СОСУДЫ И АППАРАТЫ
ОБЩИЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ НА РЕМОНТ КОРПУСОВ
ОТУ 3 - 01

gost.e-ecolog.ru

ФЕДЕРАЛЬНЫЙ
ГОРНЫЙ И ПРОМЫШЛЕННЫЙ
НАДЗОР РОССИИ
(Госгортехнадзор России)

105066, г. Москва, ул. А. Лукьянова, 4, корп. 8
Факс: 261-60-43
E-mail: gost.e-ecolog.ru

14.10.2002 № 11-11/396

На №

Генеральному директору
ОАО "ВНИКТИ
нефтехимоборудование"
А.Е. Фолицу

Уважаемый Альберт Евгеньевич !

Управление по надзору в химической, нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности рассмотрело "Общие технические условия на ремонт корпусов аппаратов" ОТУ 3-01, разработанные взамен ОТУ2-92, и согласовывает их использование на подконтрольных Управлению производствах и объектах.

Начальник Управления по
надзору в химической, нефте-
химической и нефтеперераба-
тывающей промышленности А.А. Шаталов

исп. Селезнев Г.М.
тел. 263-95-24

МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ДЕПАРТАМЕНТ
нефтяной и нефтеперерабатывающей
промышленности

г. Москва, 109074, Китайгородский пр., дом 7
Тел. 220-51-68

по списку

18.10.2002 № 03-05-11-688

На № _____ от _____

Департамент нефтяной и нефтеперерабатывающей промышленности Минэнерго России доводит до Вас информацию о том, что ОАО "ВНИКТИнефтехимоборудование" разработан, согласован с Госгортехнадзором России и утвержден Департаментом нормативный документ ОТУ 3-01 "Сосуды и аппараты. Общие технические условия на ремонт корпусов" (взамен ОТУ 2-92).

По вопросам приобретения ОТУ 3-01 обращаться в ОАО "ВНИКТИнефтехимоборудование" (400005 г. Волгоград, пр. Ленина, 98 "Б", тел. (8442) 34-56-09, факс 34-13-76).

Приложение: письмо Госгортехнадзора России о согласовании ОТУ 3-01 на 1 л.

Заместитель руководителя
Департамента А.И. Бочаров

Горячева 220 40 75

ОАО «ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ И КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ОБОРУДОВАНИЯ НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ И НЕФТЕХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ»

ОАО "ВНИКТИнефтехимоборудование"

«СОГЛАСОВАНО»
С ГОСГОРТЕХНАДЗОРОМ РФ
Письмо № 11-11/396 от
14.10.2002г.

«УТВЕРЖДАЮ»
Руководитель Департамента нефтеперерабатывающей промышленности Минэнерго РФ
_____ А.И.Бочаров
«___» _____ 2001г.

«СОГЛАСОВАНО»
Заместитель генерального директора
ОАО «ВНИИнефтемаш»
_____ В.Н.Ермолаев
«___» _____ 2001г.

СОСУДЫ И АППАРАТЫ
ОБЩИЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ НА РЕМОНТ КОРПУСОВ

ОТУ 3-01

Генеральный директор — А.Е.Фолиянц

Заместитель директора по научной работе — Н.В.Мартынов

Зав. лабораторией сварки — Н.В.Кириличев

Зав. лабораторией технической диагностики — Б.П.Пилин

Ст. научный сотрудник лаборатории сварки — А.М.Чаев

Мл. научный сотрудник лаборатории сварки — С.А.Карташова

Инженер лаборатории сварки — С.В.Арчаков

Волгоград - 2001

СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие положения 4
2. Основные материалы 4
3. Сварочные электроды 5
4. Виды дефектов, определение их границ и выбор способов ремонта..... 7
5. Общие технические требования..... 7
5.1. Размещение сварных швов при ремонте 7
5.2. Подготовка дефектных мест под ремонтную сварку или наплавку 8
5.3. Требования к сборке деталей под ремонтную сварку 12
5.4. Температурные условия производства сварочных работ 12
5.5. Ремонтная сварка и наплавка..... 15
5.6. Термическая обработка корпусов после ремонтной сварки и наплавки.. 18
5.7. Контроль и требования к качеству ремонтной сварки и наплавки 20
5.8. Клеймение 27
5.9. Испытание аппаратов после ремонта корпусов 27
5.10.Пуск и остановка аппаратов в зимнее время 29
6. Специальные технические требования 29
6.1. Выбор способа устранения дефектов 29
6.2. Устранение трещин 31
6.3. Ремонт участка корпуса, пораженного коррозией 33
6.4. Замена дефектных днищ аппаратов 34
6.5. Замена дефектных участков корпуса 34
6.6. Замена штуцеров 41
6.7. Замена дефектного штуцера без укрепляющего кольца 42
6.8. Особенности замены дефектного штуцера с укрепляющим кольцом 44
6.9. Вварка вставки в корпус из биметалла с эксплуатационным изменением свойств плакирующего слоя 08Х13 45

Приложения:
1. Ремонтная документация..... 50
2; 3; 4. Перечень материалов, используемых для ремонта сосудов, работающих под давлением 54
5. Электроды для ручной электродуговой сварки углеродистых, низколегированных и среднелегированных сталей..... 81
6. Электроды для ручной электродуговой сварки высоколегированных сталей и плакирующего слоя двухслойных сталей без обеспечения требований по стойкости наплавленного металла против МКК..... 85
7. Электроды для ручной электродуговой сварки высоколегированных сталей и плакирующего слоя двухслойных сталей с обеспечения требований по стойкости наплавленного металла против МКК..... 88
8. Допустимое содержание ферритной фазы в аустенитном металле шва..... 91
9. Выбор электродов, режимы и условия термообработки при сварке разнородных сталей..... 92
10. Рекомендуемые режимы прокалки и сроки годности наиболее распространённых сварочных электродов..... 105

11. Количество планок и прихваток на кольцевые стыки для горизонтальных корпусов аппаратов 106
12. Количество планок и прихваток на кольцевые стыки для вертикальных корпусов аппаратов 107
13. Режимы и условия термообработки при сварке корпусных деталей аппаратов 108
14. Минимальные нормы механических свойств сварных соединений 115
15. Предельно-допустимые значения измеряемых характеристик дефектов, выявленных ультразвуковым методом в сварных швах сосудов, аппаратов, изготовленных по ОСТ 26.291 (P≤16 МПа) 117
16. Конструктивное исполнение подготовки свариваемых кромок и сварных швов 119
17. Зазоры при сборке патрубков с корпусом или днищем 151
18. Регламент проведения в зимнее время пуска (остановки) или испытания на герметичность сосудов 152
19. Группы сосудов по условиям эксплуатации 154
20. Марки сталей для сосудов, находящихся без давления, в зависимости от средней температуры воздуха наиболее холодной пятидневки 155
21. Методы определения границ дефектов 156
22. Покрытые электроды для удаления дефектов на корпусных деталях 157
23. Допустимое смещение кромок 157
24. Условия предварительного подогрева при ремонтной сварке корпусов аппаратов 158
25. Размеры и количество прихваток при сварке труб 159
26. Величина сварочного тока для ручной дуговой сварки 160
27. Величина сварочного тока для ручной дуговой наплавки 160
28. Объём контроля стилоскопированием 160
29. Объём контроля радиографическим или ультразвуковым методами 161
30. Классы дефектности сварных соединений по результатам радиографического контроля 161
31. Зазоры при сборке патрубков с корпусами сосудов 162
32. Перечень материалов, составляющих нормативную базу для разработки общих технических условий на ремонт корпусов аппаратов 163

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Настоящие технические условия являются руководящим документом при ремонте и реконструкции стальных сварных сосудов и аппаратов с толщиной стенки от 4 до 120мм, работающих под давлением до 16 МПа (160 кгс/см^2) и температуре не ниже минус 70°С, и не выше 540°С, на нефтеперерабатывающих, нефтехимических, химических и других взрывопожароопасных производствах.

1.2. Ремонт корпусов аппаратов должен осуществляться ремонтными подразделениями предприятия или специализированными организациями, располагающими специальными техническими средствами и работниками (ИТР и рабочие соответствующей квалификации), обеспечивающими качественное выполнение работ в соответствии с требованиями стандартов и руководящих документов Госгортехнадзора РФ.

1.3. Руководящие инженерно-технические работники и сварщики, занятые монтажом и ремонтом сосудов, должны быть аттестованы в соответствии с «Положением о порядке подготовки и аттестации работников организаций, эксплуатирующих опасные производственные объекты, подконтрольные Госгортехнадзору России» и «Правилами аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства» ПБ 03-273-99.

1.4. Сварщики должны иметь удостоверение установленной формы и могут производить сварочные работы тех видов, которые указаны в их удостоверении. Сварщики, впервые приступающие к сварке электродами с содержанием никеля 40% и более, должны пройти практическую тренировку и сварку контрольной пластины размерами 150×250×12÷18 мм, имитирующей положение шва в пространстве при ремонте, с контролем путем внешнего осмотра и проникающего излучения в объеме 100% сварного соединения и регистрацией результатов в протоколе.

1.5. К проведению работ по термической обработке допускаются аттестованные термисты–операторы имеющие удостоверение на право производства термических работ. Кроме того, термисты-операторы должны сдать испытания по электробезопасности не ниже чем на II квалификационную группу, а также по противопожарным мероприятиям и охране труда. Термисты–операторы подвергаются ежегодной переаттестации, результаты которой должны быть оформлены протоколом и соответствующей записью в удостоверении.

1.6. Для выполнения ремонтной сварки должна использоваться технология, аттестованная в соответствии с требованиями «Правил изготовления паровых и водогрейных котлов, сосудов, работающих под давлением, трубопроводов пара и горячей воды с применением сварочных технологий» ПБ 03-164-97.

1.7. Сосуды и аппараты должны быть подготовлены к ремонту в соответствии с действующими нормативными актами Госгортехнадзора РФ.

2. ОСНОВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

2.1. Для ремонта корпусов аппаратов должен применяться материал, указанный в паспорте на аппарат. Качество и характеристики этого материала

должны подтверждаться соответствующими сертификатами предприятия-поставщика.

При отсутствии материала, указанного в паспорте, может быть использован другой материал, приведенный в приложениях 2,3,4 настоящих ОТУ, ОСТ 26-291, ПБ 10-115-96. Этот материал по химическому составу, механическим свойствам и условиям применения должен быть не ниже заменяемого, что должно быть подтверждено соответствующими сертификатами.

Возможность замены марки стали должна быть подтверждена прочностным расчетом и согласована специализированной организацией.

2.2. При выборе материалов для ремонта корпусов аппаратов должны учитываться: расчетное давление, температура стенки (минимальная отрицательная и максимальная расчетная), химический состав и характер среды, технологические свойства и коррозионная стойкость материалов.

2.3. Требования к материалам, назначению, условиям и пределам их применения, а также виды испытаний должны соответствовать требованиям стандартов "Правил..." Госгортехнадзора РФ (см. приложения 2,3,4).

3. СВАРОЧНЫЕ ЭЛЕКТРОДЫ

3.1. Сварочные электроды, используемые при ремонте, реконструкции и монтаже корпусных деталей аппаратов, должны выбираться по таблицам приложений 5,6,7,9. По согласованию со специализированной организацией могут быть использованы другие электроды, не указанные в этих таблицах.

3.2.Все используемые по п.3.1 сварочные электроды должны удовлетворять требованиям стандартов или технических условий. Качество и характеристики электродов должны подтверждаться предприятием-поставщиком электродов соответствующими сертификатами с указанием марки электрода, химического состава и механических свойств наплавленного металла.

3.3 Электроды типов, предусмотренных ГОСТ 9467 или ГОСТ 10052, должны обеспечивать механические свойства металла шва и наплавленного металла в соответствии с требованиями этих стандартов.

3.4. Механические свойства металла шва или сварного соединения, выполненных не указанными в таблицах приложений 5,6,7,9 электродами, должны быть не ниже требований, приведенных в таблице приложения 14.

3.5. При отсутствии сертификатов электроды можно использовать только после предварительной проверки химического состава наплавленного металла и механических свойств сварного шва или наплавки на образцах по ГОСТ 6996, а также сварочно-технологических свойств электродов (для аустенитных электродов, кроме того, при наличии требований проверяют количество ферритной фазы и склонность к межкристаллитной коррозии). Результаты проверки должны отвечать требованиям ГОСТ 9466, ГОСТ 9467, ГОСТ 10052 или техническим условиям (сертификатам поставки) на сварочные электроды.

3.6. В случае неудовлетворительных результатов по какому-либо виду испытаний или химическому анализу разрешаются повторные испытания.

3.7. Повторные испытания проводят на удвоенном количестве образцов лишь по тем видам, которые дали неудовлетворительные результаты. При неудовлетворительных результатах повторных испытаний данную партию электродов бракуют

3.8. Независимо от наличия сертификата каждая партия электродов проверяется на сварочно-технологические свойства по ГОСТ 9466. Проверка сварочно-технологических свойств электродов выполняется опытным дипломированным сварщиком не ниже пятого разряда. При неудовлетворительных технологических свойствах данная партия электродов бракуется.

3.9. При выборе электродов необходимо учитывать, что температура эксплуатации сварных соединений должна быть не выше меньшей из максимально допустимых для свариваемых сталей и наплавленного металла, но не ниже большей из минимально допустимых для свариваемых сталей, наплавленного металла и металла шва по таблицам приложений 5,6,7,9 настоящих ОТУ или ОСТ 26-291.

3.10. В металле шва аустенитных хромоникелевых электродов в зависимости от температуры эксплуатации должно быть регламентировано содержание ферритной фазы, которое должно соответствовать ГОСТ 10052 или сертификату на электроды. Допускаемое значение ферритной фазы в металле шва в зависимости от температуры эксплуатации не должно превышать значений, приведенных в таблице приложения 8. При отсутствии сертификатных или паспортных данных аустенитные электроды, применяемые для температуры эксплуатации выше 350°С, должны подвергаться контролю на содержание ферритной фазы в металле шва или в наплавленном металле.

3.11. Ручная наплавка поверхностей деталей из малоуглеродистых и низколегированных сталей корпусов аппаратов из двухслойных сталей со стороны плакирующего слоя, а также сварка плакирующего слоя шва должны выполняться электродами, выбираемыми в зависимости от марки плакирующего (коррозионностойкого) слоя и рабочих условий (таблицы приложений 6,7). При этом первый (переходный) слой должен быть выполнен электродами типа Э-10Х25Н13Г2.

3.12. Сварочные электроды для сварки корпусных деталей аппаратов из разнородных сталей должны выбираться с учетом рабочих условий аппарата по таблице приложения 9 настоящих ОТУ.

3.13. Сварочные электроды перед выполнением сварных соединений, к которым предъявляются требования по стойкости против межкристаллитной коррозии, должны подвергаться испытаниям на стойкость против межкристаллитной коррозии по ГОСТ 6032.

3.14. Сертификаты и результаты испытаний сварочных электродов, если они выполнялись, должны прикладываться к ремонтной документации корпуса аппарата.

3.15. Электроды, во избежание их увлажнения, должны храниться в сухом, отапливаемом помещении с температурой не ниже плюс 18°С и относительной влажности воздуха не более 60%. Перед сваркой электроды необходимо прокалить по режимам, приведенным в таблице приложения 10. Максимально допустимое число прокалок – не более двух.

При хранении электродов в обычных условиях, отличных от приведенных в таблице приложения 10 (например, в пеналах), срок их годности после прокалки не более восьми часов (одна смена). Количество электродов, выдаваемое сварщику, не должно превышать его сменной потребности.

4. ВИДЫ ДЕФЕКТОВ, ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИХ ГРАНИЦ И ВЫБОР СПОСОБОВ РЕМОНТА

4.1. Характерными дефектами корпусов аппаратов, появляющимися в процессе эксплуатации, являются:

а) трещины всех видов и направлений в сварных швах, околошовной зоне и в основном металле;

б) коррозионное поражение сварных швов и основного металла в виде сплошной равномерной или неравномерной коррозии, локальной коррозии (язвы, питтинги и т.п.);

в) эрозионный износ;

г) гофры, вмятины, выпучены и другие виды деформации корпуса;

д) расслоение металла.

4.2. Для определения величины дефектов и границ дефектных участков применяются методы, приведенные в таблице приложения 21.

4.3. Выбор способов исправления дефектных участков корпусов аппаратов производится с учетом:

а) вида дефектов (трещины, коррозия, деформация корпуса и т.п.);

б) конструкции корпуса (толщина стенки, наличие приваренных внутренних устройств и т.д.);

в) материального исполнения корпуса;

г) экономической целесообразности выбранного способа исправления.

4.4. Ремонт корпусов аппаратов с учетом факторов, изложенных в п.4.3, производится тремя способами:

а) заварка дефекта или наплавка дефектного участка;

б) замена дефектного участка (установка вставок, смена листа, обечайки, днища, штуцера;

в) удаление дефекта. При этом остаточная толщина стенки должна обеспечивать прочность и надежность работы сосуда, что должно быть подтверждено расчетом.

5. ОБЩИЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

5.1. Размещение сварных швов при ремонте.

5.1.1. При ремонте корпусов аппаратов сваркой сварные швы должны быть расположены так, чтобы обеспечивалась возможность их визуального осмотра и проверки качества одним из неразрушающих методов контроля (УЗД, радиационный контроль и т.д.), а также обеспечивалась возможность устранения в них дефектов.

5.1.2. Пересечение сварных швов, выполняемых при ремонте ручной дуговой сваркой, не допускается. Сварные швы должны быть смещены по отношению друг к другу на величину трехкратной наибольшей толщины стенки корпуса, но не менее чем на 100 мм между осями швов. Сварные швы корпусов сосудов и аппаратов, выполненных при изготовлении, допускается пересекать сварными швами, выполняемыми при ремонте (рис.6.6).

5.1.3. Сварные швы при ремонте не должны перекрываться опорами. В горизонтальных аппаратах допускается местное перекрытие седловыми опорами кольцевых (поперечных) сварных швов на общей длине не более $0,35\times\pi\times Д$, а при наличии подкладного листа – не более $0,5\times\pi\times Д$ (Д – наружный диаметр аппарата). При этом перекрываемые участки сварных швов по всей длине должны быть проверены в объеме 100% радиационным контролем или ультразвуковой дефектоскопией.

5.1.4. Расстояние между краем шва приварки внутренних и внешних устройств и деталей и краем ближайшего шва корпуса должно быть не менее толщины стенки корпуса, но не менее 20 мм. Для сосудов из углеродистых и низколегированных марганцовистых и марганцевокремнистых сталей, подвергаемых после сварки термообработке, расстояние между краем шва приварки деталей и краем ближайшего шва корпуса должно быть не менее 20 мм независимо от толщины стенки корпуса.

5.1.5. При приварке к корпусу аппарата внутренних и наружных устройств (опорных элементов, тарелок, рубашек, перегородок укрепляющих колец штуцеров и др.) допускается пересечение этих сварных швов с ремонтными стыковыми швами корпуса при условии предварительной проверки перекрываемого участка шва корпуса радиографическим контролем или ультразвуковой дефектоскопией.

5.1.6. Отверстия для люков, лючков и штуцеров должны располагаться, как правило, вне сварных швов.

Допускается расположение отверстий:

- на продольных швах цилиндрических и конических обечаек корпуса, если номинальный диаметр отверстий не более 150 мм;
- на кольцевых швах цилиндрических и конических обечаек сосудов без ограничения диаметра отверстий;
- на швах выпуклых днищ без ограничения диаметра отверстий при условии 100%-ной проверки сварных швов днищ методом радиографии или ультразвуковой дефектоскопии;
- на швах плоских днищ.

5.2. Подготовка дефектных мест под ремонтную сварку или наплавку.

5.2.1. Работы на внутренней и наружной поверхностях корпуса аппарата проводятся после разборки внутренних и наружных устройств, препятствующих ремонту, а при наличии в зоне дефекта теплоизоляции – снятия ее на площади, обеспечивающей качественное выполнение всех подготовительных, ремонтных и контрольных операций.

Демонтаж устройств, приваренных к корпусу, как правило, должен производиться по металлу устройства механической обработкой (шлифмашинкой и т.д.) Допускается использование для этого термической резки или строжки (кислородной, воздушно-дуговой, плазменнодуговой). В этом случае резка проводится по металлу устройства на расстоянии 20÷25 мм от поверхности корпуса.

5.2.2. Поверхность дефектного участка и прилегающей зоны шириной не менее 20 мм на сторону очищается от антикоррозионных покрытий, ржавчины, окалины и других загрязнений.

5.2.3. Определяются границы дефектной зоны в соответствии с таблицей приложения 21.

5.2.4. Метод удаления дефектного участка корпуса выбирается в зависимости от характера, размеров и особенностей развития дефектов:

- трещины всех видов и направлений, как правило, удаляются только механической обработкой с предварительным определением концов трещины цветной дефектоскопией и засверловкой обоих концов трещины на всю глубину сверлом диаметром 5÷6 мм, исключающих ее развитие в процессе выборки. Наибольшее распространение получили методы вышлифовки и высверловки трещин. При сквозной трещине для удобства последующего заплавления целесообразно оставлять слой металла толщиной 2,0÷2,5 мм в качестве подкладки нового шва (эту толщину проверяют несколькими сквозными сверлениями), который полностью переплавляется при последующей сварке корневого шва;
- полное удаление сварных швов с дефектами, а также сквозную вырезку дефектных участков корпуса, дефектных штуцеров и поверхностных дефектов в виде коррозии на большой площади допускается выполнять термической резкой или строжкой. При этом на корпусах аппаратов из низкоуглеродистых, низколегированных кремнемарганцовистых и хромомолибденовых сталей (типа 16ГС, 09Г2С, 12ХМ, 12МХ, 15ХМ) успешно используется кислородная резка). На корпусах из средне- и высоколегированных сталей типа 15Х5М, 08Х18Н10Т используются воздушно-дуговая строжка графитовым электродом и плазменно-дуговая резка. Находят применение методы выборки дефектов специальными покрытыми электродами (таблица приложения 22).

В случае удаления дефектов методами термической резки и специальными покрытыми электродами на корпусных деталях из хромомолибденовых сталей необходим предварительный подогрев зоны удаления до температуры 200÷250°С.

После удаления дефектов любым способом термической резки зачистка поверхности механическим способом производится на глубину:

- углеродистых и низколегированных сталей до металлического блеска;

- аустенитных сталей типа 08Х18Н10Т, сталей типа 12МХ, 12ХМ, 15ХМ на глубину не менее 1мм, а сталей типа 15Х5М, 1Х2М1 на глубину не менее 3мм, считая от наибольшей впадины реза.

Зачищенная поверхность проверяется на отсутствие дефектов цветным методом контроля.

Примечание: допускается вырезка дефектов без предварительного подогрева. В этом случае предусматривается припуск 4÷5 мм на механическую обработку. Припуск удаляется механическим способом (наждачным кругом, фрезерованием и т.п.) с последующим контролем неразрушающими методами на отсутствие трещин.

5.2.5. Удаление дефектов корпусов из двухслойных сталей в основном производится механическим способом. Допускается удалять дефекты термической резкой только со стороны углеродистого основного слоя.

При необходимости вырезки дефекта со стороны плакирующего слоя, в последнем предварительно механическим способом разделывается окно, через которое возможно произвести вырезку дефекта в углеродистом слое термическим способом с зачисткой шлифмашинкой по п.5.2.4. При этом поверхность плакирующего слоя должна быть предохранена от брызг металла.

Допускается вырезка дефектов воздушно-дуговой строжкой (РВД) или специальным плавящимся электродом (таблица приложения 22) в корпусах из двухслойной стали с основным слоем из сталей марок Ст3сп, 16ГС, 09Г2С, 20К при отсутствии требований стойкости плакирующего слоя к межкристаллитной коррозии (МКК). При наличии этих требований строжка РВД или плавящимся электродом может применяться только в отдельных случаях, как исключение, при условии обязательной последующей обработки всей поверхности резки наждачным кругом или другим методом на глубину не менее 1мм, считая от наибольшей впадины реза, для снятия поверхностного слоя с измененным составом.

5.2.6. После удаления дефектов и зачистки поверхности проверяется полнота удаления дефекта цветной дефектоскопией поверхности выборки и одним из неразрушающих методов контроля внутренних дефектов (см. таблицу приложения 21).

5.2.7. Подготовка дефектных мест под сварку или наплавку производится как механическим, так и термическим способами с соблюдением требований настоящего подраздела 5.2. При подготовке термическим способом необходимо стремиться к удалению минимальных объемов металла с целью уменьшения остаточных напряжений и объема сварочных работ, а полученная поверхность должна быть зачищена механическим способом на глубину по п.5.2.4, считая от наибольшей впадины реза.

5.2.8. При установке на корпусах вставок (латок), замене листов, обечаек и днищ подготовку кромок под сварку производить в соответствии с требованиями чертежа на корпус или, при его отсутствии, по типу соединений, приведенных в приложении 16:

-сварные соединения С-8 рекомендуется применять в условиях одностороннего доступа при сварке горизонтальных швов заплат на вертикальном корпусе аппарата или для приварки днищ к вертикальному корпусу. При этом на нижней кромке свариваемого элемента скос не производится (например, на

нижнем днище для его приварки к корпусу или на корпусе для приварки верхнего днища);

- назначение подготовки кромок С-12, С-15 такое же, как С-8, только при двухстороннем доступе. При этом перед подваркой корня шва со стороны притупления (для С-15 после заплавления фаски с одной стороны) производятся вырубка или вышлифовка корня шва с контролем поверхности выборки цветной дефектоскопией;

- сварные соединения С-17 рекомендуется применять в условиях одностороннего доступа при сварке вертикальных швов заплат на горизонтальном аппарате (вварка обечаек, приварка днищ и т.д.);

- сварные соединения С-20 рекомендуются для двухсторонней сварки вертикальных швов на вертикальном корпусе или кольцевых швов на горизонтальном корпусе из двухслойных сталей;

- сварные соединения С-21, С-25 используются для тех же случаев, что и С-17, только при двухстороннем доступе к сварному соединению;

- сварные соединения С-39 по назначению и исполнению аналогичны С-25, когда с одной стороны шов выполнять более удобно;

- соединения С-43 по назначению и исполнению аналогичны С-15, когда с одной стороны шов выполнять более удобно;

- соединения С-4 по назначению и применению аналогичны соединениям С-12 только при ремонте корпусов из биметалла;

- соединения С-7 по назначению и применению аналогичны соединениям С-21 только при ремонте корпусов из биметалла;

- соединения С-14 по назначению и применению аналогичны соединениям С-21, только они используются при ремонте корпусов аппаратов из двухслойных сталей в случаях, когда сварка с наружной стороны корпуса предпочтительна;

- соединения С-19 применяется в условиях одностороннего доступа при сварке вертикальных швов корпуса с жёсткими требованиями к провару корня шва;

- соединения Н-2, Т-1, Т-3 используются для приварки неответственных внутренних устройств. Соединения Т-7, Т-8, У7, У8 применяются для сварки ответственных наружных и внутренних устройств корпусов аппаратов;

- сварные соединения Т-19, Т-20, Т-46, Т-47 рекомендуется применять для вварки штуцеров в днище;

- сварные соединения Т-2, Т-35, Т-44, Т-45, предназначены для вварки штуцеров в корпус;

-сварные соединения Т-37, Т-41 рекомендуется применять для вварки центральных штуцеров в днища;

- сварные соединения С-24, С-26 – применять для сварки фланцев с патрубками и отводами; при сварке патрубков между собой; при сварке продольных стыков патрубков и отводов;

- сварные соединения С-32 – применять для сварки продольных стыков патрубков, отводов и кольцевых стыков патрубков;

- сварные соединения Т-23, Т-24, Т-26, Т-25, Т-53, Т-54 предназначены для вварки штуцеров в корпуса и днища аппаратов;

5.3. Требования к сборке деталей под ремонтную сварку.

5.3.1. Перед началом сборки должно быть проверено качество подготовки свариваемых элементов, т.е. размеры, состояние поверхности стыкуемых кромок и прилегающих к ним поверхностей.

5.3.2. При сборке элементов разной толщины необходимо предусмотреть плавный переход от одного элемента к другому постоянным утонением более толстого элемента. Угол « α » скоса кромок (рис.5.1) должен быть не более 20° (уклон 1:3). В случае двухслойной стали скос осуществляется со стороны основного слоя. Допускается стыковка кромок без предварительного утонения толстого листа, если разность в толщинах соединяемых элементов не превышает 30% от толщины более тонкого элемента, но не более 5 мм. В этом случае форма сварного шва должна обеспечивать плавный переход от толстого листа к тонкому.

5.3.3. Смещение «а» кромок листов в продольных швах стыковых соединений (рис.5.2), определяющих прочность сосуда, не должна превышать 10% номинальной толщины более тонкого листа, но не более 3 мм.

5.3.4. Смещение кромок в кольцевых швах монометаллических корпусов, а также в кольцевых и продольных швах биметаллических корпусов со стороны плакирующего слоя не должно превышать величин, указанных в таблице приложения 23.

5.3.5. Совместный увод кромок «f» (рис.5.3) в продольных и кольцевых швах (угловатость) не должен превышать 10% толщины листа плюс 3 мм, но не более 5 мм, т.е.

$$f < 0{,}1S + 3 \text{ мм} < 5 \text{ мм}$$

Угловатость продольных швов (см.рис.5.3 а,б) определяется по шаблону, длина которого по хорде равна 1/6 диаметра корпуса. Угловатость кольцевых швов (см.рис.5.3 в,г) определяется линейкой длиной не менее 200 мм. Увод кромок определяется без учета усиления шва.

5.3.6. Допускается подгонка кромок, если при сборке элементов не выдержаны требования настоящего подраздела. Методы подгонки должны исключать появление дополнительных напряжений в металле и повреждение поверхности.

5.4. Температурные условия производства сварочных работ.

5.4.1. Сварочные работы при ремонте корпусов аппаратов производятся при положительной температуре окружающего воздуха. Допускается производить сварочные работы при отрицательных температурах окружающего воздуха не ниже указанных в таблице приложения 24. Необходимость и режим подогрева представлены в этой же таблице. В случае отрицательных температур ниже указанных в таблице необходимо в зоне сварки создать микроклимат (палатка или другие устройства) с температурой, равной или выше приведенной в таблице приложения 24.

Стыковка листов разной толщины.

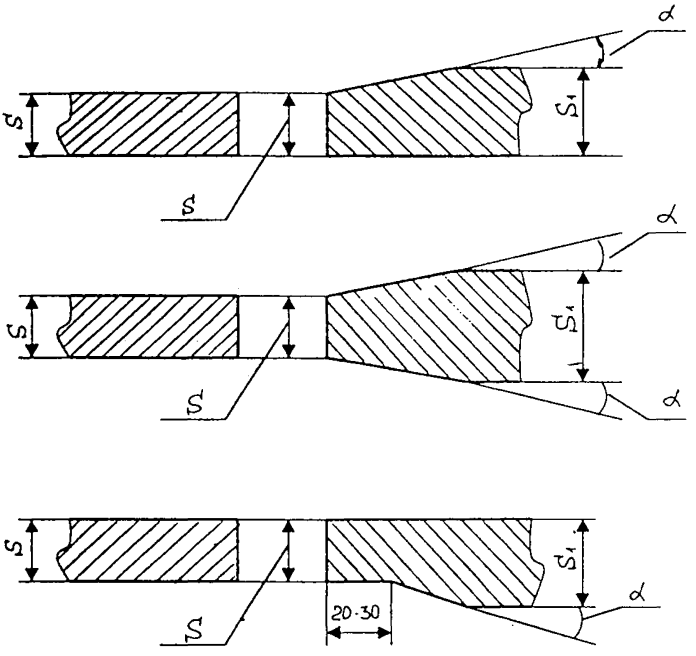


Рис. 5.1

Смещение кромок листов

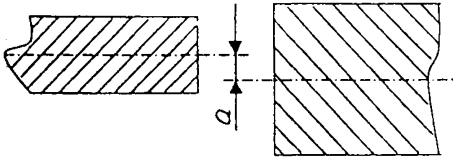


Рис. 5.2

Определение угловатости соединений

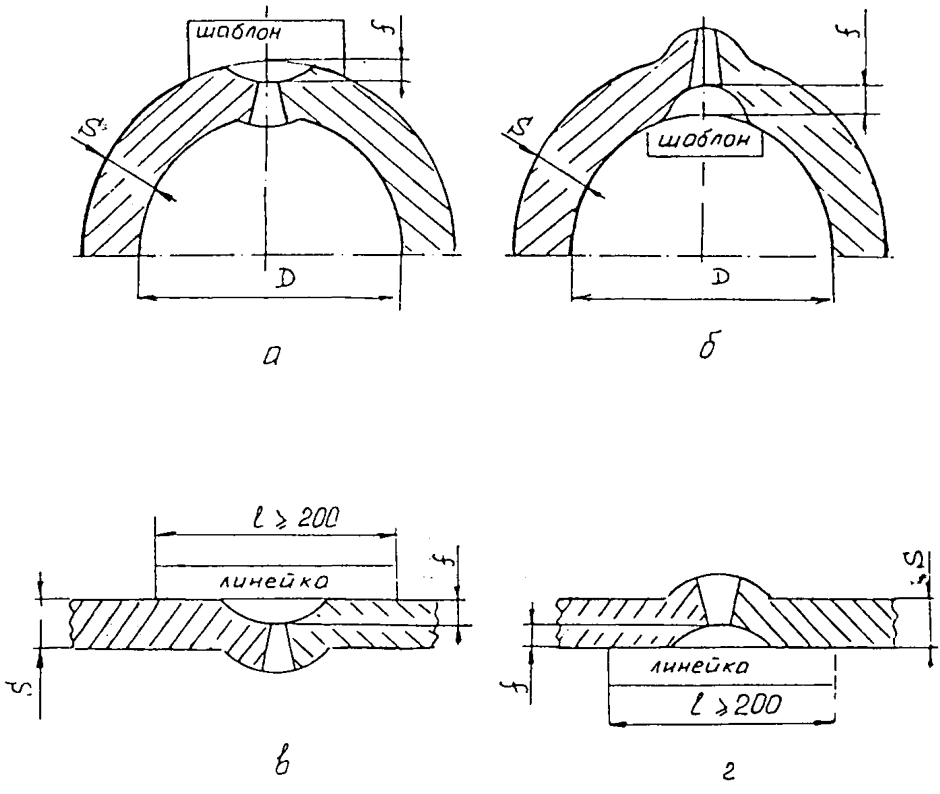


Рис. 5.3

Сварка углеродистых сталей толщиной более 36 мм, низколегированных кремнемарганцовистых – более 30 мм, а также легированных теплоустойчивых сталей, независимо от толщины стенки, при положительной температуре окружающего воздуха производится с предварительным и сопутствующим подогревом так же в соответствии с таблицей приложения 24.

5.4.2. При ремонте корпусов аппаратов на открытой площадке место сварки должно быть надёжно защищено от ветра и атмосферных осадков.

5.5. Ремонтная сварка и наплавка.

5.5.1. Ремонт корпусов аппаратов выполняется ручной электродуговой сваркой или наплавкой. Ремонтная сварка включает в себя выполнение прихваток, сварных швов и наплавок.

5.5.2. Прихватку стыков при сборке выполняют электродами преимущественно диаметром 3 мм сварщики, которые осуществляют весь процесс сварки. Каждая прихватка должна быть проконтролирована внешним осмотром. К качеству прихваток предъявляются такие же требования, как и к основному шву. Дефектные прихватки полностью удаляются механическим способом (шлифкругом). Вновь выполненные прихватки контролируются внешним осмотром.

При сварке стыков, собранных на прихватках, особое внимание следует уделять выполнению корня шва. В связи с тем, что прихватки могут являться очагами возможных дефектов (трещины, поры и т.п.), необходимо обеспечить полный переплав металла прихваток и зоны основного металла вокруг прихваток. Для обеспечения хорошего переплава металла подбирается соответствующее сечение прихваток, или излишняя часть металла прихваток удаляется механическим способом (шлифмашинкой).

5.5.3. Прихватки на месте пересечения швов не допускаются. Прихваточные швы должны быть равномерно расположены по периметру стыка.

Расстояние между прихватками для продольных швов аппаратов должно выбираться в пределах 100÷500 мм в зависимости от толщины металла. Длина прихваток 20÷100 мм.

5.5.4. При V – образной подготовке кромок под сварку величина прихватки по сечению должна быть равна 1/3 сечения шва, но не более 15 мм.

При угловых соединениях величина катета прихватки должна соответствовать данным таблицы приложения 25.

5.5.5. Количество прихваток и их длины для трубных соединений, а также приварки их к корпусу выбирать согласно таблице приложения 25.

5.5.6. В кольцевых стыках, собираемых без подкладочных колец, число прихваток, их протяженность, размеры скрепляющих планок зависят от диаметра корпуса и толщины стенки аппарата и должны соответствовать данным таблиц приложения 11 и 12.

5.5.7. Сварные швы в зависимости от длины и толщины свариваемого металла выполняются различными способами, обеспечивающими получение качественного сварного соединения. Сварка стыковых коротких швов длиной 250÷300 мм выполняется «на проход», средних швов длиной 300÷1000 мм – от середины к концам или обратноступенчатым способом (рис.5.4.), длинных

Выполнение шва обратноступенчатым способом

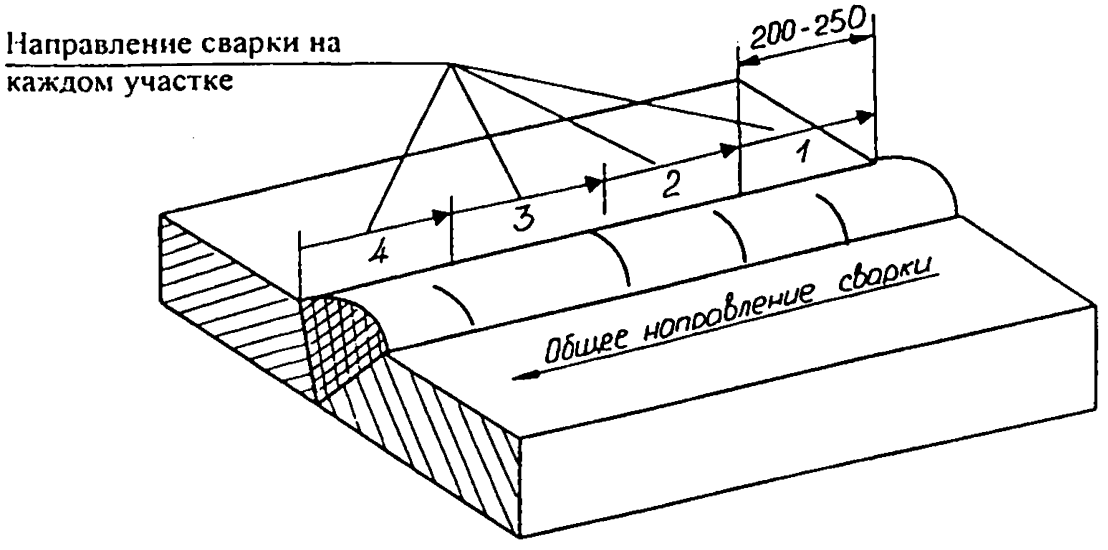
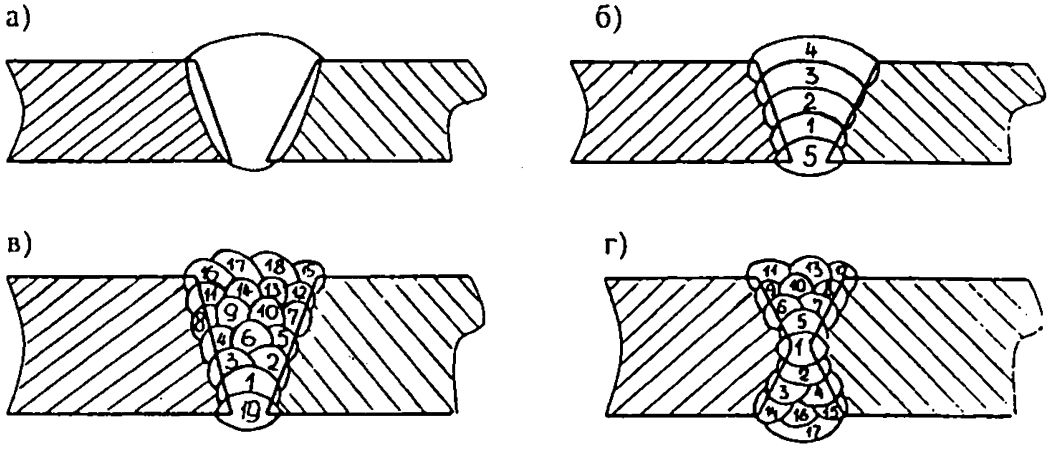


Рис. 5.4

Схема выполнения швов по сечению



а - однослойный однопроходный;
б - многослойный;
в - многослойный односторонний ниточными швами;
г - двухсторонний многослойный ниточными швами.

Рис. 5.5

швов длиной более 1000 мм – обратноступенчатым способом. Длина ступени при сварке обратноступенчатым способом применяется равной 200÷250 мм.

5.5.8. Количество проходов в одном слое шва по ширине устанавливается с учетом ширины разделки: при ширине менее 12 мм слои рекомендуется выполнять в один проход. При увеличении ширины количество проходов увеличивается. При сварке Cr-Mo сталей и аустенитных Cr-Ni сталей ширина каждого валика шва должна быть не более двух диаметров электрода.

5.5.9. Последовательность наложения проходов по сечению шва устанавливается с учетом технологической последовательности сборки и сварки. Наиболее рациональные выполнения швов при V-образной и X-образной разделках приведены на рис.5.5. При выполнении многослойных швов особое внимание следует обратить на качественное выполнение первого слоя в корне шва, так как "провар" корня шва определяет прочность всего многослойного шва. При двухсторонней сварке стыковых швов выполнение шва с обратной стороны производится после удаления корня первого шва механическим способом (шлифмашинка и т.д.).

В двухслойных сталях в первую очередь сваривается основной слой, а затем плакирующий. При сварке основного слоя недопустимо оплавление углеродистыми электродами высоколегированного металла коррозионностойкого слоя, так как это приводит к появлению трещин.

5.5.10. Ремонт дефектных участков корпусов наплавкой производится в два и более слоя. Первый слой рекомендуется выполнять валиками, расположенными перпендикулярно оси корпуса. Каждый последующий валик должен перекрывать предыдущий на 1/3 его ширины. При многослойной наплавке последовательность наложения валиков рекомендуется выполнять в каждом последующем слое перпендикулярно предыдущему. Дефекты, имеющие округлую форму диаметром до 40 мм, лучше наплавлять по спирали, начиная с центра участка дефекта.

Наплавка плакирующего покрытия может производиться в один, два и более слоев Однослойная наплавка производится в том случае, если к наплавленному металлу не предъявляются требования по стойкости против МКК.
В случае предъявления требования к наплавленному металлу по стойкости к МКК, наплавка производится в два и более слоев. При этом первый слой является переходным (электроды для сварки каждого слоя приведены в таблицах приложений 6 и 7).

5.5.11. При производстве ремонтной сварки или наплавки на корпусах аппаратов из углеродистых и легированных сталей величину сварочного тока рекомендуется выбирать по таблицам приложений 26 и 27, а температуру предварительного и сопутствующего подогревов, при необходимости, - по таблице приложения 24.

5.6. Термическая обработка корпусов после ремонтной сварки и наплавки.

5.6.1. После ремонтной сварки и наплавки корпусов аппаратов термическая обработка, если она требуется, мест заварки или наплавки дефектных участков производится для снижения уровня остаточных сварочных напряжений и для улучшения свойств металла шва и околошовной зоны. Термическая обработка должна исключать деформацию корпуса. Термическая обработка, при необходимости, производится после окончательной сварки или наплавки и устранения всех дефектов. В случае повторной заварки дефектное место должно быть подвергнуто вновь термообработке.

5.6.2. Режимы и условия термообработки при сварке корпусных деталей аппаратов представлены в таблице приложения 13, а при сварке разнородных сталей - в таблице приложения 9.

5.6.3. Корпусные детали аппаратов из сталей марок 12МХ, 12ХМ, 15ХМ, 12Х1МФ, 10Х2М1А-А, 10Х2ГНМ, 15Х2МФА-А, 1Х2М1, 15Х5, 15Х5М, 15Х8ВФ, 12Х8ВФ, Х9М и из двухслойной стали с основным слоем из сталей марок 12МХ, 12ХМ, 20Х2М после сварки должны быть термообработаны независимо от диаметра и толщины стенки.

Корпусные детали аппаратов из сталей марок 08Х18Н10Т, 08Х18Н12Б и других аустенитных сталей, стабилизированных титаном или ниобием, предназначенные для работы в средах, вызывающих коррозионное растрескивание, а также при температуре выше 350°С, в средах, вызывающих межкристаллитную коррозию, должны подвергаться термической обработке – стабилизирующему отжигу, независимо от диаметра корпуса и толщины стенки.

5.6.4. Корпуса аппаратов из углеродистых и низколегированных кремнемарганцовистых сталей подвергаются термообработке, если:

а) толщина стенки корпуса более 36 мм для углеродистых сталей и более 30 мм для низколегированных марганцовистых и кремнемарганцовистых сталей (16ГС, 09Г2С, 17Г1С, 10Г2 и др.);

б) толщина стенки корпуса превышает величину, вычисленную по формуле:

$$S = 0{,}009 \times (Д + 1200),$$

где – Д – минимальный внутренний диаметр аппарата, мм.

Данное требование должно выполняться только в случае использования при ремонте деформационных способов обработки деталей корпуса (вальцовка, гибка, штамповка). В остальных случаях это условие не учитывается.

в) они предназначены для эксплуатации в средах, вызывающих коррозионное растрескивание (жидкий аммиак, аммиачная вода, растворы едкого натрия и калия, азотнокислого натрия, калия, аммония, кальция, этаноламина, азотной кислоты и др.).

5.6.5. Необходимость термической обработки корпусов аппаратов из двухслойной стали должна определяться в соответствии с требованиями п.5.6.3 и п.5.6.4. При определении толщины свариваемого элемента принимается вся толщина двухслойной стали.

При наличии требования по стойкости против межкристаллитной коррозии технология сварки и режим термообработки сварных соединений двухслойных сталей должны обеспечивать стойкость сварного соединения коррозионностойкого слоя против межкристаллитной коррозии.

5.6.6. В аппаратах, корпуса которых при изготовлении прошли термообработку, все вновь выполненные ремонтные сварные соединения подвергаются термообработке по режиму, указанному в паспорте на аппарат. При отсутствии указаний термообработку для снятия внутренних напряжений выполнить по режиму, указанному в таблицах приложений 9, 13.

5.6.7. Время выдержки ремонтных сварных соединений после сварки до термообработки не должно превышать приведенного в таблицах приложений 9 и 13. В этот период статические и ударные нагрузки сварных соединений не допускаются. При отрицательных температурах окружающего воздуха сварные соединения из теплоустойчивых сталей (12ХМ, 12МХ, 15ХМ и т.п.) должны быть термообработаны непосредственно после сварки. При отсутствии такой возможности, после окончания сварки производится нагрев сварного соединения до 300÷350°С с выдержкой 0,5÷1,0 час.

5.6.8. Приварка внутренних и наружных устройств к корпусам аппаратов, подвергаемых термической обработке, должна производиться до термической обработки корпуса.

Допускается приварка внутренних и наружных устройств без последующей термической обработки к термообработанным в соответствии с требованиями п.5.6.4 (а, б) корпусам аппаратов при условии, что величина катета сварного шва не более 8 мм.

На корпусах аппаратов из этих же сталей, подверженных при эксплуатации коррозионному растрескиванию под напряжением, допускается приварка наружных устройств без термической обработки при условии, что катет шва не более 8 мм, а толщина стенки корпуса превышает 50 мм. Приварка наружных устройств при меньшей толщине стенки корпуса, а также приварка внутренних устройств катетом не более 8 мм при всех толщинах допускается без термической обработки только при использовании специальных технологических мероприятий, снижающих остаточные сварочные напряжения. К таким мероприятиям относится проковка горячего шва. Проковке подвергается каждый наплавленный валик непосредственно после сварки. Для проковки используется ручной, электрический или пневматический инструмент.

5.6.9. Конкретные ситуации, которые не охватывают настоящие ОТУ в данном вопросе (исключение термообработки), в том числе разработку условий и режимов проковки, эффективно снижающих остаточные сварочные напряжения, разрабатывает для каждого конкретного случая специализированная организация по ремонту нефтехимоборудования ОАО «ВНИКТИнефтехимоборудование».

5.6.10. Допускаются без термической обработки монтажные сварные швы приварки наружных устройств на монтажной площадке к специальным накладкам (кронштейнам), приваренным к корпусу аппарата и прошедшим вместе с ним термообработку на предприятии-изготовителе аппарата.

5.6.11. Допускается местная термическая обработка сварных соединений корпусов аппаратов, при проведении которой должны обеспечиваться равномерный нагрев и охлаждение по всей длине шва и прилегающих к нему зон основного металла. Ширина зоны нагрева определяется по РТМ 26-44-82.

При невозможности термической обработки за один нагрев всей зоны ремонта по техническим характеристикам нагревателя (например, при ремонтной сварке протяженных дефектных участков, расположенных вдоль оси корпуса аппарата, вварке вставок больших габаритов и т.д.), допускается многократный нагрев ремонтного участка со смещением зоны максимального нагрева. В этом случае зона максимального нагрева должна перекрывать зону максимальной температуры от предыдущего нагрева на 1,5 толщины стенки корпуса аппарата.

Перед местной термообработкой ремонтных сварных соединений на горизонтальных корпусах аппаратов для исключения их деформации необходимо установить временные опоры на расстоянии не более одного метра по обе стороны от термообрабатываемого сварного соединения.

При наличии требований по стойкости против коррозионного растрескивания и межкристаллитной коррозии возможность применения местной термической обработки должна быть согласована со специализированной научно-исследовательской организацией, которая в этом случае разрабатывает также технологические особенности ее проведения.

5.6.12. Для проведения местной термообработки нагреватели и тепловую изоляцию (асбест, шлаковата или другие несгораемые теплоизолирующие материалы) необходимо устанавливать и закреплять перед началом сварки по наружной и внутренней поверхностям корпуса, для чего должен быть обеспечен доступ к внутренней поверхности корпуса аппарата.

При этом для ведения процесса сварки в зоне ремонта оставляется оголенная часть корпуса шириной 20÷30 мм в каждую сторону от стыка. Непосредственно после сварки оголенная часть корпуса закрывается теплоизоляцией.

Толщина слоя теплоизоляции должна быть не менее 100 мм. Ширина теплоизоляции должна перекрывать зону нагрева в каждую сторону от оси шва не менее

$$B = 3\sqrt{R \times h}$$

где: B – ширина теплоизоляции, мм;

R – радиус корпуса, мм;

h – толщина стенки корпуса; мм.

5.6.13. Контроль температуры при термической обработке осуществляется с помощью термопар с записью на потенциометре. В процессе нагрева разница показаний термопар в одной точке как внутри, так и снаружи корпуса аппарата, не должна быть более 50°С. Термопары устанавливаются от края разделки дефектного участка на расстоянии не более 30 мм. Количество термопар устанавливается из условия надежности контроля температуры по всей термообрабатываемой поверхности, но не менее трех в каждой зоне нагрева. Термопары, расположенные со стороны нагревательных устройств, должны быть защищены от прямого воздействия на них теплового потока.

5.7. Контроль и требования к качеству ремонтной сварки и наплавки.

5.7.1. Перед проведением ремонта необходимо проверить наличие технологии ремонтно-сварочных работ и знание ее ремонтным персоналом.

5.7.2. В процессе производства ремонтной сварки (наплавки) должен осуществляться следующий контроль:

а) контроль качества металла и сварочных материалов на их соответствие требованиям стандартов (по сертификатам). В случае возникновения сомнения в соответствии материалов сертификатам производится контроль их химического состава. Допускается определение легирующих элементов производить стилоскопированием.

При отсутствии сертификата на материал необходим его полный химический анализ и определение механических свойств;

б) проверка режимов прокалки электродов;

в) проверка квалификации сварщиков;

г) контроль качества подготовки мест под сварку и правильности сборки;

д) контроль технологических режимов сварки и термообработки;

е) контроль качества сварных соединений.

5.7.3. Контроль качества сварных соединений производится следующими методами:

1) визуально-измерительным – осмотр и измерение параметров швов на соответствие нормам РД 34.10.130 и «Правил...»;
2) цветным или магнито-порошковым – на выявление выходящих на поверхность дефектов;
3) ультразвуковым или радиационным (рентгено-, гаммаграфированием) – для выявления дефектов внутри сварного соединения или выходящих на поверхность (внутреннюю);
4) механическими испытаниями на контрольных сварных образцах;
5) металлографическим исследованием (при необходимости);
6) стилоскопированием (при необходимости) за исключением случаев, указанных в п.5.7.7, для которых это необходимо;
7) испытанием на стойкость против межкристаллитной коррозии, если предъявляются требования по стойкости против МКК;
8) замером твердости;
9) определением содержания в металле аустенитного шва ферритной фазы (при необходимости);
10) гидравлическим испытанием.

Окончательный контроль качества сварных соединений, подвергающихся термообработке, должен производиться после проведения термообработки.

5.7.4. Механические свойства сварных соединений по результатам испытаний контрольных образцов должны быть не ниже норм, приведенных в таблице приложения 14.

5.7.5. Испытание сварного шва на стойкость против межкристаллитной коррозии (МКК) должно производиться для аппаратов, изготовленных из сталей аустенитного, ферритного, аустенитно-ферритного классов и двухслойной стали с коррозионностойким слоем из аустенитных и ферритных сталей при наличии требования в паспорте.

5.7.6. Форма и размеры образцов для испытаний на стойкость против межкристаллитной корррозии должны соответствовать требованиям ГОСТ 6032.

5.7.7. Стилоскопированию должны подвергаться сварные швы работающих под давлением деталей из сталей марок:
12ХМ, 12МХ, 15ХМ, 10Х2М1А-А, 20Х2М, 1Х2М1, 15Х2МФА-А, 10Х2ГНМ, 15Х5М, 15Х5, 08Х13, 08Х17Н13М2Т, 10Х17Н13М2Т, 10Х17Н13М3Т, 08Х17Н15М3Т, 03Х16Н15М3Т, 08Х21Н6М2Т, 06ХН28МДТ, 12Х18Н10Т, 08Х12Н10Т, 08Х22Н6Т и металл коррозионностойкой наплавки в объеме, не менее указанного в таблице приложения 28.

5.7.8. При получении неудовлетворительных результатов допускается повторное стилоскопирование того же сварного соединения на удвоенном количестве точек.

При неудовлетворительных результатах повторного контроля должен проводиться химический анализ сварного соединения, результаты которого считаются окончательными.

5.7.9. Контроль качества сварных соединений ультразвуковой (УЗД) или рентгеноскопией производится в объеме, указанном в таблице приложения 29 в зависимости от группы сосудов (аппаратов), определяемой по приложению 19.

5.7.10. При невозможности осуществления контроля радиографическим или ультразвуковым методом из-за недоступности к отдельным сварным соединениям, контроль качества этих соединений производить по РД 26-11-01.

5.7.11. Контроль качества наплавленных участков осуществляется визуально и УЗД или рентгеноскопией в полном объеме (100%).

5.7.12. Дефектоскопия сварных швов приварки штуцеров к аппарату проводится согласно РД 38.18.016 и разделов 4.5, 4.6, 4.7, 4.8 ОСТ 26-2044 «Швы стыковых и угловых сварных соединений сосудов и аппаратов, работающих под давлением. Методика ультразвукового контроля». При этом должны выполняться все требования ОСТ к чистоте контролируемой поверхности, используемой аппаратуре, квалификации дефектоскопистов, а также требования по подготовке и проведению контроля, оценке качества сварных соединений и оформлению результатов контроля.

Если контроль проводится по корпусу, для настройки параметров контроля (развертки, предельной чувствительности, положения строба) рекомендуется использовать специализированный криволинейный образец, изготовленный из материала аналогичного материалу аппарата, с нанесением искусственных отражателей (типа зарубок) в двух взаимоперпендикулярных направлениях – вдоль оси образца и в поперечном направлении с обеих (наружной и внутренней) сторон образца с удалением зарубок от боковых граней образца на расстояние не менее 25÷30 мм.

5.7.13. В сварных соединениях не допускаются следующие наружные дефекты:

1) трещины всех видов и направлений;
2) свищи и пористость наружной поверхности шва;
3) подрезы;
4) наплывы, прожоги и незаплавленные кратеры;
5) смещение и совместный увод кромок свариваемых элементов выше норм, предусмотренных в разделе 5.3 настоящих ОТУ;

6) несоответствие форм и размеров сварных швов требованиям стандартов, технических условий, проекта или разработанной технологии ремонта;

7) чешуйчатость поверхности и глубина впадин между валиками шва, превышающие допуск на усиление шва по высоте.

Допускаются местные подрезы в сосудах 3,4 и 5-й групп, предназначенных для работы при температуре выше 0°С. При этом их глубина не должна превышать 5% толщины стенки, но не более 0,5 мм, а протяженность – 10% длины шва.

5.7.14. В сварных соединениях не допускаются следующие внутренние дефекты, независимо от метода их обнаружения:

1) трещины всех видов и направлений, в том числе микротрещины;
2) свищи;
3) непровары (несплавления), расположенные в сечении сварного соединения;
4) смещения основного и плакирующего слоев в сварных соединениях двухслойных сталей выше норм, предусмотренных в таблице приложения 23 настоящих ОТУ;
5) усиление "t" переходного шва (рис.5.6) в сварных соединениях двухслойных сталей выше линии раздела слоев на величину более 0,3×S (S – толщина плакирующего слоя, S_1 – толщина листа).

5.7.15. В сварных соединениях не допускаются следующие внутренние дефекты, выявленные радиографическим методом:

- поры, шлаковые и другие включения, выходящие за пределы норм, установленных допустимым классом дефектности сварного шва по ГОСТ 23055 в соответствии с таблицей приложения 30.

Допускается непровар в корне шва глубиной не более 10% от толщины стенки корпуса, но не более 2 мм и суммарной протяженностью:

а) не более 5% от длины шва в двусторонних угловых и тавровых сварных соединениях патрубков с внутренним диаметром не более 250 мм, предусмотренных с полным проплавлением, в сварных швах сосудов 2,3,4 и 5 групп, предназначенных для работы в средах, не вызывающих водородную и сероводородную коррозию;

б) не более 20% от длины шва в кольцевых стыковых сварных соединениях, доступных для сварки только с одной стороны и выполненных без подкладного кольца, в угловых сварных соединениях сосудов 4 и 5б групп, предназначенных для работы при температуре выше 0°С.

5.7.16. В сварных соединениях не допускаются следующие внутренние дефекты, выявленные ультразвуковым методом:

трещины, несплавления, поры, шлаковые и другие включения, непровары в корне шва, эквивалентные размеры которые превышают предельно-допустимые значения, указанные в нормативно-технической документации, паспорте изделия или в таблице приложения 15 настоящего документа.

Оценку допустимости обнаруженных несплошностей, выявленных ультразвуковым методом, проводят по методике, изложенной в РДИ 38.18.016 (раздел 6), по следующим характеристикам:

Усиление переходного слоя в сварных соединениях двухслойной сталей

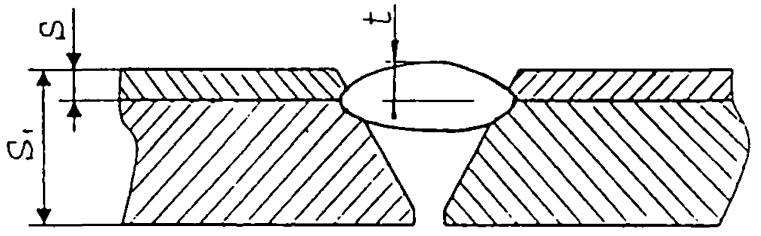


Рис. 5.6

- амплитуде эхо-сигнала;
- условной протяженности;
- количеству дефектов с эквивалентной площадью от S_0 до S_1 на участке сварного шва определенной длины.

Выявленные при ультразвуковом контроле дефекты делят на точечные и протяженные.

Точечным считают дефект, условная протяженность которого не превышает условной протяженности искусственного отражателя, размеры которого определяются эквивалентной площадью или диаметром Д плоскодонного отверстия, выполненного на глубине залегания дефекта.

Протяженным считается дефект, условная протяженность которого превышает значения, установленные для точечного дефекта.

Точечные дефекты оценивают по амплитуде эхо-сигнала. Точечный дефект считается недопустимым, если амплитуда эхо-сигнала от него превышает амплитуду эхо-сигнала от искусственного отражателя, размеры которого определяются максимально-допустимой эквивалентной площадью S_1.

Цепочку (скопление) точечных дефектов оценивают по амплитуде эхо-сигнала, условной протяженности цепочки на участке определенной длины шва.

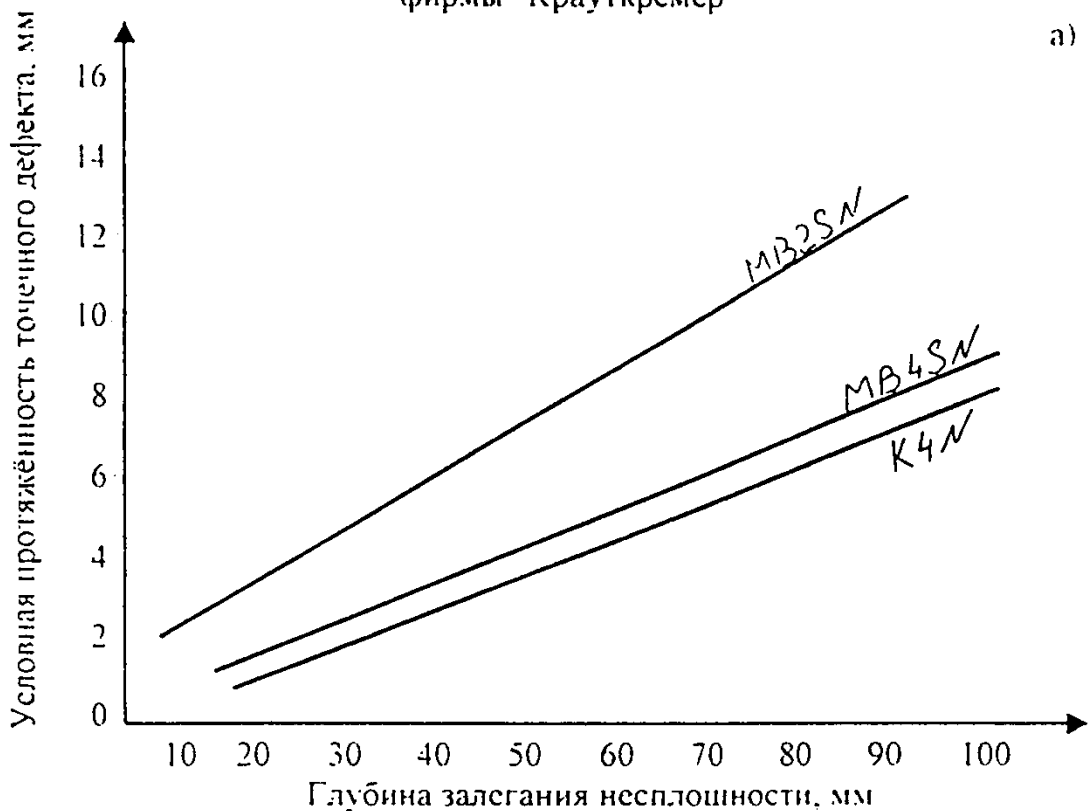
Цепочка (скопление) точечных дефектов считается недопустимой, если амплитуда эхо-сигнала от любого точечного дефекта в цепочке меньше (на 6 дБ, в два раза) амплитуды эхо-сигнала от искусственного отражателя, размеры которого определяются максимально-допустимой эквивалентной площадью S_1, но равна или больше амплитуды эхо-сигнала от искусственного отражателя, размеры которого определяются наименьшей фиксируемой эквивалентной площадью S_0, а условная протяженность цепочки на участке определенной длины превышает нормы, указанные в нормативно-технической документации, паспорте или в таблице приложения 15 настоящего документа.

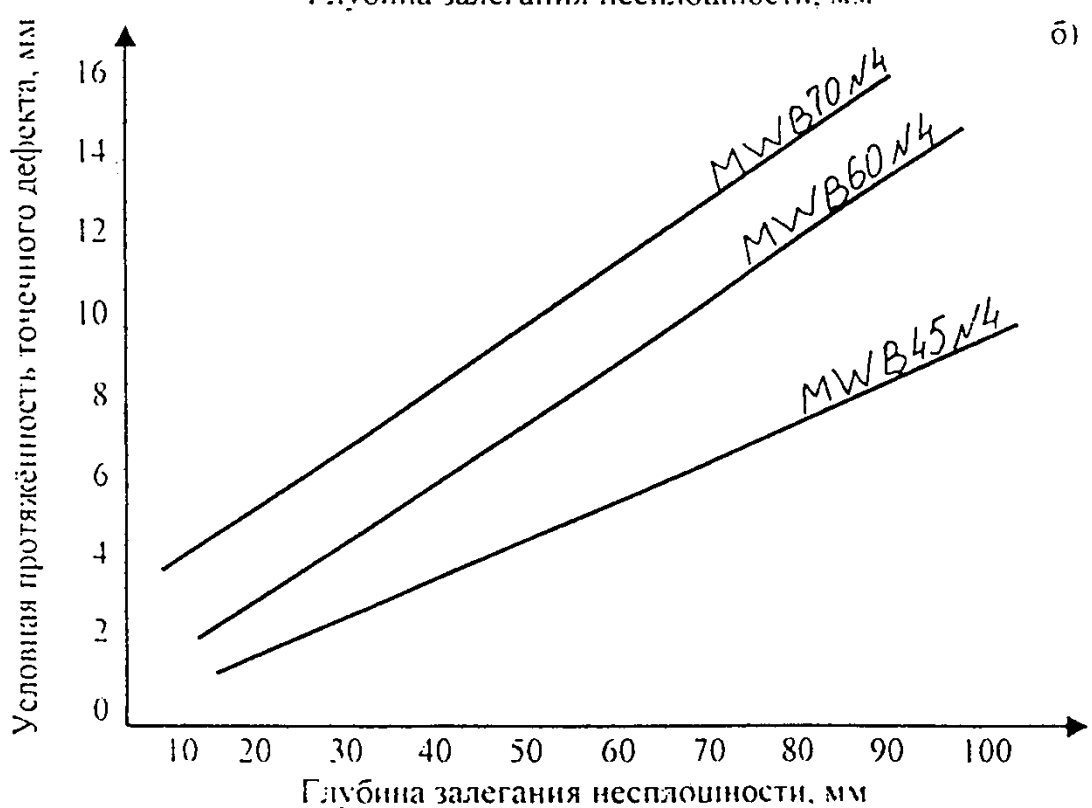
Протяженные дефекты оценивают по амплитуде эхо-сигнала и условной протяженности.

Протяженный дефект считается недопустимым, если его условная протяженность превышает значения, установленные для точечного дефекта. При этом условная протяженность измеряется при условии, когда амплитуда эхо-сигнала от выявленного дефекта в два раза (на 6 дБ) меньше амплитуды эхо-сигнала от искусственного отражателя, размеры которого определяются максимально-допустимой эквивалентной площадью S_1.

Примечание: при контроле по АРД-шкалам подход к оценке дефектов проводится по тем же параметрам, т.е. амплитуде сигнала от дефекта и его протяженности. Так, когда амплитуда сигналов от дефекта превышает уровень (кривую) заданной предельной чувствительности (S_1), дефект считается недопустимым. Если амплитуда сигнала от дефекта меньше уровня предельной чувствительности S_1, но $\geq S_0$, оценивается его протяженность и сравнивается с условной протяженностью «точечного дефекта». Условную протяженность «точечного дефекта» определяют по графику для преобразователей с известными характеристиками в зависимости от глубины залегания обнаруженного дефекта (см. рис.5.7). Условная протяженность обнаруженного дефекта определяется

Зависимость условной протяжённости точечного дефекта
от глубины его залегания для преобразователей
фирмы "Крауткремер"





а)- прямых; б)- наклонных.

Рис. 5.7

между двумя крайними положениями преобразователя, при которых амплитуда сигнала от дефекта на 6 дБ меньше (в два раза) ее максимального значения.

Сварные соединения с недопустимыми дефектами оценивают как неудовлетворительного качества и бракуют. Все остальные сварные соединения считают удовлетворительными и допускают к эксплуатации.

Результаты контроля должны быть занесены в специальный журнал.

5.7.17. Если после исправления дефектов в ремонтном сварном соединении обнаружены дефекты, то допускается их повторное исправление по настоящим ОТУ.

Исправление дефектов на одном и том же участке сварного соединения допускается:

- для корпусов из низкоуглеродистых и низколегированных кремнемарганцовистых сталей типа 16ГС, 09Г2С, а также из низколегированных и среднелегированных хромомолибденовых сталей типа 12ХМ, 15Х5М и т.д., обнаруженных до термической обработки – не более 3-х раз.
- для корпусов из этих же сталей, обнаруженных после термической обработки – не более 2-х раз.

5.8. **Клеймение.**

5.8.1. Все сварные швы подлежат клеймению, позволяющему установить сварщика, выполнявшего эти швы.

5.8.2. Клеймо наносится на расстоянии 20÷50 мм от кромки сварного соединения с наружной стороны. Если шов с наружной и внутренней сторон заваривается разными сварщиками, клеймо ставится только с наружной стороны через дробь, в числителе – клеймо сварщика с наружной стороны шва, в знаменателе – с внутренней стороны. Если сварные соединения сосуда выполняются одним сварщиком, то допускается клеймо ставить на любом открытом участке у сварных швов.

5.8.3. У продольных швов клеймо должно находиться в начале и в конце шва на расстоянии 100 мм от кольцевого шва. На обечайке с продольным швом длиной менее 400 мм допускается ставить одно клеймо. Для кольцевого шва клеймо должно выбираться в месте пересечения кольцевого шва с продольным и далее через каждые 2 м, но при этом должно быть не менее двух клейм на каждом шве. Клеймение продольных и кольцевых швов заключается в хорошо видимую рамку, выполняемую несмываемой краской. Клеймение наплавкой запрещается.

5.8.4. Допускается вместо клеймения сварных швов прилагать к паспорту сосуда схему расположения швов с указанием фамилий сварщиков с их росписью.

5.9. **Испытание аппаратов после ремонта корпусов.**

5.9.1. Гидравлическому испытанию подлежат все аппараты после ремонта корпусов сваркой. Аппараты, имеющие защитное покрытие (футеровка, неметаллические покрытия) или изоляцию, подвергаются гидравлическому испытанию до наложения покрытия или изоляции.

5.9.2. Аппараты, после ремонта корпусов сваркой, подвергаются гидравлическому испытанию в соответствии с требованиями паспорта на аппарат. При отсутствии в паспорте на аппарат требований по гидроиспытанию, гидравлическое испытание производится в соответствии с требованиями «Правил» Госгортехнадзора. В этом случае перед проведением испытания разрабатывается инструкция по проведению гидравлического испытания сосуда применительно к условиям предприятия и утверждается главным инженером.

5.9.3. Гидравлическое испытание допускается производить водой или другими некоррозионными, неядовитыми, невзрывоопасными, невязкими жидкостями.

5.9.4. Гидравлическое испытание вертикально устанавливаемых сосудов допускается проводить в горизонтальном положении при условии обеспечения прочности корпуса сосуда, для чего должен быть выполнен расчет на прочность с учетом принятого способа опирания в процессе гидравлического испытания.

При этом пробное давление следует принимать с учетом гидростатического давления, действующего на сосуд в процессе эксплуатации.

В комбинированных сосудах с двумя или более рабочими полостями, рассчитанными на разные давления, гидравлическому испытанию должны подвергаться каждая полость пробным давлением, определяемым в зависимости от расчетного давления полости. Если одна из смежных полостей сосуда работает под вакуумом, то при определении пробного давления должно учитываться разряжение.

5.9.5. При заполнении сосуда водой воздух должен быть удален полностью. Для этого при наполнении сосуда водой следует держать открытым воздушник, расположенный в верхней точке.

5.9.6. Для гидравлического испытания сосудов должна применяться вода с температурой не ниже плюс 5°С и не выше плюс 40°С, если в технических условиях не указано конкретное значение температуры, допускаемой по условию предотвращения хрупкого разрушения.

Разность температур стенки сосуда и окружающего воздуха во время испытаний не должна вызывать конденсации влаги на поверхности стенок сосуда.

5.9.7. Давление в испытываемом сосуде следует повышать плавно. Скорость подъема давления должна быть указана в инструкции по монтажу и эксплуатации.

Использование сжатого воздуха или другого газа для подъема давления не допускается.

5.9.8. Давление при испытании должно контролироваться двумя манометрами. Оба манометра выбираются одного типа, предела измерения, одинаковых классов точности, цены деления.

5.9.9. Под пробным давлением сосуд должен быть в течение 5 мин. (если отсутствуют другие указания изготовителя).

5.9.10. После выдержки под пробным давлением давление снижается до расчетного, при котором производят осмотр наружной поверхности сосуда, всех его разъемных и сварных соединений.

Обстукивание стенок корпуса, сварных и разъемных соединений сосуда во время испытаний не допускается.

5.9.11. Сосуд считается выдержавшим гидравлическое испытание, если не обнаружено:

- течи, трещин, слезок, потения в сварных соединениях и на основном металле;
- течи в разъемных соединениях;
- видимых остаточных деформаций, падения давления по манометру.

5.9.12. Сосуд и его элементы, в которых при испытании выявлены дефекты, после их устранения подвергаются повторным гидравлическим испытаниям пробным давлением.

5.9.13. Гидравлическое испытание допускается заменить пневматическим при условии контроля этого испытания методом акустической эмиссии или другим, согласованным с Госгортехнадзором России методом.

Пневматическое испытание сосуда проводится сжатым воздухом или инертным газом. Пневматическое испытание проводится по инструкции, утверждённой главным инженером предприятия, предусматривающей необходимые меры безопасности.

5.10. Пуск и остановка аппаратов в зимнее время.

5.10.1 Пуск, остановка и испытание аппаратов на герметичность в зимнее время следует проводить в соответствии с требованием регламента по приложению 18 настоящих ОТУ.

5.10.2. Регламент распространяется на химические, нефтехимические, нефтеперерабатывающие, газовые, газобензиновые и другие предприятия, эксплуатирующие аппараты под давлением, подведомственные Госгортехнадзору РФ.

6. СПЕЦИАЛЬНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ

6.1. Выбор способа устранения дефекта.

6.1.1. Перед началом ремонтных работ устанавливаются виды дефектов и определяются способы их устранения. Необходимость проведения термической обработки определяется требованиями подраздела 5.6 настоящих ОТУ, «Правил» и ОСТ 26-291.

6.1.2. Трещины, в зависимости от происхождения, расположения, марки стали корпуса и технологии его изготовления, устраняются заваркой или заменой дефектного участка.

Трещины вида а,б,в,г,д,е,ж,и (см.рис.6.1) устраняются заваркой после соответствующей подготовки с соблюдением требований подраздела 5.2 при условии, что выход трещины в основной металл из сварного шва не более 100 мм.

Трещины, выходящие из сварного шва в основной металл на расстояние более 100 мм, и трещины вида к,л,м (рис.6.1) устраняются путем вырезки дефектного участка с трещинами и установки вставки («латки»).

6.1.3. Корпуса аппаратов ремонтируются наплавкой, если:

а) площадь одного дефектного участка для углеродистых и кремнемарганцовистых сталей не более 1000 см^2 при общей площади дефектных участков, приходящихся на один лист металла корпуса, не более 10% его площади, но не

Расположение трещин на корпусах аппаратов.

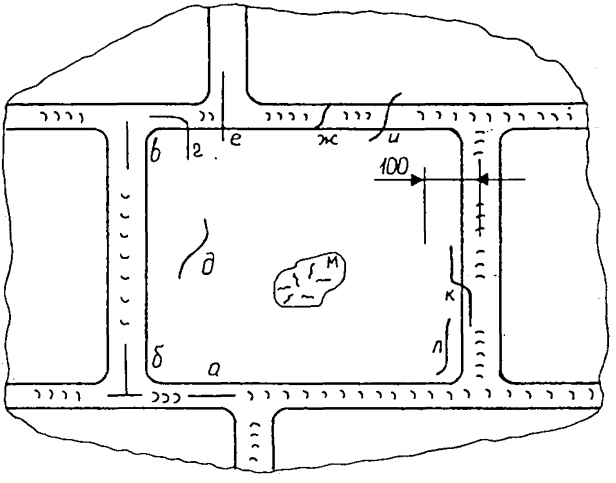


Рис. 6.1

Участок корпуса, пораженный коррозией.

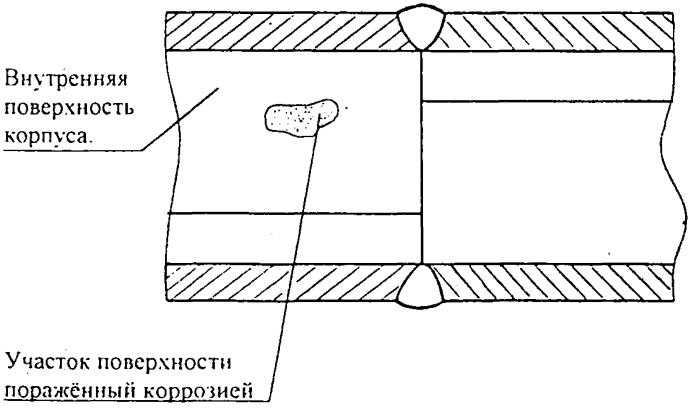


Рис. 6.2

более 3000 см^2, для аустенитных и хромомолибденовых сталей – не более 500см^2 при общей площади дефектных участков, приходящихся на один лист металла корпуса, не более 5% его площади, но не более 1500см^2;

б) глубина дефекта для углеродистых сталей не более 30% фактической толщины стенки сосуда, для низколегированных кремнемарганцовистых сталей – не более 20%, а для аустенитных сталей и сталей типа ХМ - не более 10% фактической толщины стенки сосуда;

в) расстояние между подготовленными к наплавке участками не менее трехкратной фактической толщины стенки корпуса, но не менее 100 мм.

Наплавленные участки корпуса аппарата должны быть термообработаны в случаях, обусловленных подразделом 5.6 настоящих ОТУ.

Если эти условия невыполнимы, дефектный участок должен быть вырезан, и на его место вваривается вставка («латка»).

6.2. Устранение трещин (типовой технологический процесс)

6.2.1. Зачистить дефектное место и прилегающую к нему поверхность на расстоянии не менее 20 мм на сторону до металлического блеска, определить концы трещин одним из неразрушающих методов контроля (цветная дефектоскопия, УЗД и др.).

6.2.2. Концы трещин засверлить сверлом диаметром 6÷12 мм на 2÷3 мм более глубины трещины. Шлифовальной машинкой выбрать трещину до полного удаления.

6.2.3. Трещины глубиной не более ½ толщины стенки корпуса выбирать до получения кромок, приведенных на рис. 6.3.

6.2.4. Трещины глубиной более 0,5 толщины стенки аппарата или сквозные выбираются до получения кромок, приведенных в приложении 16 в зависимости от толщины стенки корпуса и условий ремонта

6.2.5. Проверить полноту удаления трещины одним из неразрушающих методов контроля (цветная или магнитопорошковая дефектоскопия).

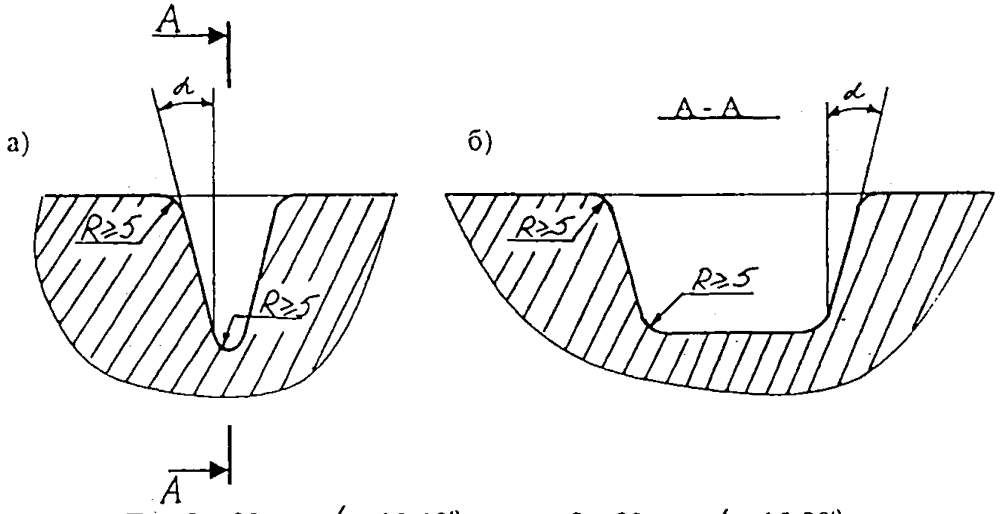
6.2.6. Разделку, приведенную на рис.6.3, варить, соблюдая требования подразделов 5.4 и 5.5, ниточными швами «на проход» по длине, а при длине разделки более 300 мм варить обратноступенчатыми ниточными швами от середины к краям по длине.

6.2.7. Заварить подготовленную под сварку разделку, полученную при удалении трещин глубиной более ½ толщины стенки или сквозных, соблюдая требования подразделов 5.4 и 5.5.

При сквозной односторонней выборке трещины с наружной стороны на внутренней поверхности корпуса ширина выборки может достигать 6÷12 мм. В этом случае заварку выборки целесообразно производить на подкладной пластине из материала, аналогичного материалу корпуса. После заварки подкладная пластина удаляется, корень шва зачищается и, при необходимости, подваривается.

Возможность допуска корпуса аппарата к эксплуатации без удаления подкладной пластины (например, при ремонте корпусов жесткотрубных теплообменников и т.д.) должна быть согласована со специализированной научно-исследовательской организацией до проведения ремонта.

Выборка трещины.



При $\delta \le 30$ мм, α =10-12°; при $\delta \ge 30$ мм, α =15-20°.

а - выборка по сечению трещины;
б - выборка по длине трещины.

Рис. 6.3

Порядок наложения валиков швов при многослойной наплавке.

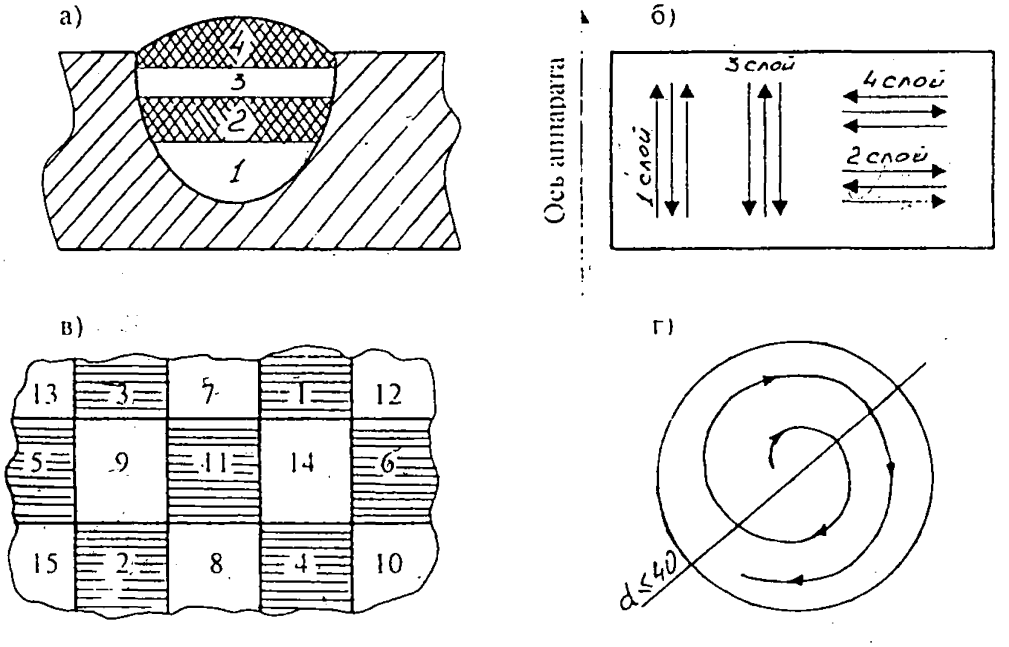


Рис. 6.4

При двусторонней заварке разделки выполнение шва с обратной стороны производится после удаления корня первого шва.

Наплавленный металл должен на 1,5÷2,0 мм выступать над поверхностью корпуса аппарата.

6.2.8. Необходимость в термообработке определяется в зависимости от материала и толщины стенки корпуса (подразд.5.6). Термообработка производится по режиму, указанному в паспорте на аппарат. При отсутствии указаний в паспорте термообработку выполнять в соответствии с требованием подраздела 5.6 настоящих ОТУ.

6.2.9. После выполнения термообработки проконтролировать качество ремонта УЗД или радиографическим методом в объеме 100%.

6.3. Ремонт участка корпуса, пораженного коррозией (типовой технологический процесс).

6.3.1. Зачистить до металлического блеска дефектный участок (рис.6.2) и прилегающую к нему часть поверхности корпуса на расстоянии не менее 20 мм на сторону.

6.3.2. Произвести механическим способом выборку дефекта с учетом обеспечения полного провара во всех местах и проверить полноту удаления дефекта внешним осмотром и цветной дефектоскопией. Форма кромок после выборки дефекта должна соответствовать представленной на рис. 6.3.

6.3.3. Ремонт дефектных участков наплавкой производится в два и более слоев. Первый слой рекомендуется выполнять валиками, расположенными перпендикулярно оси корпуса. Каждый последующий валик должен перекрывать предыдущий на 1/3 ширины. При многослойной наплавке последовательность наложения валиков рекомендуется выполнять по схеме, приведенной на рис.6.4.

В случае, если поверхность одного корродированного участка корпуса превышает 200 см^2, ее заварка производится в следующей последовательности. Первый слой (или два первых слоя) накладываются перпендикулярно оси корпуса. Затем оставшаяся часть сечения выборки разбивается на квадратные участки со стороной 60÷100 мм, которые наплавляются в последовательности, указанной цифрами на рис.6.4в с таким расчетом, чтобы валики располагались под углом 90° к валикам соседних участков.

Дефекты округлой формы диаметром до 40 мм лучше наплавлять по спирали, начиная с центра участка дефекта (рис.6,4г). В этом случае при глубине выборки, требующей два и более слоев наплавки, каждый слой наплавляется по спирали в обратном направлении по отношению к предыдущему.

6.3.4. Наплавку производить электродами, приведенными в таблицах приложений 5,6,7,9, с соблюдением требований подраздела 5.4.

6.3.5. После наплавки и (при необходимости) проведенной термообработки поверхность подготовить к контролю и проконтролировать в объеме 100%. Контроль производится визуально, цветным или магнитопорошковым методом на отсутствие дефектов, выходящих на поверхность, ультразвуковым или радиографическим методом на отсутствие внутренних дефектов.

6.4. Замена дефектных днищ аппаратов (типовой технологический процесс).

6.4.1. Перед началом работ необходимо выполнять требования п.5.2.1. При замене днищ строго соблюдать правила техники безопасности при снятии и установке днищ!

6.4.2. В середине сварного шва приварки днища к корпусу просверлить сквозное отверстие диаметром 10÷12 мм, являющееся началом реза шва. Начать рез от этого отверстия и выполнить его по середине сварного шва. Удалить отрезанное днище.

При отрезке днищ биметаллических корпусов предусмотреть выполнение требований п.5.2.5 настоящих ОТУ.

6.4.3. Перед монтажом стыкуемые кромки нового днища и обечайки должны быть подготовлены механическим способом в соответствии с приложением 16 в зависимости от толщины стенки аппарата. Подготовку кромок допускается производить огневым способом, соблюдая требования п.5.2.4 и 5.2.5.

6.4.4. В случае образования овальности обечайки в месте ее стыковки с остальной частью корпуса допускается ее исправление до сборки и сварки без образования существенных дополнительных напряжений (например, применение распорных устройств, устанавливаемых с помощью домкрата, а также местного нагрева до 700÷750°С – в случае ремонта корпуса из низкоуглеродистых и котельных сталей).

6.4.5. Перед установкой днища равномерно по окружности обечайки приварить монтажные планки (рис.6.5) на расстоянии 1500÷1700 мм друг от друга по окружности.

6.4.6. Прихватку днищ выполнять с внутренней стороны.

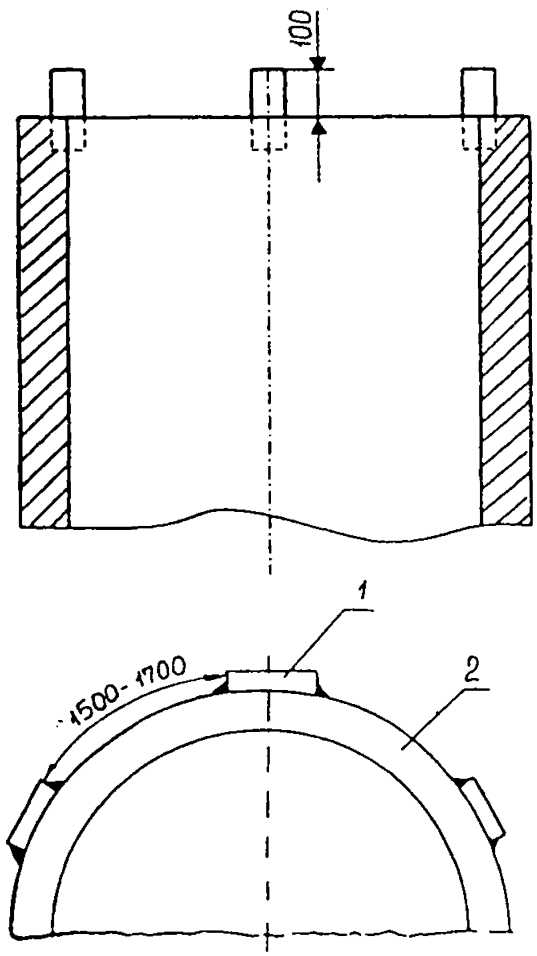
Длина прихваток 50÷70 мм с шагом 150÷200 мм. После выполнения прихваток срезать полностью монтажные планки заподлицо с поверхностью обечайки корпуса, не допуская выхватов металла корпуса более 5,0 мм. Выхваты после зачистки заплавить электродами, предназначенными для данной марки стали, после чего произвести зачистку шлифмашинкой усиления шва заподлицо с поверхностью корпуса, Места удаления монтажных планок зачистить механическим способом. После выполнения основного наружного шва –механическим способом удалить прихватки и зачистить корень первого шва с последующим контролем цветной дефектоскопией. Выполнить внутренний шов приварки днища к обечайке корпуса. Прихватку и сварку выполнять электродами, указанными в таблицах приложений 5,6,7,9,25, с соблюдением требований подраздела 5.4.

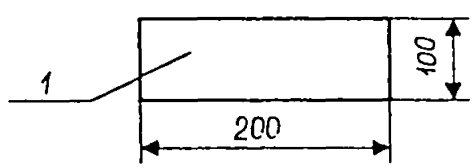
6.4.7. Выполненные сварные швы подготовить к контролю и проконтролировать в объеме 100% визуально, ультразвуковым или радиографическим методами в объеме в соответствии с приложением 29.

6.5. Замена дефектных участков корпуса.

6.5.1. Дефекты корпусов (трещины и коррозия), не подлежащие исправлению, а также недопустимые вмятины или выпучины, устраняются путем замены обечайки, днища, листа или установки вставки («латки») вместо вырезанного дефектного участка.

Установка монтажных планок на обечайку.





1 - монтажная планка;
2 - обечайка корпуса.

Рис. 6.5

6.5.2. Для удобства демонтажа и монтажа внутренних устройств корпуса допускается в определенных местах вырезка монтажных окон с последующей заваркой в соответствии с требованиями настоящих ОТУ.

6.5.3. Вырезка дефектного участка корпуса и вставки из листа производится по шаблону кислородной, плазменно-дуговой или воздушно-дуговой резкой с припуском на механическую обработку для удаления следов термической резки.

Размеры вставки должны быть такими, чтобы при установке ее в ремонтируемый корпус зазор по всему периметру был в пределах 2÷4 мм.

6.5.4. Форма вставок («латок») и монтажных окон, их размеры и расположение на корпусах показаны на рис.6.6 Толщина вставок должна быть равна толщине корпуса или превышать ее не более чем на 3 мм.

6.5.5. Вставки («латки») формируются по кривизне радиусом на 5÷8% меньшим, чем радиус корпуса аппарата и вваривaются встык заподлицо со стенкой корпуса аппарата. Углы «латки» должны быть скруглены радиусом R≥50 мм. При полистовой смене обечайки формирование по кривизне каждого листа производится радиусом, равным радиусу корпуса аппарата. При полистовой смене обечаек длина вырезаемого участка по диаметру должна быть не более 1/5 длины окружности корпуса. При этом вырезка каждого последующего участка корпуса выполняется только после полной замены и вварки предыдущего участка корпуса по всему периметру (полного заплавления фаски с внутренней и наружной сторон корпуса (рис.6.7в).

Допускается вырезка участка по длине более 1/5 длины окружности корпуса, но не более ¼, при условии установки укрепляющих стоек. Кромка реза должна отстоять от дефекта на расстоянии не менее 30 мм.

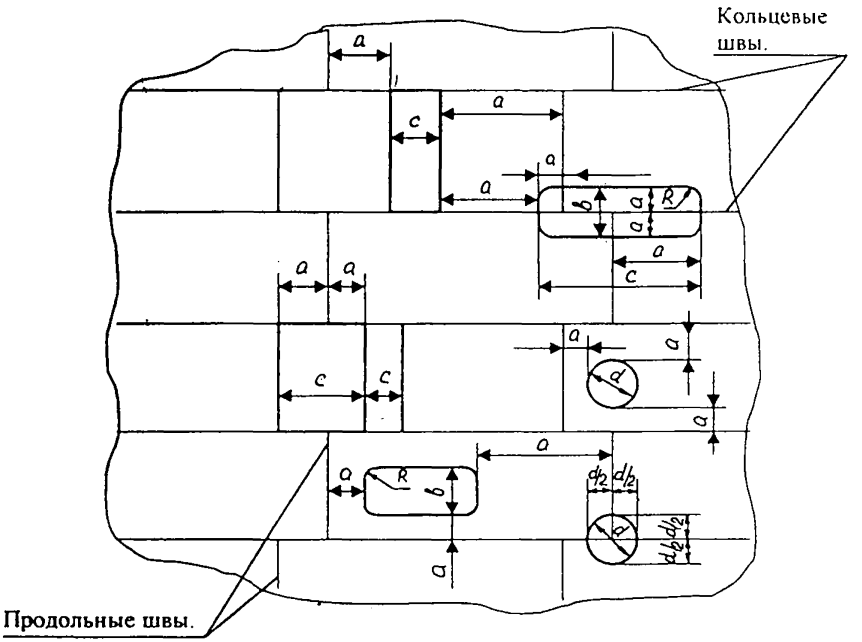
6.5.6. Кромки под сварку на вставках и окнах в корпусе выполняются согласно рекомендаций в приложении 16 в зависимости от толщины стенки аппарата. При этом подготовку кромок вставки и корпуса следует выполнять таким образом, чтобы при прочих равных условиях по возможности избегать потолочных швов. Поэтому, например, если вставка устанавливается в нижней части горизонтального корпуса, то раскрытие кромок должно быть внутрь корпуса, и, следовательно, сварка в разделку должна производиться изнутри. В случае постановки вставки в верхней части горизонтального корпуса раскрытие кромок должно выполняться с наружной стороны корпуса, и сварка выполняться снаружи.

При вварке вставки на вертикальной части стенки корпуса разделка верхних кромок выполняется симметричная, К-образная с отсутствием скоса кромок на вставке; нижних кромок – также симметричная, К-образная с отсутствием скоса кромок на корпусе, а вертикальные кромки – с симметричным Х- образным скосом кромок обеих соединений деталей (см. разделки соответственно типов С-15, С-25 в приложении 16).

Последовательность выполнения сварных швов при установке вставок показана на рис.6.7.

6.5.7. Сварка ведется без перерыва до полного заполнения разделки внутри и снаружи корпуса с соблюдением требований подраздела 5.4. При этом в условиях, требующих подогрева, температура зоны сварки на протяжении всего

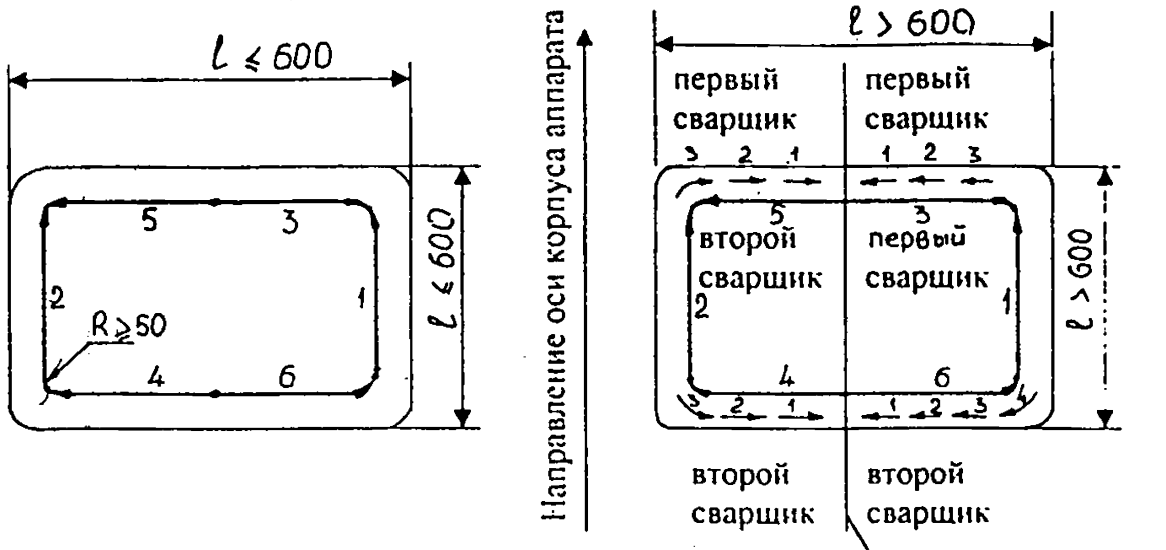
Вставки (латки) на корпусе аппарата.



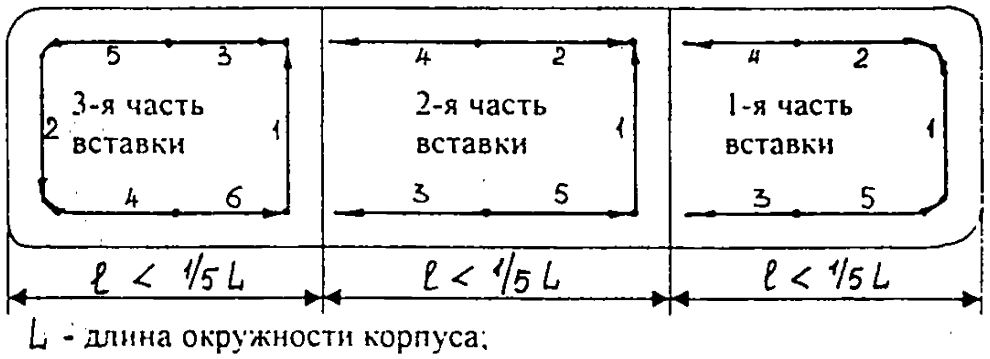
a ≥ 100мм; в ≥ 250мм; c ≥ 400мм; d ≥ 200мм; R ≥ 50мм.

Рис. 6.6

Последовательность выполнения каждого слоя сварного шва.

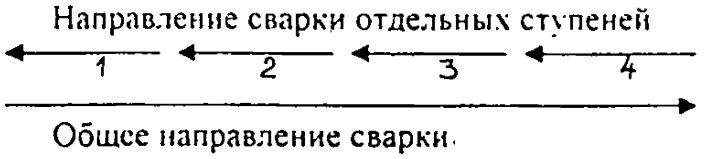


а) б)



L - длина окружности корпуса;

в)



г)

а - сварка каждого слоя вставки длиной по окружности корпуса до 600мм;
б - сварка каждого слоя вставки длиной по окружности корпуса более 600мм обратноступенчатым способом;
в - сварка каждого слоя вставки длиной по окружности корпуса более 1/5 периметра (вся вставка разделена на 3 части, вваривaемые последовательно).
г - принципы обратноступенчатого способа сварки.

Рис. 6.7

времени заполнения разделки не должна снижаться ниже температуры подогрева. К сварке каждого последующего слоя можно приступать только после сварки предыдущего слоя по всему периметру.

6.5.8. Сварные швы вставки небольших габаритов (со стороной *l* не более 600 мм), показанные на рис.6.7а, могут выполняться одним сварщиком (малый объем сварочных работ). Цифрами 1÷6 показана последовательность сварки швов вставки. Сварные швы вставки со стороной более 600мм выполняются двумя и более сварщиками (большой объем сварочных работ, рис.6.7б).

При этом для исключения помех от соседнего сварщика (ослепление сварочной дугой и т.д.) допускается установка специальных щитов, которые устанавливаются перпендикулярно поверхности корпуса и закрывают зону работы сварщика от соседней зоны (рис.6.7б).

Распределение сварщиков по рабочим зонам соответствует принятой последовательности сварки. На рис. 6.7б участок 1 выполняет первый сварщик, одновременно участок 2-второй сварщик. После выполнения швов 1 и 2 приступают к сварке следующих участков: первый сварщик – 3 участок, второй сварщик одновременно – 4 участок и т.д.

6.5.9. При вварке вставок с горизонтальной стороной длиной более 600мм для снижения остаточных напряжений используется обратно-ступенчатый метод сварки (рис.6.7б). Сущность этого метода заключается в том, что вся длина шва делится на определенное число ступеней, равных примерно 200÷250 мм (длина валика при наплавке одного электрода на нормальном режиме). Каждая такая ступень сваривается в направлении, обратном основному направлению сварки (рис.6.7б).

На этом рисунке показана последовательность приварки отдельных участков периметра вставки при сборке с равномерным зазором, при котором сварку ведут одновременно несколько сварщиков. При отсутствии возможности выполнения работ одновременно несколькими сварщиками на вставках со стороной более 600мм оптимальным является следующий метод сборки и сварки.

Вставка устанавливается в корпус с помощью сборочных планок, привариваемых к поверхности вставки по всему периметру с обеих сторон (внутренней и наружной) на таком расстоянии друг от друга, чтобы было обеспечено правильное положение вставки относительно корпуса (рис.6.8). Сборочные планки могут быть изготовлены из углеродистой (для корпусов из углеродистых, низко- и среднелегированных сталей) или аустенитных хромоникелевых сталей (для корпусов из высоколегированных хромоникелевых сталей) и приварены соответственно низкоуглеродистыми или аустенитными электродами (приложения5,6,7) с подогревом при необходимости и без термической обработки сварных соединений. Сборочные планки изготавливаются длиной 100÷150 мм, сечением примерно 20×10 мм. Вставка устанавливается со смещением так, чтобы с двух сторон зазор совсем отсутствовал или был меньше, чем с противоположных сторон, где он должен составлять 3÷5 мм.

Установка вставки на сборочных планках

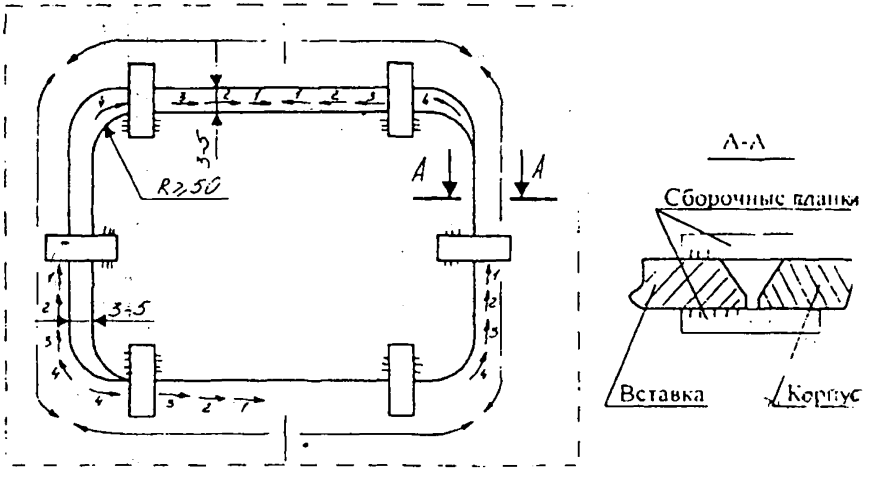


Рис.6.8.

В этом случае сварка начинается со стороны, собранной с зазором, и ведется обратноступенчатым способом участками длиной 150÷200 мм от ее середины в направлении и последовательности, указанных на рис.6.8 стрелками и цифрами. По мере заполнения разделки сборочные планки срубаются по материалу планок, и места их приварки зачищаются шлифмашинкой.

После заполнения разделки шва производится подварка корня с предварительной зачисткой и, при необходимости, с его механической выборкой.

6.5.10. При наличии дефекта, превышающего по длине 1/5 часть длины окружности корпуса, удаление дефекта производится участками длиной менее 1/5 длины окружности корпуса. В этом случае вырезка всей дефектной зоны корпуса и вварка на ее место нового металла производятся последовательно отдельными участками, причем второй участок дефектной зоны вырезается и удаляется только после вварки вставки на первом участке.

6.5.11. Для уменьшения возможности зарождения трещин, в участках перехода от горизонтальных швов к вертикальным, где возникает неблагоприятная концентрация сварочных напряжений, начало и конец вертикальных швов располагаются от горизонтальных швов на расстоянии, равном радиусу закругления вставки (50 мм). На рис.6.7а,б,в начало и конец швов показаны точками. При этом горизонтальные швы вставки заканчиваются на ранее выполненных вертикальных швах с их перекрытием. После наплавки каждого слоя поверхность шва должна быть очищена от шлака и проконтролирована внешним осмотром.

6.5.12. После окончания сварки и подготовки поверхности произвести ультразвуковой или радиографический контроль ремонтных сварных соединений, объем контроля выбирается по таблице приложения 29. При ремонте с термообработкой указанный контроль выполняется после термообработки, а для Cr-Mo сталей - спустя сутки после термообработки.

6.6. Замена штуцеров.

6.6.1. Замена дефектных штуцеров выполняется по вариантам:

а) замена дефектного штуцера без укрепляющего кольца;

б) то же с укрепляющим кольцом.

Новый штуцер должен изготавливаться в условиях ремонтного цеха с соблюдением требований стандартов и нормативно-технической документации на изготовление штуцеров. Допускается изготовление укрепляющих колец для штуцеров из двух-четырех частей. При этом контрольные отверстия должны быть в каждой части укрепляющего кольца. Контрольные отверстия выполняются с резьбой М10 по ГОСТ 8724.

6.6.2. Если после вырезки штуцера отверстие в корпусе получилось овальной формы или большего диаметра, т.е. разность между диаметром полученного отверстия и наружным диаметром патрубка штуцера превышает величины, приведенные в таблице приложения 31, допускается производить наплавку кромки отверстия на наружную поверхность штуцера с выполнением следующих требований:

а) в зависимости от толщины стенки, материала штуцера и условий эксплуатации определяется необходимость предварительного и сопутствующего подогревов и последующей термообработки;

б) наплавку производить кольцевыми валиками с перекрытием 1/3 ширины каждого;

в) наплавка многослойная с послойным визуальным контролем, однослойная наплавка не допускается;

г) толщина наплавленного слоя «а» (см. рис.6.9) как на корпусе, так и на штуцере после наплавки должна быть не более 10 мм, а после механической обработки - не более 8 мм. Ширина наплавленного слоя «в» по образующей штуцера должна быть больше суммарной толщины стенки корпуса и укрепляющего кольца на 15÷20 мм; допускается увеличение толщины наплавленного слоя на штуцере до 20 мм (18 мм после чистовой обработки) с проведением объемной термической обработки штуцера после наплавки независимо от материала штуцера, толщины стенки патрубка и условий эксплуатации;

д) произвести обработку наплавленной поверхности и проконтролировать неразрушающими методами на отсутствие наружных и внутренних дефектов.

6.6.3. Не допускается приварка штуцеров, бобышек, люков и т.п. к корпусу сосудов с неполным проплавлением (конструктивным зазором):

а) в сосудах 1,2,3 групп при внутреннем диаметре патрубка 100 мм и более, в сосудах 4 и 5а групп при внутреннем диаметре патрубка более 250 мм,

б) в сосудах 1,2,3,4 и 5а групп из низколегированных марганцовистых и кремнемарганцовистых сталей с температурой стенки ниже минус 30°С без термообработки и ниже минус 40°С с термообработкой;

в) в сосудах всех групп, предназначенных для работы в средах, вызывающих коррозионное растрескивание, независимо от диаметра патрубка.

Для аналогичных штуцеров в корпусах аппаратов, выполненных из низко- и среднелегированных хромомолибденовых сталей (12ХМ, 15Х5М) возможность врезки штуцеров на этих же группах аппаратов по приведенным вариантам с исключением термической обработки сварных соединений может быть рассмотрена в каждом конкретном случае при участии ОАО «ВНИКТИнефтехимоборудование».

6.6.4. Контроль на герметичность швов приварки укрепляющих колец следует проводить пневматическим испытанием.

Пробное давление пневматического испытания должно быть 0,4÷0,6 МПа (4÷6 кгс/см^2), но не более расчетного давления аппарата.

Контроль необходимо осуществлять с обмазкой швов мыльной эмульсией.

6.6.5. Не допускается применение конструктивного зазора в соединениях фланцев с патрубками сосудов, работающих под давлением более 2,5 МПа (25 кгс/см^2) и при температуре более 300°С, и фланцев с обечайками и днищами сосудов, работающих под давлением более 1,6 МПа (16 кгс/см^2) и температуре более 300°С.

В отдельных случаях по согласованию со специализированной научно-исследовательской организацией возможно отступление при рассмотрении каждого конкретного аппарата.

6.7. Замена дефектного штуцера без укрепляющего кольца (типовой технологический процесс).

6.7.1.Отрезать термическим способом штуцер на расстоянии 10÷15 мм от поверхности корпуса. Удалить швы приварки штуцера к корпусу по металлу шва без оплавления металла корпуса.

Наплавка поверхности штуцера.

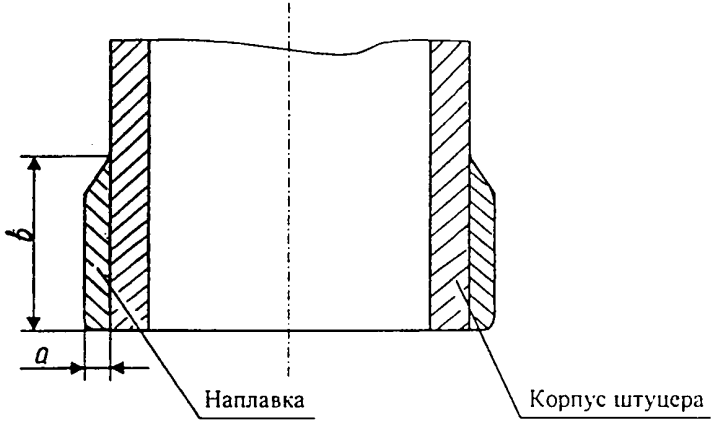


Рис. 6.9

6.7.2. Зачистить остатки шва до металла корпуса до шероховатости R_a40. Местные выхваты металла корпуса не допускаются. Проконтролировать кромки цветной дефектоскопией на отсутствие дефектов.

6.7.3. Если отверстие в корпусе получилось овальной формы или большего диаметра, допускается производить местную многослойную наплавку наружной поверхности нового штуцера с выполнением требований п 6.6.2.

6.7.4. Вместо наплавки на наружную поверхность штуцера разрешается установка штуцера, изготовленного с утолщенной стенкой патрубка.

Патрубок штуцера изготавливается из трубы или сплошной цилиндрической поковки (соответствующей марки стали) путем ее расточки и при положительных результатах контроля механических свойств образцов, вырезанных из этой же поковки вдоль ее образующей. Величина утолщения должна соответствовать требованию п.6.6.2г.

6.7.5. Подготовить кромки отверстия в корпусе под сварку с зачисткой механическим способом в соответствии с приложением 16 в зависимости от толщины стенки корпуса. Проконтролировать подготовленные кромки цветной дефектоскопией на отсутствие дефектов.

6.7.6. Установить новый штуцер в отверстие и прихватить с внутренней стороны к корпусу. Количество прихваток не менее трех с наибольшим расстоянием между ними 200÷250 мм.

6.7.7. Приварить штуцер к корпусу снаружи. После приварки зачистить механическим способом корень шва с удалением прихваток с внутренней стороны; провести контроль внешним осмотром и цветной дефектоскопией поверхности выборки в объеме 100%.

Выполнить внутренний сварной шов приварки штуцера к корпусу и при необходимости термообработать.

6.7.8. Подготовить сварное соединение к контролю и проконтролировать на отсутствие дефектов ультразвуковым или радиографическим методами.

6.8. Особенности замены дефектного штуцера с укрепляющим кольцом (типовой технологический процесс).

6.8.1. Отрезать термическим способом штуцер на расстоянии 10÷15 мм от поверхности укрепкольца. Удалить швы соединения укрепкольца с корпусом и швы приварки штуцера к укрепкольцу и корпусу, не допуская при этом местные выхваты в металле корпуса и укрепкольца, если предполагается его повторное использование, глубиной более 10% от толщины стенки корпуса, но не более 5 мм. Снять укрепкольцо.

6.8.2. Выполнить требования п.6.7.2, 6.7.3, 6.7.5 с заплавкой местных выхватов на поверхности корпуса.

6.8.3. Установить патрубок штуцера в отверстие корпуса и прихватить с внутренней стороны к корпусу с соблюдением требований п.6.7.6.

6.8.4. Приварить патрубок к корпусу с соблюдением требований п.6.7.7 и проконтролировать по п.6.7.8. При необходимости провести термообработку

6.8.5. Установить укрепляющее кольцо на корпус и приварить к корпусу и патрубку штуцера. При необходимости термообработать.

6.8.6. Проконтролировать плотность сварного соединения пневмоиспытанием через контрольное отверстие и качество соединения укрепляющего кольца с патрубком цветной дефектоскопией в объёме 100%. Контроль выполняется

в соответствии с требованиями п. 6.6.4, а также приложения 2 в части температуры пневмоиспытания.

6.8.7. Пристыковать, прихватить и приварить фланец к патрубку штуцера.

6.8.8. Проконтролировать сварное соединение фланца с патрубком штуцера внешним осмотром, цветной дефектоскопией и ультразвуковой дефектоскопией (рентгенопросвечиванием) в объёме 100%.

6.9. Вварка вставки в корпус из биметалла с эксплуатационным изменением свойств плакирующего слоя 08Х13 (типовой технологический процесс).

6.9.1. Настоящий параграф распространяется на ремонт корпусов биметаллических аппаратов, в которых при длительной эксплуатации при температурах выше 300°С имеет место изменение свойств плакирующего слоя вследствие протекания процессов старения и 475°С отпускной хрупкости, а также развитие структурной неоднородности в зоне соединения основного и плакирующего слоев, что требует применения специальных технологических приемов при выполнении ремонтной сварки.

Особенности технологии сварки зависят от пластичности плакирующего слоя, одним из критериев которой является твердость. Особого внимания требуют при ремонтной сварке аппараты, имеющие твердость плакирующего слоя 190 НВ и более. При твердости менее 190 НВ плакирующий слой аппаратов обладает достаточной пластичностью, позволяющей вести сварочные работы в обычном порядке.

6.9.2. Перед ремонтом производится замер твердости плакирующего слоя каждого листа, попадающего в зону ремонта. Твердость замеряется не менее, чем в трех точках, непосредственно примыкающих к удаляемому участку металла, в зоне, шириной не менее, чем 100 мм от линии разметки. Замер твердости производится переносным прибором, имеющим индентор с шариком диаметром не более 2 мм.

Для аппаратов при твердости плакирующего слоя менее 190 НВ ремонт производится в обычном порядке, как и при сварке аппаратов из нового металла.

Для аппаратов при твердости плакирующего слоя 190 НВ и более, ремонт производится в соответствии с настоящим параграфом в части выбора сварочных материалов, подготовки кромок под сварку, сварки и термообработки.

6.9.3. Технология ремонта корпусов аппаратов из двухслойной стали с плакирующим слоем 08Х13, эксплуатировавшихся при температуре более 300°С, согласовывается с ОАО «ВНИКТИнефтехимоборудование» в случае, если в зону сварки попадают листы с твердостью плакирующего слоя более 190 НВ.

6.9.4. Удаление дефекта предпочтительно производить механическим способом. Допускается удаление дефекта термическим способом (воздушно-дуговая строжка, кислородная резка и др.) с последующей механической зачисткой и контролем поверхности выборки по настоящим ОТУ.

Удаление дефектов термическим способом производить с предварительным подогревом дефектного участка до 150÷200°С.

6.9.5. Если твердость участков плакирующего слоя, примыкающих к удаленной зоне, после удаления дефектного участка превышает 190 НВ, то, с целью повышения пластичности металла плакирующего слоя, произвести термообработку путем нагрева полосы металла по периметру вырезанного участка или удаленного металла шириной 100÷150 мм до температуры 580÷700°С с выдержкой при этой температуре не менее 20 мин. Нагрев производится любым из способов (газопламенным, электронагревом активного сопротивления, индуктором), обеспечивающим равномерность и требуемый режим.

После термообработки необходимо провести повторный замер твердости, которая должна быть менее 190 НВ. Если значение твердости будет составлять 190 НВ и более, необходимо повторить термообработку.

6.9.6. С целью исключения перемешивания металлов разного легирования и связанного с этим образования трещин перед сваркой, после механической зачистки и цветной дефектоскопии подготовленных кромок, на двухслойной стали со стороны плакирующего слоя абразивным кругом выполнить уступ (рис.6.10), позволяющий при сварке определять границу перехода от основного металла к плакирующему слою. Полноту удаления плакирующего слоя на уступе контролировать протравливанием 20%-ным раствором азотной кислоты.

6.9.7. В первую очередь выполняется сварка основного слоя в соответствии с настоящими ОТУ, после чего - сварка плакирующего слоя. Для сварки плакирующего слоя необходимо применять высоконикелевые электроды АНЖР-2 или ОК 92.45.

6.9.8. Сварка плакирующего слоя производится продольными валиками без поперечных колебаний электрода.

Первыми выполняются швы приварки плакирующего слоя к основному, затем остальные в последовательности, указанной на рис.6.11. Непосредственно после наплавки каждый валик, кроме швов приварки плакирующего слоя к основному, необходимо проковать. Проковка поверхности валика производится пневмозубилом (пневмолотком) или электрозубилом (электромолотком) с радиусом закругления бойка 3-5 мм или вручную – молотком весом 800г.

6.9.9. В местах Т-образного пересечения стыков, с целью предупреждения возникновения трещин в месте пересечения, первым заваривается плакирующий слой примыкающего шва (примыкающим является шов, имеющий продолжение от точки пересечения в одном направлении). Последовательность сварки плакирующего шва с проковкой каждого валика выдерживается по рис.6.11.

6.9.10. При ремонте корпуса из двухслойной стали с заменой листов или вваркой латки при толщине стенки корпуса более 20 мм сварка должна выполняться одновременно не менее чем двумя сварщиками.

Первыми выполняются одновременно вертикальные сварные швы. Направление сварки – снизу вверх. Сварка горизонтальных швов ведется поочередно от середины к краям обратно-ступенчатым методом.

В случае одновременной сварки вертикальных швов двумя сварщиками зазор по всему периметру «латки» при сборке устанавливается одинаковым.

При сварке с подогревом для предотвращения образования трещин в швах от усадки охлаждающегося металла, температуру «латки» необходимо поддерживать постоянной, подогревая ее со стороны, обратной ведению сварочных работ.

Подготовка кромок под сварку по линии раздела основного и плакирующего слоя.

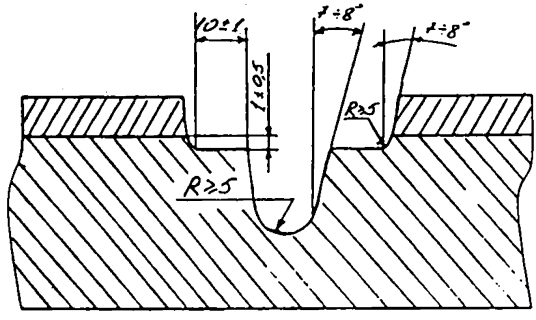


Рис 6.10

Последовательность ремонтной сварки плакирующего слоя.

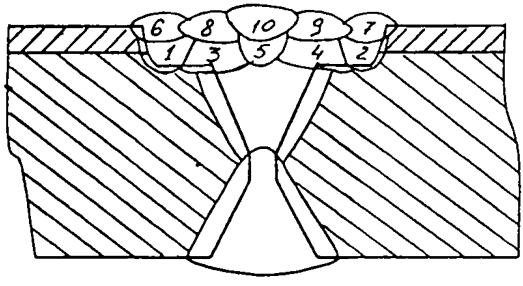


Рис. 6.11

Выборка трещины со стороны плакирующего слоя.

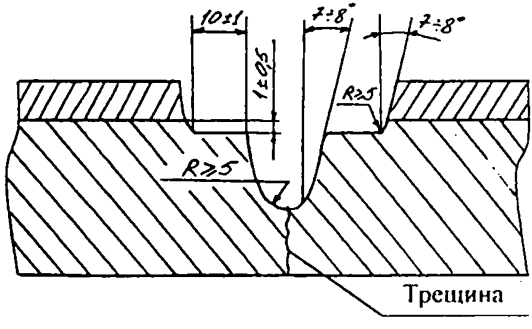


Рис. 6.12

Во избежание появления трещин в сварном шве прерывать сварочные работы до заполнения сечения шва на 2/3 не допускается.

Сварку плакирующего слоя производить после завершения работ по сварке основного слоя. Первыми выполняются ниточные швы приварки плакирующего слоя к основному (рис.6.11) без проковки. Остальные швы проковываются.

6.9.11. Заварка дефектов типа несквозных трещин со стороны плакирующего слоя при глубине разделки до 1/3 толщины стенки корпуса производится указанными в п.6.9.7 высоколегированными электродами одиночными ниточными валиками. Последние два слоя выполняются в порядке, как показано на рис.6.11 и проковываются.

При глубине разделки более 1/3 толщины корпуса сварку основного слоя производить в соответствии с настоящими ОТУ. Плакирующий слой выполняется высоколегированными электродами по п.6.9.7 в соответствии с рис.6.11. Плакирующий слой проковывается с соблюдением требований п.6.9.8.

6.9.12. Исправление участков корпуса с несквозными трещинами со стороны основного слоя производится односторонней выборкой и заваркой. После выборки и механической зачистки дефектной зоны производится травление зоны выборки 20%-ным раствором азотной кислоты для контроля на отсутствие трещин, а также на отсутствие выхода плакирующего слоя или высоколегированного шва.

Если при травлении обнаружится выход в разделку высоколегированного металла плакирующего слоя или сварного шва, то сварку производят по настоящему ОТУ с раздельным выполнением основного и плакирующего слоя как для сквозной трещины (п.6.9.13).

6.9.13. Исправление участков корпуса со сквозной трещиной на двухслойной стали с плакирующим слоем 08Х13 производится в последовательности:

1) выборка трещины со стороны плакирующего слоя на 1/3 толщины металла корпуса, но глубина разделки должна быть на 6 мм больше, чем толщина плакирующего слоя или величина проплавления высоколегированного сварного шва (рис.6.12), если выборка дефекта затрагивает сварной шов;

2) сварка основного металла электродами в соответствии с настоящими ОТУ;

3) разделка с обратной стороны корпуса до полного удаления трещины, подтверждаемого обязательным протравливанием или цветной дефектоскопией;

4) сварка подготовленного основного слоя - электроды по ОТУ;

5) сварка плакирующего слоя шва производится ниточными швами высоколегированными по п.6.9.7 электродами с проковкой по п.6.9.8 (рис.6.11)

6.9.14. Расстояние между двумя соседними ремонтируемыми участками шва должно быть не менее 400 мм. При меньшем расстоянии эта перемычка подлежит удалению вместе с дефектными участками.

6.9.15. Вварку штуцеров производить в соответствии с ОТУ, при этом плакирующий слой заваривается высоколегированными электродами по п.6.9.7 с предварительной термообработкой подготовленных под сварку кромок нагревом до 580÷700°С с выдержкой не менее 20 мин и последующим замером твер-

дости, которая не должна превышать 190 НВ. Проковку валиков при сварке допускается не производить.

6.9.16. Особенности ремонта участка плакирующего слоя корпуса, пораженного язвенной коррозией.

6.9.16.1. При расстоянии между коррозионными язвами (диаметром до 25 мм) более 100 мм каждая из них зачищается шлифовальной машинкой и заплавляется высоколегированными электродами по п.6.9.7 с последующей проковкой наплавленных участков. Термическая обработка не производится.

6.9.16.2. При расстоянии между коррозионными язвами менее 100 мм весь дефектный участок плакирующего слоя покрывается накладкой из стали 08Х13, которая обваривается по периметру катетом, равным толщине накладки. Порядок обварки накладки должен соответствовать порядку приварки заплаты согласно настоящих ОТУ. Сварные швы проковываются. Термическая обработка не производится.

При размерах дефектного участка более 200×200 мм, он покрывается накладками шириной не более 200 мм, каждая из которых обваривается по периметру. При этом в средней части каждой накладки дополнительно проставляются электрозаклепки путем сквозной засверловки накладки сверлом диаметром 8÷10 мм и заплавления отверстий после подгонки накладки по месту и приварки ее по периметру. Расстояние между электрозаклепками 100 мм. Сварные швы проковываются. Термическая обработка не производится.

6.9.17. Особенности ремонта отслоенных участков плакирующего слоя корпуса

6.9.17.1. Вырезать дефектный (отслоенный) участок плакирующего слоя корпуса механическим способом (зубилом, шлифмашинкой).

6.9.17.2. Зачистить кромки плакирующего слоя по периметру удаленного участка шлифовальной машинкой.

6.9.17.3. Проконтролировать кромки на отсутствие дальнейшего отслоения методом цветной дефектоскопии.

6.9.17.4. Приварить кромки плакирующего слоя корпуса к основному металлу ниточными валиками по периметру удаленного участка высоколегированными по п.6.9.7 электродами без проковки.

6.9.17.5. Подогнать по размеру накладку из стали 08Х13 и приварить ее к основному металлу и ранее выполненному шву приварки плакирующего слоя биметалла к основному. Сварку вести ниточными валиками высоколегированными электродами по п.6.9.7, с проковкой каждого валика. Термическая обработка не производится.

6.9.17.6. При величине дефектного участка более 200×200 мм порядок установки и крепления накладок, а также их размеры, должны соответствовать п.6.9.16.2.

6.9.18. После завершения сварочных работ полоса поверхности плакирующего слоя шириной 150 мм, прилегающая к вновь выполненным сварным швам, контролируется на трещины тщательным внешним осмотром и цветной дефектоскопией в соответствии с настоящими ОТУ.

Контроль производится через 24 часа после окончания сварочных работ, в течение которых наиболее вероятно возникновение трещин в плакирующем слое 08Х13.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
Рекомендуемое

РЕМОНТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

Ремонтная документация состоит из технологической карты и удостоверения о качестве. Ниже приводятся примерные формы этих документов.

УТВЕРЖДАЮ
Главный механик
_____
_____
_____

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА №
на ремонт (модернизацию) корпуса сосуда или аппарата

Разработана на основе «...(название нормативного документа, согласованного с Госгортехнадзором РФ, в котором изложена аттестованная технология сварки, использованная при ремонте без каких-либо отклонений. В случае отступления от согласованного Госгортехнадзором нормативного документа привести основание отступления: например, решение специализированной организации конкретно по этому ремонту в соответствии с настоящим ОТУ-название, номер, дату решения).

1. Цех _____
2. Установка _____
3. Сосуд, аппарат _____
4. Сведения о сосуде, аппарате:
   Рабочая среда _____
   Рабочая температура _____
   Рабочее давление _____
5. Причина ремонта _____
6. Существо ремонта (модернизации): _____
   _____
   _____
   _____
7. Расположение участков (зон) производства ремонта на корпусе (чертеж, эскиз, рисунок) _____
   _____
   _____
   _____

Продолжение приложения 1.

8. Сведения об основных материалах

Ремонтируемый элемент			Элемент, применяемый для ремонта		
Наименование	Материал	Толщина	Наименование	Материал	Толщина

Примечание. В случае двухслойной стали указывается материал основного и плакирующего слоя (20К+0Х13). Толщина металла обозначается через дробь: числитель – основной слой; знаменатель – плакирующий слой.

9. Способ и особенности выборки или удаления дефектного участка (трещины, корродированной поверхности, части корпуса и т.д.).

_____

_____

10. Форма подготовки кромок под ремонтную сварку или наплавку с указанием способа подготовки и контроля поверхности кромок (чертеж, эскиз, рисунок)

_____

_____

11. Сведения о предварительном, сопутствующем подогреве и термообработке

_____

_____

12. Сварочные материалы, режимы ремонтной сварки и сопутствующих операций:

способ сварки (наплавки) _____

наименование НД _____

тип соединения по НД _____

сварочные материалы (марка, стандарт, ТУ) _____

Конструктивные элементы шва	Порядок сварки

Продолжение приложения 1.

Технологические параметры сварки (наплавки)

Номер валика (шва)	Способ сварки	Диаметр электрода, мм	Род и полярность тока	Сила тока, А	Напряжение, В

Технологические особенности сварки (наплавка кромок, колебания электрода, ширина валика, длина дуги и т.д.)

13. Последовательность операций ремонта (модернизации)

№№ п/п	Наименование операций	Оборудование, инструмент

14. Контроль сварных соединений

Метод контроля	Наименование (шифр) НД	Объем контроля (%)

Руководитель работы _____

Старший механик (механик) цеха _____

Продолжение приложения 1.

УДОСТОВЕРЕНИЕ О КАЧЕСТВЕ

1. Работы выполнены в соответствии с технологической картой (указать допущенные отступления)

_____

_____

2. Сосуд (аппарат) испытан на прочность давлением _____ МПа
в течение _____, на плотность давлением _____ МПа
в течение _____, на герметичность _____
(род газа)
давлением _____МПа.

3. Заключение по испытанию

_____

_____

4.Документы, прилагаемые к удостоверению о качестве:
а) акт отбраковки элементов корпуса аппарата;
б) лицензия на право проведения ремонта корпусов аппаратов;
в) разрешение на проведение сварочных работ по результатам аттестации технологии сварки;
г) сертификат на основные материалы;
д) сертификат на сварочные электроды и акт испытаний;
е) копия удостоверений сварщика и дефектоскописта;
ж) заключение по результатам контроля сварных соединений;
з) копия лицензии на право контроля сварных соединений;
и) копия удостоверения термиста;
к) диаграмма термической обработки.

Начальник строительно-ремонтной службы (нач. ремонтного цеха)

Старший механик (механик) цеха _____

Начальник установки _____

ПЕРЕЧЕНЬ МАТЕРИАЛОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ РЕМОНТА СОСУДОВ, РАБОТАЮЩИХ ПОД ДАВЛЕНИЕМ

(Извлечение из ОСТ 26.291)
с изменениями №№ 1,2

Приложение 2.

ЛИСТОВАЯ СТАЛЬ

Марка стали, обозначение стандарта или технических условий	Технические требования	Рабочие условия		Виды испытаний и дополнительные требования	Примечания (ссылки на пункты примечаний к прил.2)
		Температура стенки, °С	Давление среды, МПа (кгс/см^2), не более		
1	2	3	4	5	6
Ст3кп2, Ст3пс2, Ст3сп2 ГОСТ 380 ГОСТ 14637	ГОСТ 14637	От плюс10 до плюс200	1,6 (16)	ГОСТ 14637	п.2
		От минус15 до плюс350	0,07 (0,7)		
Ст3кп2, Ст3пс2, Ст3сп2 ГОСТ 380 ГОСТ 14637		От минус30 до плюс550	-		п.3
Ст3сп4, Ст3пс4, Ст3Гпс4 ГОСТ 380 ГОСТ 14637		От минус20 до плюс200	5 (50)	ГОСТ 14637 и полистно при температуре стенки выше плюс 200°С	п.п 4,13
Ст3пс3, Ст3сп3, Ст3Гпс3 ГОСТ 380 ГОСТ 14637		Св.0 до плюс200			
Ст3пс5, Ст3сп5, Ст3Гпс5 ГОСТ 380 ГОСТ 14637		От минус20 до плюс425			п.п. 4,11,13
Ст4сп3 ГОСТ 380 ГОСТ 14637		Св.0 до плюс200	Не ограничено	ГОСТ 14637	п.6

1	2	3	4	5	6
Ст3сп, Ст3пс, Ст3Гпс категорий 3,4,5 в зависимости от температуры стенки ГОСТ 380, ГОСТ 14637	Группы 1 и 2 по ТУ 14-1-3023	От минус20 до плюс425	5(50)	ТУ 14-1-3023	п.п.4,11,13
08кп ГОСТ 1050	ГОСТ 9045	От минус40 до плюс475	Не ограничено	ГОСТ 9045	п.7
	ГОСТ 1577			Категория 2 по ГОСТ 1577	п.7
20К ТУ 14-1-4088	ТУ 14-1-4088	От минус20 до плюс425		ТУ 14-1-4088, полистно при температуре стенки выше	п.11
16К, 18К, 20К, 22К категории 5 ГОСТ 5520	ГОСТ 5520	От минус20 до плюс200		ГОСТ 5520	п.п. 1,5,12,17,18
16К, 18К, 20К, 22К категории 3 ГОСТ 5520		Св.0 до плюс200			
16К, 18К, 20К, 22К категории 18 ГОСТ 5520		От плюс200 до плюс475			п.п. 1,5,12,17,18,11
16К, 18К, 20К, 22К категории 11 ГОСТ 5520		От минус20 до плюс475			п.п. 1,5,11,12,17,18
22К ТУ 108.11.543	ТУ 108.11.543	От минус20 до плюс350		ТУ 108.11.543	п.п. 1,5,11,12,17,18

1	2	3	4	5	6
09Г2С, 10Г2С1 категорий 7,8,9 в зависимости от температуры стенки ГОСТ 5520	ГОСТ 5520	От минус70 до плюс200	Не ограничено	ГОСТ 5520	п.п.5,8,10, 17
17ГС, 17Г1С 16ГС, 09Г2С, 10Г2С1 категории 6 ГОСТ 5520	ГОСТ 5520	От минус40 до плюс200		ГОСТ 5520	п.п.5,8,10, 17
17ГС, 17Г1С 16ГС, 09Г2С, 10Г2С1 категории 3 ГОСТ 5520	ГОСТ 5520	От минус30 до плюс200		ГОСТ 5520	п.п.5,17
17ГС, 17Г1С категории 12, 16ГС,09Г2€, 10Г2С1 категорий 11,12,17 ГОСТ 5520	ГОСТ 5520	От минус40 до плюс475		ГОСТ 5520	п.п.5,9,11, 17,18
09Г2С, 09Г2СА ТУ 302.02.122	ТУ 302.02.122	От минус70 до плюс475		ТУ 302.02.122	п.11
17ГС, 17Г1С,16ГС,14Г2,09Г2, 09Г2С категории 3 ГОСТ 19281	ГОСТ 19281	От минус30 до плюс200		ГОСТ 19281	п.п.14,15,16,17,23,24
17ГС, 17Г1С,16ГС,14Г2, 14Г2, 09Г2С категории 4 ГОСТ 19281	ГОСТ 19281	От минус40 до плюс200		ГОСТ 19281	
17ГС, 17Г1С,16ГС,14Г2,09Г2, 09Г2С категории 12 ГОСТ 19281	ГОСТ 19281	От минус40 до плюс475		ГОСТ 19281	п.п. 11,14,15,16, 17,23,24
09Г2С-ш ТУ 14.1.2072	ТУ 14.1.2072	От минус60 до плюс450		ТУ 14.1.2072	п.11
09Г2СЮЧ, 09ХГ2СЮЧ ТУ 14.1.5065	ТУ 14.1.5065	От минус70 до плюс475		ТУ 14.1.5065	п.11

1	2	3	4	5	6
12МХ ГОСТ 20072	ТУ 14.1.5093	От минус40 до плюс540	Не ограничено	ТУ 14.1.5093	-
12МХ ГОСТ 20072	ТУ 14.1.5093; ТУ 24.10.003	От минус40 до плюс540		ТУ 14.1.5093; ТУ 24.10.003	
12ХМ ТУ 14.1.5093 ТУ 24.10.003		От минус40 до плюс560			
12ХМ категории 3 ГОСТ 5520	ГОСТ 5520	От минус40 до плюс560		ГОСТ 5520	
12ХМ ТУ 14.1.2304	ТУ 14.1.2304	От минус40 до плюс560		ТУ 14.1.2304	
12ХМ ТУ 302.02.031	ТУ 302.02.031	От минус40 до плюс550		ТУ 302.02.031	
10Х2М1А-А, 10Х2М1А (10Х2М1А-ВД, 10Х2М1А-ш) ТУ 302.02.121	ТУ 302.02.121	От минус40 до плюс550		ТУ 302.02.121	
10Х2М1А-А ТУ 302.02.128	ТУ 302.02.121				
15Х5М ГОСТ 20072	Группа М2б по ГОСТ 7350; ТУ 14.1.2657	От минус40 до плюс650		Группа М2б по ГОСТ 7350	п. 19
10Х2ГНМ ТУ 108.11.928 ТУ 14.5117	ТУ 108.11.928	От минус40 до плюс550		ТУ 108.11.928; ТУ 14.5117	-
20ЮЧ ТУ 14.1.4853	ТУ 14.1.4853	От минус40 до плюс475		ТУ 14.1.4853	-
09Х2НАБЧ ТУ 14.1.3333	ТУ 14.1.3333			ТУ 14.1.3333	-
16ГМЮЧ ТУ 14.1.4824	ТУ 14.1.4824	От минус40 до плюс600		ТУ 14.1.4824	-
15Х2МФА-А ТУ 302.02.014	ТУ 302.02.014	От минус40 до плюс510		ТУ 302.02.014	-
		Св.плюс510 до плюс560	10(100)		

1	2	3	4	5	6
12Х2МФА ТУ 108.131	ТУ 108.131	От минус40 до плюс500	Не ограничено	ТУ 108.131	-
15Г2СФ категорий 12,13,14 в зависимости от температуры стенки ГОСТ 19281	ГОСТ 19281	От минус60 до плюс350		ГОСТ 19281	п.п.14,15,16, 17,23,24
15Г2СФ ТУ 14.1.4502	ТУ 14.1.4502	От минус60 до плюс350		ТУ 14.1.4502	-
09Г2ФБ, 10Г2ФБ ТУ 14.1.4083	ТУ 14.1.4083	От минус60 до плюс420	10 (100)	ТУ 14.1.4083	-
09Г2БТ, 10Г2БТ, 07ГФБ-У ТУ 14.1.4083	ТУ 14.1.4083	От минус70 до плюс200	Не ограничено	ТУ 14.1.4083	-
10ХСНД, 15ХСНД категории 3 ГОСТ 19281	ГОСТ 19281	От минус30 до плюс200	16(160)	ГОСТ 19281	п.п.14,15,16, 17,23,24
10ХСНД, 15ХСНД категории 4 ГОСТ 19281		От минус40 до плюс200		ГОСТ 19281	
10ХСНД, 15ХСНД категории 11,12 ГОСТ 19281		От минус40 до плюс475		ГОСТ 19281	
Д40, Е40 ГОСТ 5521	ГОСТ 5521	От минус40 до плюс200		ГОСТ 5521	-
В ГОСТ 5521		От 0 до плюс200	Не ограничено	ГОСТ 5521	
Е32, Д32 ГОСТ 5521		От минус20 до плюс200			
10Х14Г14Н4Т ГОСТ 5632	Группа М2б по ГОСТ 7350; ТУ 1-2676 Группы М2а и М3а по ГОСТ 5582	От минус196 до плюс500		Группа М2б по ГОСТ 7350; с мех. св. по ТУ 14-1-2676; Группы М2а и М3а по ГОСТ 5582	п. 19

1	2	3	4	5	6
08Х22Н6Т, 08Х21Н6М2Т ГОСТ 5632	Группа М2б по ГОСТ 7350; Группы М2а и М3а по ГОСТ 5582	От минус40 до плюс300	Не ограничено	Группа М2б по ГОСТ 7350; Группы М2а и М3а по ГОСТ 5582	п. 19
02Х8Н22С6, 02Х8Н22С6-ПД, 02Х8Н22С6-ш Ту 14.1.5076; ТУ 14.1.5075	Ту 14.1.5076; ТУ 14.1.5075	От минус40 до плюс120	-	Ту 14.1.5076; ТУ 14.1.5075	-
03Х19АГ3Н10 ТУ 14.1.2261	ТУ 14.1.2261	От минус196 до плюс450	Не ограничено	ТУ 14.1.2261	-
03Х21Н21М4ГБ ГОСТ 5632	Группа М2б по ГОСТ 7350	От минус70 до плюс450	Не ограничено	Группа М2б по ГОСТ 7350	п. 19
08Х18Г8Н2Т ГОСТ 5632	Группа М2б по ГОСТ 7350	От минус20 до плюс300	5(50)	Группа М2б по ГОСТ 7350	п. 19
07Х13АГ20 ТУ 14.1.3342	ТУ 14.1.3342	От минус70 до плюс300		ТУ 14.1.3342	-
08Х18Н10Т ГОСТ 5632	Группа М2б по ГОСТ 7350; Группы М2а и М3а по ГОСТ 5582; ТУ 14.1.31.99; ТУ 14.1.4780.	От минус253 до плюс610	Не ограничено	Группа М2б по ГОСТ 7350; группы М2а и М3а по ГОСТ 5582; ТУ 14.1.31.99; ТУ 14.1.4780	п. 19

1	2	3	4	5	6
08Х18Н10Т ГОСТ 5632	ТУ 14.1.2542; ТУ 14.1.394; ТУ 108.930; ТУ 108.1151	От минус253 до плюс610	Не ограничено	ТУ 14.1.2542; ТУ 14.1.394; ТУ 108.930; ТУ 108.1151	-
		От плюс610 до плюс700	5 (50)		
08Х18Н10Т, 08Х18Н12Б ГОСТ 5632	Группа М2б по ГОСТ 7350	От плюс610 до плюс700	5(50)	Группа М2б по ГОСТ 7350	п. 19
08Х18Н12Б ГОСТ 5632	Группа М2б по ГОСТ 7350	От минус196 до плюс610	Не ограничено	Группа М2б по ГОСТ 7350	п. 19
03Х18Н11 ГОСТ 5632	ТУ 14.1.5142; ТУ 14.1.5073; группы М2а и М3а по ГОСТ 5582	От минус253 до плюс450		ТУ 14.1.5142; ТУ 14.1.5073; Группы М2а и М3а по ГОСТ 5582	-
10Х17Н13М2Т ГОСТ 5632	Группа М2б по ГОСТ 7350; Группы М2а и М3а по ГОСТ 5582	От минус253 до плюс350		Группа М2б по ГОСТ 7350; группы М2а и М3а по ГОСТ 5582	п.п.19,20
		Св.плюс350 до плюс700			
08Х17Н13М2Т ГОСТ 5632	Группа А по ТУ 14.1.394	От минус253 до плюс700		ТУ 14.1.394	-
10Х17Н13М3Т ГОСТ 5632	Группа М2б по ГОСТ 7350; Группа А по ТУ 14.1.394 Группы М2А и М3а по ГОСТ 5582	От минус196 до плюс350		Группа М2б по ГОСТ 7350; Группа А по ТУ 14.1.394; Группы М2а и М3а по ГОСТ 5582	п. 19

1	2	3	4	5	6
02Х18Н11 ТУ 14.1.3071	ТУ 14.1.3071	От минус253 до плюс450	5(50)	ТУ 14.1.3071	-
10Х17Н13М3Т ГОСТ 5632	Группа М2б по ГОСТ 7350	Св.плюс350 до плюс600	Не ограничено	Группа М2б по ГОСТ 7350	п.п.19,20
08Х17Н15М3Т ГОСТ 5632	Группа М2б по ГОСТ 7350	От минус196 до плюс600			
03ХН28МДТ, 06ХН28МДТ ГОСТ 5632	Группа М2б по ГОСТ 7350; Группы М2а и М3а По ГОСТ 5582	От минус196 до плюс400		Группы М2а и М3а по ГОСТ 7350; Группы М2а и М3а по ГОСТ 5582	п.19
03Х17Н14М3 ГОСТ 5632	ТУ 14.1.5071; ТУ 14.1.5076; ТУ 14.1.5073; ТУ 14.1.5054	От минус196 до плюс450		ТУ 14.1.5071; ТУ 14.1.5076; ТУ 14.1.5073; ТУ 14.1.5054	-
08Х18Н10 ГОСТ 5632	Группы М2а и М3а по ГОСТ 5582 ТУ 14.1.31.99	От минус253 до плюс600		Группы М2а и М3а по ГОСТ 5582 ТУ 14.1.31.99	-
08Х18Н10Т, 08Х17Н13М2Т ГОСТ 5632	Группа М2б по ГОСТ 7350	От минус253 до плюс600	Не ограничено	ГОСТ 7350	п. 19
15Х18Н12С4ТЮ ГОСТ 5632	ГОСТ 7350 ТУ 14.1.3669	От минус20 до плюс200	2,5(25)	ГОСТ 7350 ТУ 14.1.3669	-

Продолжение приложения 2

1	2	3	4	5	6
12Х18Н9Т, 12Х18Н10Т ГОСТ 5632	Группа М26 по ГОСТ 7350	От минус253 до плюс350	Не ограничено	Группа М2б по ГОСТ 7350	п. 19
		От минус253 до плюс610			п.п.19,20
12Х18Н10Т ГОСТ 5632		От минус610 до плюс700	5(50)		
12Х18Н10Т ГОСТ 5632	Группы М2а и М3а по ГОСТ 5582; ТУ 14.1.31.99	От минус253 до плюс350	Не ограничено	Группы М2а и М3а по ГОСТ 5582; ТУ 14.1.31.99	-
12Х18Н10Т ГОСТ 5632	ТУ 14.1.2542; ТУ 108.1151; ТУ 108.930			ТУ 14.1.2542; ТУ 108.1151; ТУ 108.930	-
12Х18Н10Т ГОСТ 5632	ТУ 14.1.394	От минус253 до плюс610	Не ограничено	ТУ 14.1.394	п.20
		От плюс610 до плюс700	5(50)		
08Х13 ГОСТ 5632	Группа М2б по ГОСТ 7350	От минус40 до плюс550	До 0,07 (0,7)	Группа М2б по ГОСТ 7350	п.п.19,21,25
	Группы М2а и М3а ГОСТ 5582	От минус40 до плюс550	До 0,07 (0,7)	Группы М2а и М3а по ГОСТ 5582	-

1	2	3	4	5	6
08Х13, 12Х13, 20Х13 ГОСТ 5632	Группа М2б по ГОСТ 7350	От минус40 до плюс550	Не ограничено	Группа М2б по ГОСТ 7350	п.п.3,19,25 п.22 (для сталей марок 12Х13, 20Х13)
08Х17Т ГОСТ 5632		От плюс20 до плюс700	-	Группа М2б по ГОСТ 7350	п.п.3.19
15Х25Т ГОСТ 5632		От плюс20 до плюс1000	-		
07Х16Н6 ТУ 14.1.2375; ТУ 14.1.763	ТУ 14.1.2375 ТУ 14.1.763	От плюс40 до плюс350	Не ограничено	ТУ 14.1.2375, ТУ 14.1.763	-

Примечания:

1. Допускается применять сталь марок 15 и 20 по ГОСТ 1577 при тех же условиях, что сталь марок 16К, 18К и 20К, при этом объем и виды испытаний этих сталей должны быть проведены по ГОСТ 5520 в том же объеме, что и для сталей марок 15К, 16К, 18К и 20К соответствующих категорий.
2. Толщина листа не более 16 мм.
3. Для трубных решёток, а также ненагруженных деталей внутренних устройств и других неответственных конструкций.
4. Ограничения по толщине для сталей марок Ст3сп и Ст3пс кат. 3-не более 40 мм; для сталей марок Ст3сп и Ст3пс кат.4,5 – не более 25мм; для стали марки Ст3Гпс-не более 30 мм
5. Механические свойства листов по ГОСТ 5520 толщиной менее 12 мм проверяются на листах, взятых от партии.
6. Допускается применять сталь марок Ст5пс2 и Ст5сп2 для деталей, не подлежащих сварке, при тех же параметрах, что и сталь марок Ст4сп3 с испытанием на ударный изгиб на предприятии-изготовителе сосудов или их отдельных деталей.
7. Для прокладок. Прокладки толщиной не более 2 мм могут применяться при температуре среды до минус70°С.
8. Для сосудов из стали марки 10Г2С1, работающих под давлением, температура стенки должна быть не ниже минус60°С.
9. При толщине листов более 60 мм и менее 12 мм применяется сталь категории 12.
10. Допускается применение стали марки 10Г2 по ГОСТ 1577 при температурах стенок от минус70 до минус41°С с техническими требованиями для стали марки 09Г2С в этом температурном интервале.
11. Испытание на механическое старение производится в том случае, если при изготовлении сосудов, имеющих температуру стенки выше 200°С, сталь подвергается холодной деформации (вальцовка, гибка, отборговка и др.).

12. Для сталей марок 16К, 18К, 20К испытание при минус 20°С производится на металлургическом предприятии. Значение ударной вязкости должно быть не менее 30 Дж/см^2 (3 кгс×м/см^2).
13. При толщине листов менее 5 мм допускается применение сталей по ГОСТ 14637 категории 2 вместо сталей категорий 3 и 4. При толщине листов менее 7 мм допускается применение сталей по ГОСТ 14637 категорий 3 и 4 вместо категорий 6 и 5 соответственно.
14. Листы по ГОСТ 19281 должны поставляться с обязательным выполнением пунктов 2.2.1, 2.2.2, 2.2.3, 2.2.7 ,2.2.9 ,2.2.12 ГОСТ 19281, а также должен проводиться контроль макроструктуры по ГОСТ 5520 от партии листов.
15. Листы, поставляемые по ГОСТ 19281, должны быть испытаны полистно при температуре стенки ниже минус30°С, выше 200°С или давлении более 5 МПа (50 кгс/см^2) при толщине листа 12 мм и более.
16. Для нетермообработанных сосудов.
17. При толщине листов менее 5 мм допускается применение сталей по ГОСТ 5520 категории 2 вместо сталей категорий 3÷17. При толщине листов менее 7 мм допускается применение сталей по ГОСТ 5520 категории 3 вместо категории 18, категории 6 вместо категорий 12 и 17.
18. По согласованию со специализированной научно-исследовательской организацией допускается применение сталей марок 16К, 18К, 20К по ГОСТ 5520 категорий 10 вместо категорий 18; стали 16ГС, 09Г2С по ГОСТ 5520 категорий 12, 13, 14 и 15 (в зависимости от температуры стенки, если она ниже О°С) вместо стали категории 17.
19. Допускается применение стали по ГОСТ 7350 группы поверхности М3б и М4б при условии, что в расчете на прочность должны быть учтены глубина залегания дефектов и минусовые отклонения.
20. Для сред, не вызывающих межкристаллитную коррозию.
21. Для изделий толщиной до 12 мм.
22. Для изготовления деталей, не подлежащих сварке.
23. При заказе проката толщиной до 32 мм включительно класс прочности должен быть 325, 345; при толщине более 32 мм класс прочности – 265, 295.
24. ГОСТ 19281 распространяется на прокат из сталей повышенной прочности, применяемых для сосудов, не подвергаемых термической обработке. Возможность применения проката из сталей по ГОСТ 19281 для сосудов, подвергаемых термической обработке, должна согласовываться со специализированной научно-исследовательской организацией.
25. Для внутренних, не подлежащих сварке, деталей сосудов допускается применение стали марки 08Х13 при температуре стенки от минус60°С до плюс550°С

ЛИСТОВАЯ ДВУХСЛОЙНАЯ СТАЛЬ

Марка стали, обозначение стандарта или технических условий	Технические требования	Рабочие условия		Виды испытаний и требования	Примечания (ссылки на пункты примечаний к прил.2)
		Температура стенки,°С	Давление среды, МПа (кгс/см^2) не более		
1	2	3	4	5	6
Ст3сп4 + 08Х13 ГОСТ 10885	ГОСТ 10885	От минус20 до плюс200	5(50)	ГОСТ 10885	п.2
Ст3сп3 + 08Х13 ГОСТ 10885		Св.0 до плюс200			
Ст3сп5 + 08Х13 ГОСТ 10885		От минус20 до плюс425			п.п.2,4
Ст3сп4 с плакирующим слоем из сталей марок 12Х18Н10Т, 08Х18Н10Т, 10Х17Н13М3Т, 10Х17Н13М2Т, 08Х17Н15М3Т, 06Х28МДТ ГОСТ 10885		От минус20 до плюс200			п.2
Ст3сп3 с плакирующим слоем из сталей марок 12Х18Н10Т, 08Х18Н10Т, 10Х17Н13М3Т, 10Х17Н13М2Т, 08Х17Н15М3Т, 06ХН28МДТ ГОСТ 10885		Св.0 до плюс200			
Ст3сп5 с плакирующим слоем из сталей марок 12Х18Н10Т, 08Х18Н10Т, 10Х17Н13М3Т, 10Х17Н13М2Т, 08Х17Н15М3Т, 06ХН28МДТ ГОСТ 10885		От минус20 до плюс425	5(50)		п.п 2,4

1	2	3	4	5	6
2ОК-5 +08Х13 ГОСТ 10885	ГОСТ 10885	От минус20 до плюс200	Не ограничено	ГОСТ 10885	п.п 2,4
2ОК-3 +08Х13 ГОСТ 10885		От 0 до плюс200			
2ОК-10 +08Х13 ГОСТ 10885		От 0 до плюс475			п. 2
2ОК-11 +08Х13 ГОСТ 10885		От минус20 до плюс475			
20К-5 с плакирующим слоем из сталей марок 12Х18Н10Т, 08Х18Н10Т, 10Х17Н13М3Т, 10Х17Н13М2Т, 08Х17Н15М3Т, 06ХН28МДТ ГОСТ 10885		От минус20 до плюс200			
20К-3 с плакирующим слоем из сталей марок 12Х18Н10Т, 08Х18Н10Т, 10Х17Н13М3Т, 10Х17Н13М2Т, 08Х17Н15М3Т, 06ХН28МДТ ГОСТ 10885		От 0 до плюс200			
20К-10 с плакирующим слоем из сталей марок 12Х18Н10Т, 08Х18Н10Т, 10Х17Н13М3Т, 10Х17Н13М2Т, 08Х17Н15М3Т, 06ХН28МДТ ГОСТ 10885		Св.0 до плюс425			п.п.1,2,4
20К-11 с плакирующим слоем из сталей марок 12Х18Н10Т, 08Х18Н10Т, 10Х17Н13М3Т, 10Х17Н13М2Т, 08Х17Н15М3Т, 06ХН28МДТ ГОСТ 10885		От минус20 до плюс425			
16ГС-6+08Х13, 09Г2С-6-08Х13 ГОСТ 10885		От минус40 до плюс200			
16ГС-3+08Х13, 09Г2С-3-08Х13 ГОСТ 10885		От минус30 до плюс200			

Продолжение приложения 2

1	2	3	4	5	6
16ГС-17+08Х13, 09Г2С-17+08Х13 ГОСТ 10885	ГОСТ 10885	От минус40 до плюс475	Не ограничено	ГОСТ 10885	п.п.3,4
09Г2С категорий 7,8,9 в зависимости от температуры стенки с плакирующим слоем из сталей марок 12Х18Н10Т, 08Х18Н10Т, 10Х17Н13М2Т, 10Х17Н13М3Т, 08Х17Н15М3Т, 06ХН28МДТ ГОСТ 10885		От минус70 до плюс200			
16ГС-6, 09Г2С-6 с плакирующим слоем из сталей марок 12Х18Н10Т, 08Х18Н10Т, 10Х17Н13М3Т, 10Х17Н13М2Т, 06ХН28МДТ, 08Х17Н15М3Т ГОСТ 10885		От минус40 до плюс200			п.п.2,4
16ГС-3, 09Г2С-3 с плакирующим слоем из сталей марок 12Х18Н10Т, 08Х18Н10Т, 10Х17Н13М3Т, 10Х17Н13М2Т, 06ХН28МДТ, 08Х17Н15М3Т ГОСТ 10885		От минус30 до плюс200			
16ГС-17, 09Г2С-17 с плакирующим слоем из сталей марок 12Х18Н10Т, 08Х18Н10Т, 10Х17Н13М3Т, 10Х17Н13М2Т, 06ХН28МДТ, 08Х17Н15М3Т ГОСТ 10885		От минус40 до плюс425			п.п.1,3,4

Продолжение приложения 2

1	2	3	4	5	6
12МХ+08Х13 ГОСТ 10885	ГОСТ 10885	От минус40 до плюс540	Не ограничено	ГОСТ 10885	-
12ХМ+08Х13 ГОСТ 10885		От минус40 до плюс560			
15Г2СФ с плакирующим слоем из сталей марок 08Х18Н10Т, 12Х18Н10Т, 10Х17Н13М3Т, 10Х17Н13М2Т ТУ 14.1.4688; ТУ 14.1.4212	ТУ 14.1.4212; ТУ 14.1.4688	От минус40 до плюс425		ГОСТ 5520	-
20К+НМжМц 28-2,5-1,5 ТУ 14.1.1034; ГОСТ 10885	ТУ 14.1.1034; ГОСТ 10885	От минус20 до плюс425	5(50)	ТУ 14.1.1034	-
12ХМ+08Х18Н10Т ГОСТ 10885; ТУ 14.1.2726 (изм.1)	ГОСТ 10885; ТУ 14.1.2726	От минус40 до плюс560	Не ограничено	ГОСТ 10885; ТУ 14.1.2726	-

Примечания:

1. Допускается применять двухслойные стали с коррозионностойким слоем из сталей марок 08Х18Н10Т, 10Х17Н13М3Т, 10Х17Н13М2Т, 08Х17Н15М3Т при температуре стенки, не превышающей максимально допустимую для стали основного слоя, при толщине плакирующего слоя не более 15% от общей толщины, но не более 8 мм.
2. При толщине двухслойных листов менее 10 мм допускается применение слоя сталей по ГОСТ 14637 и ГОСТ 5520 категории 2 вместо сталей категорий 3,4,5,6. При толщине двухслойных листов менее 12 мм допускается применение сталей основного слоя категорий 3 и 4 вместо категорий 6 и 5 соответственно.
3. По согласованию со специализированной научно-исследовательской организацией допускается применение двухслойных сталей с основным слоем из сталей марок 16ГС, 09Г2С по ГОСТ 5520 и ГОСТ 19281 категорий 12, 13, 14 и 15 (в зависимости от температуры стенки, если она ниже 0°С), вместо стали категории 17.
4. Испытания проводятся полистно на предприятии-поставщике металла при температуре стенки ниже минус30°С, выше плюс200°С при давлении более 5 МПа (50 кгс/см^2) при толщине листа 12 мм и более.

Приложение 3

СТАЛЬНЫЕ ТРУБЫ

Марка стали, обозначение стандарта или технических условий. В скобках указано старое обозначение марки стали и сплава	Технические требования	Рабочие условия		Виды испытаний и требования	Примечания (ссылки на пункты примечаний к прил.3)
		Температура стенки, °С	Давление среды, МПа ($кгс/см^2$), не более		
1	2	3	4	5	6
Ст3кп2 ГОСТ 380 ГОСТ 14637	Трубы электросварные, Группа В по ГОСТ 10706	От плюс10 до плюс200 От минус15 до плюс350	1,6(16) 0,07 (0,7)	Группа В по ГОСТ 10706. Гидравлическое испытание каждой трубы пробным давлением, равным 1,5 рабочего. Проверка механических свойств сварного соединения у каждой десятой трубы одной партии, контроль радиографическим или ультразвуковым методами сварного шва каждого корпуса, изготовленного из труб в соответствии с требованиями настоящих ОТУ	п.7
Ст3сп4, Ст3пс4 ГОСТ 380, ГОСТ 14637	Трубы электросварные ГОСТ 10706	От минус20 до плюс200	5(50)	Группа В по ГОСТ 10706 Контроль радиографическим или ультразвуковым методами сварного шва каждого корпуса, изготовленного из труб в соответствии с требованиями настоящих ОТУ	п.7
Ст3сп5, Ст3пс5 ГОСТ 380, ГОСТ 14637		От минус20 до плюс400			

1	2	3	4	5	6
Сталь 10,20 ГОСТ 1050	Трубы электросварные ТУ 14.3.624	От минус30 до плюс400	4(40)	ТУ 14.3.624	п.7
	Группы А,Б по ГОСТ 550; Группа В по ГОСТ 8733; Группа В по ГОСТ 8731	От минус30 до плюс475	5(50)	Группы А,Б по ГОСТ 550; группа В по ГОСТ 8731; группа В по ГОСТ 8733	п.п. 1,2,3,6
	Группы А,Б по ГОСТ 550	От минус30 до плюс475	16(160)	Группы А,Б по ГОСТ 550	
	Группа В по ГОСТ 8733			Группа В по ГОСТ 8733. Испытание на сплющивание	
Сталь 10,20 ГОСТ 1050	Группы А,Б по ГОСТ 550 Группа В по ГОСТ 8731	От минус30 до плюс475	16(160)	Группы А,Б по ГОСТ 550, группа В по ГОСТ 8731. Испытание на сплющивание и проверка макроструктуры	
	ТУ 14.3.190	От минус30 до плюс425	6,4(64)	ТУ 14.3.190	
Сталь 20 ТУ 14.3.460	ТУ 14.3.460	От минус30 до плюс475	Не ограничено	ТУ 14.3.460	п.п 2,6
Сталь 20ЮЧ ТУ 14.3.1600; ТУ 14.3.1652; ТУ 14.3.1745	ТУ 14.3.1600 ТУ 14.3.1652 ТУ 14.3.1745	От минус40 до плюс475		ТУ 14.3.1600 ТУ 14.3.1652 ТУ 14.3.1745	-
15ГС ТУ 14.3.460	ТУ 14.3.460	От минус40 до плюс400		ТУ 14.3.460	п.10
09Г2С ГОСТ 19281	ТУ 14.3.1128	От минус60 до плюс475		ТУ 14.3.1128	-

1	2	3	4	5	6
10Г2 по ГОСТ 4543	Группы А,Б по ГОСТ 550; Группа В по ГОСТ 8731; Группа В по ГОСТ 8733	От минус70 до минус31	Не ограничено	Группы А,Б по ГОСТ 550. Испытание на ударный изгиб при температуре стенки для толщины более 12 мм	п.п.1,2,3
		От минус30 до плюс475		Группы А,Б по ГОСТ 550, Группа В по ГОСТ 8731, Группа В по ГОСТ 8733	
10Г2ФБ ТУ 14.3.1464	ТУ 14.3.1464	От минус60 до плюс420	10(100)	ТУ 14.3.1464	п.7
13Г1С-У ТУ 14.3.1464		От минус40 до плюс320	5,5(55)		
15ХМ ТУ 14.3.460	ТУ 14.3.460	От минус40 до плюс560	Не ограничено	ТУ 14.3.460	-
12Х1МФ ГОСТ 20072		От минус20 до плюс560			-
1Х2М1 ГОСТ 550	ГОСТ 550	От минус40 до плюс650		ГОСТ 550	-
15Х5 ГОСТ 20072	Группы А,Б по ГОСТ 550	От минус40 до плюс425		Группы А,Б по ГОСТ 550	-
15Х5М, 15Х5М-У, 15Х5ВФ ГОСТ 20072	Группы А,Б по ГОСТ 550	От минус40 до плюс650		Группы А,Б по ГОСТ 550	-
15Х5М ГОСТ 20072	ТУ 14.3.1080	От минус40 до плюс650		ТУ 14.3.1080	-
12Х8ВФ ГОСТ 20072	ГОСТ 550	От минус40 до плюс650		ГОСТ 550	п.3
Х9М ТУ 14.3.457	ТУ 14.3.457	От минус40 до плюс650		ТУ 14.3.457	-

1	2	3	4	5	6
Х8 ГОСТ 550	ГОСТ 550	От минус40 до плюс475	Не ограничено	ГОСТ 550	п.3
10Х14Г14Н4Т ТУ 14.3.1095	ТУ 14.3.1095	От минус196 до плюс500		ТУ 14.3.1095	-
08Х22Н6Т ГОСТ 5632	ГОСТ 9940; ГОСТ 9941; ТУ 14.3.1095	От минус40 до плюс300		ГОСТ 9940; ГОСТ 9941; ТУ 14.3.1095	-
07Х13АГ20 ТУ 14.3.1322; ТУ 14.3.1323	ТУ 14.3.1322 ТУ 14.3.1323	От минус70 до плюс300	5(50)	ТУ 14.3.1322 ТУ 14.3.1323	-
08Х21Н6М2Т ГОСТ 5632	ТУ 14.3.1095	От минус40 до плюс300	Не ограничено	ТУ 14.3.1095	
08Х18Г8Н2Т ГОСТ 5632	ГОСТ 5632	От минус20 до плюс300	5(50)	ГОСТ 5632	
03Х19АГ3Н10 ТУ 14.3.415	ТУ 14.3.415	От минус196 до плюс450	Не ограничено	ТУ 14.3.415	
03Х17Н14М3 ТУ 14.3.396	ТУ 14.3.396; ТУ 14.3.1348; ТУ 14.3.1357	От минус196 до плюс450	Не ограничено	ТУ 14.3.396; ТУ 14.3.1357; ТУ 14.3.1348	
02Х8Н22С6 ТУ 14.3.1024	ТУ 14.3.1024	От минус40 до плюс120	-	ТУ 14.3.1024	-
08Х18Н10Т 10Х18Н10Т, ГОСТ 5632	Трубы электросварные Ту 14.3.1391	От минус273 до плюс610	5(50)	ТУ 14.3.1391 и п.5.6.3 настоящих ОТУ	-
12Х18Н10Т ГОСТ 5632	ГОСТ 9940 ГОСТ 9941	От минус253 до плюс350	Не ограничено	ГОСТ 9940, ГОСТ 9941	-
		Св. 350 до плюс610			

Продолжение приложения 3

1	2	3	4	5	6
12Х18Н12Т ТУ 14.3.460	ТУ 14.3.460	От минус253 до плюс610	Не ограничено	ТУ 14.3.460	п.5
08Х18Н10Т ГОСТ 5632	ГОСТ 9940 ГОСТ 9941	От минус253 до плюс610		ГОСТ 9940, ГОСТ 9941	-
12Х18Н10Т 08Х18Н10Т ГОСТ 5632	ГОСТ 9940 ГОСТ 9941	От плюс610 до плюс700	5(50)	ГОСТ 9940, ГОСТ 9941	-
12Х18Н12Т ТУ 14.3.460	ТУ 14.3.460	От плюс610 до плюс700	5(50)	ТУ 14.3.460	-
08Х18Н12Б ГОСТ 5632	ГОСТ 9940; ГОСТ 9941	От минус196 до плюс610	Не ограничено	ГОСТ 9940, ГОСТ 9941	-
10Х17Н13М2Т ГОСТ 5632		От минус196 до плюс350			-
10Х17Н13М2Т ГОСТ 5632	ГОСТ 9940 ГОСТ 9941	Св.плюс350 до плюс700	Не ограничено	ГОСТ 9940, ГОСТ 9941	-
08Х17Н15М3Т ГОСТ 5632		От минус196 до плюс600			-
03Х18Н11 ГОСТ 5632	ТУ 14.3.1401	От минус196 до плюс450		ТУ 14.3.1401	-
02Х18Н11 ТУ 14.3.1401	ТУ 14.3.1401 ТУ 14.3.1339	От минус196 до плюс450		ТУ 14.3.1401; ТУ 14.3.1339	-
03Х21Н21М4ГБ ГОСТ 5632	ТУ 14.3.751; ТУ 14.3.694; ТУ 14.3.696	От минус70 до плюс400		ТУ 14.3.751; ТУ 14.3.694; ТУ 14.3.696	-
О3ХН28МДТ ГОСТ 5632	ТУ 14.3.694; ТУ 14.3.751; ТУ 14.3.1201	От минус196 до плюс400		ТУ 14.3.694; ТУ 14.3.751; ТУ 14.3.1201	-

1	2	3	4	5	6
06ХН28МДТ ГОСТ 5632	ТУ 14.3.318; ТУ 14.3.763; ТУ 14.3.822	От минус196 до плюс400	Не ограничено	ТУ 14.3.318; ТУ 14.3.763; ТУ 14.3.822	-
15Х25 ГОСТ 5632	ТУ 14.3.949	От 0 до плюс300		ТУ 14.3.949	п.8
08Х17Т ГОСТ 5632	ГОСТ 9940; ГОСТ 9941	От 0 до плюс700		ГОСТ 9940, ГОСТ 9941	п.4
15Х25Т ГОСТ 5632		От 0 до плюс900			
15Х28 ГОСТ 5632		От 0 до плюс900		ГОСТ 9940; ГОСТ 9941	
08Х13,12Х13 ГОСТ 5632	ГОСТ 9940; ГОСТ 9941	От минус40 до плюс600		ГОСТ 9940; ГОСТ 9941	п.4
15Х18Н12С4ТЮ ГОСТ 5632	ТУ 14.3.310	От минус20 до плюс200	2,5(25)	ТУ 14.3.310; ГОСТ 9941	-
ХН32Т ТУ 14.3.489	ТУ 14.3.489	До плюс900	Не ограничено	ТУ 14.3.489	-

Примечаня: 1. Трубы с толщиной 12 мм и более по ГОСТ 8731 должны быть испытаны на ударный изгиб при температуре плюс20°С на предприятии-изготовителе труб. Значение ударной вязкости и объем испытаний должны соответствовать ГОСТ 550.

2. Трубы из стали марок 10,20, изготовленные по ГОСТ 8733, ГОСТ 550 и ТУ 14.3.460 диаметрами 20 и 25 мм толщиной не более 2,5 мм, допускается применять при температурах стенки от минус60°С до плюс475°С.

3. При заказе труб по ГОСТ 550, предназначенных для изготовления теплообменных аппаратов, необходимо оговаривать группу А.

4. Для деталей внутренних устройств, не подлежащих введению Госгортехнадзором России.

5. Для сред, не вызывающих межкристаллитную коррозию.

6. Допускается применять трубы толщиной не более 12 мм из сталей марок 10 и 20 по ГОСТ 550, ГОСТ 8733, ГОСТ 8731, ТУ 14.3.460, ТУ 14.3.190 при температуре стенки от минус40°С и выше.
7. Контроль неразрушающими физическими методами продольных сварных швов.
8. Для трубных пучков, не подлежащих сварке.
9. Значение ударной вязкости KCU при температуре минус70°С должно быть не менее 25 Дж/см^2 (2,5 кгс×м/см^2).
10. Трубы из стали марки 15ГС при температуре стенки ниже минус30°С должен испытываться на ударный изгиб при температуре минус40°С. Значение ударной вязкости должно быть не менее 30 Дж/см^2 (3,0 кгс×м/см^2).

ПОКОВКИ

Марка стали, обозначение стандарта или технических условий. В скобках указано старое обозначение марки стали и сплава.	Технические требования	Рабочие условия		Виды испытаний и требования	Примечания (ссылка на пункты примечаний к прил.4)
		Температура стенки, °С	Давление среды, МПа (кгс/см^2), не более		
1	2	3	4	5	6
Ст5сп ГОСТ 380	Группа IV-КП.245 (КП.25) по ГОСТ 8479	От минус20 до плюс400	5(50)	Группа IV по ГОСТ 8479	п.п.1,7
Ст3сп ГОСТ 380	Группа IV -КП.195 (КП.20) по ГОСТ 8479	От минус20 до плюс450		Группа IV по ГОСТ 8479	п.1
20 ГОСТ 1050	Группы IV -КП.195 (КП.20) и IV -КП.215 (КП.22) по ГОСТ 8479	От минус30 до плюс475	Не ограничено	Группа IV по ГОСТ 8479	п.п.1,2,3,6
20К ГОСТ 5520	Группы IV -КП.195 (КП.20) по ГОСТ 8479	От минус30 до плюс475		Группа IV по ГОСТ 8479	п.1
20,22К ОСТ 108.030.113	ОСТ 108.030.113	От минус30 до плюс450		ОСТ 108.030.113	п.п.2,6
22К, 22К-111, 22К-ВД, 22К-ВРВ ТУ 108.11.543	ТУ 108.11.543	От минус30 до плюс475		ТУ 108.11.543	-
20ЮЧ ТУ 26.0303.1532	ТУ 26.0303.1532	От минус40 до плюс475		ТУ 26.0303.1532	-
16ГС ГОСТ 19281	Группа IV -КП.245 (КП.25) по ГОСТ 8479	От минус40 до плюс475		Группа IV по ГОСТ 8479	п.п. 1,4

1	2	3	4	5	6
15ГС, 16ГС ОСТ 108.030.113	ОСТ 108.030.113	От минус40 до плюс450	Не ограничено	ОСТ 108.030.113	п.4
15ГС ОСТ 108.030.113	ОСТ 26-01-135	От минус40 до плюс400		ОСТ 26-01-135	
14ХГС ГОСТ 19281	ОСТ 26-01-135	От минус50 до плюс380		ОСТ 26-01-135	
10Г2 ГОСТ 4543	Группа IV -КП.215 (КП.22) по ГОСТ 8479	От минус70 до минус30		Группа IV по ГОСТ 8479	п.п 1,2,3,4,5
10Г2 ГОСТ 4543		От минус30 до минус475			
09Г2С ГОСТ 19281		От минус70 до плюс30			п.п.1,4
09Г2С ГОСТ 19281		От минус30 до плюс475			
20Х ГОСТ 4543		От минус40 до плюс450			п.1
15ХМ гост 4543		От минус40 до плюс560			
15Х5ВФ, 15Х5М ГОСТ 20072	Группа IV -КП.395 (КП.40) по ГОСТ 8479: δ≥13%, Ψ≥35%; KCU≥50 Дж/см^2	От минус40 до плюс650			п.п.1,2
12Х1МФ ОСТ 108.030.113	ОСТ 108.030.113	От минус20 до плюс450		ОСТ 108.030.113	-
12МХ ГОСТ 20072	Группа IV -КП.235 (КП.24) по ГОСТ 8479	От минус40 до плюс450		Группа IV по ГОСТ 8479	п.1
12ХМ, 15ХМ ТУ 302.02.031	ТУ 302.02.031	От минус40 до плюс560		ТУ 302.02.031	-

1	2	3	4	5	6
10Х2М1А-А ТУ 108.13.39	ТУ 108.13.39	От минус40 до плюс560	Не ограничено	ТУ 108.13.39	-
10Х2М1А-А, 10Х2М1А-ВД, 10Х2М1А-Ш ТУ 302.02.121	ТУ 302.02.121	От минус40 до плюс560		ТУ 302.02.121	-
20Х2МА ОСТ 26-01-135	ОСТ 26-01-135	От минус40 до плюс475		ОСТ 26-01-135	-
15Х2МФА-А ТУ 302.02.014	ТУ 302.02.014	От минус40 до плюс510		Группа II по ТУ 302.02.014	-
		Св.плюс510 до плюс560	10(100)		
08Х22Н6Т, 08Х21Н6М2Т ГОСТ 5632	Группа IV по ГОСТ 25054	От минус40 до плюс300	Не ограничено	Группа IV по ГОСТ 25054	п.1, 10
12Х18Н9Т; 12Х18Н10Т ГОСТ 5632		От минус253 до плюс610			п.п. 1,2,8,10
08Х18Н10Т ГОСТ 5632		От минус253 до плюс610			п.п.1,9,10
12Х18Н10Т; 08Х18Н10Т ГОСТ 5632		От плюс610 до плюс700	5(50)		п.п.1,2,8,10
10Х17Н13М2Т ГОСТ 5632		От минус253 до плюс600	Не ограничено		п.п. 1,10
03Х18Н11 ГОСТ 5632		От минус253 до плюс450			
03Х17Н14М3 ГОСТ 5632		От минус196 до плюс450			
10Х17Н13М3Т ГОСТ 5632		От минус196 до плюс600			

1	2	3	4	5	6
08Х17Н15М3Т ГОСТ 5632	Группа IV по ГОСТ 25054	От минус196 до плюс600	Не ограничено	Группа IV по ГОСТ 25054	п.1,10
06ХН28МДТ ГОСТ 5632		От минус196 до плюс400	5(50)		
08Х13; 12Х13 ГОСТ 5632		От минус40 до плюс550	6,4(64)		п.1;7

Примечания: 1. Допускается применять поковки группы II для невзрывоопасных сред при давлении менее 0,07 МПа (0,7 кгс/см^2).

2. Допускается наравне с поковками применять стальные горячекатаные кольца для изготовления фланцев из сталей марки 20 по ТУ 14-1-1431 и марок 20, 10Г2, 15Х5М, 12Х18Н10Т по ТУ 14-3-375.

3. Допускается применять фланцы приварные встык из поковок группы IV -КП.215 (КП.22) по ГОСТ 8479 и горячекатаных колец из стали марки 20 по ГОСТ 1050 и бандажных заготовок из стали марки 20 по ГОСТ 1050 для температуры стенки от минус31 до минус40°С при условии проведения термообработки-закалки и последующего высокого отпуска или нормализации после приварки фланца к корпусу или патрубку. При этом патрубок, привариваемый к корпусу, должен быть изготовлен из стали марки 16ГС (09Г2С,10Г2). Значение ударной вязкости основного металла должно быть не менее 30 Дж/см^2 (3 кгс×м/см^2). Допускается применение ответных фланцев штуцеров из стали марки 20 в термообработанном состоянии при температуре стенки от минус30 до минус40°С.

4. Поковки из сталей марок 15ГС, 16ГС, 09Г2С, 10Г2, 14ХГС должны испытываться на ударный изгиб при температуре стенки ниже минус30°С. Значение ударной вязкости должно быть не менее 30 Дж/см^2 (3 кгс×м/см)

5. Допускается применение заготовок, полученных методом электрошлакового переплава из сталей марок 20Ш, 10Г2Ш, по ТУ 0251-16, на параметры, аналогичные сталям 20 и 10Г2.

6. Допускается применять поковки из стали марки 20 с толщиной в месте сварки не более 12 мм при температуре стенки не ниже минус40°С без проведения термической обработки сварного соединения.

7. Для изготовления деталей, не подлежащих сварке.

8. Для сред, не вызывающих межкристаллитную коррозию.

9. Термическая обработка по режиму стабилизирующего отжига при условиях, оговоренных в п.5.6.2 настоящих ОТУ.

10 Для сред, вызывающих межкристаллитную коррозию (МКК), применять поковки группы IVК

Приложение 5

Электроды для ручной электродуговой сварки углеродистых, низколегированных и среднелегированных сталей

Марка стали	Электроды		Минимальная температура стенки под давлением для металла шва
	Тип электрода по ГОСТ 9467	Марка	
1	2	3	4
ВСт3кп; ВСт3пс; ВСт3сп; ВСт3Гпс; В18Гпс; 10; 15; 20; 15К; 16К; 18К; 20К; 20Л и марок ВСт3сп, 20К основного слоя двухслойной стали	Э 42	ОЗС-23; ОМА-2; АНО-6; АНО-17	Не ниже минус 15 °С, но не ниже допустимой минимальной температуры основного металла по приложениям 2, 3, 4.
	Э 46	ОЗС-12; ОЗС-4; МР-3; АНО-4; ОК 46.00	
	Э 42А	УОНИ-13/45; СМ-11; ОЗС-2	Не ниже минус 30, но не ниже допустимой минимальной температуры основного металла по приложениям 2, 3, 4.
	Э 46А	УОНИ-13/55К; ОЗС-22Р;	Не ниже минус 40°С, но не ниже допустимой минимальной температуры основного металла (в том числе биметалла) по приложениям 2, 3, 4.
	Э 50А	УОНИ-13/55; ОЗС-25; ОК 53.70; ОК 48.00	
22К; 25Л по ГОСТ 5520	Э 46А Э 50А	УОНИ-13/55К; ОЗС-22Р; ОЗС-22Н; ОЗС-25; ОК 53.70 УОНИ-13/55; ОК 48.00	Не ниже минус 40°С, но не ниже допустимой минимальной температуры основного металла по приложениям 2, 3, 4.

Продолжение приложения 5.

1	2	3	4
16ГС; 17ГС; 20ЮЧ; 17Г1С; 09Г2НАБЧ; 10ХСНД. Трубы толщиной менее 12 мм из сталей марок 10 и 20 и марки 16ГС основного слоя двухслойной стали	Э 50А	УОНИ-13/55; ОЗС-25; ОК 53.70; ОК 48.00;	Не ниже минус 40°С, но не ниже допустимой минимальной температуры основного металла по приложениям 2, 3, 4.
16ГМЮЧ	Э-09МХ, Э-09Х1М, Э-05Х2М	ОЗС-11; ТМЛ-1У; ОК 76.18; ОК 76.28	Не ниже О°С, но не ниже допустимой минимальной температуры основного металла по приложениям 2, 3, 4.
15Г2СФ	Э 50А, Э 55, Э 60	УОНИ-13/55; ОЗС-25; ОК 53.70	Не ниже минус 40°С, но не ниже допустимой минимальной температуры основного металла по приложениям 2, 3, 4.
10Х2ГНМ	Э-05Х2М	48Н-10; ОК 76.28	Не ниже 0°С, но не ниже допустимой минимальной температуры основного металла по приложениям 2, 3, 4.
09Г2С; 10Г2; 10Г2С1 и марка 09Г2С основного слоя двухслойной стали	Э 50А	УОНИ-13/55; ОЗС-25; ОК 48.00; ОК 53.70	Не ниже минус 60°С. От минус 61°С до минус 70°С после нормализации
09Г2С; 10Г2; 10Г2С1; 09Г2СЮЧ	10ГН; 10ГНМ	ВП-4; ВП-6; ОК 73.80	От минус 70°С до плюс 475°С, но в пределах, допускаемых по приложениям 2, 3, 4 для основного металла

Продолжение приложения 5.

1	2	3	4
12МХ и марка 12МХ основного слоя двухслойной стали	Э-09МХ Э-09Х1М	ОЗС –11; ТМЛ-1У; ОК 76.18	Не ниже 0°С, но не ниже допускаемой минимальной температуры для основного металла по приложениям 2, 3, 4.
12ХМ; 15ХМ и марка 12ХМ основного слоя двухслойной стали	Э-09Х1М	ТМЛ-1У; ЗИО-20; ОК 76.18	
12Х1МФ	Э-09Х1МФ	ТМЛ-3У; ЦЛ-20-67	
10Х2М1А-А	Э-09Х1М	ТМЛ-1У; ЗИО-20; ОК 76.18	
10Х2М1А-А; 20Х2МА и марка 20Х2МА основного слоя двухслойной стали	Э-09Х1М Э-05Х2М	ТМЛ-1У 48Н-10 ОК 76.28	
1Х2М1, 12Х1МФ	10Х2М1 Э-09Х1МФ Э-05Х2М	ЭГЛ-8[x] ТМЛ-1У 48Н-10; ОК 76.28	
15Х5; 15Х5М; 15Х5МУ; 15Х5ВФ	Э-10Х5МФ	ЦЛ-17; ОК 76.35	Не ниже 0°С, но не ниже допускаемой минимальной температуры для основного металла по приложениям 2, 3, 4.
12Х8ВФ	08Х9М1 09Х8ВФ Э-10Х5МФ	ЭГЛ-6 ; ОК 76.96 ЦЛ-17; ОК 76.35	
Х9М	08Х9М1	ЭГЛ-6[x]; ОК 76.96.	

Примечания.

1. Без индекса "Э" условно указаны типы электродов, не предусмотренные ГОСТ 9467. Марки электродов со знаком изготавливаются по разработке ВНИИнефтемаш.

2. Каждую партию электродов ЭГЛ-6, ЭГЛ-8 перед сваркой необходимо проверить на технологичность и на соответствие химического состава и механических свойств наплавленного металла паспорту на эти электроды независимо от наличия сертификата.

3. Максимальная температура металла шва под давлением принимается по основному металлу в соответствии с требованиями приложений 2,3,4.

4. Электроды типа Э42 и Э46 не допускается использовать в конструкции для сред, вызывающих коррозионное растрескивание и сероводородную коррозию.

5. Электроды серии ОК изготавливаются и поставляются шведской фирмой ЭСАБ и предприятиями России, освоившими производство этих электродов при содействии фирмы ЭСАБ.

Приложение 6.

Электроды для ручной электродуговой сварки высоколегированных сталей и плакирующего слоя двухслойной стали без обеспечения требований по стойкости наплавленного металла против МКК

Марка стали	Электроды		Диапазон температуры эксплуатации металла шва, °С
	Тип по ГОСТ 10052	Марка	
1	2	3	4
08Х22Н6Т	Э-04Х20Н9 Э-07Х20Н9	ОЗЛ-14А; ОЗЛ-8; ЦЛ-33; ОК61.35; ОК 67.55	От минус 40 до плюс 300
08Х18Г8Н2Т	Э-04Х20Н9 Э-07Х20Н9	ОЗЛ-14А; ОЗЛ-8; ЦЛ-33; ОК61.35; ОК 67.55	От минус 20 до плюс 300
08Х21Н6М2Т	Э-02Х20Н14Г2М2	ОЗЛ-20; ОК 67.55	От минус 40 до плюс 300
07Х13АГ20	Э-07Х20Н9 Э-04Х20Н9 Э-08Х20Н9Г2Б	ОЗЛ-14А; ОЗЛ-8; ЦЛ-33; ОЗЛ-36; УОНИ-13/НЖ 2; ОК 31.35; ОК 67.55 ОЗЛ-7; ЦЛ-11; АНВ-23; Л-40М ОК 61.85	От минус 70 до плюс 300
03Х19АГ3Н10	Э-02Х21Н10Г2	ОЗЛ-22; ОК 61.10	От минус 196 до плюс 450°С
12Х18Н10Т 08Х18Н10Т 12Х18Н10Т 12Х18Н8ТЛ 08Х18Н12Б 12Х18Н12Т	Э-04Х20Н9	ОЗЛ-14А; ОЗЛ-36; УОНИ-13/НЖ2; ОК 61.35; ОК 61.85	От минус 253 до плюс 450°С
	Э-07Х20Н9	ОЗЛ-8; ЦЛ-33; ОК 61.35; ОК 61.85	Температурные условия применения для основного металла по приложениям 2,3,4

Продолжение приложения 6.

1	2	3	4
10Х17Н13М2Т 10Х17Н13М3Т	Э-07Х19Н11М3Г2Ф	Э-400/10У ОК 63.30; ОК 63.85	От минус 196 до плюс 450°С
08Х17Н13М2Т 12Х18Н12М3ТЛ	Э-02Х20Н14Г2М2 Э-02Х19Н18Г5АМ3	ОЗЛ-20; ОК 63.80 АНВ-17; АНВ-26	Температурные условия применения для основного металла по приложениям 2,3,4
10Х14Г14Н4Т	Э-10Х20Н9Г6С Э-03Х15Н9АГА Э-04Х19Н9	НИИ-48Г АНВ-24 ОЗЛ-14А; ОК 61.35	Температурные условия применения основного металла по приложениям 2,3,4
03Х18Н11 02Х18Н11	Э-02Х21Н10Г2	ОЗЛ-22; ОК 61.35	От минус 253 до плюс 450°С
	Э-02Х19Н9Б	АНВ-13; ОК 61.81	Температурные условия применения для основного металла по приложениям 2,3,4
12Х18Н10Т 08Х18Н10Т Коррозионностойкого слоя двухслойной стали	Э-10Х25Н13Г2 для переходного и коррозионностойкого слоя	ОЗЛ-6; ЗИО-8 ЦЛ-25; ОК 67.75 ОК 67.70	Температурные условия применения для основного слоя биметалла по приложениям 2,3,4.
	Э-04Х20Н9 Э-07Х20Н9 только для коррозионностойкого слоя	ОЗЛ-14А; ОЗЛ-8; ЦЛ-33 ОК 61.35; ОК 61.30	
10Х17Н13М2Т 08Х17Н13М3Т Коррозионностойкого слоя двухслойной стали	Э-10Х25Н13Г2 только для переходного слоя Э-07Х19Н11М3Г2Ф Э-09Х19Н10Г2М2Б только для коррозионностойкого слоя	ОЗЛ-6; ЗИО-8; ЦЛ-25; ОК 67.75 ОК 67.70 НЖ-13 ОК 63.80	Температурные условия применения для основного слоя по приложениям 2,3,4

1	2	3	4
03Х17Н14М3	Э-02Х19Н18Г5АМ3 Э-02Х20Н14Г2М2	АНВ-17; АНВ-26 ОЗЛ-2; ОК 64.30	Температурные условия применения для основного металла по приложениям 2,3,4.
08Х13 применяется для коррозионно-стойкого слоя двухслойной стали и для внутренних устройств	Э-10Х25Н13Г2	ОЗЛ-6; ЗИО-8; ЦЛ-25; ОК 68.82; ОК 67.45	От минус 40 до плюс 550; В двухслойной стали температурные условия применения по основному слою по приложениям 2,3,4
08Х17Т для внутренних устройств	Э-07Х25Н13Г2	ОЗЛ-6; ЗИО-8; ЦЛ-25; ОК 61.86; ОК 61.85;	От плюс 20 до плюс 700
15Х25Т для внутренних устройств ХН32Т	Э-07Х25Н13Г2	ОЗЛ-6; ЗИО-8; ЦЛ-25; ОК 61.86; ОК 61.85	От плюс 20 до плюс 1000
	Э-27Х15Н35В3Г2Б2Т Э-10Х20Н70Г2М2Б2В	КТИ-7А; ОЗЛ-25Б; ОК 92.45	Температурные условия применения для основного металла по приложениям 2,3,4
НМЖМц 28-2,5-1,5 коррозионнойкого слоя двухслойной стали	Н70Д30	В56У по ТУ 14-4-807 с изм.1 ОК 92.86	Температурные условия применения для основного слоя по приложениям 2,3,4

Примечания: 1. Во избежание образования сигмафазы и охрупчивания металла шва допустимое содержание ферриной фазы в аустенитном металле шва в зависимости от температуры эксплуатации не должно превышать значений, представленных в таблице приложения 8.

2. Применение сварных соединений выше плюс 600°С должно быть согласовано со специализированной научно-исследовательской организацией по ремонту - ОАО" ВНИКТИнефтехимоборудование".

Приложение 7.

Электроды для ручной электродуговой сварки высоколегированных сталей и плакирующего слоя двухслойной стали с обеспечением требований по стойкости наплавленного металла против МКК

Марка стали	Электроды		Диапазон температуры эксплуатации металла шва, °С
	Тип по ГОСТ 10052	Марка	
1	2	3	4
08Х22Н6Т	Э-08Х20Н9Г2Б	ОЗЛ-7; ЦЛ-11; АНВ-23; Л-40М; ОК 61.85	От минус 40 до плюс 350, но не выше допустимой максимальной температуры основного металла по приложениям 2, 3, 4.
08Х18Г8Н2Т	Э-08Х19Н10Г2Б	ЦТ-15; ЦТ-15-1; ЗИО-3; ОК 61.86	От минус 20 до плюс 350, но не выше допустимой максимальной температуры основного металла по приложениям 2, 3, 4.
	08Х22Н7Г2Б	ОЗЛ-40 по ТУ 14-168-43	
08Х21Н6М2Т	Э-09Х19Н10Г2М2Б Э-07Х19Н11М3Г2Ф	НЖ-13; ОК 63.80; ОК 67.55	От минус 40 до плюс 350, но не выше допустимой максимальной температуры основного металла по приложениям 2, 3, 4.
	08Х20Н7Г2М2Б	ОЗЛ-41 по ТУ 14-168-43	
03Х19АГ3Н10	Э-02Х21Н10Г2 Э-02Х19Н9Б	ОЗЛ-22; ОК 61.35 АНВ-13; ОК 61.85	От минус 196 до плюс 350 От минус 196 до плюс 450 Эксплуатация от 350 до 450 для обеспечения стойкости против МКК требует стабилизирующего отжига
12Х18Н9Т; 12Х18Н10Т; 08Х18Н10Т; 12Х18Н9ТЛ	Э-08Х20Н9Г2Б	ОЗЛ-7; ЦЛ-11; Д-40М; АНВ-23; ОК 61.85	До плюс450, при этом эксплуатация от плюс350 до плюс450 требует стабилизирующего отжига

1	2	3	4
08Х18Н12Б; 12Х18Н12Т	Э-08Х19Н10Г2Б	ЦТ-15; ЦТ-15-1; ЗИО-3; ОК 61.86; ОК 61.35	Температура эксплуатации по основному металлу по приложениям 2,3,4. Эксплуатация выше 350 требует стабилизирующего отжига.
10Х17Н13М2Т 10Х17Н13М3ТЛ 12Х18Н12М3ТЛ 08Х17Н13 М2Т	Э-07Х19Н11М3Г2Ф Э-09Х19Н10Г2М2Б	НЖ-13; ОК 63.80; ОК 63.85	От минус 196 до плюс 350
08Х17Н15М3Т	Э-02Х19Н18Г5АМ3	АНВ-17; ОК 69.21	От минус 196 до плюс 350
03Х18Н11 02Х18Н11	Э-02Х19Н9Б	АНВ-13; ОК 61.86	Температура эксплуатации по основному металлу по приложениям 2,3,4. Эксплуатация выше плюс350 требует стабилизирующего отжига
12Х18Н10Т, 08Х18Н10Т коррозионностойкого слоя двухслойной стали	Э-10Х25Н13Г2 только для переходного слоя	ОЗЛ-6; ЗИО-8; ЦЛ-25; ОК 67.75; ОК 67.70	
	Э-08Х20Н9Г2Б только для коррозионностойкого слоя	ОЗЛ-7; ЦЛ-11; Л-40М; АНВ-23; ОК 61.85; ОК 61.86	До плюс 350
	Э-08Х19Н10Г2Б Только для коррозионностойкого слоя	ЦТ-15; ЦТ-15-1; ЗИО-3; ОК 61.86	Температура эксплуатации по основному металлу по приложениям 2,3,4. Эксплуатация выше плюс350 требует стабилизирующего отжига
10Х17Н13М2Т 08Х17Н15М3Т коррозионностойкого слоя двухслойнолй стали	Э-10Х25Н13Г2 только для переходного слоя Э-09Х19Н10Г2М2Б только для коррозионностойкого слоя	ОЗЛ-6; ЗИО-8; ЦЛ-25; ОК 67.75; ОК 67.70 НЖ-13; ОК 63.80[x]	От минус 196 до плюс 350

1	2	3	4
03Х17Н14М3	Э-02Х19Н18Г5АМ3 Э-02Х20Н14Г2М2	ОЗЛ-20; ОК 64.63	От минус 196 до плюс 350
15Х18Н12С4ТЮ	Э-10Х17Н13С4	ОЗЛ-29	От минус 20 до плюс 200
08Х8Н22С6 02Х17Н14С5	Э-02Х17Н14С5	ОЗЛ-24 по ТУ 14-4-579	От минус 40 до плюс 120
03Х21Н21М4ГБ	03Х24Н25М3АГ3 04Х23Н27М3Д3Г2Б 04Х21Н21М4Г2Б	АНВ-38 ОЗЛ-17У; ОК 69.33 ОЗЛ-26А	От минус 70 до плюс 350
06ХН28МДТ 03ХН28МДТ	03Х24Н25М3АГ3Д 04Х23Н27М3Д3Г2Б 04Х23Н26М3Д3Г2Б	АНВ-37; ОК 69.63; ОК 69.35 ОЗЛ-17У ОЗЛ-37-2	От минус 196 до плюс 350
08Х17Т 15Х25Т	Э-10Х25Н13Г2Б	ЦЛ-9	От плюс 20 до плюс 350

Примечания:

1. Технические требования, рабочие условия, виды испытаний и условия применения сталей по графе 1 определяются по ОСТ 26-291.
2. Во избежание образования сигма-фазы и охрупчивания металла шва допустимое содержание ферритной фазы в аустенитном металле шва в зависимости от температуры эксплуатации не должно превышать значений, представленных в таблице приложения 8.
3. Термообработка – высокий отпуск сварных соединений двухслойной стали, где это требуется, выполняется после полной сварки основного слоя и разделительного слоя перед наплавкой коррозионностойкого слоя.
4. Без индекса «Э» условно указаны типы электродов, не предусмотренных ГОСТ 10052.
5. Применение сварных соединений при температуре выше 600°С должно быть согласовано со специализированной научно-исследовательской организацией.

Приложение

Допустимое содержание ферритной фазы в аустенитном металле шва

Температура эксплуатации сварных соединений, °С	Допустимое содержание ферритной фазы, балл по ГОСТ 11878
До плюс 350	Не ограничивается
В интервале плюс 350÷450	10
В интервале плюс 450÷550	8
В интервале плюс 550÷700	6
В интервале плюс 700÷900	3

Выбор электродов, режимы и условия термообработки при сварке разнородных сталей

Сочетание марок сталей в сварном соединении (А+Б)		Марка электрода	Толщина стенки, мм	Термические условия сварки		Температурные условия соединения после сварки до термообработки		Допустимый разрыв во времени между сваркой и термообработкой		Вид и режим термообработки, °С	Особые требования к металлу шва
А	Б			Температура подогрева стыка перед сваркой, °С	Межваликовая температура, °С	Наличие «отдыха»[x]	Непрерывное поддержание температуры стыка на уровне температуры подогрева перед сваркой.	Перерыв, час	Условия		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Вст3пс, Вст3сп, Вст3Гпс 10,15,20 15К,16К, 18К,20К	16ГС, 17ГС, 09Г2, 09Г2С, 10Г2СЛ, 10Г2	АНО-1, ОЗС-23, ОМА-2, АНО-6, ОЗС-4, МР-3, АНО-4, ОЗС-12, ОК-46.00	>30	Приложение 24 для каждой группы сталей.	Не регламентируется	Нет	Нет	Не ограничено	-	Отпуск: - нагрев 620-650°С; - выдержка 3мин на 1мм; - охлаждение $V_{охл} \leq 300$°С/ч до 300°С, далее - в теплоизоляции	Электроды не допускаются для сред, вызывающих коррозионное растрескивание и сероводородную коррозию, а также при температуре стенки аппарата под давлением ниже минус 15°С

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Вст3пс, Вст3сп, Вст3Гпс, 10,15,20, 15К,16К, 18К,20К	16ГС, 17ГС 09Г2, 09Г2С, 10Г2С1, 10Г2	УОНИ-13/45, СМ-11, ОЗС-22Р, УОНИ-13/55К	>30	Приложение 24 для каждой группы сталей.	Приложение 24 для более легированной стали.	Нет	Нет	То же	-	То же	Нет
Вст3пс, Вст3сп, Вст3Гпс, 10,15,20, 15К,16К, 18К,20К	12МХ, 12ХМ, 15ХМ, 15ХМА	УОНИ-13/45, СМ-11, ОК 53.70	<12	То же	То же	Нет	Нет	72	Исключение статических и динамических нагрузок	Отпуск: - нагрев 680-700°С; - выдержка 3ч; - охлаждение $V_{охл} \leq 200$°С/ч до 300°С, далее - в теплоизоляции	Нет
То же	То же	То же	То же	То же	То же	Есть	Нет	Не ограничено	То же	То же	Нет
Вст3пс, Вст3сп, Вст3Гпс, 10,15,20, 15К,16К, 18К,20К	12МХ, 12ХМ, 15ХМ, 15ХМА	УОНИ-13/45, СМ-11	≥12	То же	То же	Нет	Нет	48	То же	То же	Нет
			То же	То же	То же	Есть	Нет	Не ограничено	То же	То же	Нет
		ОК 53.70	То же	То же	То же	Нет	Нет	72	То же	То же	Нет
			То же	То же	То же	Есть	Нет	Не ограничено	То же	То же	Нет

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
16ГС, 17ГС, 09Г2С, 09Г2, 10Г2С1, 10Г2	12МХ, 12ХМ, 15ХМ, 15ХМА	УОНИ-13/55 03С-25, АНО-11, ОЗС-20Р, АНО-10, ОК 48.00, ОК 53.70	<12	Приложение 24 для каждой группы сталей.	Приложение 24 для более легированной стали.	Нет	Нет	72	То же	То же	Нет
То же	То же	То же	То же	То же	То же	Есть	Нет	Не ограничено	То же	То же	Нет
То же	То же	То же	≥12	То же	То же	Нет	Нет	48	То же	То же	Нет
То же	То же	То же	То же	То же	То же	Есть	Нет	Не ограничено	То же	То же	Нет
16ГС, 17ГС 09Г2С, 09Г2, 10Г2С1, 10Г2	1Х2М1, 10Х5, 15Х5М, 15Х5ВФ, 20Х5МЛ, 20Х5ВЛ	УОНИ-13/55 03С-25, АНО-11, ОЗС-20Р, АНО-10	По проекту	То же	То же	Нет	Нет	Непосредственно после сварки	Без охлаждения стыка ниже температуры подогрева	Отпуск: - нагрев 740-750°С; ($V_{нагр}$≤200° С/ч) - выдержка 3ч; - охлаждение до 300°С с $V_{охл}$≤100° С/ч, далее - в теплоизоляции	Нет

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
То же	То же	То же	То же	Приложение 24 для каждой группы сталей.	Приложение 24 для более легированной стали.	Есть	Нет	48	Исключение статических и динамических нагрузок	То же	Нет
То же	То же	То же	То же	То же	То же	Есть	Есть	Не ограничено	То же	То же	Нет
То же	То же	ОК 53.70	То же	То же	То же	Нет	Нет	48	То же	То же	Нет
То же	То же	То же	То же	То же	То же	Есть	Нет	Не ограничено	То же	То же	Нет
12МХ, 12ХМ, 15ХМ, 15ХМА	1Х2М1, 10Х5, 15Х5М, 15Х5ВФ, 20Х5МЛ, 20Х5ВЛ	ТМЛ-1У, ЦУ-2ХМ, ЦЛ-38, ЗИО-20, ТМЛ-3У, ЦЛ-20	По проекту	То же	То же	Нет	Нет	Непосредственно после сварки	Без охлаждения стыка ниже температуры подогрева	То же	Нет
То же	То же	То же	По проекту	То же	То же	Есть	Нет	24	Исключение статических и динамических нагрузок	То же	Нет

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
То же	То же	То же	По проекту	То же	плюс350	Есть	Есть	Не ограничено	То же	То же	Нет
То же	То же	ОК 76.18; ОК 76.28	<12	То же	плюс350	Нет	Нет	48	То же	То же	Нет
То же	То же	То же	То же	То же	То же	Есть	Нет	Не ограничено	То же	То же	Нет
То же	То же	То же	≥12	То же	плюс350	Нет	Нет	12	То же	То же	Нет
То же	То же	То же	То же	То же	плюс350	Есть	Нет	Не ограничено	То же	То же	Нет
08Х22Н6Т	08Х18Н10 08Х18Н10Т 12Х18Н9Т, 12Х18Н10Т 12Х18Н12Т 12Х18Н12Б 0Х18Н11, 08Х17Н13М2Т 08Х17Н15М3Т 10Х17Н13М2Т 10Х17Н13М3Т 10Х17Н14М3	ОЗЛ-8, ОК 61.35	По проекту	Приложение 24	-	-	-	-	-	-	В средах, не вызывающих МКК
08Х21Н6М2Т	08Х18Н10, 08Х18Н10Т 12Х18Н9Т, 12Х18Н10Т 12Х18Н12Т 08Х18Н12Б, 03Х18Н11	ОЗЛ-8, ОК 61.35, ОК 61.30	По проекту	То же	-	-	-	-	-	-	В средах, не вызывающих МКК

Продолжение приложения 9.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
08Х21Н6М2Т	08Х17Н13М2Т 08Х17Н13М3Т 10Х17Н13М2Т 10Х17Н13М3Т 10Х17Н14М3	НЖ-13, ОК 63.80	По проекту	Приложение 24	-	-	-	-	-	-	В средах, не вызывающих МКК
10Х14Г14Н4Т	08Х18Н10, 08Х18Н10Т, 12Х18Н9Т, 12Х18Н10Т, 12Х18Н12Т, 08Х12Н12Б, 03Х18Н11	АНВ-20, ОК 69.21	По проекту	То же	-	-	-	-	-	-	Равнопрочность, пластичность и вязкость при низких температурах, коррозионная стойкость в слабоагрессивных средах, без требований к МКК
08Х18Г8Н2Т	08Х18Н10, 08Х18Н10Т, 08Х18Н12Б, 03Х18Н11	ЦЛ-11, ОК 61.85, ЦТ-15, ОК 61.86	По проекту	То же	-	-	-	-	-	-	При наличии требований по стойкости против МКК

Продолжение приложения 9.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
08Х17Т для деталей внутренних устройств	08Х18Н10, 08Х18Н10Т, 12Х18Н9, 12Х18Н10Т, 12Х18Н12Т, 08Х18Н12Б, 03Х18Н11	ОЗЛ-6, ЗИО-8, ЦЛ-25, ОК 67.75, ОК 67.70	По проекту	100÷150 сталей типа 08Х17Т, приложение 24 для группы сталей по графе 2	≤100	-	-	-	-	-	В средах, не вызывающих МКК
Ст3гс, Ст3сп, Ст3Гпс, 10,15,20,15К 16К, 18К,20К	08Х18Н10, 08Х18Н10Т, 12Х18Н9Т, 12Х18Н10Т, 12Х18Н12Т, 08Х18Н12В	ОЗЛ-6, ЗИО-8, ЦЛ-25, ОК 67.75 ОК 67.70	По проекту	Приложение 24 для каждой группы сталей.	То же	-	-	-	-	-	В средах, не вызывающих МКК
16ГС, 17ГС, 09Г2, 10Г2, 10Г2С1	03Х18Н11, 08Х17Н13М2Т 08Х17Н15М2Т 10Х17Н13М2Т 10Х17Н13М3Т 10Х17Н14М3Т	ОЗЛ-6, ЗИО-8, ЦЛ-25, ОК 67.75 ОК 67.70	По проекту	То же	То же	-	-	-	-	-	В средах, не вызывающих МКК
08Х18Н10, 08Х18Н10Т, 12Х18Н9Т, 12Х18Н10Т, 12Х18Н12Т, 08Х18Н12Т, 03Х18Н11	08Х17Н13М2, 08Х17Н15М3Т 10Х17Н13М2Т 10Х17Н13М3Т 10Х17Н14М3	ОЗЛ-8, ЦЛ-33, ОК 61.35, ОЗЛ-14А	По проекту	Приложение 24	То же	-	-	-	-	-	В средах, не вызывающих МКК

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
То же	То же	ЦЛ-11, ОЗЛ-7, АНВ-23, Л-40М, ОК 61.85	По проекту	Приложение 24	То же	-	-	-	-	-	При наличии требований против МКК и температуре эксплуатации до 350°С
То же	То же	ЦТ-15, ЦТ-15-1, ЗИО-3, ОК 61.86	По проекту	То же	То же	-	-	-	-	Стабилизирующий отжиг: нагрев до 870÷900°С; выдержка 3ч; охлаждение на воздухе	При наличии требований против МКК, температурные условия применения для основного металла по приложениям 2,3,4 с учетом п.3.9 настоящих ОТУ. Для температуры эксплуатация выше 350°С необходим стабилизирующий отжиг

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Вст3пс, Вст3сп, Вст3Гпс, 10, 15, 20, 15К, 16К, 18К, 20К, 16ГС, 09Г2С, 10Г2, 10Г2С1, 17ГС	08Х13, 08Х17Т, 15Х25Т (применяется для внутренних устройств сосудов и аппаратов, а также для коррозионностойкого слоя двухслойной стали – сталь 08Х13)	ОЗЛ-6, ЗНО-8, ЦЛ-25, ОК 68.82	По проекту	100÷150- для группы сталей графы 2; Приложение 24- для группы сталей графы 1.	≤100	-	-	-	-	-	При отсутствии требований по стойкости против МКК

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
12МХ, 12ХМ, 15ХМ, 15ХМА	08Х13, 08Х17Т, 15Х25Т (применяется для внутренних устройств сосудов и аппаратов, а сталь 08Х13,-также для коррозионностойкого слоя двухслойной стали)	ОЗЛ-6, ЗИО-8, ЦЛ-25, ОК 67.75	По проекту	100÷150- для группы сталей графы 2; Приложение 24 - для группы сталей графы 1.	≤100	-	-	-	-	-	При отсутствии требований по стойкости против МКК
12МХ, 12ХМ, 15ХМ,15ХМА 1Х2М1, 15Х5, 15Х5М, 15Х5МУ, 15Х5ВФ, 20Х5МЛ, 20Х5ВЛ	08Х22Н6Т, 08Х18Н10, 08Х18Н10Т, 12Х18Н9Т, 12Х18Н10Т, 12Х18Н12Т, 03Х18Н12Б, 08Х17Н13М2Т, 08Х17Н15М3Т 10Х17Н13М2Т 10Х17Н13М3Т, 10Х17Н14М3 06ХН28МДТ 03ХН28МДТ	ОЗЛ-6, ЗИО-8, ЦЛ-25 ОК 67.75	По проекту	150÷200 для группы сталей графы 1; Приложение 24 - для группы сталей графы 2.	То же	-	-	-	-	-	При температуре эксплуатации до 350°С и отсутствии требований по стойкости против МКК.

Продолжение приложения 9.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
То же	То же	НИАТ-5, ЭА 395/9, ОК 92.45	По проекту	То же	То же	-	-	-	-	-	При температуре эксплуатации до 450°С и отсутствии требований по стойкости против МКК
То же	То же	АНЖР-2 ОК 92.45	По проекту	То же	То же	-	-	-	-	-	Температура эксплуатации по основному металлу, но не выше 550°С. При отсутствии требований по стойкости против МКК

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
08Х13, 08Х17Т, 15Х25Т (применяется для внутренних устройств сосудов и аппаратов, а 08Х13-также для коррозионностойкого слоя двухслойной стали)	08Х22Н6Т, 08Х18Н10, 08Х18Н10Т, 12Х18Н9Т, 12Х18Н10Т, 12Х18Н12Т, 08Х18Н12Б, 08Х18Н11, 08Х17Н13М2Т 08Х17Н15М3Т 10Х17Н13М2Т 10Х17Н13М3Т 10Х17Н14М3	ОЗЛ-6, ЗИО-8, ЦЛ-25, ОК 92.45, ОК 92.26	По проекту	100÷150 для группы сталей графы 1; Приложение 24 - для группы сталей графы 2.	≤100	-	-	-	-	-	При отсутствии требований по стойкости против МКК
		ЦЛ-11, ОК 92.45, ОК 92.26 ЦТ-15, ОК 92.45, ОК 92.26	То же	То же	То же	-	-	-	-	-	При наличии требований по стойкости против МКК
08Х18Н10, 08Х18Н10Т, 12Х18Н9Т. 12Х18Н10Т, 12Х18Н12Т, 08Х18Н12Б, 03Х18Н11, 08Х17Н13М2Т, 08Х17Н15М3Т, 10Х17Н13М2Т, 10Х17Н13М3Т, 03Х17Н14М3	06ХН28МДТ 03ХН28МДТ	ОЗЛ-17У ОК 69.33	По проекту	Приложение 24	То же	-	-	-	-	-	При температуре эксплуатации до плюс 350°С и наличии требований против МКК

Примечание:

1. Во избежание образования сигма-фазы и охрупчивания металла шва допустимое содержание ферритной фазы в аустенитном металле шва в зависимости от температуры эксплуатации не должно превышать значений, представленных в таблице приложения 8.

2. "Отдых" - равномерный прогрев стыка непосредственно после сварки при температуре предварительного подогрева в течении 1,0 час.

3. Во всех случаях, не отражённых в таблице, скорость нагрева сварного соединения в процессе термообработки не должна превышать 200° С/ч при толщине стыка до 25мм включительно. При большей толщине скорость нагрева определяется по формуле:

$$V_{II} = 200 \times \frac{25}{S}\ ^{\circ}\text{С/ч},$$

где: S - толщина стыка, мм.

При этом минимальная скорость нагрева должна быть не менее 50° С/ч.

Приложение 10.

Рекомендуемые режимы прокалки и сроки годности наиболее распространенных сварочных электродов.

Марка электродов	Температура в печи при загрузке электродов, °С, не более	Скорость подъема температуры, °С/ч	Температура прокалки °С	Время выдержки, ч	Охлаждение с печью при закрытых дверцах до температуры, °С	Охлаждение с печью при открытых дверцах до температуры, °С	Срок годности после прокалки при хранении в помещениях и кладовых с температурой не ниже + 18°С и относительной влажностью воздуха не более 60%, сутки
1	2	3	4	5	6	7	8
МР-3, ОЗС-4, ОЗС-12, ОЗЛ-6, ОЗЛ-8, ЗИО-6, ЭА-395/9 ЭА-400/10У, НИАТ-5, ЦЛ-11 ОК 46.00; ОК 63.80; ОК 69.85; ОК 61.86; ОК 69.63; ОК 69.33; ОК 61.10; ОК 64.30; ОК 92.45	100	100÷150	180÷200	1	150	100÷120	5
ЦТ-15, АНЖР-3, АНЖР-2, КТИ-7, АНВ-17, ОЗЛ-17У, ОЗЛ-20, НЖ-13	150	100÷200	200÷250	1	100	80÷100	5
ЦЛ-20, ТИЛ-1, ЦЛ-17	150	100÷200	350÷400	1	200	100÷150	5
УОНИ-13/45, УОНИ 13/55, СМ-11, ТМУ-21, ВП-4: ОК-48.00; ОК 53.70; ОК 73.80; ОК-76.18; ОК 76.28; ОК 61.25; ОК 61.85; ОК 67.75; ОК 76.85; ОК 76.96; ОК 61.35; ОК 63.30; ОК 92.86; ОК 61.80	150	100÷200	350÷400	1.5	200	100÷150	5

Приложение 11.

Количество планок и прихваток на кольцевые стыки
для горизонтальных корпусов аппаратов

Толщина стенки корпуса, мм	Параметры прихваток	Размер скрепляющей планки, мм	Расстояние между опорами, м	Диаметр корпуса аппарата																		
				400	600	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2200	2400	2600	2800	3000	3200	3400	3600	3800	4000	4500
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Менее 30	Катет 10мм, длина прихватки 100 мм, шаг между прихватками 400 мм	100х360х10	До 12	6/3	7/3	10/3	12/3	12/4	14/4	14/4	17/4	16/6	16/6	20/0	22/0	24/0	24/0	26/0	28/0	30/0	31/0	31/0	32/0
От 30 до 60		100х360х16	12	7/3	7/3	8/3	9/4	10/4	10/6	11/6	13/6	16/6	16/6	17/6	18/8	18/8	19/8	20/10	21/10	22/12	24/12	24/12	25/12
От 60 до 100		100х360х16	До 8	5/4	6/4	8/4	8/4	9/6	10/6	11/8	12/8	14/8	15/8	16/8	15/10	20/10	20/10	20/10	21/12	22/12	22/12	-	-
			До 10	6/4	8/4	9/4	8/6	9/6	10/6	11/8	12/8	14/8	15/8	16/8	15/10	20/10	20/10	20/12	21/12	22/12	22/12	-	-
			До 12	10/4	10/4	12/4	12/4	10/6	11/6	11/8	12/8	14/8	16/8	16/8	15/10	20/10	20/10	20/12	21/12	22/12	22/12	-	-

Примечание: Числитель – количество прихваток, знаменатель – количество планок. Планки ставят с шагом 400 мм, планки приварить с двух сторон по длине катетом 10 мм

Приложение 12

Количество планок и прихваток на кольцевые стыки для вертикальных корпусов аппаратов

Толщина стенки корпуса мм	Параметры прихваток	Размер скрепляющей планки, мм	Диаметр корпуса аппарата																		
			400	600	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2200	2400	2600	2800	3000	3200	3400	3600	3800	4000	4500
Менее 30	Катет 10 мм, длина прихватки 100 мм, шаг между прихватками 400 мм	100х360х10	6/3	7/3	10/3	12/3	12/3	14/4	14/4	17/4	16/6	16/6	20/0	22/0	24/0	24/0	26/0	28/0	30/0	31/0	31/0	32/0
От 30 до 60		100х360х16	7/3	7/3	8/3	9/4	10/4	10/6	11/6	13/6	16/6	16/6	17/6	18/8	18/8	19/8	20/10	21/10	22/12	24/12	24/12	25/12
От 60 до 100		100х360х16	5/4	6/4	8/4	8/4	9/6	10/6	11/8	12/8	14/8	15/8	16/8	15/10	20/10	20/10	20/10	21/12	22/12	22/12	-	-

Примечание: Числитель – количество прихваток, знаменатель – количество планок. Планки ставят с шагом 400 мм, планки приварить с двух сторон по длине катетом 10 мм

Приложение 13.

Режимы и условия термообработки при сварке корпусных деталей аппаратов

Марка стали	Марка используемых электродов	Толщина свариваемых деталей, мм	Термические условия сварки		Температурные условия соединения после сварки до термообработки		Допустимый разрыв во времени между сваркой и термообработкой		Вид и режим термообработки, °С
			Температура подогрева,°С	Межваликовая температура,°С	Наличие «отдыха»	Непрерывное поддержание температуры стыка на уровне температуры подогрева перед сваркой	Перерыв, час	Условия	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Вст3пс, Вст3сп, Вст3Гпс, 10,15,20, 15К,16К, 18К,20К	АНО-1; ОЗС-23; ОМА-2; АНО-6; УОНИ-13/45; СМ-11, ОЗС-4; МР-3; АНО-4; ОЗС-12; ОЗС-22Р; УОНИ-13/55К ОК 46.00	>36	Приложение 24	Приложение 24	Нет	Нет	Не ограничено	-	Отпуск: нагрев 620-650°С; ($V_{наг}$≤300°С/ч); -выдержка 3мин на 1мм толщины; -охлаждение до 300°С с $V_{охл}$≤300°С/ч, далее - в теплоизоляции
16ГС, 17ГС, 09Г2С, 09Г2 10Г2С2, 10Г2	УОНИ-13/55 ОЗС-25, АНО-11 ОЗС-20Р, АНО-10 ОК 48.00, ОК 53.70	>30	То же	То же	Нет	Нет	Не ограничено	-	То же

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
12ХМ, 12МХ 15ХМ, 15ХМА	ЦЛ-38, ТМЛ-1У, ОК-76.18	<12	Прило-жение 24	Прило-жение 24	Нет	Нет	Не ограничено	Исключение статических и динамическтх нагрузок	Отпуск: -нагрев 710-730°С; -выдержка 3ч; -охлаждение до 300°С с $V_{охл}$≤100°С/ч, далее - в теплоизоляции
То же	ЦЛ-38, ТМЛ-1У	≥12	То же	То же	Нет	Нет	48	То же	То же
То же	То же	То же	То же	То же	Есть	Нет	72	То же	То же
То же	То же	То же	То же	То же	Есть	Есть	Не ограничено	То же	То же
12ХМ, 12МХ, 15ХМ, 15ХМА	ОК 76.18	≥12	То же	То же	Нет	Нет	72	Исключение статических и динамических нагрузок	То же
То же	То же	То же	То же	То же	Есть	Нет	Не ограничено	То же	То же
10Х2М1А-А, 12Х1МФ 20Х2МА	48Н-10 ЭГЛ-8	<12	То же	То же	Нет	Нет	Непосредственно после сварки	Без охлаждения стыка ниже температуры подогрева	Отпуск: -нагрев 725-735°С; -выдержка 3ч; -охлаждение до 300°С с $V_{охл}$≤100°С/ч, далее - в теплоизоляции

Продолжение приложения 13.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
10Х2М1А-А, 12Х1МФ, 20Х2МА	То же	То же	Прило-жение 24	Прило-жение 24	Есть	Нет	24	Исклю-чение статиче-ских и динами-ческих нагрузок	Отпуск: -нагрев 725-735°С; -выдержка 3ч; -охлаждение до 300°С с $V_{охл}$≤100°С/ч, далее - в теп-лоизоляции
То же	То же	То же	То же	То же	Есть	Есть	Не огра-ничено	То же	То же
То же	ОК 76.28	<12	То же	То же	Нет	Нет	48	То же	То же
То же	То же	То же	То же	То же	Есть	Нет	Не огра-ничено	То же	То же
То же	48Н-10 ЭГЛ-8	≥12	То же	То же	Нет	Нет	Непосред-ственно после сварки	Без ох-лажде-ния сты-ка ниже темпера-туры подогре-ва	То же
То же	То же	То же	То же	То же	Есть	Нет	24	Исклю-чение статиче-ских и динами-ческих нагрузок	То же

Продолжение приложения 13.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
То же	То же	То же	Прило-жение 24	Прило-жение 24	Есть	Есть	Не огра-ничено	То же	То же
10Х2М1А-А 12Х1МФ 20Х2МА	ОК 76.28	≥12	То же	То же	Нет	Нет	24	То же	То же
То же	То же	То же	То же	То же	Есть	Нет	Не огра-ничено	То же	То же
15Х5М, 15Х5, 15Х5ВФ 20Х5МЛ 20Х5ВЛ	ЦЛ-17	<12	То же	То же	Нет	Нет	Непосред-ственно после сварки	Без ох-лаждения стыка ниже темпера-туры по-догрева.	Отпуск: -нагрев 730-750°С; -выдержка 3ч; -охлаждение до 300°С с $V_{охл}$≤100°С/ч, далее - в теп-лоизоляции
15Х5М, 15Х5, 15Х5ВФ 20Х5МЛ 20Х5ВЛ	То же	То же	То же	То же	Есть	Нет	24	Исклю-чение статиче-ских и динами-ческих нагрузок	То же
То же	То же	То же	То же	То же	Есть	Есть	Не огра-ничено	То же	То же
То же	ОК 76.35, KV4L	<12	Прило-жение 24	Прило-жение 24	Нет	Нет	24	То же	То же
То же	ОК 76.35, KV4L	То же	То же	То же	Есть	Нет	Не огра-ничено	То же	То же

Продолжение приложения 13.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
То же	ЦЛ-17	≥12	Приложение 24	Приложение 24	Нет	Нет	Непосредственно после сварки	Без охлаждения стыка ниже температуры подогрева	То же
То же	То же	То же	То же	То же	Есть	Нет	12	Исключение статических и динамических нагрузок	То же
То же	То же	То же	То же	То же	Есть	Есть	Не ограничено	То же	То же
15Х5М, 15Х5, 15Х5ВФ 20Х5МЛ 20Х5ВЛ	ОК 76.35 KV4L	≥12	То же	То же	Нет	Нет	12	Исключение статических и динамических нагрузок	То же
То же	То же	То же	То же	То же	Есть	Нет	Не ограничено	То же	То же
Х9М	ЭГЛ-6	<12	Приложение 24	Приложение 24	Нет	Нет	Непосредственно после сварки	Без охлаждения стыка ниже температуры подогрева	Отпуск: - нагрев 740-760°С; -выдержка 3ч; -охлаждение до 300°С с $V_{охл}$≤100°С/ч, далее - в теплоизоляции

Продолжение приложения 13.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
То же	То же	То же	То же	То же	Есть	Нет	24	Исключение статических и динамических нагрузок	То же
То же	То же	То же	То же	То же	Есть	Есть	Не ограничено	То же	То же
То же	ОК 76.96	<12	То же	То же	нет	нет	24	То же	То же
То же	То же	То же	То же	То же	есть	нет	Не ограничено	То же	То же
Х9М	ЭГЛ-6	≥12	То же	То же	Нет	Нет	Непосредственно после сварки	Без охлаждения стыка ниже температуры подогрева	То же
То же	То же	То же	Приложение 24	Приложение 24	Есть	Нет	12	Исключение статических и динамических нагрузок	То же
То же	То же	То же	То же	То же	Есть	Есть	Не ограничено	То же	То же
То же	ОК 76.96	≥12	То же	То же	Нет	Нет	12	То же	То же
То же	То же	То же	То же	То же	Есть	Нет	Не ограничено	То же	То же

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
12Х18Н8Т 12Х18Н10Т 08Х18Н10Т	ОЗЛ-7; ЦЛ-11; Л-40М, АНВ-23, ОК 61.85	Любая	Нет	Нет	Нет	Нет	Не ограничено	-	Стабилизирующий отжиг: -нагрев 870-900°С; -выдержка 4ч; -охлаждение на спокойном воздухе
10Х17Н13М2Т 10Х17Н13М3Т 08Х17Н13М2Т	НЖ-13 ОК 63.80	Любая	Нет	Нет	Нет	Нет	Не ограничено	-	То же

Примечания:

1. Каждую партию электродов ЭГЛ-6, ЭГЛ-8 перед сваркой необходимо проверить на технологичность и на соответствие химического состава и механических свойств наплавленного металла паспорту на эти электроды независимо от наличия сертификата.

2. «Отдых»[x] – равномерный прогрев стыка непосредственно после сварки при температуре предварительного подогрева в течение 1,0 час..

3. Во всех случаях, не отражённых в таблице, скорость нагрева сварного соединения в процессе термообработки не должна превышать 200° С/ч при толщине стыка до 20мм включительно. При большей толщине скорость нагрева определяется по формуле:

$$V_н = 200 \times \frac{25}{S} \text{ °С/ч},$$

где: S - толщина стыка, мм.

При этом минимальная скорость нагрева должна быть не менее 50° С/ч.

Приложение 14.

Минимальные нормы механических свойств сварных соединений

Механические свойства	Для углеродистых сталей	Для низколегированных марганцовистых и кремнемарганцовистых сталей	Для хромистых, хромомолибденовых и хромованадиевовольфрамовых сталей	Для аустенитно-ферритных сталей	Для аустенитных сталей
Временное сопротивление разрыву при температуре плюс20°С	Не ниже нижнего значения временного сопротивления разрыву основного металла по стандарту или техническим условиям для данной марки стали				
Минимальное значение ударной вязкости, KCU Дж/см^2 (кгс х м/см^2):					
- при температуре плюс20°С	50(5)	50(5)	50(5)	40(4)	70(7)
- при температуре ниже минус20°С	30(3)	30(3)	-	30(3)	30(3)
Минимальное значение угла загиба, градус:					
- при толщине не более 20 мм	100	80	50	80	100
- при толщине более 20 мм	100	60	40	60	100
Твердость металла шва сварных соединений, НВ, не более	-	-	240	220	200

Примечания.

1. Твердость металла шва в аустенитном коррозионностойком слое сварных соединений корпусов аппаратов из двухслойных сталей не должна превышать НВ 220.

2. Показатели механических свойств сварных соединений по временному сопротивлению разрыву и углу загиба определяются как среднеарифметическое от результатов испытаний отдельных образцов. Общий результат считается неудовлетворительным, если хотя бы один из образцов показал значение времен-

ного сопротивления разрыву более чем на 7% и угла загиба более чем на 10% ниже норм, указанных в таблице. При испытании на ударный изгиб результат считается неудовлетворительным, если хотя бы один из образцов показал значение ниже норм, указанных в таблице. Допускается на одном образце при температурах минус40°С и ниже получение значения ударной вязкости не менее 25 Дж/см^2 (2,5 кгс х м/см^2).

3. Виды испытаний и гарантированные нормы механических свойств по временному сопротивлению разрыву и ударной вязкости стыковых сварных соединений типа «лист + поковка», «лист + литье», «поковка + поковка», «поковка + труба», «поковка +сортовой прокат» должны соответствовать требованиям, предъявляемым к материалу с более низкими показателями механических свойств. Для сварных соединений типа: «лист + поковка», «поковка + труба», «лист + литье», «поковка +поковка», «поковка + сортовой прокат» значение угла загиба должно быть не менее:

- 70° для углеродистых сталей и сталей аустенитного класса;
- 50° для низколегированных марганцевистых и кремнемарганцовистых сталей, высоколегированных сталей аустенитно-ферритного класса;
- 30° для низколегированных и среднелегированных (хромистых и хромомолибденовых) сталей и высоколегированных сталей ферритного класса.

4. Твердость металла шва сварных соединений из стали марки 12ХМ, выполненных ручной электродуговой сваркой ванадийсодержащими электродами, должна быть не более 260 НВ при условии, что относительное удлинение металла шва будет не менее 18%.

Твердость металла шва сварных соединений из стали марки 15Х5МУ должна быть не более 270 НВ.

Твердость переходного слоя в сварных соединениях двухслойных сталей должна быть не более 220 НВ при измерении на контрольных образцах.

Приложение 15.

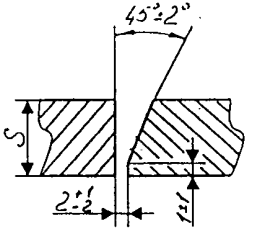
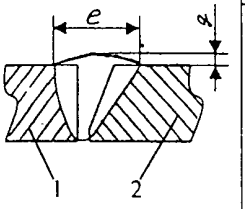
Предельно-допустимые значения измеряемых характеристик дефектов, выявленных ультразвуковым методом, в сварных швах сосудов, аппаратов, изготовленных по ОСТ 26.291 (P≤ 16 МПа)

Тип сварного соединения	Толщина, H, мм S_o	Эквивалентная площадь отдельных несплошностей				Условная протяженность цепочки точечных несплошностей на участке сварного шва, длиной 10H, не более
		Наименьшая фиксируемая	Максимально-допустимая S_1 (предельная чувствительность)			
			При эталонировании по			
			Отверстию с плоским дном		зарубке	
			S_1, мм^2	Д, мм	S_1, мм × мм	
1	2	3	4	5	6	7
1. Стыковые сварные соединения:						
- с односторонним швом (V-образная разделка кромок)	Св.8 до 10	На 6 дБ ниже эхо-сигнала от максимально-допустимой эквивалентной несплошности	1,6	1,5	1,0x2,0	1,5H
	Св.10 до 18		2,0	1,6	2,0x2,0	1,5H
	Св.18 до 24		3,0	2,0	3,0x2,0	1,5H
- с двухсторонним швом (K-образная разделка кромок)	Св.24 до 28		3,0	2,0	3,0x2,0	1,5H
	Св.28 до 40		5,0	2,5		1,5H
	Св.40 до 90		7,0	3,0		1,5H

1	2	3	4	5	6	7
2. Угловые сварные соединения:						
- с V – образной разделкой кромок	Св.8 до 10		1,6	1,5	1,0x20	1,5Н
	Св.10 до 18		2,0	1,6	1,6x1,6	1,5Н
- с К- образной разделкой кромок	Св.18 до 28		3,0	2,0	3,0x2,0	1,5Н
	Св.28 до 40		5,0	2,5		1,5Н
3. Тавровые сварные соединения:						
- с V – образной разделкой кромок	Св.8 до 10		1,6	1,5	1,0x2,0	1,5Н
	Св.10 до 18		2,0	1,6	1,6x1,6	1,5Н
	Св.18 до 22		3,0	2,0	2,0x2,0	1,5Н
	Св.22 до 28		3,0	2,0	3,0x2,0	1,5Н
	Св.28 до 30		5,0	2,5		1,5Н
- с К – образной разделкой кромок	Св.16 до 18		2,0	1,6	1,6x1,6	1,5Н
	Св.18 до 28		3,0	2,0	2,0x2,0	1,5Н
	Св.28 до 40		5,0	2,5		1,5Н

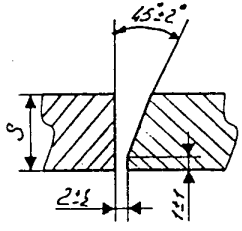
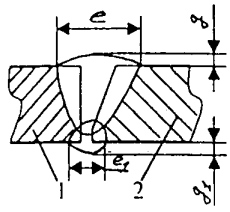
КОНСТРУКТИВНОЕ ИСПОЛНЕНИЕ ПОДГОТОВКИ СВАРИВАЕМЫХ КРОМОК И СВАРНЫХ ШВОВ

Размеры, мм

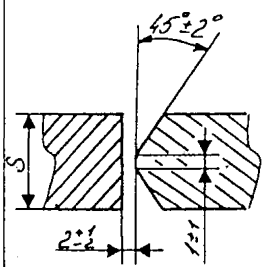
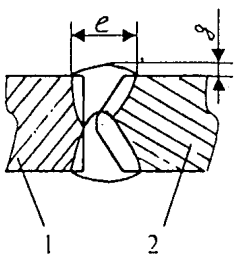
Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		S	e	g	Рекомендации по сварке и примечания
	Подготовленных кромок	Выполненного шва				
С8 (ГОСТ 5264)		 1- нижняя деталь; 2- верхняя деталь.	5-8 8-11 11-14	12±2 16±2 20±2	$0,5^{+1,5}_{-0,5}$	Ручная электродуговая сварка в условиях одностороннего доступа горизонтальных швов заплат на вертикальном корпусе аппарата или для приварки днищ к вертикальному корпусу.
			14-17 17-20 20-24 24-28 28-32 32-36 36-40 40-44 44-48 48-52 52-56 56-60	24±3 28±3 32±3 35±3 38±3 41±3 44±3 49±4 53±4 56±4 60±4 64±4	$0,5^{+2,0}_{-0,5}$	

126

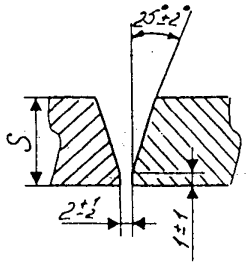
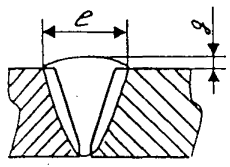
Размеры, мм

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		S	e	e_1	$g=g_1$	Рекомендации по сварке и примечания
	Подготовленных кромок	Выполненного шва					
С 12 (ГОСТ 5264)		 1- нижняя деталь; 2- верхняя деталь.	5-8 8-11 11-14 14-17 17-20 20-21 24-28 28-32 32-36 36-40 40-44 44-48 48-52 52-56 56-60	12±2 16±2 20±2 24±3 28±3 32±3 35±3 38±3 41±3 44±3 49±4 53±4 56±4 60±4 64±4	$8^{\pm2}$ $10^{\pm2}$ $12^{\pm2}$	$0,5^{+1.5}_{-0.5}$ $0,5^{+2.0}_{-0.5}$	Ручная электродуговая сварка в условиях двухстороннего доступа горизонтальных швов заплат на вертикальном корпусе аппарата или для приварки днищ к вертикальному корпусу

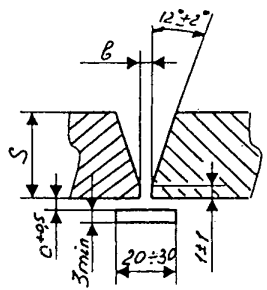
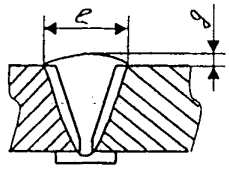
Размеры, мм

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		S	e	g	Рекомендации по сварке и примечания
	Подготовленных кромок	Выполненного шва				
С15 (ГОСТ 5264)		 1- нижняя деталь; 2- верхняя деталь.	8-11	10±2		Ручная электродуговая сварка в условиях двустороннего доступа горизонтальных швов заплат на вертикальном корпусе аппарата или для приварки днищ к вертикальному корпусу
			11-14	12±2	0,5 $^{+1,5}_{-0,5}$	
			14-17	14±3		
			17-20	16±3		
			20-24	18±3		
			24-28	20±3		
			28-32	22±3		
			32-36	24±3		
			36-40	26±3	0,5 $^{+2,0}_{-0,5}$	
			40-44	28±3		
			44-48	30±3		
			48-52	32±3		
			52-56	34±3		
			56-60	36±3		
			60-64	39±4		
			64-70	42±4		
			70-76	45±4		
			76-82	48±4	0,5 $^{+3,0}_{-0,5}$	
			82-88	51±4		
			88-94	54±4		
			94-100	58±4		

Размеры, мм

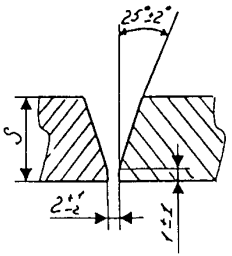
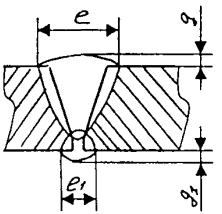
Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы: Подготовленных кромок	Конструктивные элементы: Выполненного шва	S	e	g	Рекомендации по сварке и примечания
С17 (ГОСТ 5264)			5-8 8-11 11-14	12±2 16±2 19±2	0,5 +1,5 -0,5	Ручная электродуговая сварка в условиях одностороннего доступа вертикальных швов заплат на вертикальном корпусе аппарата или кольцевых швов на горизонтальном аппарате
			14-17 17-20 20-24 24-28 28-32 32-36 36-40 40-44 44-48 48-52 52-56 56-60	22±3 26±3 30±3 34±3 38±3 42±3 47±3 52±4 54±4 56±4 60±4 65±4	0,5 +2,0 -0,5	

Размеры, мм

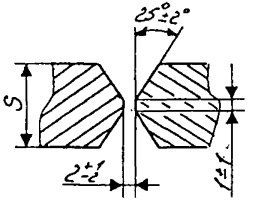
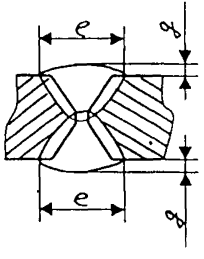
Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы: Подготовленных кромок	Конструктивные элементы: Выполненного шва	S	B	e	g	Рекомендации по сварке и примечания
С 19 (ГОСТ 5264)			6-10	8±1	17±2	$0,5^{+1,5}_{-0,5}$	Ручная электродуговая сварка в условиях одностороннего доступа при сварке вертикальных швов корпуса с жесткими требованиями к провару корня шва. Допустимо использование остающихся подкладных пластин, выполняемых из материала корпуса
			10-14		19±2		
			14-18		22±3	$0,5^{+2,5}_{-0,5}$	
			18-22		24±3		
			22-26	12±1	26±3		
			26-30		28±3		
			30-35		30±3		
			35-40		32±4		
			40-47		34±4		
			47-54		36±4		
			54-60		38±5		
			60-66		40±5	$0,5^{+3,0}_{-0,5}$	
			66-72		44±5		
			72-78		48±5		
			78-85		52±5		
			85-92		56±5		
			92-100		60±5		

124

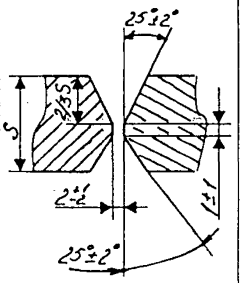
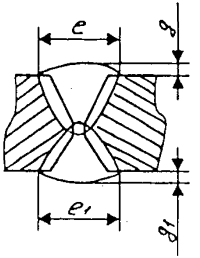
Размеры, мм

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		S	e	e	$g=g_1$	Рекомендации по сварке и примечания
	Подготовленных кромок	Выполненного шва					
С21 (ГОСТ 5264)			5-8	12±2	8±2	$0,5^{+1,5}_{-0,5}$	Ручная электродуговая сварка в условиях двухстороннего доступа вертикальных швов заплат на вертикальном корпусе аппарата или кольцевых швов на горизонтальном аппарате
			8-11	16±2	10±2		
			11-14	19±2			
			14-17	22±3		$0,5^{+2,0}_{-0,5}$	
			17-20	26±3			
			20-24	30±3			
			24-28	34±3			
			28-32	38±3			
			32-36	42±3	12±2		
			36-40	47±3			
			40-44	52±4			
			44-48	54±4			
			48-52	56±4			
			52-56	60±4			
			56-60	65±4			

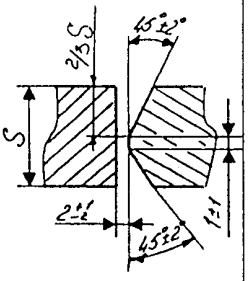
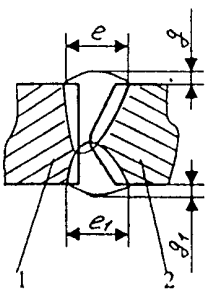
Размеры, мм

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы: Подготовленных кромок	Конструктивные элементы: Выполненного шва	S	e	g	Рекомендации по сварке и примечания
С25 (ГОСТ 5264)			8-11	10±2		Ручная электродуговая сварка в условиях двустороннего доступа вертикальных швов заплат на вертикальном корпусе аппарата или кольцевых швов на горизонтальном аппарате
			11-14	12±2	0,5 +1,5 -0,5	
			14-17	14±3		
			17-20	16±3		
			20-24	18±3		
			24-28	20±3		
			28-32	22±3		
			32-36	24±3		
			36-40	26±3		
			40-44	28±3	0,5 +2,0 -0,5	
			44-48	30±3		
			48-52	32±3		
			52-56	34±3		
			56-60	36±4		
			60-64	39±4		
			64-70	42±4		
			70-76	45±4		
			76-82	48±4		
			82-88	51±4		
			88-94	54±4	0,5 +3,0 -0,5	
			94-100	57±4		
			100-106	60±4		
			106-112	63±4		
			112-118	66±4		
			118-120	68±4		

Размеры, мм

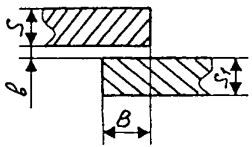
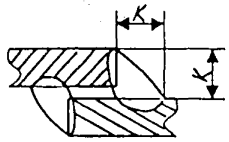
Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы: Подготовленных кромок	Конструктивные элементы: Выполненного шва	S	e	e_1	$g=g_1$	Рекомендации по сварке и примечания
С 39 (ГОСТ 5264)			12-14	16±2	11±2	0,5 $^{+1,5}_{-0,5}$	Ручная электродуговая сварка в условиях двустороннего доступа вертикальных швов заплат на вертикальном корпусе аппарата или кольцевых швов на горизонтальном аппарате
			14-17	18±3	12±2		
			17-20	20±3	13±2		
			20-24	22±3	14±2		
			24-28	25±3	16±2	0,5 $^{+2,0}_{-0,5}$	
			28-32	28±3	18±2		
			32-36	30±3	20±2		
			36-40	32±3	22±2		
			40-44	35±3	24±2		
			44-48	38±3	25±2		
			48-52	41±3	26±2		
			52-56	44±3	27±2		
			56-60	47±3	28±2		
			60-64	49±4	29±3	0,5 $^{+3,0}_{-0,5}$	
			64-70	51±4	30±3		
			70-76	53±4	31±3		
			76-82	55±4	32±3		
			82-88	57±4	33±3		
			88-94	60±4	34±3		
			94-100	63±4	35±3		
			100-106	66±4	36±3		
			106-112	69±4	38±3		
			112-118	72±4	40±3		
			118-120	75±4	42±3		

Размеры, мм

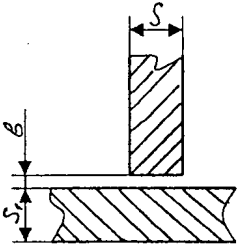
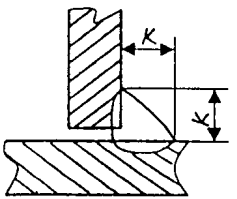
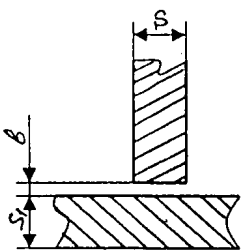
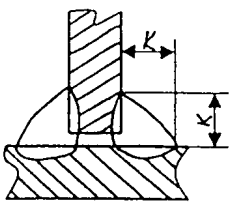
Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		S	e	e_1	$g=g_1$	Рекомендации по сварке и примечания
	Подготовленных кромок	Выполненного шва					
С 43 (ГОСТ 5264)			12-14	18±2	15±2	0,5 $^{+1,5}_{-0,5}$	Ручная электродуговая сварка в условиях двустороннего доступа горизонтальных швов заплат на вертикальном корпусе –аппарата или для приварки днищ к вертикальному корпусу
			14-17	19±3	16±2		
			17-20	20±3	17±2		
			20-24	22±3	18±2		
			24-28	24±3	19±2		
			28-32	27±3	20±2	0,5 $^{+2,0}_{-0,5}$	
			32-36	30±3	21±2		
			36-40	33±3	22±2		
			40-44	36±3	23±2		
			44-48	39±3	25±2		
			48-52	42±3	27±2		
			52-56	45±3	29±2		
			56-60	48±3	31±2		
			60-64	51±4	33±3		
			64-70	54±4	35±3		
			70-76	57±4	37±3	0,5 $^{+3,0}_{-0,5}$	
			76-82	60±4	39±3		
			82-88	63±4	41±3		
			88-94	66±4	43±3		
			94-100	69±4	45±3		

1- нижняя деталь;
2- верхняя деталь.

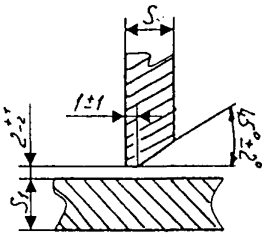
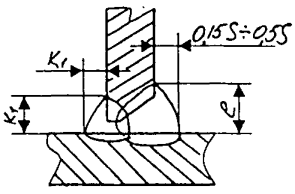
Размеры, мм

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		S	B	в	Рекомендации по сварке и примечания
	Подготовленных кромок	Выполненного шва				
Н2 (ГОСТ 5264)	 $S_1 \geq 2$		2-5 5-10 10-29 29-60	3-20 8-40 12-100 30-240	$0^{+1,0}$ $0^{+1,5}$ $0^{+2,0}$ $0^{+2,0}$	Сварное соединение используется для приварки неответственных внутренних устройств

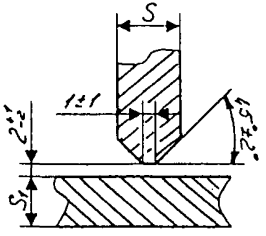
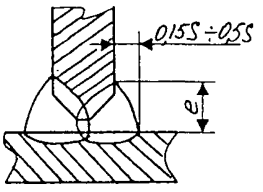
Размеры, мм

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		S	в	Рекомендации по сварке и примечания
	Подготовленных кромок	Выполненного шва			
Т 1 (ГОСТ 5264)	 $S_1 \geq 2$		2-3 3-15 15-40	0^{+1} 0^{+2} 0^{+3}	Сварные соединения используются для приварки неответственных внутренних устройств
Т 3 (ГОСТ 5264)	 $S_1 \geq 2$		2-3 3-15 15-40	0^{+1} 0^{+2} 0^{+3}	

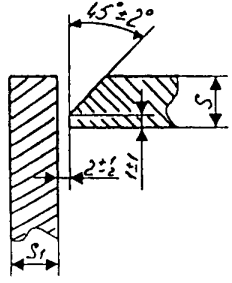
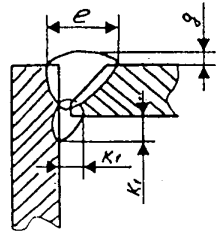
Размеры, мм

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		S	e	Рекомендации по сварке и примечания
	Подготовленных кромок	Выполненного шва			
Т7 (ГОСТ 5264)	 $S_1 \geq 0{,}5S$		3-5 5-8 8-11 11-14 14-17 17-20 20-24 24-28 28-32 32-36 36-40 40-44 44-48 48-52 52-56 56-60	7±2 10±2 14±2 18±2 22±3 26±3 30±3 33±3 36±3 40±3 44±3 47±4 50±4 54±4 58±4 62±4	Сварное соединение применяется для сварки ответственных наружных и внутренних устройств корпусов аппаратов

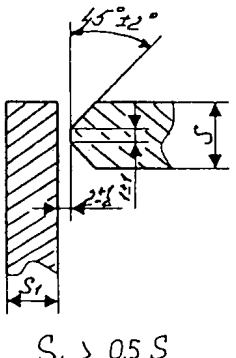
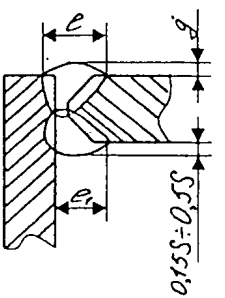
Размеры, мм

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		S	e	Рекомендации по сварке и примечания
	Подготовленных кромок	Выполненного шва			
Т8 (ГОСТ 5264)	 $S_1 \geq 0{,}5S$		8-11 11-14 14-17 17-20 20-24 24-28 28-32 32-36 36-40 40-44 44-48 48-52 52-56 56-60 60-64 64-70 70-76 76-82 82-88 88-94 94-100	9±2 11±2 12±3 14±3 16±3 18±3 20±3 22±3 24±3 26±3 28±3 30±3 32±3 34±3 37±4 40±4 43±4 46±4 48±4 52±4 56±4	Сварное соединение применяется для сварки ответственных наружных и внутренних устройств корпусов аппаратов

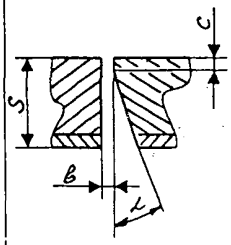
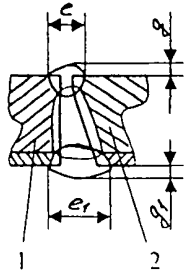
Размеры, мм

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		S	e	g	Рекомендации по сварке и примечания
	Подготовленных кромок	Выполненного шва				
У 7 (ГОСТ 5264)	 $S_1 \geq 0{,}5S$		5-8 8-11 11-14	12±2 16±2 20±2	$0{,}5^{+1{,}5}_{-0{,}5}$	Сварное соединение применяется для сварки ответственных наружных и внутренних устройств корпусов аппаратов
			14-17 17-20 20-24 24-28 28-32 32-36 36-40 40-44 44-48 48-52 52-56 56-60	24±3 28±3 32±3 35±3 38±3 41±3 44±3 49±4 53±4 56±4 60±4 64±4	$0{,}5^{+2,0}_{-0{,}5}$	

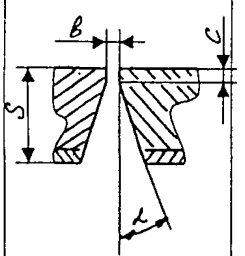
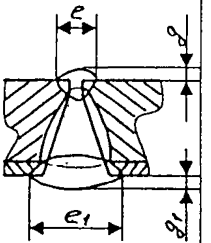
Размеры, мм

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы: Подготовленных кромок	Конструктивные элементы: Выполненного шва	S	e	e_1	g	Рекомендации по сварке и примечания
У 8 (ГОСТ 5264)			8-11	10±2	9±2	$0{,}5^{+4,5}_{-0,5}$	Сварное соединение применяется для сварки ответственных наружных и внутренних устройств корпусов аппаратов
			11-14	12±2	11±2		
			14-17	14±3	12±3	$0{,}5^{+2,0}_{-0,5}$	
			17-20	16±3	14±3		
			20-24	18±3	16±3		
			24-28	20±3	18±3		
			28-32	22±3	20±3		
			32-36	24±3	22±3		
			36-40	26±3	24±3		
			40-44	28±3	26±3		
			44-48	30±3	28±3		
			48-52	32±3	30±3		
			52-56	34±3	32±3		
			56-60	36±3	34±3		
			60-64	39±4	37±4	$0{,}5^{+3,0}_{-0,5}$	
			64-70	42±4	40±4		
			70-76	45±4	43±4		
			76-82	48±4	46±4		
			82-88	51±4	48±4		
			88-94	54±4	52±4		
			94-100	58±4	56±4		

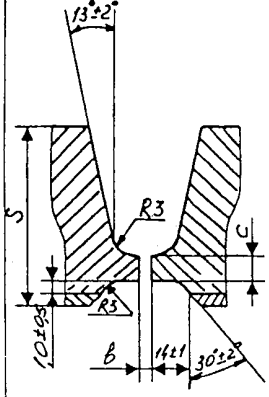
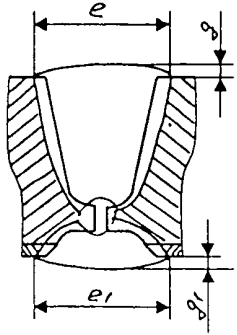
Размеры, мм

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы: Подготовленных кромок	Конструктивные элементы: Выполненного шва	S	в	с	α	e не более	e_1 не менее	g	g_1	Рекомендации по сварке и примечания
С 4 (РТМ 26-168)		 1- нижняя деталь; 2- верхняя деталь.	8-10	2^{+1}_{-2}	2^{+1}_{-2}	50°±3°	15	18	$1{,}0^{+1}_{-0{,}5}$	$1{,}0^{+2{,}0}_{-0{,}5}$	Ручная электродуговая сварка в условиях двустороннего доступа горизонтальных швов заплат на вертикальном корпусе аппарата из биметалла или для приварки днищ к вертикальному корпусу
			12-16				17	22	$1{,}0^{+2{,}0}_{-0{,}5}$	$1{,}0^{+3{,}0}_{-0{,}5}$	
			18-20				20	28			

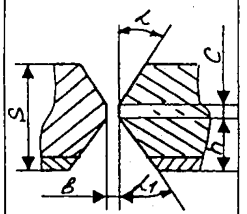
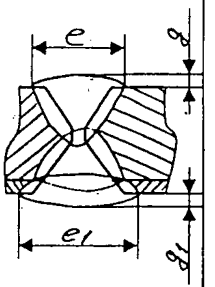
Размеры, мм

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы: Подготовленных кромок	Конструктивные элементы: Выполненного шва	S	в	с	α	е не более	e_1 не менее	g	g_1	Рекомендации по сварке и примечания
С 7 (РТМ 26-168)			8-10	1^{+1}_{-1}	1^{+1}_{-1}	45°±3°	20	22	$1,0^{+1,0}_{-0,5}$	$1,0^{+2,0}_{-0,5}$	Ручная электродуговая сварка в условиях двустороннего доступа вертикальных швов заплат на вертикальном корпусе аппарата из биметалла или кольцевых швов на горизонтальном аппарате
			12-14	2^{+1}_{-2}	2^{+1}_{-2}	30°±3°	22	26			
			16-18					32			
			20-22					34			

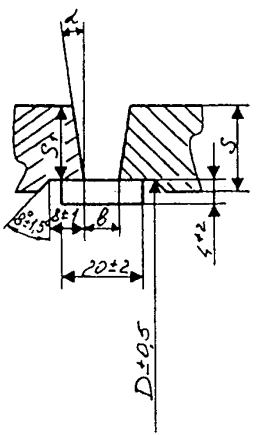
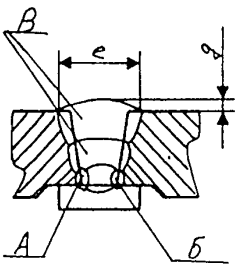
Размеры, мм

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы: Подготовленных кромок	Конструктивные элементы: Выполненного шва	S	в	с	e не более	e_1 не менее	g	g_1	Рекомендации по сварке и примечания
С 14 (РТМ 26-168)			50 60	2^{+1}_{-2}	2^{+5}_{-5}	45 50	35	$1,0^{+3,0}_{-0,5}$	$1^{+2,5}_{-0,5}$	Ручная электродуговая сварка в условиях двустороннего доступа вертикальных швов заплат на вертикальном корпусе аппарата из биметалла или кольцевых швов на горизонтальном аппарате из двухслойных сталей
			70 80 90 100			55 60 65 70	40	$1,0^{+3,0}_{-0,5}$	$1^{+3,0}_{-0,5}$	

Размеры, мм

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы: Подготовленных кромок	Конструктивные элементы: Выполненного шва	S	в	с	h	α	α_1	e не более	e_1 не менее	g	g_1	Рекомендации по сварке и примечания
С 20 (РТМ 26-168)			14-16	2±1	1±1	7±1	27±3°	35±3°	20	22	2 +2,0 -0,5	1,5 +2,0 -0,5	Ручная электродуговая сварка в условиях двустороннего доступа вертикальных швов заплат на вертикальном корпусе или кольцевых швов на горизонтальном аппарате из двухслойных сталей
			18-20			9±1			22	24			
			22-26			11±1			25	27			
			28-30			14±1	27°	35°	28	30			
			32-40			16±1	±3	±3	35	34			
			42-50			22±1			44	44			
			53-60			25±1			52	53			

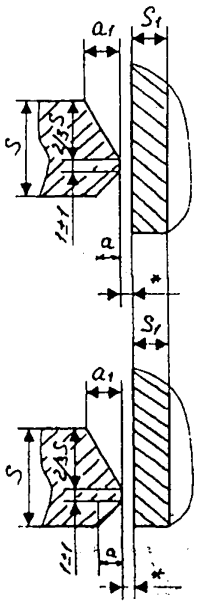
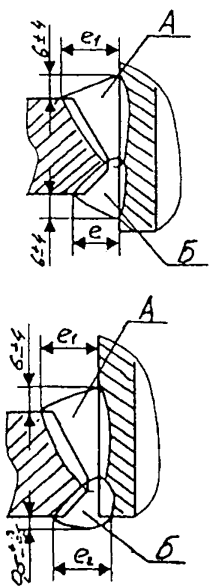
Размеры, мм

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы: Подготовленных кромок	Конструктивные элементы: Выполненного шва	S	B	e	g	Рекомендации по сварке и примечания
С 32 (РДИ 003-1840)			10 12 14 16 18 20-22 24-26 28-30 32-34 36-38 40 45 50	6±1	17±3 19±3 24±3 25±4 28±4 32±4 36±4 40±4 42±4 46±4 50±4 56±6 52±8	$2^{+2,0}_{-1,5}$ 2±2	А-приварка подкладного кольца к отводу или патрубку с одной стороны до сборки деталей; Б-приварка подкладного кольца к отводу или патрубку с другой стороны после сборки; В-ручная сварка стыка Сварное соединение применять для сварки продольных стыков патрубков, отводов при внутреннем диаметре патрубка или отвода 150 мм или более

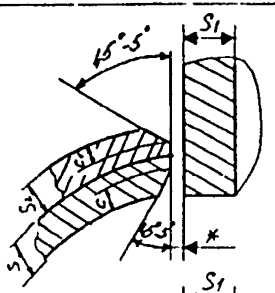
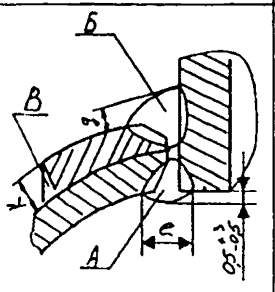
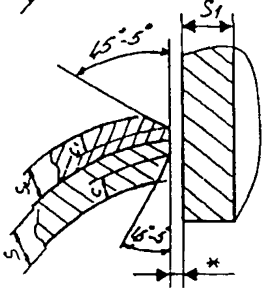
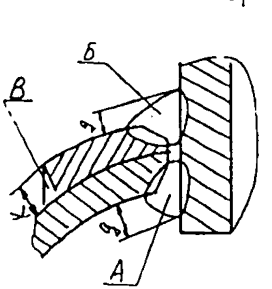
S	α°
10-18	30°±3°
20-50	25°±3°

Примечание: $S_1 = S - (3 \pm 0,5)$, но не менее минимально допустимой толщины стенки с учетом прибавки на коррозию.

Размеры, мм

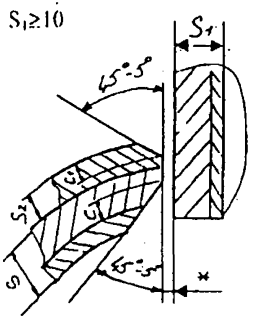
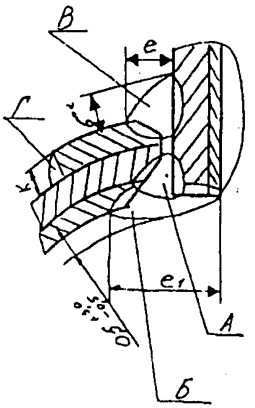
Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		S	a	a_1	e	e_1	e_2	Рекомендации по сварке и примечания
	Подготовленных кромок	Выполненного шва				Не более			
Т 19 (РДИ 0303-1840-87) Т 20 (РДИ 0303 1840)			60 63 70 75 80 85 90 95 100 105 110 115 120 125 130 135 140 145 150 155 160	18-20 20-23 22-26 23-27 25-30 26-31 27-33 28-34 29-36 31-37 33-40 34-40 35-42 36-44 38-45 40-47 42-48 42-50 43-53 46-56 47-57	35-42 37-44 40-48 43-52 48-57 48-58 52-61 56-66 57-66 59-70 62-74 65-78 68-81 70-83 74-87 77-92 79-94 82-97 85-102 88-104 90-106	30 32 36 38 40 42 45 45 47 49 52 54 55 56 58 60 62 64 65 68 70	54 56 60 64 70 72 75 80 82 84 90 96 100 100 105 108 112 116 120 124 126	36 38 42 44 48 50 53 53 55 57 60 62 63 64 68 70 72 74 75 78 80	А- ручная многопроходная сварка снаружи аппарата с выборкой корня шва и последующей зачисткой шлифмашинкой или щеткой; Б-ручная многопроходная сварка Сварные соединения предназначены для вварки штуцеров в днище х) – см. приложение17

Размеры, мм

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы: Подготовленных кромок	Конструктивные элементы: Выполненного шва	S	C	C_1	K	g	e не более	Рекомендации по сварке и примечания
Т 23 (РДИ 0303-1840)			10 12 14 16 18 20 22 24 28 30	(S_1+2) и не более (S-2)	S_2-2÷0 (но не менее расчетного)	S_2-2	6±4	35	Материал аппарата: монометалл за исключением сталей 12ХМ,12МХ,15ХМ и сред, способных вызывать коррозионное растрескивание. А- ручная электродуговая сварка внутри; Б и В- ручная электродуговая сварка снаружи. Сварные соединения предназначены для вварки штуцеров в корпуса и днища аппаратов. х)-см. приложение17
Т 24 (РДИ 0303-1840)									

Примечание: По согласованию со специализированной организацией допускается для старых аппаратов, изготовленных согласно проекта с конструктивным зазором крепления штуцеров, показавших на протяжении всего периода эксплуатации высокую надежность сварных соединений

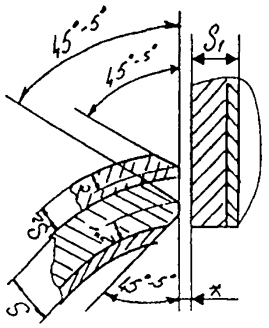
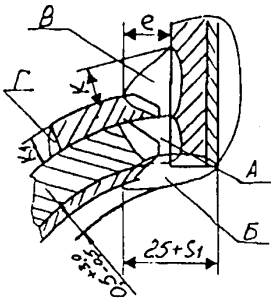
Размеры, мм

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы: Подготовленных кромок	Конструктивные элементы: Выполненного шва	S	c	c_1	K	e не более	e_1 не более	Рекомендации по сварке и примечания
Т 25 (РДИ 0303-1840)			10 12 14 16 18 20 22 24 26 28 30	(S_1+2) … (S-2)	S_2-2÷0 (но не менее расчетного)	S_2-2	35	35_{+1}	Материал аппарата: биметалл кроме основного слоя из сталей 12ХМ, 12МХ. А-ручная электродуговая сварка внутри основного слоя; Б-ручная электродуговая сварка внутри коррозионностойкого слоя; В, Г-ручная электродуговая сварка снаружи. Сварное соединение предназначено для вварки штуцеров в корпуса и днища аппаратов; х)-см. приложение 17

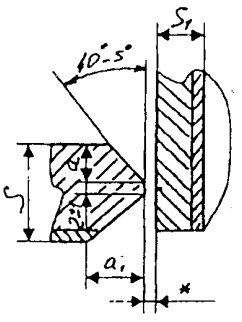
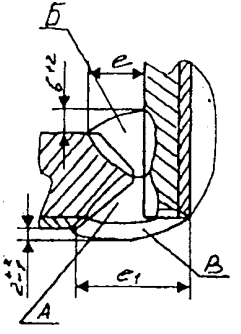
Примечание: По согласованию со специализированной организацией допускается для старых аппаратов, изготовленных согласно проекта с конструктивным зазором крепления штуцеров, показавших на протяжении всего периода эксплуатации высокую надежность сварных соединений.

Не допускается для сред, способных вызвать наводораживание и коррозионное растрескивание под напряжением.

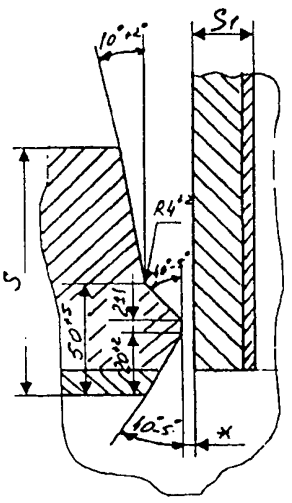
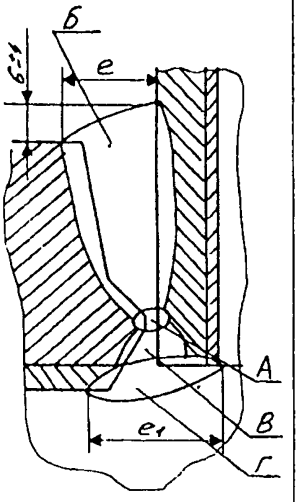
Размеры, мм

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		S	e не более	K	K_1	Рекомендации по сварке и примечания
	Подготовленных кромок	Выполненного шва					
Т 26 (РДИ 0303-1840)	 c= (S_2-2)+0,5		12 14	20	6±4	S_2-2	А-ручная электродуговая сварка снаружи основного слоя с механической выборкой корня шва с внутренней стороны и подваркой изнутри основного слоя; Б-ручная электродуговая сварка коррозионностойкого слоя; В,Г-ручная электродуговая сварка укрепляющего кольца. Сварное соединение предназначено для вварки штуцеров в корпуса и днища аппратов. х)- см. приложение 17
			16 18 20	25			
			22 24 26	32			
			28 30	37			

Размеры, мм

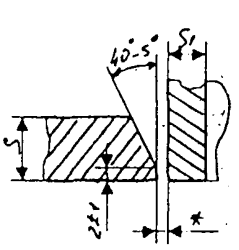
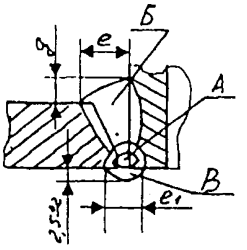
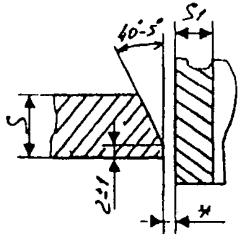
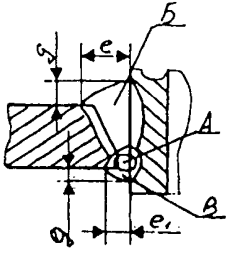
Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы: Подготовленных кромок	Конструктивные элементы: Выполненного шва	S	a ±2	a_1 ±2	e	e_1 не более	Рекомендации по сварке и примечания
Т 35 (РДИ 0303-1840)			50	16	32	18±4	S_1+38	Материал детали, сб. единицы: двухслойная сталь по ГОСТ 10885 с плакирующим слоем из стали 08Х13, 12Х18Н10Т, 10Х17Н13М2Т с требованием и без требования стойкости против МКК металла шва. А – ручная электродуговая сварка основного слоя внутри аппарата с последующей механической выборкой корня шва. Б- ручная электродуговая сварка снаружи. В- ручная электродуговая сварка коррозионностойкого слоя. Сварное соединение предназначено для вварки штуцера в корпус. х) – см. приложение 17
			55	18	35	20±4	S_1+42	
			60	20	37	22±4	S_1+44	
			65	22	40	24±4	S_1+47	
			70	24	43	26±5	S_1+50	
			75	25	45	28±6	S_1+54	
			80	26	47	30±6	S_1+56	
			85	28	51	32±6	S_1+58	
			90	30	53	34±8	S_1+60	
			95	32	55	36±8	S_1+64	
			100	33	57	38±8	S_1+66	
			105	35	60	40±8	S_1+68	
			110	36	63	42±8	S_1+74	
			115	38	65	44±8	S_1+77	
			120	40	67	46±8	S_1+80	
			125	42	72	48±8	S_1+84	
			130	43	74	50±8	S_1+87	
			135	45	77	52±8	S_1+90	
			140	47	80	54±8	S_1+94	
			145	48	83	55±8	S_1+96	
			150	50	86	58±8	S_1+98	
			160	53	91	60±8	S_1+102	

Размеры, мм

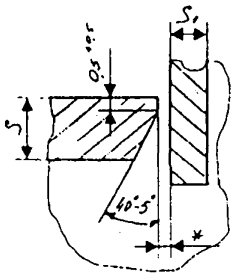
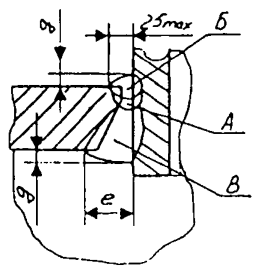
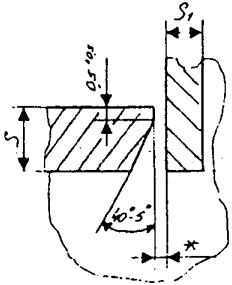
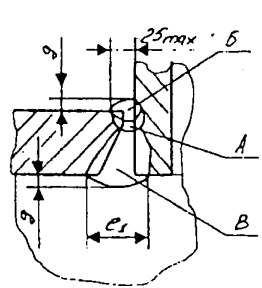
Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы: Подготовленных кромок	Конструктивные элементы: Выполненного шва	S	e: Не более	e_1: Не более	Рекомендации по сварке и примечания
Т 37 (РДИ 0303-1840)			85 90 95 100 105 110 120 125-145 150-200 205-220	40 45 45 45 50 50 50 55 65 70	$S_1 + 30$	Материал аппарата: двухслойная сталь по ГОСТ 10885 с требованием и без требования стойкости против МКК металла шва А-ручная электродуговая сварка с наружной стороны (подварочный шов). Б-ручная многопроходная сварка снаружи с последующей выборкой шва А и зачисткой. В-ручная сварка до плакирующего слоя. Г-ручная сварка коррозионностойкого слоя.

Сварное соединение предназначено для вварки центральных штуцеров в днища.
х) – см. приложение 17.

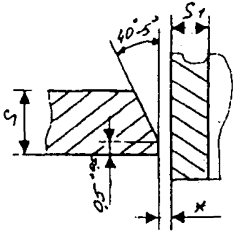
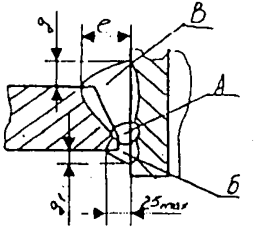
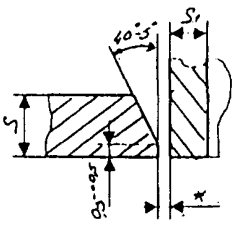
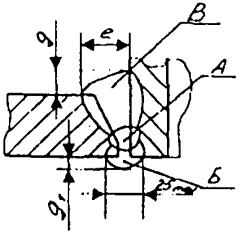
Размеры, мм

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		S	e	e_1	g	Рекомендации по сварке и примечания
	Подготовленных кромок	Выполненного шва	Не более	Не более	Не более		
Т 40 (РДИ 0303-1840)			14-16 18-20 22-24 26-28 30-32 34-36 38-40 42-44 46-48 50-52 54-56 58-60 62-64 66-70 75	20 25 28 32 36 40 44 48 50 54 58 60 62 68 75	25	6+4	А – ручная дуговая сварка покрытыми электродами с внутренней стороны (подварочный шов); Б-ручная дуговая многопроходная сварка покрытыми электродами; В-ручная дуговая сварка покрытыми электродами с предварительной выборкой и зачисткой корня шва Сварное соединение предназначено для вварки центральных штуцеров в днища. х) – см. приложение17
Т 41 (РДИ 0303-1840)							

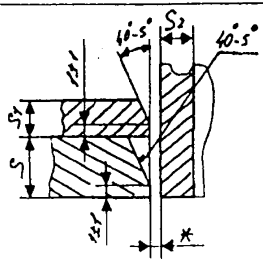
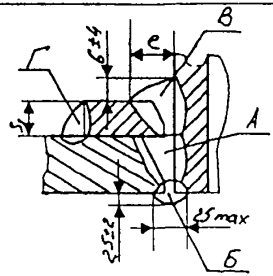
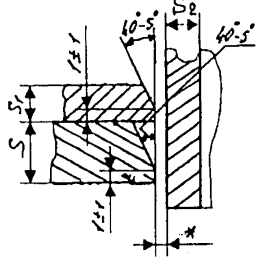
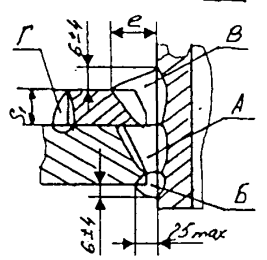
Размеры, мм

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		S	e	e_1	g	Рекомендации по сварке и примечания
	Подготовленных кромок	Выполненного шва	Не более	Не более	Не более		
Т 44 РДИ 0303-1840)			14-16 18-20 22-24 26-28 30-32 34-36 38-40 42-44 46-48 50-52 54-56 58-60 62-64 66-70	20 25 28 32 36 40 44 48 50 54 58 60 62 70	24 28 32 36 40 44 48 52 56 60 64 66 68 74	6±4	Сварные соединения предназначены для вварки штуцеров в корпус. А, Б – сварка покрытыми электродами корня шва с внутренней и наружной стороны; В – заплавление разделки с внутренней стороны. х) – см. приложение 17.
Т 45 (РДИ 0303-1840)							

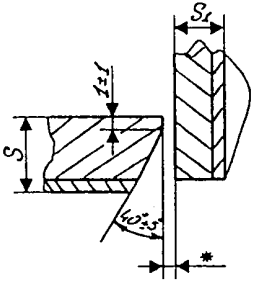
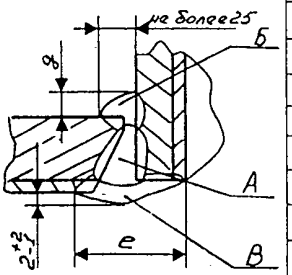
Размеры, мм

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		S	e	g	g_1	Рекомендации по сварке и примечания
	Подготовленных кромок	Выполненного шва					
Т 46 (РДИ 0303-1840)			14-16 18-20 22-24 26-28 30-32 34-36 38-40 42-44 46-48 50-52 54-56 58-60 70 75	20 25 28 32 36 40 44 48 50 54 58 60 68 75	6±4	2,5±2	Сварные соединения предназначены для вварки штуцеров в днище. А и Б – сварка корня шва с внутренней и наружной стороны. В – заплавление разделки наружной стороны. х) – см. приложение 17
Т 47 (РДИ 0303-1840)							

Размеры, мм

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		S	e	Рекомендации по сварке и примечания
	Подготовленных кромок	Выполненного шва		Не более	
Т 53 (НДИ 0303-1840)			12 14	20	А – ручная дуговая сварка с последующей выборкой корня шва внутри и зачисткой. Б, В, Г – ручная дуговая сварка. Сварные соединения предназначены для вварки штуцеров в корпуса и днища аппаратов. х) – см. приложение 17
			16 18 20	25	
			22 24 26	32	
Т 54 (РДИ 0303-1840)			28 30	37	

Размеры, мм

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		S	e	g	Рекомендации по сварке и примечания
	Подготовленных кромок	Выполненного шва	Не более			
Т 55 (РДИ 0303-1840)			12-16	$24+S_1$	6±4	Материал аппарата: двухслойная сталь по ГОСТ 10885 без требования стойкости против МКК металла шва. А – дуговая сварка покрытыми электродами с внутренней стороны с последующей выборкой и зачисткой корня шва снаружи; Б – дуговая сварка покрытыми электродами с наружной стороны аппарата; В – ручная дуговая сварка коррозионностойкого слоя. х) – смотри приложение 17
			18-20	$28+S_1$		
			22-24	$32+S_1$		
			26-28	$36+S_1$		
			30-32	$40+S_1$		
			34-36	$44+S_1$		
			38-40	$48+S_1$		
			42-44	$52+S_1$		
			46-48	$56+S_1$		
			50-52	$60+S_1$		
			54-56	$64+S_1$		
			58-60	$66+S_1$		

Приложения 17.

Зазоры при сборке патрубков с корпусом или днищем
(подтверждено опытом АОО «Волгограднефтемаш» – РДИ 003-1840)

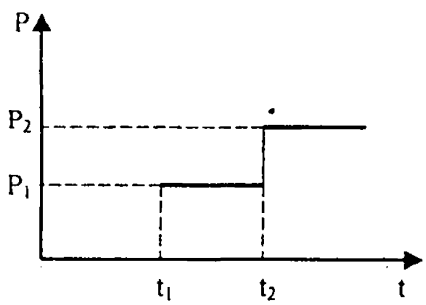
Интервал размеров вырезаемых отверстий, в мм	Свыше 30 До 50	Свыше 50 До 80	Свыше 80 До 120	Свыше 120 До 180	Свыше 180 До 250	Свыше 250 До 315	Свыше 315 До 400	Свыше 400 До 500	Свыше 500 До 630	Свыше 630 До 800
Предельные плюсовые отклонения на отверстие при газовой резке, в мм	2,5	3,0	3,5	4,0	4,6	5,2	5,7	6,3	7,0	8,0
$Д_{отв.} - Д_{цил.шт.}$	3мм	3мм	3мм	3мм	2мм	2мм	2мм	2мм	1мм	1мм
Максимально допустимый зазор в стыке, в мм	$1,5^{+1,2}$	$1,5^{+1,5}$	$1,5^{+1,7}$	$1,5^{+2,0}$	$1,5^{+2,3}$	$1,0^{+2,6}$	$1,0^{+2,8}$	$1,0^{+3,4}$	$0,5^{+3,5}$	$0,5^{+4}$

Приложение 18.

РЕГЛАМЕНТ
проведения в зимнее время пуска (остановки) или испытания на герметичность сосудов
(извлечение из ОСТ 26 291
с изменениями №№ 1,2)

1.Настоящий регламент распространяется на сосуды химических, нефтеперерабатывающих и нефтехимических заводов, газовых промыслов и газобензиновых заводов, изготовленные в соответствии с требованиями настоящего документа и эксплуатируемые под давлением на открытом воздухе или в неотапливаемом помещении.

2. Пуск (остановка) или испытание на герметичность в зимнее время, т.е. повышение (снижение) давления в сосуде при повышении (снижении) температуры стенки, должны осуществляться в соответствии с графиком:



Где: P_1 – давление пуска, P_2 – рабочее давление, t_1 – наинизшая температура воздуха, при котором допускается пуск сосуда под давлением P_1, t_2 – минимальная температура, при которой сталь и ее сварные соединения допускаются для работы под давлением в соответствии с требованиями обязательных приложений 2,3,4 и таблиц приложений5,6,7 настоящего документа.

3.Величина давления P_1 принимается согласно таблице 1 в зависимости от рабочего давления P_2.

Таблица 1

P_2, Мпа (кгс/см^2)	Менее 0,1 (1)	От 0,1 (1) до 0,3 (3)	Более 0,3 (3)
P_1, Мпа (кгс/см^2)	P_2	0,1 (1)	0,35 P_2

Примечание. При температуре t_2 ниже или равной t_1 давление пуска P_1 принимается равным рабочему давлению P_2.

Достижение давлений P_1 и P_2 рекомендуется осуществлять постепенно по 0,25 P_1 или 0,25 P_2 в течение часа с 15-минутными выдержками давлений на ступенях 0,25 P_1 (0,25 P_2); 0,5 P_1 (0,5 P_2); 0,75 P_1 (0,75 P_2).

4. Величина температур t_1 и t_2 принимаются по табл. 2 в зависимости от типа сталей.

Скорость подъема (снижения) температуры должна быть не более 30°С в час, если нет других указаний в технической документации.

Таблица 2

Стали типа	t_1	t_2	Допускаемая средняя температура наиболее холодной пятидневки в районе установки сосуда
1	2	3	4
Ст 3кп2	минус20	плюс10	минус30°С при объеме менее 100 м³
Ст3сп3;Ст3пс3;Ст3сп6; Ст3пс6;20К-3;20К-10	минус20	0	Не ниже минус40°С (таблице приложения20 настоящего документа)
Ст3сп4;Ст3пс3;Ст3Гпс4; Ст3сп5;20К-5;20К-11	минус40	минус20	То же
16ГС-3;09Г2С-3; 17ГС-3; 17Г1С-3	минус40	минус30	То же
16ГС-6; 16ГС-17; 09Г2С-17; 17ГС-6; 17ГС-12; 17Г1С-6; 17Г1С-12; 20ЮЧ; 08Х22Н6Т; 08Х21Н6М2Т	минус40	минус40	То же
12ХМ;12МХ;10Х2ГНМ	минус40	0	То же
09Г2С-7; 09Г2С-8; 12Х18Н10Т; 10Х17Н13М2Т	Согласно таблиц приложений 5,6,7 и приложений 2,3,4 настоящего документа	Не ниже минус40	Не регламентируется

Примечания. 1. Для материалов, не приведенных в таблице 2 температура t_2 определяется по обязательным приложениям 2,3,4 и таблицам приложений 5,6,7 настоящего документа.

2. В таблице 2 приведены температуры t_1 и t_2 для сосудов из сталей 12ХМ и 12 МХ со сроком службы не более 100 тыс. часа.

Приложение 19.

Группы сосудов

Группа сосудов	Расчетное давление, МПа (кгс/см^2)	Температура стенки, °С	Рабочая среда
1	Свыше 0,07 (0,7)	Независимо	Взрывоопасная или пожароопасная, или 1-го, 2-го классов опасности по ГОСТ 12.1.007
2	До 2,5 (25)	Ниже минус 70, выше плюс 400	Любая, за исключением указанной для 1-й группы сосудов
	Свыше 2,5(25) до 4(40)	Ниже минус 70, выше плюс 200	
	Свыше 4(40) до 5(50)	Ниже минус 40, выше плюс 200	
	Свыше 5(50)	Независимо	
3	До 1,6(16)	От минус 70 до минус 20 От плюс200 до плюс400	
	Свыше 1,6(16) до 2,5(25)	От минус 70 до плюс400	
	Свыше 2,5(25) до 4(40)	От минус 70 до плюс200	
	Свыше 4(40) до 5(50)	От минус 40 до плюс200	
4	До 1,6(16)	От минус 20 до плюс200	
5а	До 0,07 (0,7)	Независимо	Взрывоопасная или пожароопасная, или 1-го, 2-го, 3-го классов опасности по ГОСТ 12.1.007
5б	До 0,07 (0,7)	Независимо	Взрывоопасная или пожароопасная, 4-го класса опасности по ГОСТ 12.1.007

Приложение 20.

Марки сталей для сосудов, находящихся без давления, в зависимости от средней температуры воздуха наиболее холодной пятидневки

Средняя температура воздуха наиболее холодной пятидневки, ^{0}С	Марка стали и обозначение стандарта
Не ниже минус30	Ст3пс3, Ст3сп3, Ст3Гпс3 по ГОСТ 14637,
	15К-3, 16К-3, 18К-3, 20К-3 по ГОСТ 5520;
	16ГС-3, 09Г2С-3, 10Г2С1-3 по ГОСТ 5520;
От минус31 до минус40	Ст3пс4, Ст3сп4, Ст3Гпс4 по ГОСТ 14637;
	15К-5, 16К-5, 18К-5, 20К-5 по ГОСТ 5520;
	16ГС-6, 09Г2С-6, 10Г2С1-6 по ГОСТ 5520
От минус41 до минус60	09Г2С-8, 10Г2С1-8 по ГОСТ 5520

Примечания:

1. Для материалов, не приведенных в таблице приложения19, нижний температурный предел применения должен определяться, исходя из требований приложений 2, 3, 4;

2. Материалы для корпусных деталей аппаратов, устанавливаемых в районах со средней температурой воздуха наиболее холодной пятидневки ниже минус40^{0}С, выбираются специализированной научно-исследовательской организацией;

3. Если при проверке качества стали на соответствие требованию таблицы приложения 19 окажется, что приложения 2,3,4 и таблица приложения 19 рекомендуют различные категории стали по ГОСТ 14637 или ГОСТ 5520, то необходимо применять сталь более высокой категории;

4. Пределы применения двухслойной стали, определяются по основному слою;

5. Допускается испытание сталей на ударный изгиб при средней температуре воздуха наиболее холодной пятидневки для заданного района эксплуатации аппарата;

6. Пуск, остановку и испытание аппаратов на герметичность в зимнее время следует производить в соответствии с требованием приложения 18.

Приложение 21.

Методы определения границ дефектов

Наименование метода, руководящий документ	Виды дефектов
Визуальный и измерительный (Инструкция РД 34.10.130)	Деформация корпуса, коррозия, эрозия, трещины
Ультразвуковой (Инструкция РДИ 38.18.016 и «Методика ультразвукового контроля металла и сварных соединений биметаллических аппаратов)	Внутренние дефекты в основном металле и сварном шве
Радиографический (Инструкция 38.18.020)	Внутренние дефекты сварных швов и основного металла
Акустической эмиссии (РД 03-131)	Дефекты, склонных к развитию в диапазоне нагрузок, создаваемых при испытаниях, определение их местонахождения
Капиллярная дефектоскопия (Инструкция РДИ 38.18.019)	Дефекты сварных швов и основного металла, выходящие на поверхность
Магнитопорошковый (Инструкция РДИ 38.18.017)	Дефекты сварных швов и основного металла, выходящие на поверхность и залегающие в подповерхностном слое
Магнитографический (Инструкция 18-05-ИК)	Внутренние дефекты сварных швов, а также выходящие на поверхность
Электропотенциальный (Инструкция к измерителю глубины трещин)	Определение глубины трещин, выходящих на поверхность

Приложение 2

Покрытые электроды для удаления дефектов на корпусных деталях

Марка электрода	Диаметр, мм	Величина тока, А	Вид тока и полярность	Примечание
ОЗР-1	3,0 4,0 5,0	110÷170 180÷260 250÷350	Постоянный прямой полярности или переменный	ТУ 14-4-321 Поставщик – Московский АО «Спецлектрод»
ОЗР-2	3,0 4,0 5,0	110÷170 180÷260 250÷350	- " -	ТУ 1272-090-00187197 Поставщик – Московский АО «Спецэлектрод»
ОК 21.03	3,25 4,0 5,0	160÷180 220÷270 240÷320	Постоянный прямой полярности	Поставка шведской фирмы «ЭСАБ»

Приложение 2

Допустимое смещение кромок, мм.

Толщина свариваемых листов	Максимально допустимое смещение стыкуемых кромок	
	Кольцевые швы, монометаллические корпуса	Кольцевые и продольные швы, биметаллические корпуса со стороны коррозионного слоя
До 20	10% S + 1	50% от толщины плакирующего слоя
Свыше 20 до 50	15%S, но не более 5	50% от толщины плакирующего слоя
Свыше 50 до 100	$0,04S + 3,5^{x}$	0,04S + 3, но не более толщины плакирующего слоя
Свыше 100	$0,025S + 5^{x}$, но не более 10	0,025S + 5, но не более 8 и не более толщины плакирующего слоя

^{x} – при условии наплавки с уклоном 1:3 на стыкуемые поверхности для сварных соединений, имеющих смещение кромок более 5 мм

Приложение 24

Условия предварительного подогрева при ремонтной сварке корпусов аппаратов

Материал	Температура подогрева при сварке металла толщиной	
	не более 16 мм	свыше 16 мм
1	2	3
Углеродистая сталь с содержанием углерода менее 0,24%, низколегированные –марганцовистые и кремнемарганцовистые стали и основной слой из этих сталей в двухслойной стали	Ниже 0°С до минус 20°С сварка без подогрева. При температуре ниже минус 20°С сварка с подогревом до 100÷200°С	Ниже 0°С до минус 20°С[x] сварка с подогревом до 100÷200°С
Углеродистая сталь с содержанием углерода от 0,24 до 0,28%	Ниже 0°С до минус 10°С[x] сварка без подогрева	Ниже 0°С до минус 10°С[x] сварка с подогревом до 100÷200°С
Низколегированные хромомолибденовые стали (12МХ, 12ХМ, 15ХМ) и основной слой из этих сталей в двухслойной стали	Выше минус 10°С[x] сварка с подогревом до 200-250°С	
Стали марок 15Х5, 15Х5М, 15Х5ВФ, Х8, Х9М, 12Х8ВФ и т.п.	Выше 0°С[x] сварка с подогревом до 350÷400°С	
Высоколегированные хромоникелевые стали аустенитного класса и коррозионностойкого слоя из этих сталей в двухслойной стали	Выше минус 20°С[x] сварка без предварительного подогрева	

[x] – при температуре ниже указанной сварка не допускается.

Таблица приложения 25.

Размеры прихваток для угловых соединений.

Величина катета углового шва, мм	2	3	4	5	6	7	8	10	Более 10
Величина прихватки, мм	2	3				4			1/3 сечения катета

Таблица приложения 25.

Размеры и количество прихваток при сварке труб.

Диамет (Ду) трубы, мм	16	25	32	50	80	100	150	200	250	300	350	400	450
Количество прихваток	2	2	3						4				
Длина прихватки, мм	10			20			40					60	

Таблица приложения 26.

Величина сварочного тока для ручной дуговой сварки

Диаметр электрода, мм	Ток в амперах		
	Положение шва в пространстве		
	горизонтальное	вертикальное	потолочное
3	80÷100	60÷80	70÷90
4	130÷160	100÷130	120÷140
5	170÷200	140÷160	150÷170
6	210÷240	180÷210	-

Примечание: полярность должна соответствовать паспортным данным на электроды.

Таблица приложения 27.

Величина сварочного тока для ручной дуговой наплавки

Диаметр электрода, мм	Ток в амперах	
	Положение шва в пространстве	
	горизонтальное	вертикальное, потолочное
2	30÷50	25÷40
3	60÷80	55÷75
4	120÷140	80÷120
5	140÷160	-

Примечание: при наплавке плакирующего слоя для меньшего расплавления основного металла наплавку вести короткой дугой при минимальном токе. Кратеры тщательно заплавлять.

Таблица приложения 28.

Объём контроля стилоскопированием

Группы сосудов	Количество контролируемых сварных швов и металла коррозионностойкой наплавки от общего количества, %
1,2	100
3,4	50
5	25

Таблица приложения 29

Объём контроля радиографическим или ультразвуковым методами

Группы сосудов	Длина контролируемого шва от общей длины швов, не менее, %
1,2	100
3	50
4,5а	25
5б	10

Примечание: При выявлении недопустимых дефектов в сварных швах, выполненных в ремонтных целях и подвергаемых контролю в объеме менее 100% объем контроля увеличивается до 100% этих соединений тем же методом.

Таблица приложения 30.

Классы дефектности сварных соединений по результатам радиографического контроля

Вид сварного соединения	Группа сосудов			
	1,2,3	4	5а	5б
	Классы дефектности по ГОСТ 23055			
Стыковые	3	4	5	6
Угловые, тавровые	4	5	5	6
Нахлесточные	5	6	6	7

Примечание: а) оценку единичных дефектов (пор, включений) по ширине (диаметру) при толщине свариваемых элементов до 45 мм, а цепочек независимо от толщины свариваемых элементов, допускается производить по нормам класса на 1 больше, чем в таблице, т.е., например, оценивать по нормам класса 4 вместо класса 3 и т.д.;

б) допускается размеры недопустимых единичных пор и включений для кольцевых сварных соединений толщиной не более 10 мм, выполняемых ручной электродуговой сваркой, принимать по классу 5 ГОСТ 23055.

Таблица приложения 31.

Зазоры при сборке патрубков с корпусами сосудов, мм

Интервал размеров вырезаемых отверстий	Свыше 30 до 50	От 50 до 80	От 80 до 120	От 120 до 180	От 180 до 250
Предельное отклонение на отверстие при газовой резке по H17, в мм	2,5	3,0	3,5	4,0	4,6

Таблица приложения 31.

Интервал размеров вырезаемых отверстий	От 250 до 315	От 350 до 400	От 400 до 500	От 500 до 630	От 630 до 800
Предельное отклонение на отверстие при газовой резке по H17, в мм	5,2	5,7	6,3	7,0	8,0

Приложение 32.

Перечень материалов, составляющих нормативную базу для разработки общих технических условий на ремонт корпусов аппаратов.

1. ГОСТ 8233-56 - Сталь. Эталоны микроструктуры.
2. ГОСТ 11878-66 - Сталь аустенитная. Методы определения содержания ферритной фазы в прутках.
3. ГОСТ 6996-66 - Сварные соединения. Методы определения механических свойств.
4. ГОСТ 13585-68 - Сталь. Метод валиковой пробы для определения допускаемых режимов дуговой сварки и наплавки.
5. ГОСТ 2246-70 - Проволока стальная сварочная. Технические условия.
6. ГОСТ 8479-70 - Поковки из конструкционной углеродистой и легированной стали. Общие технические условия.
7. ГОСТ 4543-71 - Прокат из легированной конструкционной стали. Технические условия.
8. ГОСТ 5632-72 - Стали высоколегированные и сплавы коррозионностойкие, жаростойкие и жаропрочные. Марки.
9. ГОСТ 8733-74 - Трубы стальные бесшовные холоднодеформированные и теплодеформированные. Технические требования.
10. ГОСТ 20072-74 - Сталь теплоустойчивая. Технические условия.
11. ГОСТ 19521-74 - Сварка металлов. Классификация.
12. ГОСТ 19903-74 - Сталь листовая горячекатаная. Сортамент.
13. ГОСТ 8731-74 - Трубы стальные бесшовные горячедеформированные. Технические требования.
14. ГОСТ 20072-74 - Сталь теплоустойчивая. Технические условия.
15. ГОСТ 9466-75 - Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки сталей и наплавки. Классификация и общие технические условия.
16. ГОСТ 550-75 - Трубы стальные бесшовные для нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности. Технические условия.
17. ГОСТ 9467-75 - Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки конструкционных теплоустойчивых сталей. Типы.
18. ГОСТ 10052-75 - Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки высоколегированных сталей с особыми свойствами.
19. ГОСТ 10243-75 - Сталь. Метод испытаний и оценки макроструктуры.
20. ГОСТ 11534-75 - Ручная дуговая сварка. Соединения сварные под острыми и тупыми углами. Основные типы, конструктивные элементы и размеры.

Продолжение приложения 32.

21. ГОСТ 12.1.007-76 - ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.
22. ГОСТ 10706-76 - Трубы стальные электросварные прямошовные. Технические требования.
23. ГОСТ 7350-77 - Сталь толстолистовая коррозионностойкая, жаростойкая и жаропрочная. Технические условия.
24. ГОСТ 23055-78 - Контроль неразрушающий. Сварка металлов плавлением. Классификация сварных соединений по результатам радиографического контроля.
25. ГОСТ 5520-79 - Прокат листовой из углеродистой низколегированной и легированной стали для котлов и сосудов, работающих под давлением. Технические требования.
26. ГОСТ 15467-79 - Управление качеством продукции. Основные понятия.
27. ГОСТ 3242-79 - Соединения сварные. Методы контроля качества.
28. ГОСТ 18442-80 - Контроль неразрушающий. Капиллярные методы. Общие требования.
29. ГОСТ 16037-80 - Соединения сварные стальных трубопроводов. Основные типы, конструктивные элементы и размеры.
30. ГОСТ 16098-80 - Соединения сварные из двухслойной коррозионностойкой стали. Основные типы, конструктивные элементы и размеры.
31. ГОСТ 14792-80 - Детали и заготовки, вырезаемые кислородной и плазменно-дуговой резкой. Точность, и качество поверхности реза.
32. ГОСТ 5264-80 - Ручная дуговая сварка. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры.
33. ГОСТ 10707-80 - Трубы стальные электросварные холоднодеформированные. Технические условия.
34. ГОСТ 16504-81 - Система государственных испытаний продукции. Испытания и контроль качества продукции. Основные термины и определения.
35. ГОСТ 25054-81 - Поковки из коррозионностойких сталей и сплавов. Общие технические условия.
36. ГОСТ 8908-81 - Основные нормы взаимозаменяемости углов. Нормальные углы и допуски.
37. ГОСТ 7122-81 - Швы сварные и металл наплавленный. Методы отбора проб для определения химического состава.
38. ГОСТ 9940-81 - Трубы бесшовные горячедеформированные из коррозионностойкой стали. Технические условия.
39. ГОСТ 9941-81 - Трубы бесшовные холодно- и теплодеформированные из коррозионностойкой стали. Технические условия.

Продолжение приложения 32.

40. ГОСТ 20415-82 - Контроль неразрушающий. Методы акустические. Общие положения.
41. ГОСТ 12169-82 - Заготовки стальные, вырезаемые кислородной резкой. Припуски.
42. ГОСТ 7512-82 - Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Радиографический метод.
43. ГОСТ 2601-84 - Сварка металлов. Основные понятия. Термины и определения.
44. ГОСТ 26159-84 - Сосуды и аппараты чугунные. Нормы и методы расчёта на прочность. Общие требования.
45. ГОСТ 10885-85 - Сталь листовая горячекатаная двухслойная коррозионностойкая. Технические условия.
46. ГОСТ 9931-85 - Корпусы цилиндрические стальных сварных сосудов и аппаратов. Типы, основные параметры и размеры.
47. ГОСТ 14782-86 - Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Методы ультразвуковые.
48. ГОСТ 21105-87 - Контроль неразрушающий. Магнитопорошковый метод.
49. ГОСТ 12.1.005-88 - ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
50. ГОСТ 22727-88 - Прокат листовой. Методы ультразвукового контроля.
51. ГОСТ 21.401-88 - СПДС. Технология производства. Основные требования к рабочим чертежам.
52. ГОСТ 535-88 - Прокат сортовой и фасонный из стали углеродистой обыкновенного качества. Общие технические условия.
53. ГОСТ 977-88 - Отливки стальные. Общие технические условия.
54. ГОСТ 1050-88 - Прокат сортовой, калиброванный, со специальной отделкой поверхности из углеродистой качественной конструкционной стали. Общие технические условия.
55. ГОСТ 14637-89 - Прокат толстолистовой из углеродистой стали обыкновенного качества. Технические условия.
56. ГОСТ 19281-89 - Прокат из стали повышенной прочности. Общие технические условия.
57. ГОСТ 12.1.044-89 - ССБТ. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения.
58. ГОСТ 14249-89 - Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчёта на прочность.

Продолжение приложения 32.

59. ГОСТ 6032-89 - Стали и сплавы коррозионностойкие. Методы испытания на стойкость против межкристаллитной коррозии.

60. ГОСТ 19904-90 - Сталь листовая холоднокатаная. Сортамент.

61. ГОСТ 1577-93 - Прокат толстолистовой и широкополосный из конструкционной качественной стали. Технические условия.

62. ГОСТ 9045-93 - Прокат тонколистовой холоднокатаный из низкоуглеродистой качественной стали, для холодной штамповки. Технические условия.

63. ГОСТ 380-94 - Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки.

64. ПБ 10-115-96 - Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением, утверждённые Госгортехнадзором РФ постановлением №20 от 18.04.98г.

65. ПБ 03-164-97 - Правила изготовления паровых и водогрейных котлов, сосудов, работающих под давлением, трубопроводов пара и горячей воды с применением сварочных технологий, утверждённые Госгортехнадзором РФ постановлением №20 от 06.06.97г.

66. ПБ 90-170-97 - Общие правила взрывопожаробезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств, утверждённые Госгортехнадзором РФ постановлением №52 от 22.12.97г.

67. ПБ 03-273-99 - Правила аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства, утверждённые Госгортехнадзором РФ постановлением №63 от 30.10.98г.

68. ПБ 03-384-00 - Правила проектирования, изготовления и приёмки сосудов и аппаратов стальных сварных

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

70. ПН АЭ Г-7-010-89 - Правила и нормы в атомной энергетике. Оборудование и трубопроводы атомных электростанций. Сварные соединения и наплавка. Правила контроля.

71. ОТУ 2-92 - Сосуды и аппараты. Общие технические условия на ремонт корпусов.

72. ОСТ 26-2044-83 - Швы стыковых и угловых сварных соединений сосудов и аппаратов, работающих под давлением. Методика ультразвукового контроля.

73. ОСТ 26-3-87 - Сварка в химическом машиностроении. Основные положения.

74. ОСТ 26 291-94 - Сосуды и аппараты стальные сварные. Общие технические условия.

75. РД 26-8-87 - Сварка хладостойких низколегированных сталей, применяемых в конструкциях, эксплуатирующихся при отрицательных температурах.

76. РД 26-01-42-87 - Термическая обработка коррозионностойких сталей и сплавов на железоникелевой в химическом машиностроении.

77. РД 34 15.027-93 - Сварка, термообработка и контроль трубных систем котлов и трубопроводов при монтаже и ремонте оборудования электростанций (РТМ-1с-93) , утверждённые Госгортехнадзором РФ 07.02.94г.

78. РД 34.10.130.95 - Инструкция по визуальному и измерительному контролю.

79. РД-03-131-97 - Правила организации и проведения акустико-эмиссионного контроля сосудов, аппаратов, котлов и технологических трубопроводов.

80. РД 09-250-98 - Положение о порядке безопасного проведения ремонтных работ на химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих опасных производственных объектах, утверждённые Госгортехнадзором РФ постановлением №74 от 10.12.98г.

81. РД 26-11-01 - Инструкция по контролю сварных соединений, недоступных для проведения радиографического и ультразвукового контроля.

82. РД 04-265-99 - Положение о порядке подготовки и аттестации работников организаций, эксплуатирующих опасные производственные объекты, подконтрольные Госгортехнадзору России, утверждённые Госгортехнадзором РФ постановлением №2 от 11.01.99г.

83. РТМ 26-45-71 - Сварка автоматическая и ручная химнефтеаппаратуры из теплоустойчивых хромомолибденовых низколегированных сталей типа 12ХМ.

84. РТМ 26-298-78 - Сосуды и аппараты сварные стальные. Соединения из разнородных сталей.

85. РТМ 26-168-81 - Сварка сосудов и аппаратов из двухслойной коррозионностойкой стали.

86. РТМ 26 44-82 - Термическая обработка нефтехимической аппаратуры и её элементов.

87. РТМ 26-17-034-84 - Сварка автоматическая и ручная химнефтеаппаратуры из высоколегированных хромоникелевых и хромоникельмолибденовых коррозионностойких сталей.

Продолжение приложения 32.

88. РДИ 003-1840-94 - Руководящий документ. Инструкция. Сварка химнефтеаппаратуры и газовой аппаратуры. Типы швов, их конструктивные элементы, способы сварки. Стандарт ОАО "Волгограднефтемаш".

89. РДИ 38.18.016-94 - Инструкция по ультразвуковому контролю сварных соединений технологического оборудования.

90. РДИ 38.18.017-94 - Инструкция по магнитопорошковому контролю оборудования и сварных соединений.

91. РДИ 38.18.019-95 - Инструкция по капиллярному контролю деталей технологического оборудования, сварных соединений и наплавок.

92. РДИ 38.18.020-95 - Инструкция "Радиографический контроль сварных соединений сосудов, аппаратов и трубопроводов".

93. - Сварочные материалы. Для сварки сталей и чугуна (электроды, флюсы, проволока). Технические характеристики, разработчики, заводы-изготовители. Справочник под общей редакцией канд. техн. наук В.Н. Горпенюка. ИЭС им. Е.О. Патона, 1994г.

94. - Электроды специального назначения для сварки и наплавки. Отраслевой каталог. Продукция чёрной металлургии. ЦНИИТЭчермет, 1984г.

95. - Отраслевой справочник-каталог сварочных материалов. Под общей редакцией канд. техн. наук В.А. Крошкина, ВНИИПТхимнефтеаппаратуры 1990г.

gost.e-ecolog.ru