



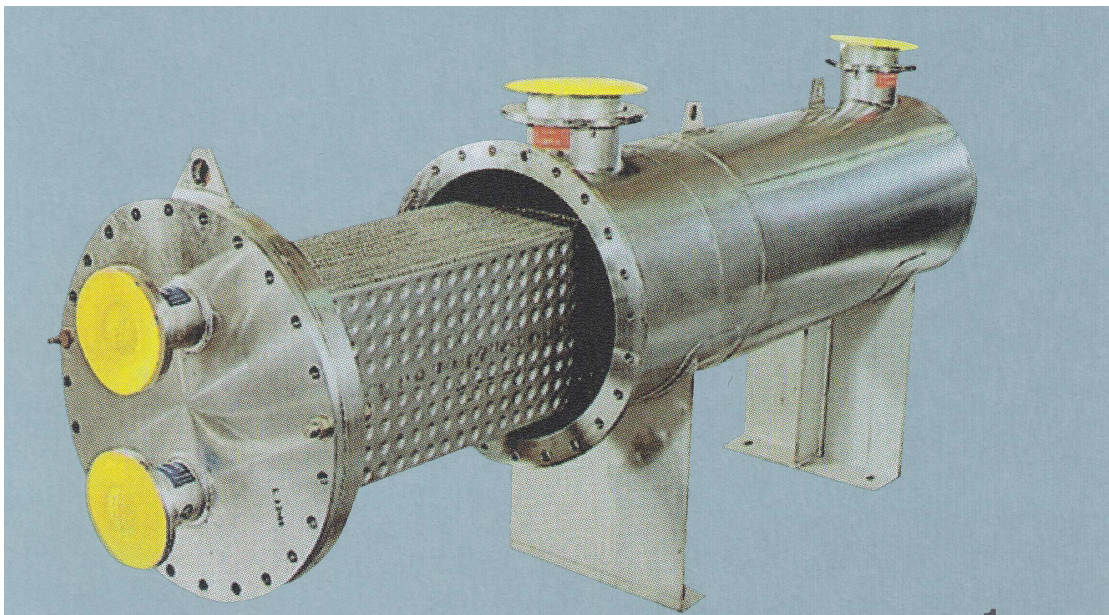
Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**
Березниковский филиал

кафедра технологии и механизации производства

СОСУДЫ И АППАРАТЫ

Методические указания по ремонту корпусов
для студентов направления ТМО профиля
«Машины и аппараты химических производств»



УДК 66.023

Рецензент:
кандидат технических наук *В.М. Беляев*
(Пермский национальный исследовательский политехнический университет)

Долганов В.Л.
Сосуды и аппараты / В.Л.Долганов. – Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2015. – 43 с.

Содержатся методические рекомендации по составлению технологической карты на ремонт корпусов сосудов и аппаратов.

Указания предназначены для студентов направления ТМО профиля «Машины и аппараты химических производств» при выполнении курсовой работы по курсу «Монтаж и ремонт химического оборудования»

УДК 66.023

Утверждена на заседании кафедры
« ____ » _____ 2015г.

Зав. кафедрой ТМП _____ С.Э. Шаклеина

ISBN 978-5-398-00559-2

© ФГОБУ ВПО
«Пермский национальный исследовательский университет, 2015.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1. Общие положения.....	5
2. Дефекты корпусов, выбор способа устранения дефекта	5
3. Подготовка дефектных мест под ремонтную сварку или наплавку, требования к сборке деталей	7
4. Исправление трещин	8
5. Исправление дефектного участка методом наплавки	10
6. Замена дефектных участков корпуса	11
7. Замена дефектных штуцеров	12
7.1. Замена дефектного штуцера без укрепляющего кольца	12
7.2. Замена дефектного штуцера с укрепляющим кольцом	12
8. Замена дефектных днищ аппаратов	13
9. Температурные условия проведения сварочных работ	14
10. Термическая обработка корпусов после ремонта	14
11. Испытание сосудов и аппаратов после ремонта	15
11.1. Гидравлическое испытание	15
11.2. Пневматическое испытание	16
11.3. Испытание сварных швов керосином	17
Приложения	18

Введение

Курсовая работа по дисциплине «Монтаж и ремонт химического оборудования» ставит своей целью:

1. Закрепление теоретических знаний, полученных при изучении данного курса;
2. Изучение технологического оборудования, принципа его работы и конструкционных материалов;
3. Приобретение навыков разработки технологической карты при ремонте корпусов сосудов и аппаратов;
4. Закрепление своих знаний при диагностике оборудования методами НК;
5. Приобретение навыков работы с нормативными документами: паспортами на оборудование нефтегазопереработки, общими техническими условиями на ремонт корпусов сосудов и аппаратов и другими.

При выполнении курсовой работы студент по заданию преподавателя должен составить технологическую карту на ремонт сосуда или аппарата в зависимости от конкретного дефекта. В качестве задания преподавателя может быть:

- ✓ Замена дефектного штуцера (как с укрепляющим кольцом, так и без укрепляющего кольца);
- ✓ Замена дефектного участка аппарата;
- ✓ Наплавка дефектного участка;
- ✓ Исправление трещины сварного шва;
- ✓ Замена дефектного днища и другие.

При составлении технологической карты студент изучает паспорт на заданный преподавателем вид технологического оборудования. Затем в технологической карте студент указывает основные сведения о сосуде или аппарата (рабочую среду, рабочую температуру и давление), а также причину ремонта. В технологической карте необходимо также представить чертеж или эскиз своего аппарата с указанием основных размеров. На чертеже в произвольной форме указывается место дефектного участка. Перед тем как составить технологию ремонта, необходимо указать:

- ✓ Сведения об основных материалах, применяемых при ремонте;
- ✓ Способы выборки и удаления дефекта;
- ✓ Форму подготовки кромок под ремонтную сварку или наплавку;
- ✓ Сведения о предварительном и сопутствующем подогреве и термообработке;
- ✓ Сварочные материалы и режимы ремонтной сварки;
- ✓ Выбрать тип, марку и диаметр электрода, а также технологические параметры сварки (величину сварочного тока, род и полярность).

После этого составляется подробная последовательность всех технологических операций при проведении ремонта сосуда или аппарата согласно требованиям ОТУ-3-01 с указанием необходимого оборудования и инструмента. При составлении технологии ремонта необходимо указать виды и последовательность методов НК, а также вид послеремонтных испытаний (гидравлические или пневматические) с указанием пробного давления испытания.

При выполнении курсовой работы студент должен руководствоваться следующими нормативными документами: ОТУ-3-01 – Ремонт корпусов сосудов и аппаратов, ПБ-03-584-03 – Правила проектирования, изготовления и приемки сосудов и аппаратов стальных сварных, ГОСТ Р 52630-2012 – Сосуды и аппараты стальные сварные: общие технические условия, а также данным методическими рекомендациями.

1. Общие положения

Основным нормативным документом на ремонт корпусов сосудов и аппаратов, работающих в диапазоне давлений от 0,07 МПа (0,7 кг/см²) до 16 МПа (160 кг/см²) с температурами от минус 70 до плюс 540⁰С является ОТУ-3-01 – Общие технические условия на ремонт корпусов.

Данный нормативный документ распространяется на сварные стальные сосуды, изготовленные из углеродистых, низколегированных и легированных сталей с толщиной стенки от 4 до 120 мм. Он определяет технологию ремонта, а также лиц, ответственных за производство и качество выполненных работ.

2. Дефекты корпусов, выбор способа устранения дефекта

Характерными дефектами корпусов сосудов и аппаратов, которые возникают в процессе эксплуатации, являются:

- ✓ Трещины всех видов и направлений в сварных швах, околошовной зоне и на основном металле;
- ✓ Коррозионное поражение сварных швов и основного металла в виде сплошной или локальной коррозии;
- ✓ Эрозионный износ;
- ✓ Гофры, вмятины, выпучины;
- ✓ Расслоение металла.

Способ устранения дефекта зависит от природы самого дефекта, конструкции и материала корпуса, а также из экономических соображений. Например, ремонт может быть произведен путем заварки или наплавки дефектного участка, замены дефектного участка (установки вставок, замены днища, замена листа обечайки), либо путем удаления дефекта, при условии, что остаточная толщина стенки корпуса обеспечивает достаточную прочность сосуда или аппарата.

Наиболее распространенным дефектом корпусов сосудов и аппаратов являются трещины. На рисунке 1 представлены основные виды трещин и их расположение на корпусе аппарата.

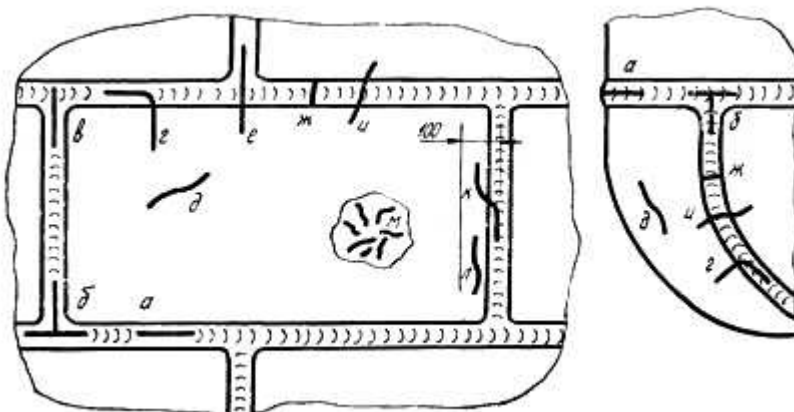


Рисунок 1 – Расположение трещин на корпусе аппарата:

а – продольная трещина сварного шва; *б* – трещины по двум пересекающимся сварным швам; *в* – трещина по одному из пересекающихся сварных швов; *г* – трещина по сварному шву с выходом на основной металл; *д* – трещина по основному металлу вне околошовной зоны; *е* – трещина пересекающихся сварных швов с выходом на основной металл; *ж* – поперечная трещина сварного шва без выхода на основной металл; *и* – поперечная трещина сварного шва с выходом на основной металл; *к* – продольная трещина сварного шва с выходом на основной металл в околошовной зоне; *л* – трещина в околошовной зоне; *м* – гнездообразная трещина.

Трещины **а-и** можно исправлять заваркой после соответствующей подготовки кромок, при условии, что выход трещины на основной металл из сварного шва не превышает 100 мм.

Трещины, выходящие из сварного шва в основной металл на расстояние более 100 мм и трещины **к, л, м** устраняются путем удаления дефектного участка и установкой латки (вставки).

Гнездообразные трещины, а также дефекты корпусов, вызванные коррозионным или эрозионным износом, допускается ремонтировать наплавкой при соблюдении следующих условий.

1. Для **углеродистых** сталей площадь одного дефектного участка не должна превышать 1000 см², а общая площадь нескольких дефектов – 3000 см².

Для **легированных** сталей площадь одного дефектного участка не должна превышать 500 см², а общая площадь нескольких дефектов не должна превышать 1500 см².

2. Глубина дефектного участка должна быть не более:

30% от толщины стенки для **углеродистых** сталей;

20% от толщины стенки для **низколегированных и марганцовистых** сталей;

10% от толщины стенки для сталей **аустенитного** класса и **хроммолибденовых** сталей.

3. Расстояние между подготовленными к наплавке участками должно быть не мене 100 мм.

Если эти условия не выполняются, дефектный участок должен быть вырезан и на его место устанавливается вставка (латка).

Для определения величины дефектов и границ дефектных участков рекомендуются следующие методы, представленные в таблице 1.

Таблица 1 – Основные методы определения границ дефекта или дефектного участка

<i>Наименование метода</i>	<i>Выявляемые дефекты</i>
1. Визуально-оптический	Вмятины, гофры, выпучины и другие деформации корпуса; Коррозия поверхности корпуса; Эрозионный износ; Трещины.
2. Ультразвуковой	Трещины в металле сварного шва и околошовной зоне; Трещины в основном металле; Расслоение металла, в том числе отслоение плакирующего слоя; Толщина стенки в местах контроля и другие.
3. Капиллярные методы	Трещины, выходящие на поверхность сварного шва, основного металла и околошовной зоны; Трещины МКК; Коррозионное растрескивание.
4. Радиационный контроль (радиографический, радиоскопический)	Внутренние дефекты сварных швов и основного металла.
5. Магнитный контроль (магнитопорошковый, магнитографический)	Дефекты сварных швов и основного металла выходящие на поверхность и залегающие в подповерхностном слое.

3. Подготовка дефектных мест под ремонтную сварку или наплавку. Требования к сборке деталей

Перед проведением ремонта аппарат необходимо подготовить к огненным работам. Ремонтные работы на поверхности корпусов сосудов и аппаратов проводятся после разборки внутренних и наружных устройств и снятие теплоизоляции в зоне дефекта.

Поверхность дефектного участка и прилегающая зона очищаются от загрязнений, ржавчины, окалины и т.п. на ширину не менее 20 мм на сторону.

Удаление дефектов корпусов аппаратов можно производить как механическим, так и огненным способом. Зачищенная поверхность проверяется на отсутствие дефектов одним из неразрушающих методов контроля.

При подготовке на корпусах вставок (латок), замене листов, замене днищ и обечаек подготовку кромок под сварку необходимо производить в соответствии с требованием чертежа или, при его отсутствии, по типу соединений, приведенных в приложении 1:

✓ Для корпусов из однослойного металла рекомендуется выбирать соединения типа С8, С12, С15, С17, С25.

✓ Для корпусов из двухслойного металла – С4, С7, С19.

✓ При монтаже на корпусе аппарата внутренних и наружных устройств подготовку кромок и выполнение сварных швов рекомендуется производить в соответствии с типами соединений Н2, Т1, Т7, Т8, У7, У8.

При сварке элементов различной толщины необходимо предусмотреть плавный переход от одного элемента к другому. Уклон скоса кромок (рисунок 2) должен быть не более 20° (уклон 1:3). В случае двухслойной стали скос осуществляется со стороны основного слоя.

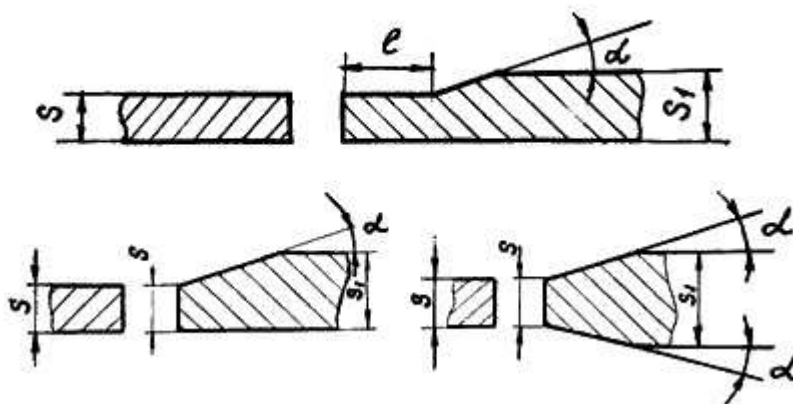


Рисунок 2 – Стыковка листов различной толщины:
 $l=20-30$ мм; $\alpha=20^{\circ}$.

Допускается стыковка кромок без предварительного перехода от одного элемента к другому, если разность в толщинах соединяемых элементов не превышает 30% толщины более тонкого элемента, но не более 5 мм. В этом случае форма сварного шва должна обеспечивать плавный переход от толстого листа к тонкому.

При сборке элементов необходимо, чтобы смещение кромок листовых швах стыковых соединений e (рисунок 3) не превышало 10% толщины более тонкого листа, но не более 3 мм.

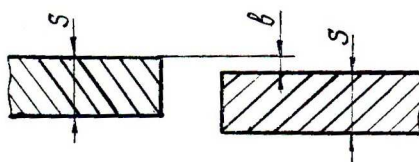


Рисунок 3 – Смещение кромок листов

Совместный увод кромок (угловатость) f в продольных и кольцевых швах (рисунок 4) не должен превышать 10% толщины листа плюс 3 мм, но не более 5 мм.

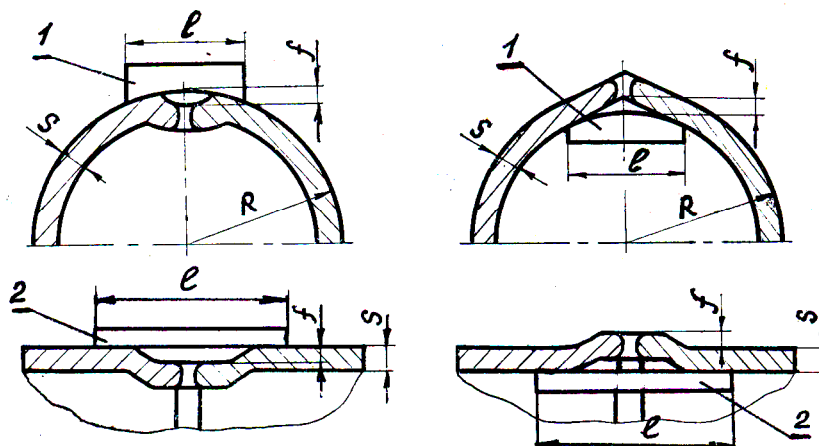


Рисунок 4 – Определение совместного увода кромок (угловатости):
1 – шаблон; 2 – линейка.

Угловатость продольных швов определяется по шаблону, длина которого по хорде должна быть равна $1/6$ диаметра корпуса. Угловатость продольных швов определяется линейкой длиной не менее 200 мм.

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

4. Исправление трещин

Дефектное место и прилегающую к нему поверхность зачищают до металлического блеска на расстояние не менее 20 мм на сторону. Одним из неразрушающих методов контроля определяют границы дефекта.

Концы трещины засверливаются сверлом диаметром 6-12 мм на 2-3 мм более глубины трещины. Затем шлифовальной машинкой трещина выбирается до полного удаления.

Способ разделки трещины определяется ее глубиной. Для трещин глубиной не более 0,5 толщины стенки корпуса дефектное место выбирается до получения кромок, показанных на рисунке 5. Причем при толщине листа менее 30 мм угол $\alpha = 10-12^\circ$, а для листов толщиной свыше 30 мм угол α должен составлять $15-20^\circ$.

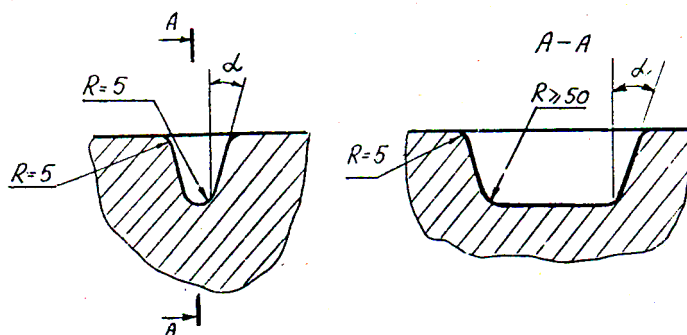


Рисунок 5 – Выборка трещины

Трещины глубиной более 0,5 толщины стенки аппарата или сквозные трещины выбираются в зависимости от толщины стенки корпуса V – образным, либо X – образным способом (Приложение 1).

Полноту удаления дефекта необходимо проверить одним из неразрушающих методов контроля.

Способ заварки трещины зависит от ее длины. Трещины длиной более 300 мм завариваются «на проход»; трещины длиной от 300 до 1000 мм завариваются от середины к концам или обратноступенчатым способом. Швы длиной более 1000 мм накладываются только обратноступенчатым способом. Длина ступени при этом принимается равной 200-250 мм. Схема наложения швов обратноступенчатым способом показана на рисунке 6.

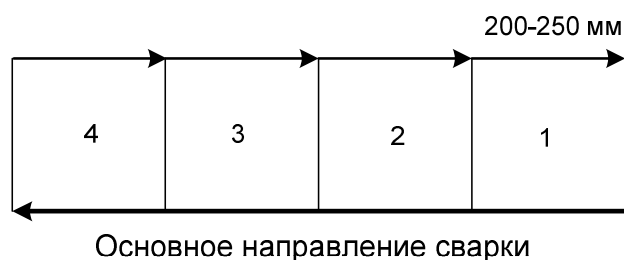


Рисунок 6 – Выполнение шва обратноступенчатым способом:
1-4 – направление сварки на каждом участке.

Количество проходов в одном слое шва устанавливается с учетом ширины разделки. При двухсторонней заварке выполнение шва с обратной стороны производится после зачистки корня первого слоя шва.

Ремонт гнездообразных трещин должен производиться наплавкой в два и более слоя. Первый слой рекомендуется выполнять валиками, расположенными перпендикулярно оси корпуса. Каждый следующий валик должен перекрывать предыдущий на 1/3 его ширины. При многослойной наплавке валики каждого последующего слоя накладываются перпендикулярно предыдущему слою. Дефекты, имеющие округлую форму, лучше наплавлять по спирали, начиная от центра дефектного участка.

Наплавка плакирующего слоя может производиться в несколько слоев. Однослойная наплавка производится в том случае, если к наплавляемому металлу не предъявляются требования по стойкости к межкристаллитной коррозии.

Величину сварочного тока при ремонтной сварке или наплавке рекомендуется выбирать в зависимости от диаметра электрода и положения шва в пространстве (таблица

2,3), а выбор диаметра электрода зависит, в свою очередь, от толщины свариваемого металла.

Рекомендуемое соотношение диаметра электрода и толщины свариваемого металла представлены в таблице 1а.

Таблица 1а – Выбор диаметра электрода в зависимости от толщины металла

Максимальная толщина металла, мм	2,0	3,0	5,0	12,0	20,0	40,0
Диаметр электрода, мм	1,5	2,0	2,5	3,2	4,0	5,0

На практике самые распространенные электроды диаметром 1,6-3,2 мм, электроды диаметром 4-5 мм применяются редко.

Таблица 2 – Величина сварочного тока для ручной дуговой сварки, А

Диаметр электрода, мм	Положение шва в пространстве		
	горизонтальное	вертикальное	потолочное
1,5	30-60	25-50	25-55
2,0	30-80	30-70	25-75
2,5	50-110	40-90	45-95
3,0	80-100	60-80	70-90
4,0	130-160	100-130	120-140
5,0	170-200	140-160	150-170
6,0	210-240	180-210	-

Необходимость термообработки после ремонта определяется в зависимости от материала и толщины стенки корпуса аппарата. Термообработка производится по режиму, указанному в паспорте аппарата. При отсутствии указаний в паспорте термообработку необходимо выполнить в соответствии с требованием раздела 10.

Таблица 3 – Величина сварочного тока для ручной дуговой наплавки, А

Диаметр электрода, мм	Положение шва в пространстве	
	горизонтальное	вертикальное и потолочное
1,5	30-40	25-35
2	30-50	25-40
3	60-80	55-75
4	120-140	80-120
5	140-160	-

Качество ремонта необходимо проконтролировать одним из неразрушающих методов контроля в объеме 100%.

5. Исправление дефектного участка методом наплавки

Дефектный участок корпуса аппарата, пораженного коррозией, можно исправить наплавкой, если соблюдаются условия, приведенные в разделе 2.

Для этого дефектный участок и прилегающую к нему поверхность необходимо зачистить до металлического блеска на расстояние не менее 20 мм на сторону.

Произвести механическим способом выборку дефекта с учетом обеспечения полного провара. Полноту удаления дефекта проверить сначала внешним осмотром, а

затем, например, методом цветной дефектоскопии. Форма кромок после выборки должна соответствовать условиям, показанным на рисунке 5.

Ремонт дефектных участков наплавкой производится в два слоя и более. Первый слой рекомендуется выполнять валиками, расположенными перпендикулярно оси корпуса аппарата. Каждый последующий валик должен перекрывать предыдущий на 1/3 ширины. При многослойной наплавке последовательность наложения валиков рекомендуется выполнять по схеме, показанной на рисунке 7.

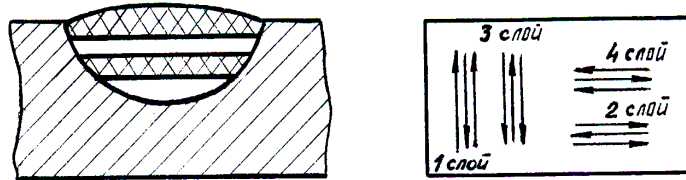


Рисунок 7 – Схема наложения валиков швов при многослойной наплавке

Наплавку следует производить электродами, приведенными в приложении 2,3. При необходимости после наплавки следует производить термообработку. После ремонта исправленный участок необходимо проверить на отсутствие (наличие) дефектов. Дефекты, выходящие на поверхность, можно определить капиллярным или магнитопорошковым методом, а также визуально. Ультразвуковой или радиографический методы рекомендуется использовать для определения внутренних дефектов.

6. Замена дефектных участков корпуса

Дефекты корпусов: трещины, коррозионное поражение, вмятины или выпучины, а также другие дефекты, которые не подлежат исправлению заваркой или наплавкой, устраняются путем замены дефектного участка путем установки латки (вставки).

Для удобства демонтажа и монтажа внутренних устройств допускается в корпусе аппарата вырезать в определенных местах монтажные окна с последующей их заваркой.

Вставки (латки) формируются по кривизне радиусом на 5-6% меньше, чем радиус корпуса аппарата, а ввариваются встык и заподлицо со стенкой корпуса аппарата. Углы латки должны быть скруглены радиусом не менее 50 мм. При листовой смене обечайки длина вырезанного участка должна быть не более 1/5 длины окружности корпуса. В виде исключения допускается вырезать до 1/4 длины окружности корпуса при условии установки укрепляющих стоек.

Кромки вставок и окон в корпусе выполняются согласно приложению 1 в зависимости от толщины стенки аппарата.

Сварные швы вставки небольших габаритов – со стороной не более 600 мм – могут выполняться одним сварщиком. На рисунке 8 цифрами показана последовательность наложения сварных швов при установке латки одним сварщиком. Сварные швы вставки со стороной более 600 мм выполняются несколькими сварщиками.

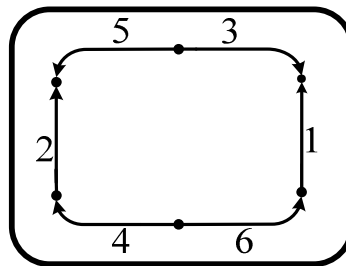


Рисунок 8 – Последовательность наложения сварных швов одним сварщиком

Во избежание возможности зарождения трещин в местах перехода от горизонтальных швов к вертикальным, где возникает концентрация внутренних напряжений, начало и конец вертикальных швов располагают на расстоянии, равном радиусу закругления вставки от горизонтальных швов. При этом горизонтальные швы вставки заканчиваются на ранее выполненных швах с их перекрытием.

После подготовки поверхности и окончания сварки необходимо произвести неразрушающий контроль ремонтных сварных соединений в объеме 100%.

7. Замена дефектных штуцеров

Штуцеры бывают с укрепляющим кольцом и без укрепляющего кольца. Для удобства монтажа допускается изготовление укрепляющих колец из двух и более частей, однако при этом контрольные отверстия должны быть выполнены в каждой части укрепляющего кольца. Контрольное отверстие выполняется с резьбой М10 по ГОСТ 8724-81.

Если после вырезки штуцера отверстие в корпусе аппарата получилось овальной формы или большего диаметра, допускается производить местную наплавку кромки отверстия или поверхности штуцера. При этом толщина наплавленного слоя не должна превышать 10 мм, а после механической обработки – 8 мм.

Наплавка должна быть многослойной. Однослойная наплавка не допускается. При необходимости выполняется предварительный и сопутствующий подогрев и термообработка.

Плотность приварки укрепляющего кольца к корпусу проверяется гидро – или пневмоиспытаниями через контрольное отверстие давлением 0,4 – 0,6 МПа с обмыливанием швов.

7.1. Замена дефектного штуцера без укрепляющего кольца

Дефектный штуцер отрезается газопламенным способом на расстоянии 10-15 мм от поверхности корпуса. Удаляются швы приварки штуцера к корпусу, при этом не допускаются местные выхваты в металле глубиной более 5 мм.

Полученные после вырезки кромки отверстия зачищаются шлифовальной машинкой до шероховатости R_a 40. Кромки отверстия контролируются на отсутствие дефектов одним из капиллярных методов и готовятся под сварку в зависимости от толщины стенки корпуса согласно приложению 1.

Новый штуцер устанавливается в отверстие и прихватывается с внутренней стороны к корпусу. Количество прихваток должно быть не менее трех с наибольшим расстоянием между прихватками 200-250 мм.

После этого штуцер приваривается к корпусу снаружи, прихватки удаляются, и зачищается корень шва с последующим контролем капиллярным методом. Затем выполняется внутренний шов приварки штуцера к корпусу.

После окончания ремонта сварное соединение необходимо проконтролировать на наличие внутренних дефектов (например, ультразвуковым или радиографическим методом). Примеры исполнения приварки штуцеров без укрепляющего кольца приведены в приложении 4.

7.2 Замена дефектного штуцера с укрепляющим кольцом

Газопламенным способом дефектный штуцер отрезается на расстоянии 10-15 мм от поверхности укрепляющего кольца. Удаляются швы соединения укрепляющего кольца с

корпусом и швы приварки штуцера к укрепляющему кольцу. При этом не допускаются местные выхваты в металле корпуса глубиной более 5 мм.

Кромки отверстия необходимо зачистить шлифовальной машинкой до шероховатости R_a 40 и проконтролировать на отсутствие дефектов.

Допускается исправлять местные выхваты наплавкой. Кромки отверстия под сварку готовятся механическим способом согласно требованиям, приведенным в приложении 1, и контролируются на отсутствие дефектов, например капиллярным методом.

Патрубок штуцера с надетым укрепляющим кольцом устанавливается в отверстие корпуса и прихватывается с внутренней стороны не менее трех раз. Расстояние между прихватками должно быть 200-250 мм.

Выполняется наружный шов приварки штуцера к корпусу. Если укрепляющее кольцо препятствует выполнению наружного сварного шва (в случае короткого штуцера), допускается изготовление укрепляющего кольца из двух и более частей.

Механическим способом зачищается корень шва. Прихватки удаляются. Производится контроль сварного соединения. Затем выполняется внутренний шов приварки штуцера к корпусу и производится контроль одним из неразрушающих методов контроля.

Укрепляющее кольцо устанавливается на корпус и приваривается к корпусу и патрубку штуцера.

Качество сварного соединения контролируется через контрольное отверстие. Величина пробного давления должна быть не менее 0,4 МПа. Некоторые примеры исполнения приварки штуцеров с укрепляющим кольцом приведены в приложении 5.

8. Замена дефектных днищ аппаратов

Перед началом ремонтных работ аппарат необходимо подготовить к огневым работам: снять тепловую изоляцию, очистить от ржавчины, окалины и других загрязнений.

В середине сварного шва приварки днища к корпусу просверливается сквозное отверстие диаметром 10-12 мм, которое является началом реза шва. Рез выполняется от отверстия строго посередине сварного шва. Отрезанное днище удаляется.

В зависимости от толщины стенки аппарата, стыкуемые кромки нового днища и обечайки готовятся в соответствии с приложением 1.

Отклонение обечайки от цилиндрической формы допускается устранять применением распорных с использованием домкрата.

Перед установкой днища равномерно по окружности обечайки привариваются монтажные планки. Прихватка днища выполняется с внутренней стороны. Рекомендуемая длина прихваток 50-70 мм с шагом 150-200 мм.

После выполнения прихваток монтажные планки срезаются заподлицо с поверхностью обечайки. Выхваты металла корпуса более 5 мм не допускаются. Выхваты менее 5 мм рекомендуется наплавлять электродами, после чего производится зачистка шва заподлицо с поверхностью корпуса.

Места удаления монтажных планок зачищаются механическим способом. После выполнения основного наружного сварного шва механическим способом удаляются прихватки, и зачищается корень шва. Затем выполняется внутренний шов приварки днища к корпусу.

После термообработки исправленная поверхность подвергается контролю УЗД или радиографическим методом в объеме 100%.

9. Термические условия проведения сварочных работ

Все сварочные работы при ремонте корпусов сосудов и аппаратов рекомендуется проводить при положительной температуре окружающего воздуха. В случае проведения сварочных работ при отрицательных температурах необходим предварительный и сопутствующий подогрев.

Режимы подогрева в зависимости от марки стали и толщины стенки представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Режимы предварительного и сопутствующего подогрева при сварке сталей

Марка стали	Температура окружающего воздуха	Режим нагрева стали	
		толщиной до 16 мм	толщиной более 16 мм
Углеродистая сталь с содержанием углерода менее 0,24%, низколегированные, марганцовистые и кремнемарганцовистые стали	От 0 до минус 20 ⁰ С	Подогрев не требуется	Подогрев до 100-200 ⁰ С
	Ниже минус 20 ⁰ С	Подогрев до 100-200 ⁰ С	Сварка не допускается
Углеродистая сталь с содержанием углерода 0,24-0,28%	От 0 до минус 10 ⁰ С	Подогрев не требуется	Подогрев до 100-200 ⁰ С
	Ниже минус 10 ⁰ С	Сварка не допускается	
Низколегированные стали	От 0 до минус 10 ⁰ С	Сварка с подогревом до 250-350 ⁰ С	
	Ниже минус 10 ⁰ С	Сварка не допускается	
Стали марок 15Х5, 15Х5М, 15Х5ВФ, Х9М, 12Х8ВФ	Сварка при отрицательных температурах окружающего воздуха не допускается		
Высоколегированные, хроммолибденовые и хромоникеливые стали	От 0 до минус 20 ⁰ С	Подогрев не требуется	
	Ниже минус 20 ⁰ С	Сварка не допускается	

10. Термическая обработка корпусов после ремонта

Термическая обработка корпусов после ремонтной сварки или наплавки производится для снижения уровня остаточных напряжений и для улучшения свойств сварного шва и околосшовной зоны. В случае повторной заварки дефектное место вновь подвергается термообработке.

Термическая обработка должна исключать деформацию корпуса.

Корпуса сосудов аппаратов из углеродистых и ванн сталей после ремонтной сварки или наплавки подвергаются термообработке в следующих случаях:

- ✓ Если толщина стенки корпуса из углеродистых сталей более 36 мм;
- ✓ Если толщина стенки корпуса из низколегированных, марганцовистых и кремнемарганцовистых сталей типа 16ГС, 09Г2С и т.п. превышает 30 мм.
- ✓ Толщина стенки корпуса (S) превышает величину, рассчитанную по формуле:

$$S = 0,009 \cdot (D+1200),$$

где D – минимальный внутренний диаметр аппарата, мм

- ✓ Аппараты предназначены для эксплуатации в средах (щелочи, кислоты), вызывающих коррозионное растрескивание.

- ✓ Корпуса аппаратов и их элементы из сталей марок 12ХМ, 15ХМ, 12Х1МФ, 15Х5, 15Х5М, Х8, 15Х55ВФ, 12Х8ВФ Х9М, а также двухслойные стали с основным слоем из стали марок 12ХМ, 20Х2М должны быть подвергнуты термообработке не зависимо от толщины стенки корпуса.

При ремонтной сварке корпусов и их элементов из двухслойных сталей необходимость термообработки определяется по основному слою. В качестве толщины свариваемого элемента принимается толщина двухслойной стали.

Термообработка корпусов сосудов и аппаратов производится согласно режиму, указанному в паспорте аппарата. При отсутствии указаний в паспорте термообработку следует проводить по следующему режиму:

- Равномерный нагрев до температуры 620-650⁰С для *углеродистых* сталей типа СтЗсп, 20К, 16ГС, 09Г2С;
- Равномерный нагрев до температуры 710-730⁰С для *низколегированных* сталей типа 12ХМ, 15ХМ;
- Скорость нагрева 100-150 градусов в час;
- Выдержка при указанных температурах 2,5-3 часа;
- Медленное охлаждение со скоростью 60-100 градусов в час.

Данный режим термообработки соответствует высокому отпуску.

Стали аустенитного класса типа 08Х18Н10Т должны подвергаться стабилизирующему отжигу:

- Равномерный нагрев зоны сварных швов до температуры 850-900⁰С;
- Выдержка при этой температуре 3-5 часов;
- Охлаждение на воздухе.

При отрицательных температурах окружающего воздуха сварные соединения из сталей 12ХМ, 15ХМ должны быть термообработаны непосредственно после сварки. Если такая возможность отсутствует, то сразу после окончания сварки необходимо произвести нагрев сварного соединения до 300-350⁰С с выдержкой 0,5-1 час, после чего время до термообработки не ограничивается.

Допускается приварка к корпусу аппарата внутренних и наружных устройств без последующей термообработки при условии, что величина катета сварного шва не более 8 мм, а длина шва не превышает 5% всех сварных швов корпуса аппарата при толщине стенки корпуса не менее 50 мм.

11. Испытания сосудов и аппаратов после ремонта

1.1. Гидравлическое испытание

Гидравлическое испытание сосудов и аппаратов проводят с целью проверки их элементов на прочность и плотность.

После ремонта корпуса сосудов и аппаратов подвергают гидравлическому испытанию в соответствии с требованиями паспорта. При отсутствии в паспорте каких-либо указаний по проведению испытаний значение пробного давления при испытании сварных сосудов и аппаратов на прочность определяется по формуле

$$P_{пр1} = 1,25 \cdot P \frac{[\sigma]_t}{[\sigma]_{20}},$$

где P – расчетное давление; $[\sigma]_{20}$ – допускаемое напряжение для материала сосуда при температуре 20⁰С; $[\sigma]_t$ – допускаемое напряжение для материала сосуда при расчетной температуре.

Если пробное давление испытания вызывает необходимость утолщения стенки аппарата, его допускается определять как

$$P_{\text{пр2}} = 1,25 \cdot P \frac{E_t}{E_{20}},$$

где E_t , E_{20} – модули упругости материала соответственно при 20°C и при расчетной температуре.

Литые детали сосудов и аппаратов, работающие под давлением, следует подвергать гидравлическому испытанию давлением

$$P_{\text{пр1}} = 1,5 \cdot P \frac{[\sigma]_t}{[\sigma]_{20}},$$

но не менее 0,3 МПа.

Сосуды и аппараты, работающие под атмосферным давлением, испытывают наливом воды. Время испытания при этом должно составлять не менее 4 часов.

Для сосудов, работающих под вакуумом, расчетное давление принимается равным 0,1 МПа.

При проведении испытания необходимо убедиться в отсутствии воздуха в аппарате. Во время испытания не допускается появление конденсата на стенках корпуса. Испытание должно контролироваться двумя одинаковыми поверенными манометрами с классом точности не ниже 2,5. Температура воды при испытании должна находиться в пределах $5-40^{\circ}\text{C}$. Скорость подъема давления не должна превышать 0,5 МПа в минуту. Время выдержки аппарата под давлением зависит от толщины стенки (Таблица 5).

Таблица 5 – Время выдержки аппарата под пробным давлением

Толщина стенки, мм	Время испытания, мин
до 50	10
50-100	20
более 100	30

Обстукивание сосуда во время испытания не допускается. После проведения гидравлического испытания воду из аппарата удаляют, после чего аппарат и отдельные его элементы (змеевики, карманы и т.п.) продувают сухим сжатым воздухом.

11.2. Пневматическое испытание

Предпочтительнее проводить гидравлические испытания. Пневматические испытания проводят тогда, когда невозможно провести гидравлические испытания:

- при отрицательных температурах окружающего воздуха;
- при невозможности полного удаления воды из аппарата;
- при возникновении больших внутренних напряжений в стенках сосуда, превышающих допускаемые, от массы воды при наливе.

Пневматические испытания проводят с соблюдением особых мер предосторожности. Сварные швы перед испытанием необходимо проконтролировать методом УЗД в объеме 100%. Время выдержки сосуда под пробным давлением должно быть не менее 5 минут. После выдержки пробное давление снижают до расчетного, при котором производят визуальный осмотр и проверку герметичности сварных швов и разъемных соединений, предварительно покрытых мыльным раствором. Обстукивание сосуда или аппарата под давлением не допускается.

Результаты пневматического и гидравлического испытаний считаются удовлетворительными, если отсутствуют:

- падение давления по манометру;
- признаки разрыва;
- течь в соединениях и сварных швах;
- остаточные деформации.

Значения пробного давления и результаты испытания заносят в паспорт аппарата.

11.3. Испытания сварных швов керосином

Отремонтированные сварные швы сосудов и аппаратов допускается испытывать, смачивая их керосином. Время испытания зависит от толщины шва и его положения. В таблице 6 указано наименьшее время выдержки при испытании керосином. Контроль при испытании производят визуально.

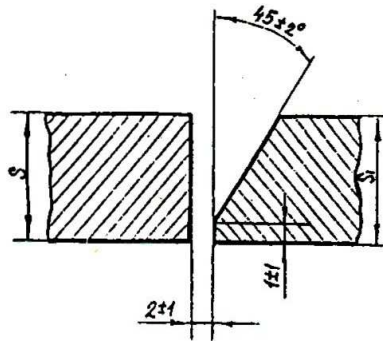
Таблица 6 – Наименьшее время выдержки при испытании сосуда керосином, мин

Толщина шва, мм	Горизонтальные швы	Вертикальные и потолочные швы
до 4	20	30
4-10	25	35
более 10	30	40

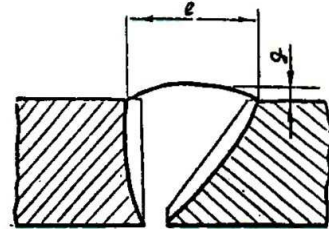
Приложение А – Форма и конструктивные элементы кромок деталей,
подготовленных под сварку

Конструктивные элементы сварного соединения
типа С8 (ГОСТ 5264 – 80)

Подготовка кромок



Шов сварного соединения



S = S ₁ , мм	e, мм		e _s , мм	
	номинал	пред.откл.	номинал	пред.откл.
5 - 8	12			
8 - 11	16	± 2	0,5	+1,5
11 - 14	20			-0,5
14 - 17	24			
17 - 20	28			
20 - 24	32	± 3	0,5	+2,0
24 - 28	35			-0,5
28 - 32	38			
32 - 36	41			
36 - 40	44			
40 - 44	49			
44 - 48	53	± 4	0,5	+2,0
48 - 52	56			-0,5
52 - 56	60			

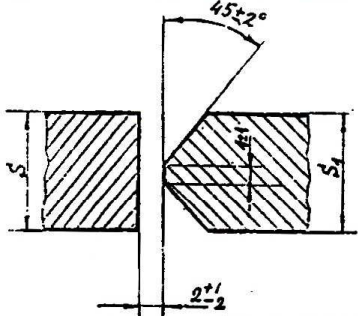
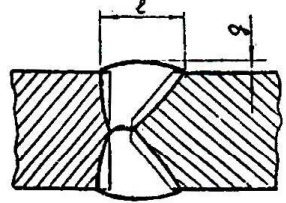
Продолжение приложения А

Конструктивные элементы сварного соединения
типа С15 (ГОСТ 5264 - 80)

Подготовка кромок		Шов сварного соединения			
S = S1, мм	e, мм		e1, мм		e1, мм пред. откл. ± 2
	номин.	пред. откл.	номин.	пред. откл.	
5 - 8	12				
8 - 11	16	± 2	0,5	+1,5	8
11 - 14	20			-0,5	
14 - 17	24				
17 - 20	28				
20 - 24	32				
24 - 28	35				
28 - 32	38	± 3	0,5	+2,0	
32 - 36	41			-0,5	10
36 - 40	44				
40 - 44	49				
44 - 48	53				
48 - 52	56	± 4	0,5	+2,0	12
52 - 56	60			-0,5	
56 - 60	64				

Продолжение приложения А

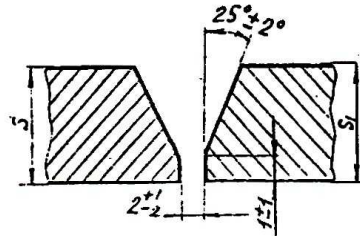
Конструктивные элементы сварного соединения
 типа С15 (ГОСТ 5264 - 80)

Подготовка кромок		Шов сварного соединения			
					
S = S ₁ , мм	e, мм		g, мм		
	номинал	пред. откл.	номинал	пред. откл.	
8 - 11	10	± 2,0	0,5	+1,5	
11 - 14				-0,5	
I4 - I7	I4				
I7 - 20	I6				
20 - 24	I8				
24 - 28	20				
28 - 32	22				
32 - 36	24	± 3,0	0,5	+2,0	
36 - 40	26			-0,5	
40 - 44	28				
44 - 48	30				
48 - 52	32				
52 - 56	34				
56 - 60	36				
60 - 64	39	± 4,0	0,5	+3,0	
64 - 70	42			-0,5	

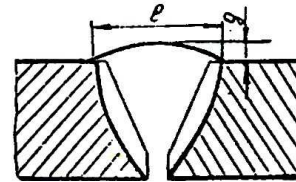
Продолжение приложения А

Конструктивные элементы сварного соединения
 типа С I7 (ГОСТ 5264 - 80)

Подготовка кромок



Шов сварного соединения

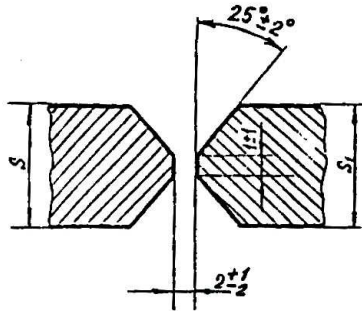


S = S ₁ , мм	e, мм		g, мм	
	номинал	пред. откл.	номинал	пред. откл.
8 - 11	16	±2	0,5	+1,5
11 - 14	19			-0,5
14 - 17	22			
17 - 20	26			
20 - 24	30			
24 - 28	34	±3	0,5	+2,0
28 - 32	38			-0,5
32 - 36	42			
36 - 40	47			
40 - 44	52			
44 - 48	54	±4	0,5	+2,0
48 - 52	56			-0,5
56 - 60	65			

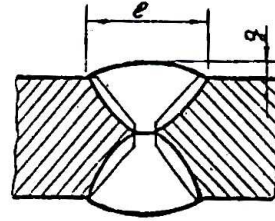
Продолжение приложения А

Конструктивные элементы сварного соединения
 типа С 25 (ГОСТ 5264 - 80)

Подготовка кромок



Шов сварного соединения



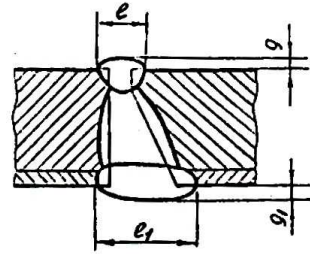
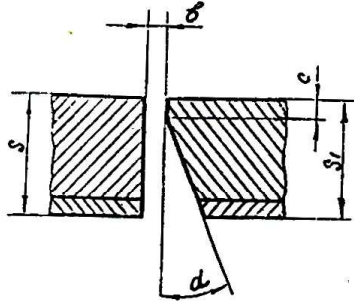
S = S ₁ , мм	e, мм		R, мм	
	номинал	пред. откл.	номинал	пред. откл.
8 - 11	10	± 2	0,5	+1,5
11 - 14	12			-0,5
14 - 17	14			
17 - 20	16			
20 - 24	18			
24 - 28	20			
28 - 32	22			
32 - 36	24	± 3	0,5	+2,0
36 - 40	26			-0,5
40 - 44	28			
44 - 48	30			
48 - 52	32			
52 - 56	34			
60 - 64	39			
70 - 76	45	± 4	0,5	+3,0
94 - 100	57			-0,5
118 - 120	68			

Продолжение приложения А

Конструктивные элементы сварного соединения
типа С 4 (ГОСТ 5264 - 80)

Подготовка кромок

Шов сварного соединения



$s = s_1$	b (пред. откл. +1,0...-2,0)	c (пред. откл. +1,0...-2,0)	α	e	e_1	g (пред. откл. +1,0...-0,5)	g_1 (пред. откл. +2,0...-0,5)
8 - 10	2,0	2,0	50°	15	18	1,0	1,0
12 - 16	2,0	2,0	50°	17	22	1,0	1,0
18 - 20				20	28		

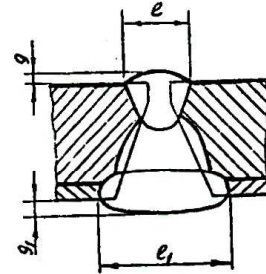
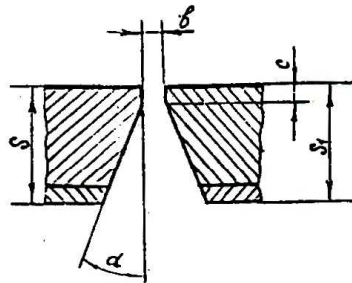
Примечание: размеры в таблице указаны в миллиметрах.

Продолжение приложения А

Конструктивные элементы сварного соединения
 типа С 7 (ГОСТ 5264 - 80)

Подготовка кромок

Шов сварного соединения



$S = S_1$	b (пред. откл. $\pm 1,0$)	c (пред. откл. $\pm 1,0$)	α	e	e_1	g (пред. откл. $+1,0 -0,5$)	g_1 (пред. откл. $+2,0 -0,5$)
-----------	----------------------------------	----------------------------------	----------	---	-------	------------------------------------	--

8 - 10	1,0	1,0	45°	20	22	1,0	1,0
--------	-----	-----	-----	----	----	-----	-----

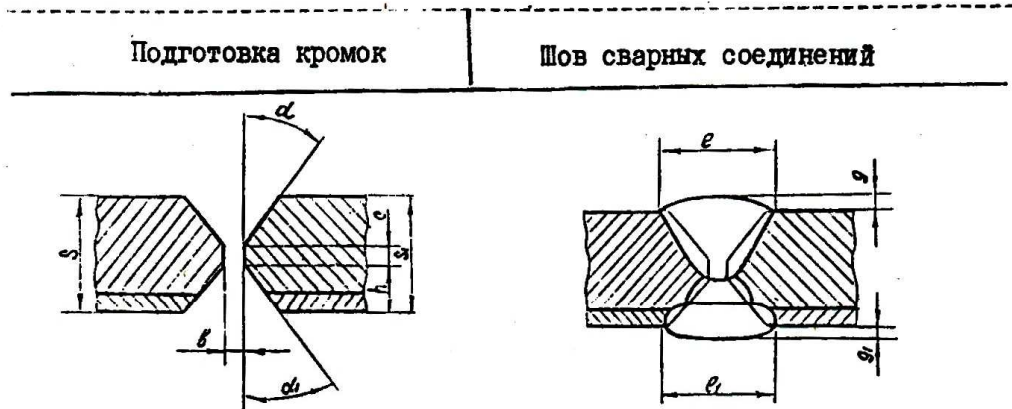
12 - 14					26		
---------	--	--	--	--	----	--	--

16 - 18	2,0	2,0	30°	22	32	1,0	1,0
---------	-----	-----	-----	----	----	-----	-----

20 - 22					34		
---------	--	--	--	--	----	--	--

Примечание: размеры в таблице указаны в миллиметрах.

Продолжение приложения А

Конструктивные элементы сварного соединения
типа С I9 (ГОСТ 5264 - 80)

S=S ₁	b	c	h	α	α_1	e	e ₁	пред. отклонение	
	(пр. отк. ±1,0)	(пр. отк. ±1,0)	(пр. отк. ±1,0)	(пр. отк. ±3,0°)	(пр. отк. ±3,0°)			g	g ₁
14 - 16			7			20	22		
18 - 20	2	1	9	27°	35°	22	24	2,0	1,5
22 - 26			11			25	27		
28 - 30			14			28	30		
32 - 40			16			35	34		
42 - 50	2	1	22	27°	30°	44	44	2,0	1,5
53 - 60			25			52	53		

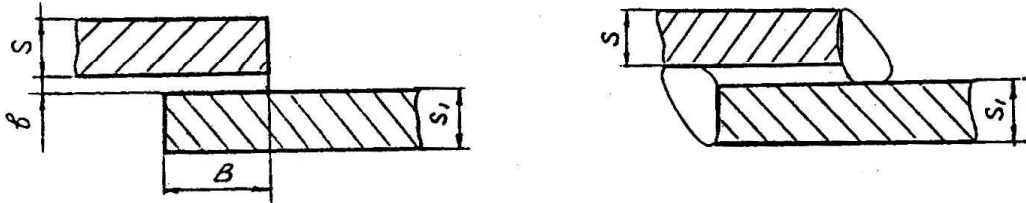
Примечание: размеры в таблице указаны в миллиметрах.

Продолжение приложения А

Конструктивные элементы сварного соединения
типа Н2 (ГОСТ 5264 - 80)

Подготовка кромок

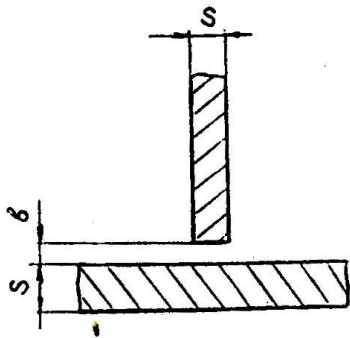
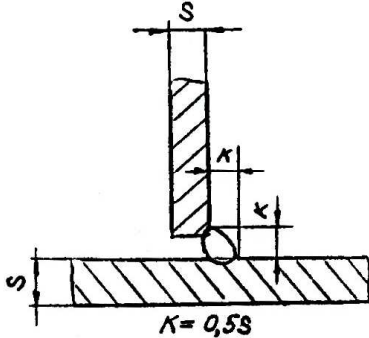
Шов сварного соединения



S, мм	B, мм	b, мм	
		номинал	пред. откл.
2 - 5	3 - 20	0	+1,0
5 - 10	8 - 40	0	+1,5
10 - 29	12 - 100	0	+2,0
29 - 60	30 - 240	0	+2,0

Продолжение приложения А

Конструктивные элементы сварного соединения
типа Т1 (ГОСТ 5264 - 80)

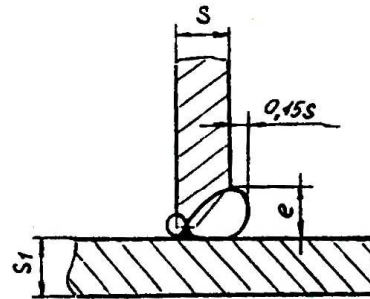
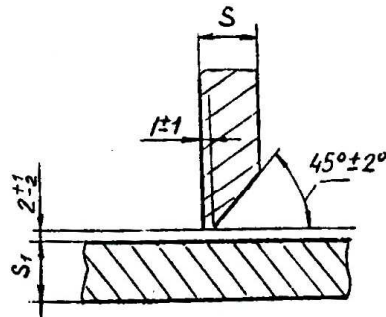
Подготовка кромок		Шов сварного соединения	
			
S = S ₁ , мм	b, мм		
	номинал.	пред. откл.	
2 - 3	0	+1	
3 - 15	0	+2	
15 - 40	0	+3	

Продолжение приложения А

Конструктивные элементы сварного соединения
 типа Т7 (ГОСТ 5264 - 80)

Подготовка кромок

Шов сварного соединения



S = S ₁ , мм	e, мм	
	НОМИНАЛ	пред. откл.
5 - 8	10	
8 - 11	14	± 2
11 - 14	18	
14 - 17	22	
17 - 20	26	
20 - 24	30	
24 - 28	33	± 3
28 - 32	36	
32 - 36	40	
36 - 40	44	
40 - 44	47	
44 - 48	50	
48 - 52	54	± 4
52 - 56	58	
56 - 60	62	

Продолжение приложения А

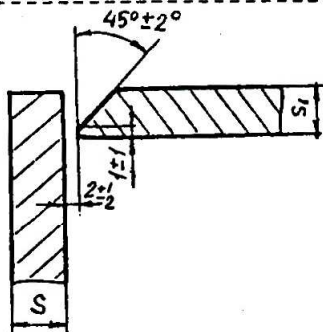
Конструктивные элементы сварного соединения
 типа Т8 (ГОСТ 5264 - 80)

Подготовка кромок		Шов сварного соединения	
$S = S_1$ мм	e, мм		
	номинал	пред. откл.	
8 - 11	9	± 2	
11 - 14	11		
14 - 17	12		
17 - 20	14		
20 - 24	16		
24 - 28	18		
28 - 32	20	± 3	
32 - 36	22		
36 - 40	24		
40 - 44	26		
48 - 52	30		
56 - 60	34		
64 - 70	40		
76 - 82	46	± 4	
88 - 94	52		
94 - 100	56		

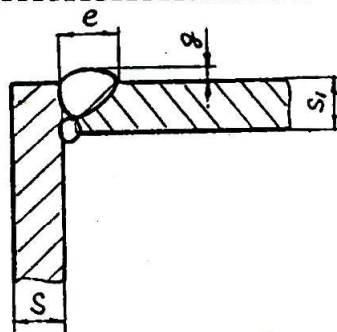
Продолжение приложения А

Конструктивные элементы сварного соединения
 типа У7 (ГОСТ 5264 - 80)

Подготовка кромок



Шов сварного соединения

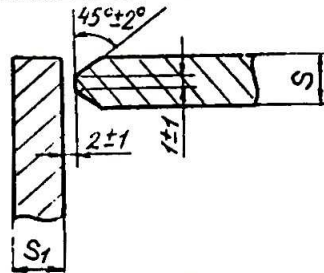


S, мм	e, мм		g, мм	
	номинал	пред. откл.	номинал	пред. откл.
5 - 8	12			
5 - 11	16	± 2	0,5	+1,0
11 - 14	20			-0,5
14 - 17	24			
17 - 20	28			
20 - 24	32			
24 - 28	35	± 3	0,5	+2,0
28 - 32	38			-0,5
32 - 36	41			
36 - 40	44			
40 - 44	49 [†]			
44 - 48	53			
48 - 52	56	± 4	0,5	+2,0
52 - 56	60			-0,5
56 - 60	64			

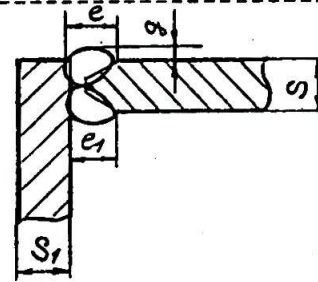
Продолжение приложения А

типа У8 (ГОСТ 5264 - 80)

Подготовка кромок



Шов сварного соединения



S, мм	e, мм		e ₁ , мм		g, мм	
	номинал	пред. откл.	номинал	пред. откл.	номинал	пред. откл.
8 - 11	10	± 2	9	± 2	0,5	+1,5
11 - 14	12		11			-0,5
14 - 17	14		12			
17 - 20	16		14			
20 - 24	18		16			
24 - 28	20		18			
28 - 32	22		20			
32 - 36	24	± 3	22	± 3	0,5	+2,0
36 - 40	26		24			-0,5
40 - 44	28		26			
44 - 48	30		28			
48 - 52	32		30			
52 - 56	34		32			
56 - 60	36		34			
60 - 64	39		37			
70 - 76	45	± 4	43	± 4	0,5	+3,0
82 - 88	51		48			-0,5

Приложение Б – Электроды для ручной электродуговой сварки углеродистых сталей

**Электроды для ручной электродуговой сварки углеродистых,
низколегированных и среднелегированных сталей**

Марка стали	Электроды	
	тип (ГОСТ 9467 - 75)	марка
ВСтЗпс, ВСтЗсп, ВСтЗГпс, 10, 20, 15К, 16К, 18К, 20К, 20Л	Э 42 Э 46	АНО-1, ОЗС-23, АНО-19, АНО-19, ОЗС-1, ОЗС-6, АНО-4, ОЗС-12, МР-2
ВСтЗпс2, ВСтЗГпс2, ВСтЗсп2	Э 42А Э 46А	УОНИ 13/45, СМ-11, ОЗС-22Р, УОНИ 13/55К
16ГС, 09Г2С, 17ГС, 10Г2С	Э 50А	УОНИ 13/55, ОЗС-25, АНО-11, ОЗС-20Р, АНО-10, К-5а, ТМУ-21
12ХМ, 15ХМ, 12МХ, 20Х2МА	Э-09МХ Э-09Х1М Э-09Х1МФ	ОЗС-11, УОНИ-13/45, ТМЛ-4, ЗМО-20, ЦЛ-20, ЭГЛ-8

Приложение В – Электроды для ручной электродуговой сварки высоколегированных сталей

Электроды для ручной электродуговой сварки для высоколегированных сталей и плакирующего слоя двухслойной стали при наличии требований по стойкости к межкристаллитной коррозии

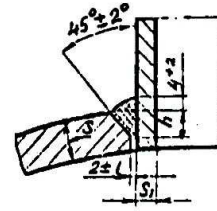
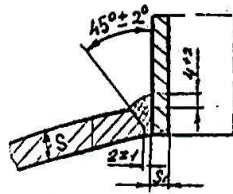
Марка стали	Электроды	
	тип (ГОСТ 10052 - 75)	марка
08X22H6T	Э-08X20H9Г2Б	ОЭЛ-7, ЦЛ-11, АНВ-23
08X18Г8Н12Т	Э-08X19Н10Г2Б	ЦТ-15, ЭИО-3, ОЭЛ-40
08X21H6M2T	Э-09X19Н10Г2М2Б	НЖ-13
	Э-07X19Н11М3Г2Ф	ОЭЛ-41
12X18H9T	Э-08X20H9Г2Б	ОЭЛ-7, ЦЛ-11, АНВ-23, Л-40М
12X18H10T		
08X18H10T		
12X18H9T	Э-08X19Н10Г2Б	ЦТ-15, ЦТ-15-1, ЭИО-3
08X18H12B		
12X18H12T		
10X17H13M2T	Э-07X19Н11М3Г2Ф	НЖ-13
10X17H13M3T	Э-09X10Г2М2Б	
12X18H12M3T		
08X17H13M2T		
02X18H11	Э-02X21H10Г2	ОЭЛ-22
02X18H11	Э-02X19H9Б	АНВ-12

Продолжение приложения В

Марка стали	Электроды	
	тип (ГОСТ 10052 - 75)	марка
12X1810T	Э-10X25H13Г2	ОЗЛ-6, ЗИО-8, ЦЛ-25
08X1810T	Э-08X20H9Г2Б	ОЗЛ-7, ЦЛ-11, Л-40М
10X17H15M2T	Э-10X25H13Г2	ОЗЛ-6, ЗИО-8, ЦЛ-25
08X17H15M3T		
08X17H15M2T	Э-09X19H10Г2М2Б	НЖ-13
08X13	Э-10X25H13Г2	ОЗЛ-6, ЗИО-8, ЦЛ-25
	Э-08X20H9Г2Б	ЦЛ-11,
	Э-08X19H10Г2Б	ЦТ-15
08X17T	Э-10X25H13Г2Б	ЦЛ-9
15X25T		
06X28MДТ	03X24H25M3AГ3Д	АНВ-25
03X28MДТ	04X23H27M3Д3Г2Б	ОЗЛ-17У,
	04X23H28M3Д3Г2Б	ОЗЛ-37-2

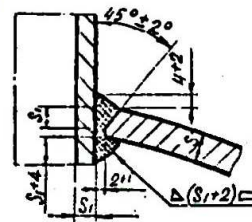
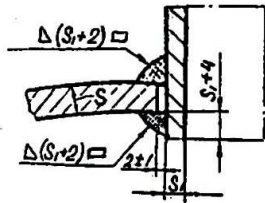
Приложение Г – Исполнение приварки штуцеров без укрепляющего кольца

1. Для сосудов и аппаратов условным диаметром менее 600 мм
 при толщине стенки 4 ... 16 мм при толщине стенки 18 ... 40 мм

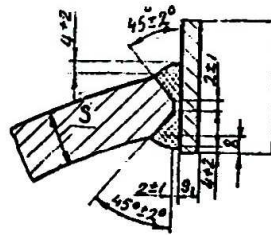


Величина h зависит от S (см. примечание).

2. Для сосудов и аппаратов условным диаметром более 600 мм
 при толщине стенки 4 ... 8 мм при толщине стенки 8 ... 30 мм



при толщине стенки более 30 мм



Примечание:

Толщина корпуса S

18-24

26-32

34-40

Глубина разделки кромок h

14

18

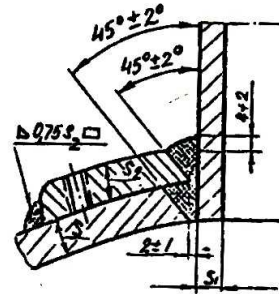
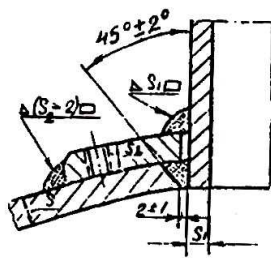
24

Приложение Д – Исполнение приварки штуцеров с укрепляющим кольцом

1. Для сосудов и аппаратов условным диаметром менее 600 мм

при толщине стенки до 12 мм

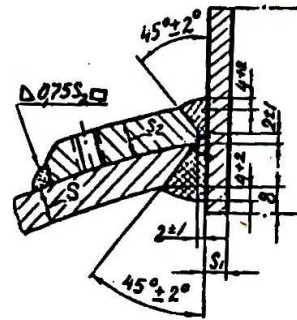
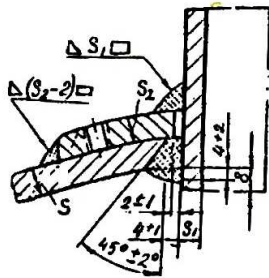
при толщине стенки свыше 14 мм



2. Для сосудов и аппаратов условным диаметром более 600 мм

при толщине стенки до 12 мм

при толщине стенки свыше 14 мм



7. Расположение участков (зон) производства ремонта на корпусе (чертеж, эскиз, рисунок)

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

9. Способ и особенности выборки или удаления дефектного участка

10. Форма подготовки кромок под ремонтную сварку или наплавку (чертеж, эскиз, рисунок)

11. Сведения о предварительном, сопутствующем подогреве и термообработке

12. Сварочные материалы, режимы ремонтной сварки:

Способ сварки (наплавки) _____

Тип соединения по ГОСТ (или другому НД) _____

Тип и марка электрода _____

Технологические параметры сварки (сварки, наплавки)

Для основного слоя			Для плакирующего слоя		
Диаметр электрода, мм	Величина тока, А	Род и полярность тока	Диаметр электрода, мм	Величина тока, А	Род и полярность тока

13. Последовательность технологических операций ремонта (модернизации)

Наименование операций	Оборудование, инструмент

14. Контроль сварных соединений

Метод контроля	Наименование нормативного документа	Объем контроля, %

Разработал студент _____

Приложение И – Титульный лист к курсовой работе



Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**
Березниковский филиал

Кафедра ТМП

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

**к курсовой работе по дисциплине
«Монтаж и ремонт химического оборудования»**

на тему

Выполнил: студент

Проверил: доцент кафедры ТМП Долганов В.Л.

Дата защиты _____

Оценка _____

Березники 2015