заказами:			
2	Система управления качеством			
2.1	Руководство по системе управления качеством:	Система управления качеством  Издание руководства: Сертифицировано: Область действия: №/дата сертификата:	<input type="checkbox"/> по <i>ГОСТ Р ИСО 9001</i> <input type="checkbox"/> по <i>ГОСТ Р ИСО 9002</i>	
2.2	Другие виды аттестации/допуски: <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>			
3	Организация			
3.1	Менеджмент	Должность: Директор / совет директоров: Уполномоченное лицо по качеству: Руководитель конструкторского отдела: Руководитель производства: Руководитель отдела монтажа: Надзор за сваркой: Надзор за неразрушающим контролем: Заводской инспектор — начальник ОТК:	Фамилии:	

## Продолжение таблицы Г.2

Логотип предприятия- изготовителя		Заявление о компетентности изготовителя		Номер документа
Наименование предприятия- изготовителя				страница 2 из 7
3.2	Персонал	Организация: Проектирование: Производство: Монтаж на месте установки (постоянный персонал): Контроль и обеспечение качества (инспекция и испытание материалов):	Количество сотрудников:	
4	Проектирование			
4.1	Научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы (НИОКР)	Аналитические лаборатории для: <input type="checkbox"/> анализа состава стали / сплава <input type="checkbox"/> анализа топочных газов <input type="checkbox"/> анализа технологического газа <input type="checkbox"/> металлографические исследования <input type="checkbox"/> испытания материалов (кратковременные / длительные) при комнатной и повышенных температурах <input type="checkbox"/> технологических испытаний		
4.2	Проектирование			
	Персонал	Инженеры-конструкторы: Техники-конструкторы:	Количество:	
	Имеется САПР: Принятые методы проектирования:	Тип/номер:  <input type="checkbox"/> Расчет усталостной прочности <input type="checkbox"/> Расчет длительной прочности <input type="checkbox"/> Расчет напряжений <input type="checkbox"/> Расчет по методу конечных элементов <input type="checkbox"/> Расчет ресурса эксплуатации <input type="checkbox"/> Разработка компоновочных чертежей <input type="checkbox"/> Разработка рабочих чертежей <input type="checkbox"/> Сварочно-техническая проверка чертежей		
4.3	Ввод в эксплуатацию	Количество сотрудников (постоянных):  Описание процедуры составления регламента по эксплуатации:  <input type="checkbox"/> Да <input type="checkbox"/> Нет		

## Продолжение таблицы Г.2

Логотип предприятия- изготовителя		Заявление о компетентности изготовителя			Номер документа	
Наименование предприятия- изготовителя					страница 3 из 7	
5	Материально-техническое снабжение					
5.1	Персонал	Количество сотрудников:				
5.2	Субпоставщики	Одобрение:		Соответствующая письменная процедура в рамках системы управления качеством:		
	:	Основные субпоставщики		<input type="checkbox"/> Да	<input type="checkbox"/> Нет	
				Перечень имеется:		
				<input type="checkbox"/> Да	<input type="checkbox"/> Нет	
5.3	Управление закупками у субпоставщиков:	Соответствующая письменная процедура в рамках системы управления качеством закупок и контролем изделий имеется				
		<input type="checkbox"/> Да		<input type="checkbox"/> Нет		
6	Изготовление					
6.1	Место:	Цех	Длина × ширина, мм	Краны большой грузоподъемности (количество / грузоподъемность)	Высота до крюка, мм	
6.2	Возможности транспортировки с завода-поставщика: Максимальные габариты конструкционного элемента или узла: Максимальный вес элемента высокотемпературного реакционного оборудования: Транспортные ограничения: (автомобильный транспорт, железнодорожный транспорт, водный транспорт)					
6.3	Стандартные перерабатываемые материалы:					
6.4	Стандартные перерабатываемые полуфабрикаты:	(диапазон размеров; например, диаметр труб, размеры отводов, фланцев и др. если это возможно)				
6.5	Приборы / оборудование	Количество:		Тип:		
	Механическая обработка					
	Обработка металлов резанием					
	Холодная обработка давлением					
	Горячая обработка давлением					

## Продолжение таблицы Г.2

Логотип предприятия-изготовителя		Заявление о компетентности изготовителя			Номер документа		
Наименование предприятия- изготовителя					страница 4 из 7		
6.6	Термическая обработка (ТО) <input type="checkbox"/> нормализация / отжиг для снятия напряжений						
	Стандартные способы тер- <input type="checkbox"/> нормализация и отпуск						
	мической обработки: <input type="checkbox"/> закалка и отпуск						
<input type="checkbox"/> термическая обработка после сварки							
	Печи/устройства для ТО	Размеры	Макс, температура, °С	Тип нагрева (газовый, индукционный, резистивный)			
6.7	Сварка:						
	Процедура: по ГОСТ Р 53690, ГОСТ Р 53526 ГОСТ Р ИСО 4063, [20]	Название				Количество аттестованных сварщиков или сварщиков- операторов	
	111	Ручная дуговая сварка покрытыми электродами					
	121	Автоматическая сварка под слоем флюса					
	131	Сварка плавящимся электродом в атмосфере инертного газа MIG					
	135	Сварка плавящимся электродом в атмосфере активного газа MAG					
	136	Сварка порошковой проволокой в атмосфере активного газа					
	141	Сварка вольфрамовым электродом в атмосфере инертного газа WIG					
	311	Газовая сварка кислородно-ацетиленовым пламенем					
	24	Стыковая сварка оплавлением					
		Прочие процедуры					
Сварочное оборудование:		Количество:		Тип / мощность (А):			
Сварочные машины и устройства:							
Выпрямители:							
Преобразователи:							
Машины для сварки неповоротных стыков:							
Машины для стыковой сварки плавлением:							
Прочие аппараты, машины и устройства:							

## Продолжение таблицы Г.2

Логотип предприятия-изготовителя	Заявление		Номер документа
Наименование предприятия- изготовителя	о компетентности изготовителя		страница 5 из 7
6.7	<p>Хранение и выдача электродов:</p> <p>Хранение в контролируемых зонах; <input type="checkbox"/> Да <input type="checkbox"/> Нет</p> <p>Печи для подсушки электродов: Количество ..... Максимальная температура °С</p> <p>Печи для подкалки: Количество .....</p> <p>Пеналы: Количество .....</p>		
6.8	<p>Технические требования к процедуре сварки WPS, количество:</p> <p>включая аттестацию процедур VP</p>	<p>Примерное</p> <p>Перечень WPS имеется: <input type="checkbox"/> Да <input type="checkbox"/> Нет</p>	
6.9	<p>Сварочный персонал: <input type="checkbox"/> Да <input type="checkbox"/> Нет</p> <p>Персонал, осуществляющий надзор за сваркой: <input type="checkbox"/> Да <input type="checkbox"/> Нет</p> <p>Техники-сварщики: Количество:</p> <p>Специалисты-сварщики:</p> <p>Сварщики:</p> <p>Операторы механизированной сварки:</p>		
6.10	<p>Обработка поверхности и нанесение покрытий:</p> <p>Струйная обработка: Степень от Sa 1 до Sa 3 по ГОСТ Р ИСО 8501-1</p> <p>Установка для струйной обработки: <input type="checkbox"/> Ручная струйная обработка: <input type="checkbox"/></p> <p>Химическая обработка: Травление нержавеющей стали: <input type="checkbox"/> Пассивирование <input type="checkbox"/></p> <p>Количество и размеры протравочных баков</p> <p>Способы нанесения покрытий: <input type="checkbox"/> Кисть / валик</p> <p><input type="checkbox"/> Безвоздушное распыление</p> <p><input type="checkbox"/> Электростатическое распыление</p> <p><input type="checkbox"/> Способы распыления сжатым воздухом</p> <p>Контроль толщины покрытия: Приборы контроля имеются (магнитные/индукционные):</p> <p><input type="checkbox"/> Да <input type="checkbox"/> Нет</p>		

## Продолжение таблицы Г.2

Логотип предприятия-изготовителя	Заявление о компетентности изготовителя		Номер документа	
Наименование предприятия- изготовителя			страница 6 из 7	
7	Монтаж на месте установки			
7.1	Инструкции по монтажу:	Применяются:	<input type="checkbox"/> Да	<input type="checkbox"/> Нет
7.2	Постоянный персонал: Руководители монтажного отдела: Руководитель монтажной площадки: Персонал, осуществляющий надзор за сваркой для монтажа: Персонал, осуществляющий надзор за НК на монтаже: Сварщики / монтажники:	Количество:		
7.3	Подъемные устройства:	(тип, количество, грузоподъемность)		
7.4	Устройства для термической (тип, количество, устройства для регистрации температуры) обработки после сварки:			
8	Испытания и инспекция			
8.1	Персонал: Дефектоскописты (РГК): Дефектоскописты (УЗК): Дефектоскописты (МПД): Инспекторы / приемщики: Персонал, осуществляющий испытание материалов:	Цех, завод	Монтажная площадка	
8.2	Оборудование: Для механико-технологического испытания: Для неразрушающего контроля:	Тип: Количество:	Металлография Стилоскопирование Рентгенография: Изотопная дефектоскопия: Капиллярный (цветной метод НК) Вихретоковый контроль (ВТК) УЗК: МПД:	
8.3	Испытания и контроль/ перенос маркировки:	Стандартный способ:	Проводится	
	Входной контроль	<input type="checkbox"/> Да	<input type="checkbox"/> Нет	<input type="checkbox"/>
	Контроль во время изготовления	<input type="checkbox"/> Да	<input type="checkbox"/> Нет	<input type="checkbox"/>
	Заключительный контроль	<input type="checkbox"/> Да	<input type="checkbox"/> Нет	<input type="checkbox"/>
	Перенос маркировки	<input type="checkbox"/> Да	<input type="checkbox"/> Нет	<input type="checkbox"/>
			В цехе	ОТК

## Окончание таблицы Г.2

Логотип предприятия- изготовителя	Заявление о компетентности изготовителя	Номер документа
Наименование предприятия- изготовителя	страница 7 из 7	
8.3	Процедуры поверки/калибровки устройств контроля в рамках системы управления качеством имеются:	<input type="checkbox"/> Да <input type="checkbox"/> Нет
8.4	Инспектирующие органы С какими именно inspectирующими органами имеется опыт работы?	
9	Другая информация:	
Дата: Подпись: Должность:	Изготовитель	(Место печати)

## Библиография

- [1] Федеральный закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» № 116-ФЗ от 21.07.97
- [2] Федеральный закон «О техническом регулировании» № 184-ФЗ от 27.12.2002
- [3] Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности нефтегазоперерабатывающих производств» - Зарегистрировано в Министерстве юстиции РФ 25 мая 2016 г., №42261
- [4] Федеральные нормы и правила (ФНиП) в области промышленной безопасности «Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств» - Зарегистрировано в Министерстве юстиции РФ 16 апреля 2013 г., №28138
- [5] ТУ 3619-077-00220302-2003 Отливки фасонные из жаропрочных сталей и сплавов для реакционных трубчатых печей
- [6] ТУ 4112-108-00220302-2006 Отливки фасонные из жаропрочных и жаростойких марок сталей и сплавов для печного и теплообменного оборудования нефтехимического производства
- [7] ТУ 1469-005-18648658-01 Отводы гнутые
- [8] ТУ 1468-099-00220302-2005 Отводы штамповарные из жаропрочных и коррозионностойких сталей и сплавов на  $R_y$  до 10 Н/мм<sup>2</sup>
- [9] ТУ 1333-047-00220302-02 Трубы центробежнолитые из жаропрочных и коррозионностойких сталей и сплавов
- [10] ТУ 1333-147-00220302-2009 Трубы центробежнолитые из сверхжаропрочных и жаростойких сплавов для высокотемпературных трубчатых печей
- [11] ТУ 1300-003-18648658-00 Трубы деформированные из жаропрочных сталей и сплавов
- [12] ТУ 14-131-993-2003 Заготовка трубная из жаропрочных коррозионностойких сплавов
- [13] ТУ 14-131-994-2003 (ТУ 1222-001-18648658-00) Проволока сварочная из высоколегированных сплавов
- [14] ТУ 0993-098-00220302-2005 Прокат листовой из жаростойких и жаропрочных сталей и сплавов
- [15] ОСТ 26-5-99 Контроль неразрушающий. Цветной метод контроля сварных соединений, наплавленного и основного металла
- [16] РД 26-02-80-2004 Змеевики сварные для трубчатых печей. Требования к проектированию, изготовлению и поставке
- [17] РД 3689-001-00220302/31-2004 Трубы радиантные и их элементы для реакционных трубчатых печей. Требования к проектированию, изготовлению и поставке

- [18] СТО ХИММАШ 52760619-401–2018 Трубы радиантные и их элементы для реакционных трубчатых печей. Требования к проектированию, изготовлению и поставке
- [19] РД 3689-002-00220302/31-2008 Сварка труб радиантных и их элементов для реакционных трубчатых печей. Основные положения
- [20] СТО ХИММАШ 52760619-301–2018 Сварка труб радиантных и их элементов для реакционных трубчатых печей. Основные положения
- [21] ФНиП в области промышленной безопасности «Требования к производству сварочных работ на опасных производственных объектах»
- [22] РД 03-614-03 Порядок применения сварочного оборудования при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов
- [23] РД 03-613-03 Порядок применения сварочных материалов при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов
- [24] ТУ 48-19-27-87 Вольфрам лантанированный в виде прутков
- [25] ТУ 48-19-221-83 Прутки из иттрированного вольфрама марки СВИ-1
- [26] Положение об организации обучения и проверки знаний рабочих организаций, поднадзорных Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору, утвержденными приказом Ростехнадзора от 29 января 2007 г. № 37
- [27] Правила аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства, утвержденными постановлением Федерального горного и промышленного надзора России от 30 октября 1998 г. № 63
- [28] ПБ 03-273-99 Правила аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства
- [29] Документы САСв Ростехнадзора. Аттестация сварочных технологий. Серия 3. Выпуск 55
- [30] РД 03-615-03 Порядок применения сварочных технологий при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов
- [31] ТУ 14-4-1190-82 Электроды марки ОЗЛ-35
- [32] ТУ 14-3Р-55-2001 Трубы стальные бесшовные для паровых котлов и трубопроводов
- [33] ТУ 302.02.121-91 Заготовки из стали марок 10Х2М1А-А и 10Х2М1А (10Х2М1А-ВД, 10Х2М1А-Ш)
- [34] СТО 00220368-012-2008 Сварка сосудов, аппаратов и трубопроводов из углеродистых и низколегированных сталей

- [35] ОСТ 26.260.3-2001 Сварка в химическом машиностроении. Основные положения
- [36] СТО 00220368-017-2010 Сварка сосудов, аппаратов и трубопроводов из теплоустойчивых сталей
- [37] РД 03-606-03 Инструкция по визуальному и измерительному контролю
- [38] СТО 00220368-010-2007 Швы сварных соединений сосудов и аппаратов, работающих под давлением. Радиографический метод контроля (взамен ОСТ 26-11-03-84)
- [39] ОСТ 5-9095-77 Контроль неразрушающий. Соединения сварные судовых конструкций и изделий. Радиографический метод
- [40] РД 26-11-08-86 Соединения сварные. Механические испытания
- [41] РД 24.200.04-90 Швы сварных соединений. Металлографический метод контроля основного металла и сварных соединений химнефтеаппаратуры
- [42] РД 26.260.15-2001 Стилоскопирование основных и сварочных материалов и готовой продукции
- [43] СТО 00220302-002-2011 Методические указания по контролю технического состояния и оценке остаточного ресурса змеевиков трубчатых печей
- [44] ОСТ 26-1006-74 Детали крепления сосудов и аппаратов на подвижном составе железных дорог и детали упаковок. Футляры. Конструкция и размеры
- [45] СанПиН 2.1.5.980-00 Гигиенические требования к охране поверхностных вод
- [46] СанПиН 42-128-4690-88 Санитарные правила содержания территорий населенных мест
- [47] Порядок проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке (Утвержден Приказом Минпромторга России за №1815 от 02.07.2015 г., Зарег. в Министерстве Юстиции РФ за №38822 от 04.09.2015 г.)

---

УДК 66.041.454:006.354

ОКС 71.120

ОКП 36 8900

75.200

Ключевые слова: элементы реакционных трубчатых печей, центробежнолитые трубы, катанные и прессованные трубы, поковки, фасонные отливки, гнутые отводы, общие требования, жаропрочные, жаростойкие и коррозионностойкие стали и сплавы, технология сварки

---