

Министерство образования и науки Российской Федерации
федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего профессионального образования
«Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева»
Новомосковский институт (филиал)

ТЕХНОЛОГИЯ РЕМОНТА И МОНТАЖА ХИМИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

**Учебное пособие для студентов
профиля «Машины и аппараты химических производств»**

Часть II

Новомосковск,
2014 г.

УДК 66.02

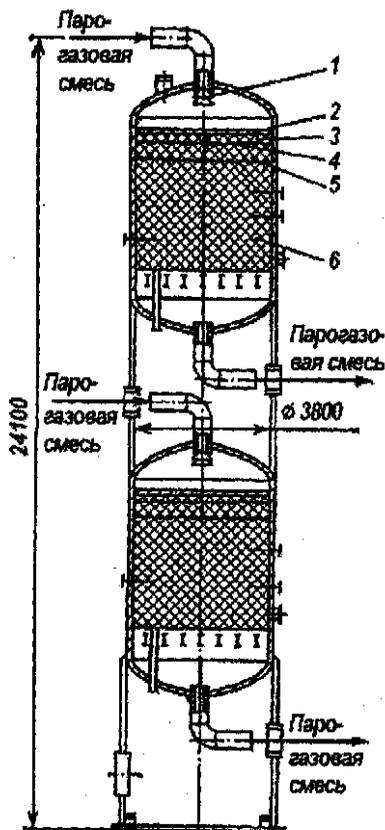
ББК 35.11

0 753

1. Общие технические требования на ремонт аппаратов

Перед началом ремонтных работ устанавливаются виды дефектов и определяются способы их устранения. Применительно к сосудам, аппаратам и трубопроводам потенциально опасных химических производств перед проведением ремонтных работ проводится экспертное обследование оборудования, методы и объем которого предусмотрены методическими указаниями [1], [2]. Цель обследования: определение дефектов элементов сосудов методами - визуального контроля, промерами, дефектоскопией, определением механических свойств материалов, металлографией, испытанием на прочность и плотность.

В качестве иллюстрации к сказанному рассмотрим результаты контроля конвертора оксида углерода II ступени крупнотоннажного агрегата



синтеза аммиака.

Рис.1. Конвертор оксида углерода II ступени, работающий под давлением 3,0 МПа в отечественных агрегатах производства аммиака мощностью 1360 т/сут: 1 – распределительное устройство; 2 – прижимная решетка; 3 – насадка; 4 – сетка; 5 – поглотитель катализаторных ядов

Это вертикальный цилиндрический сварной аппарат, состоящий из двух камер, расположенных одна над другой, заполненных катализатором (рис. 1). В аппарате происходит процесс взаимодействия монооксида углерода с водяным паром при средней температуре 240°C и давлении

3,0-3,2 МПа. Размеры камер: диаметр каждой 3800 мм, общая высота 24000 мм. Корпус аппарата изготовлен из стали 12ХМ.

Металлографические исследования показали, что структура внутренней поверхности стенки корпуса неравномерная, состоит из феррита, сфероидализированного перлита, карбидных выделений различной степени дисперсности. Перлит расположен как по границам, так и внутри зерен феррита. На поверхности основного металла обечайки видны единичные выделения графита в виде обособленных гнезд. Процесс графитизации свидетельствует о превышении во время эксплуатации аппарата регламентных температур. Однако эти выделения не влияют на прочностные характеристики стали, что подтверждено фактически измеренным пределом прочности металла корпуса ~ 430 МПа, минимальное значение которого по ГОСТ для стали 12ХС - 440 МПа. Внутренняя поверхность металла обечайки на контрольных участках подвергается питтинговой коррозии, расположенных в виде цепочек питтинга, которые при растрескивании образуют микротрещины.

В структуре металла обечаек отмечены единичные язвы размером до 168 мкм и глубиной до 27 мкм. Структура внутренней поверхности сварных швов – литая, мелкодисперсная, подверженная также питтинговой коррозии размером от 5,9 мкм, расположенных у крупных шлаковых включений.

Структура как основного металла, так и металла сварных швов не является предельной для стали типа 12ХМ, поэтому было принято решение о допуске аппарата к эксплуатации после ремонта с обязательным проведением следующей экспертизы через 2 года.

2. Виды дефектов

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

- а) трещины всех видов и направлений в сварных швах, околошов-ной зоне и в основном металле;
- б) коррозионные поражения сварных швов и основного металла в виде сплошной равномерной или неравномерной коррозии, локальной коррозии (язвы, питтинги и т. п.);
- в) эрозийный износ;
- г) гофры, вмятины, выпучины и другие виды деформации корпуса;
- д) расслоение металла.

2.2. Для определения величины дефектов и границ дефектных участков применяют методы контроля: визуальный и измерительный, ультразвуковой, рентгенографический, акустической эмиссии, магнитопорошковый, капиллярная (цветная) дефектоскопия.

2.3. Выбор способов исправления дефектных участков и границ дефектных участков корпусов аппаратов производится с учетом:

- а) вида дефектов (трещины, деформация корпуса и т. п.);
- б) конструкции корпуса (толщины стенки), наличия приварных внутренних устройств и т. п.);
- в) материального исполнения корпуса;
- г) экономической целесообразности выбранного способа исправления.

2.4. Ремонт корпусов аппаратов производится тремя способами:

- а) заваркой дефекта или наплавкой дефектного участка;
- б) заменой дефектного участка (установка вставок, смена листа, обечайки, днища, штуцера);
- в) удалением дефекта. При этом остаточная толщина стенки должна обеспечивать прочность и надежность работы сосуда, что должно быть подтверждено расчетом.

3. Требования к сварным соединениям при выполнении ремонтных работ

3.1. Ремонт аппаратов и их элементов производится ручной дуговой сваркой по ГОСТ 5264-80 или наплавкой по тем же требованиям, которые предъявляются к сосуду при его изготовлении [].

3.2. Перед началом сварки должно быть проверено качество сборки свариваемых элементов: размеры зазоров, состояние поверхности стыкуемых кромок, после чего стыкуемые элементы скрепляются между собой прихватками.

3.3. Прихватку стыков при ремонте выполняют электродами того же типа, которыми сваривался ремонтируемый аппарат. Как правило, прихватки располагаются в корне шва. Рекомендуется их выполнять электродами диаметром 3 мм. К сварке привлекается высококвалифицированный сварщик.

3.4. Проводится контроль качества прихваточных швов. При обнаружении дефектов эти прихватки удаляются механическим путем (шлифмашинкой) и вновь накладываются на этот участок сборочного соединения. Пропущенные дефекты могут служить очагами дефектов сварного соединения. Нужно следить, чтобы при заварке шва прихватки переплавились.

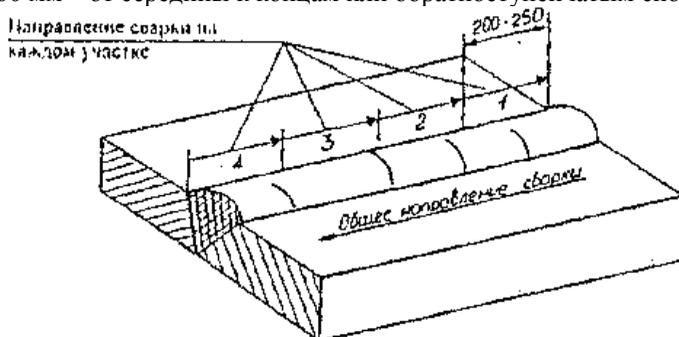
3.5. Не допускаются прихватки на местах пересечения продольных, кольцевых и других швов.

3.6. Прихваточные швы должны быть равномерно расположены по периметру стыка. Расстояние между двумя прихватками продольных швов аппаратов выбираются в пределах 100-500 мм в зависимости от толщины металла. Длина прихватки 20-100 мм.

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

3.8. В кольцевых стыках, собираемых без подкладочных колец, число прихваток, их протяженность, размеры скрепляющих планок выбираются в зависимости от диаметра корпуса и толщины стенки корпуса аппарата.

3.9. Сварные швы в зависимости от их протяженности и толщины свариваемого металла во избежание появления значительных напряжений в металле шва выполняются различными способами. Сварка стыковых коротких швов длиной 250-300 мм выполняется «на проход», средние швы длиной 300-1100 мм – от середины к концам или обратноступенчатым способом



(рис.2)

Рис. 2. Выполнение шва обратноступенчатым способом

3.10. Количество проходов в одном слое шва по ширине устанавливается с учетом ширины разделки. При ширине менее 12 мм слой 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.

3.11. Последовательность положения проходов по сечению шва устанавливается с учетом последовательности сборки и сварки. Наиболее рациональное выполнение швов при V-образной и X-образной разделках приведена на Рис.3. При этом следует обратить внимание на качественное выполнение первого слоя в корне шва, так как «провар» корня шва определяет прочность всего многослойного шва.

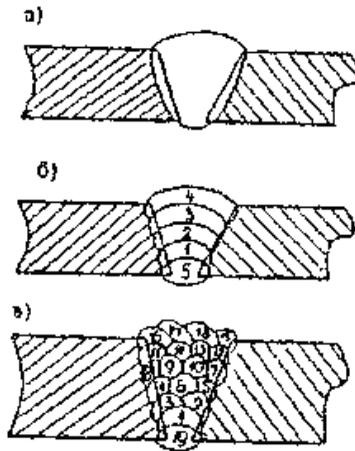


Рис. 3. Схема выполнения швов по сечению: а – одно-
 слойный односторонний;
 б – многослойный; в – многослойный односторонний не-
 точными швами

При двухсторонней сварке стыковых швов выполнение шва с обратной стороны производится после удаления корня первого шва механическим способом (шлифованием).

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

3.12. Ремонт 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 его ширины.

При многослойной наплавке последовательность наложения валиков рекомендуется выполнять в каждом последующем слое перпендикулярно предыдущему.

3.13. После ремонтной сварки и наплавки для снятия остаточных сварочных напряжений и для улучшения структуры металла аппарат или его отдельные элементы могут подвергаться термообработке.

3.14. После ремонта аппарат подвергается испытаниям, предусмотренным требованиями паспорта на аппарат.

4. Подготовка дефектных мест под ремонтную сварку или наплавку

4.1. 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 его на площади, обеспечивающей качественное выполнение всех его 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, плазменно-дуговой). В этом случае резка проводится по металлу устройства на расстоянии 20÷25 мм от поверхности корпуса.

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

4.3. Определяются границы дефектной зоны в соответствии с таблицей 1

4.4. 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 последующей засверловкой обоих концов трещины на всю глубину сверлом диаметром 5÷6 мм, исключая 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.

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

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

- углеродистых и низколегированных сталей до металлического блеска;

- аустенитных сталей типа 08X18H10T, сталей типа 12MX, 12XM, 15XM на глубину не менее 1 мм, а сталей типа 15X5M, 1X2M1 на глубину не менее 3 мм, считая от наибольшей впадины реза.

Защищенная поверхность проверяется на отсутствие дефектов цветным методом контроля. 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.

4.5. Удаление дефектов корпусов из двухслойных сталей в основном производится механическим способом

4.6. При установке на корпусах вставок (латок), замене листов, обечаек и днищ подготовку кромок под сварку производить в соответствии с требованиями чертежа на корпус.

Таблица 1.

Методы определения границ дефектов

Наименование метода, руководящий документ	Виды дефектов
Визуальный и измерительный (Инструкция РД 34 10 130)	Деформация корпуса, коррозия, эрозия, трещины
Ультразвуковой (Инструкции РДИ 38 18 016 и «Методика ультразвукового контроля	Внутренние дефекты сварных швов и основного металла
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 подповерх-

	носном слое
Магнитографический (Инструкция 180050ИК)	Внутренние дефекты сварных швов, а также выходящие на поверхность
Электропотенциальный (Инструкция к измерителю глубины трещин)	Определение глубины трещин, выходящих на поверхность

5. Выбор способа устранения дефекта

5.1. Перед началом ремонтных работ устанавливаются виды дефектов и определяются способы их устранения.

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

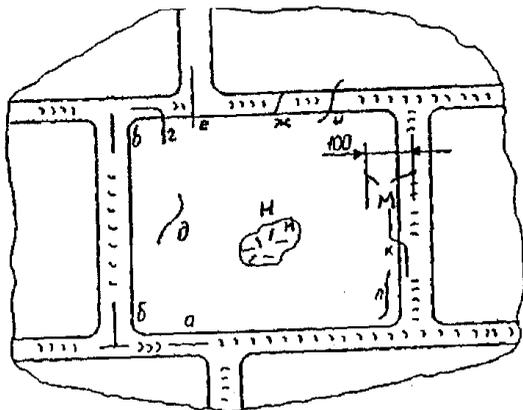


Рис. 4. Расположение трещин на корпусах аппаратов

Трещины вида а, б, в, г, д, е, ж (рис. 4.) устраняются заваркой после соответствующей подготовки при условии, что выход трещин в основной металл из сварного шва не более 100 мм.

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

5.3. Корпуса аппаратов ремонтируются наплавкой, если:

а) площадь одного дефектного участка для углеродистых и кремне-марганцовистых сталей не более 1000 см² при общей площади дефектных участков, приходящихся на один лист металла корпуса, не более

10% его площади, но не более 3000 см², для аустенитных и хромомолибденовых сталей – не более 500 см² при общей площади дефектных участков, приходящихся на один лист металла корпуса, не более 5% его площади, но не более 1500 см²;

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.

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

6. Устранение трещин (типовой технологический процесс)

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

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

6.3. Трещины глубиной не более ½ толщины стенки корпуса выбирать до получения кромок, приведенных на рис. 5.

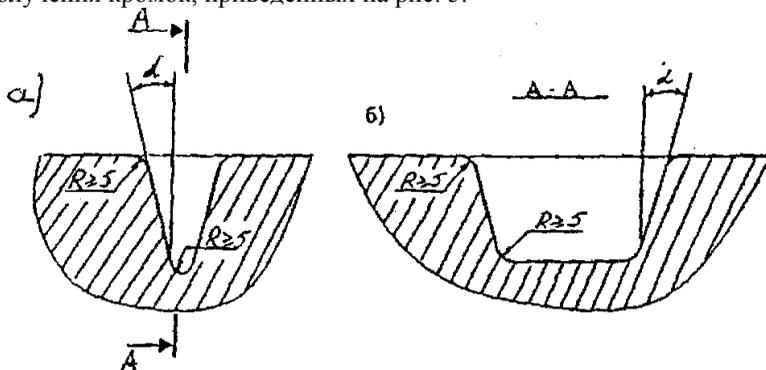


Рис. 5. Выборка трещины

При $\delta \leq 30$ мм, $\alpha = 10 - 12^{\circ}$ мм, при $\delta \geq 30$ мм,
 $\alpha = 15 - 20^{\circ}$

а – выборка по сечению трещины; б – выборка по длине трещины

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

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

6.6. Разделку, приведенную на рис. 5, варить ниточными швами «на проход» по длине, а при длине разделки более 300 мм варить обратноступенчатыми ниточными швами от середины к краям по длине.

6.7. Заварить подготовленную под сварку разделку, полученную при удалении трещин глубиной более $\frac{1}{2}$ толщины стенки или сквозных.

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

6.8. Наплавленный металл должен на 1,5÷2,0 мм выступать над поверхностью корпуса аппарата. Необходимость в термообработке определяется в зависимости от материала и толщины стенки корпуса. Термообработка производится по режиму, указанному в паспорте на аппарат.

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

7. Ремонт участка деталей корпуса, пораженных коррозией (типовой технологический процесс)

7.1. Зачистить до металлического блеска дефектный участок (рис. 6.) и прилегающую к нему часть поверхности корпуса на расстоянии не менее

20 мм на сторону.

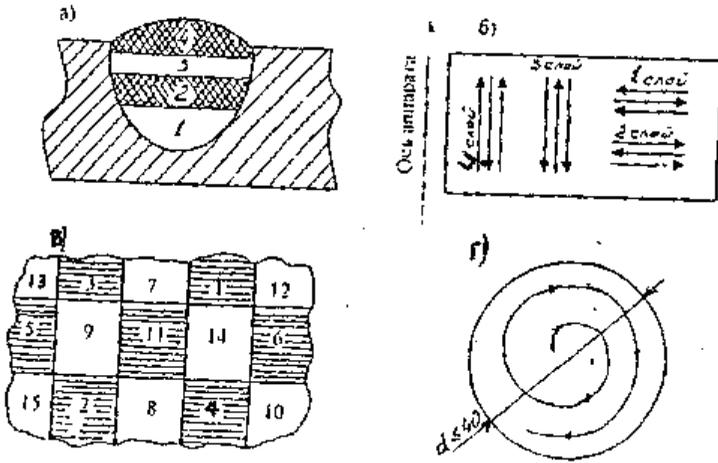
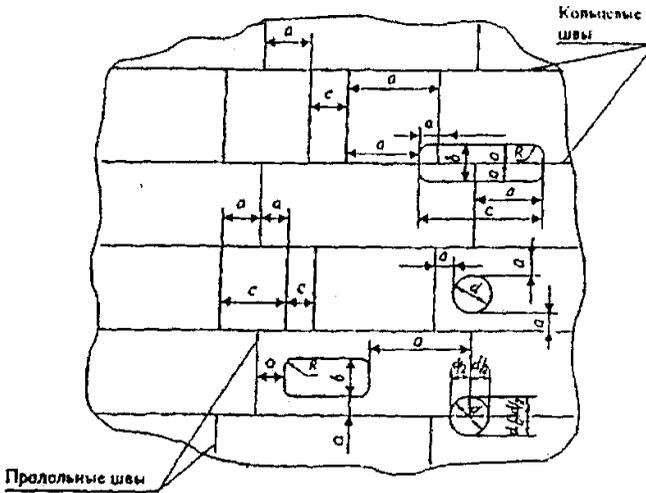


Рис. 6. Порядок наложения валиков швов при многослойной наплавке

7.2. 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.

7.3. 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, приве-

денной на рис. 7.



$a \geq 100$ мм, $b \geq 250$ мм, $c \geq 400$ мм, $d \geq 200$ мм, $R \geq 50$ мм

Рис. 7. Вставки (латки) на корпусе аппарата

В случае, если поверхность одного коррелированного 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 $60 \div 100$ мм, которые наплавляются в последовательности, указанной цифрами на рис. 6. 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.). В этом случае при глубине выборки, требующей два и более слоев наплавки, каждый слой наплавляется по спирали в обратном направлении по отношению к предыдущему.

7.4. Наплавку производить электродами, приведенными в Технических условиях (ТУ) на сварку аппарата.

7.5. После наплавки и (при необходимости) проведенной термообработки поверхность подготавливается 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.

8. Замена дефектных мест корпуса аппарата

8.1. 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.

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

8.3. 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 $2 \div 4$ мм. Форма вставок («латок») и монтажных окон, их размеры и расположение на корпусах показаны на рис. 8. Толщина вставок должна быть равна толщине корпуса или превышать ее не более чем на 3 мм.

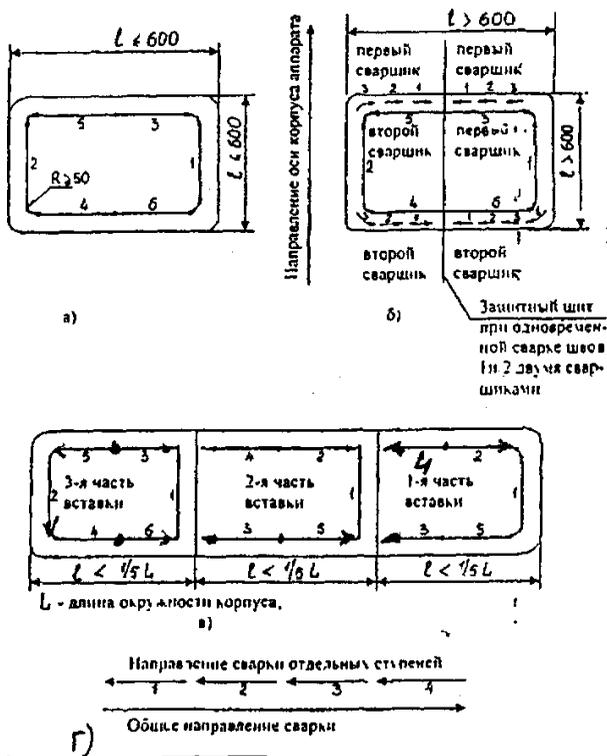


Рис. 8. Последовательность выполнения каждого слоя сварного шва: а) сварка каждого слоя вставки длиной по окружности корпуса до 600 мм; б) сварка каждого слоя вставки длиной по окружности корпуса до 600 мм обратноступенчатым способом; в) сварка каждого слоя вставки длиной по окружности корпуса более $1/5$ периметра (вся вставка разделена на 3 части, ввариваемые последовательно); г) принципы обратноступенчатого способа сварки

8.4. Вставки («латки») формируются по кривизне радиусом на $5\div 8\%$ меньше, чем радиус корпуса аппарата и ввариваются встык заподлицо со стенкой корпуса аппарата. Углы «латки» должны быть скруглены радиусом $R \geq 50$ мм. При полистовой смене обечайки формирование по кривизне каждого листа производится радиусом, равным радиусу корпуса аппарата. При полистовой смене обечайек 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 варки предыдущего участка корпуса по всему периметру (полного заплавления фаски с внутренней и наружной сторон корпуса (рис. 8.в)

Допускается вырезка участка по длине более $1/5$ длины окружности корпуса, но не более $1/4$, при условии установки укрепляющих стоек. Кромка реза должна отстоять от дефекта на расстоянии не менее 30 мм.

8.5. Кромки под сварку на вставках и окнах в корпусе выполняются 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 выполняется снаружи.

8.6. Для удобства сборки «латок» и вставок с корпусом аппарата рекомендуется приварка к корпусу временных монтажных планок, как показано на рис.

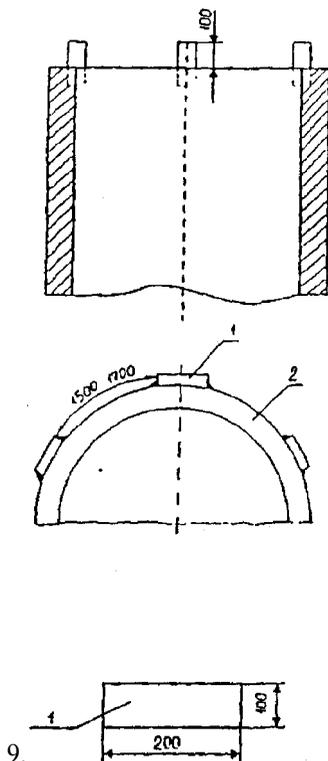


Рис. 9. Установка монтажных планок на обечайку: 1 – монтажная планка;
2 – обечайка корпуса

При варке 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. ГОСТ 5264 разделки соответственно типов С-15, С-25 в приложении 16).

Последовательность выполнения сварных швов при установке вставок показана на рис.8.

8.7. Сварка ведется без перерыва до полного заполнения разделки внутри и снаружи корпуса с соблюдением требований подраздела 3. При этом в условиях, требующих подогрева, температура зоны сварки на протяжении

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

Сварные швы вставки небольших габаритов (со стороной 1 не более 600 мм), показанные на рис.8.а, могут выполняться одним сварщиком (малый объем сварочных работ). Цифрами 1-6 показана последовательность сварки швов вставки. Сварные швы вставки со стороной более 600 мм выполняются двумя и более сварщиками (большой объем сварочных работ, рис. 8.б)

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. 8.б).

Распределение сварщиков по рабочим зонам соответствует принятой последовательности сварки. На рис. 8.б 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.

8.8. При варке вставок с горизонтальной стороной длиной более 600 мм для снижения остаточных напряжений используется обратно-ступенчатый метод сварки (рис. 8.б). Сущность этого метода заключается в том, что вся длина шва делится на определенное число ступеней, равных примерно 200-250 мм. Каждая такая ступень сваривается в направлении, обратном основному направлению сварки (рис. 8.в).

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 600 мм 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. 10). Сборочные планки могут быть изготовлены из углеродистой (для корпусов из высоколегированных хромоникелевых сталей) и приварены соответственно низкоуглеродистыми или аустенитными электродами с подогревом при необходимости и без термической обработки сварных соединений. Сборочные планки изготавливаются длиной 100-150 мм, сечением примерно 20x10 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.

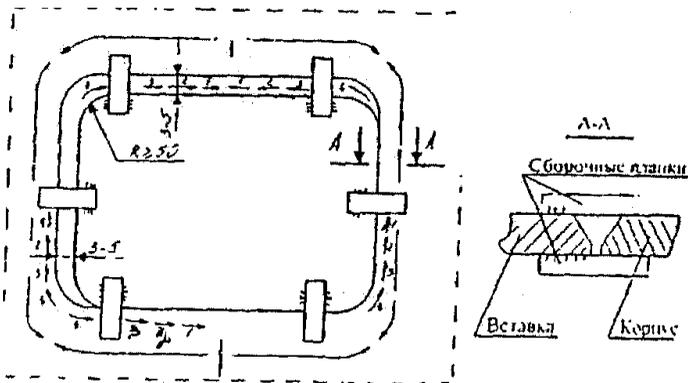


Рис. 10. Установка вставки на сборочных планках

В этом случае сварка начинается со стороны, собранной с зазором, и ведется обратно-ступенчатым способом участками длиной 150-200 мм от ее середины в направлении и последовательности, указанных на рис. 10 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.

8.9. 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. 8. а,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.

8.10. После окончания сварки и подготовки поверхности произвести ультразвуковой или радиографический контроль ремонтных сварных соединений. При ремонте с термообработкой указанный контроль выполняется после термообработки, а для Cr-Mo сталей – спустя сутки после термообработки.

9. Замена дефектных днищ аппаратов (типовой технологический процесс)

9.1. Перед началом работ необходимо выполнить требования п. 4.2. При замене днищ строго соблюдать правила техники безопасности при снятии и установке днищ.

9.2. В середине сварного шва приварки днищ к корпусу просверлить сквозное отверстие диаметром $10\div 12$ мм, являющееся началом реза шва. Начать рез от этого отверстия и выполнить его посередине сварного шва. Удалить отрезанное днище.

9.3. При отрезке днищ биметаллических корпусов предусмотреть выполнение требований п. 4.5. Перед монтажом стыкуемые кромки нового днища и обечайки должны быть подготовлены механическим способом в зависимости от толщины стенки аппарата. Подготовку кромок допускается производить огневым способом, соблюдая требования.

9.4. 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 $100\div 750^{\circ}\text{C}$ – в случае ремонта корпуса из низкоуглеродистых и котельных сталей).

9.5. Перед установкой днища равномерно по окружности обечайки приварить монтажные планки (рис. 9.) на расстоянии $1500\div 1700$ мм друг от друга по окружности.

9.6. Прихватку днищ выполнять с внутренней стороны. Длина прихваток $50\div 70$ мм с шагом $150\div 200$ 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. Сварку выполнять с соблюдением требований подраздела 3.

9.7. Выполненные сварные швы подготовить к контролю и проконтролировать в объеме 100% визуально, ультразвуковым или радиографическим методами.

10. Замена штуцеров

10.1. 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-четырёх частей. При этом контрольные отвер-

ствия должны быть в каждой части укрепляющего кольца. Контрольные отверстия выполняются с резьбой М10 по ГОСТ 8724.

10.2. 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, 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» (рис. 11) как на корпусе, так и на штуцере после наплавки должна быть не более 10 мм, а после механической обработки – не более 8 мм. Толщина 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.

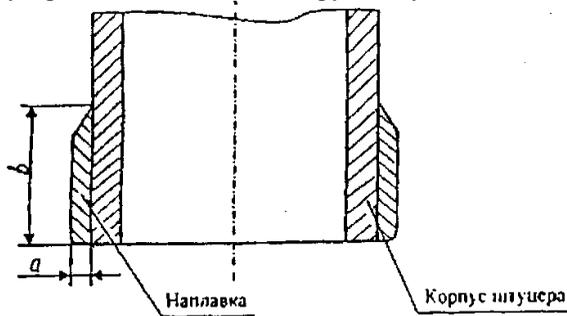


Рис.11. Наплавка поверхности штуцера

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

10.3. 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.

Таблица 2

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 Н17, мм	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5

Продолжение Таблицы 2

Интервал размеров вырезаемых отверстий	От 250 до 315	От 315 до 400	От 400 до 500	От 500 до 630	От 630 до 800
Предельное отклонение при газовой резке по Н17, мм	5,2	5,7	6,3	7,0	8,0

10.4. Контроль на герметичность швов приварки укрепляющих колец следует проводить специализированным пневматическим испытанием. Пробное давление пневматического испытания должно быть 0,4 – 0,6 МПа (4 – 6 кгс/см²), но не более расчетного давления аппарата.

Контроль необходимо осуществлять с обмазкой швов мыльной эмульсией.

10.5. Не допускается применение конструктивного зазора в соединениях фланцев с патрубками сосудов, работающих под давлением более 2,5 МПа (25 кгс/см²) и при температуре более 300°С, и фланцев с обечайками и днищами сосудов, работающих под давлением более 1.6 МПа (16 кгс/см²) и температуре более 300°С.

11. Замена дефективного штуцера без укрепляющего кольца (типовой технологический процесс)

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

11.2. Зачистить остатки шва до металла корпуса до шероховатости $R_z 40$. Местные выхваты металла корпуса не допускаются. Проконтролировать кромки цветной дефектоскопией на отсутствие дефектов.

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

11.4. 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.

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

11.6. 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.

11.7. 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.

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

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

12.1. Отрезать термическим способом штуцер на расстоянии 10-15 мм от поверхности укрепляющего кольца. Удалить швы соединения укрепляющего кольца 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.

12.2. Выполнить требования п. 11.2, 11.3, 11.5.

12.3. Установить патрубок штуцера в отверстие корпуса и прихватить с внутренней стороны к корпусу с соблюдением требований п. 11.6.

12.4. Приварить патрубок к корпусу с соблюдением требований п. 10.2 и проконтролировать по п. 10.3. При необходимости провести термообработку.

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

12.6. Проконтролировать плотность сварного соединения пневмоиспытанием через контрольное отверстие и качество соединения укрепляющего кольца с патрубком цветной дефектоскопией в объеме 100%. Контроль выполняется в соответствии с требованиями.

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

12.8. Проконтролировать сварное соединение фланца с патрубком штуцера внешним осмотром, цветной дефектоскопией, УЗК или рентгеноскопией в объеме 100%.

13. Вварка вставки в корпус из биметалла с лакирующим слоем из стали 08X13 (типовой технологический процесс)

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

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

13.2. Перед ремонтом производится замер твердости лакирующего 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.

13.3. Технология ремонта корпусов аппаратов из двухслойной стали с плакирующим слоем 08X13, эксплуатировавшихся при температуре более 300°C, согласовывается с ОАО «ВНИКТИнефтехимоборудование» в случае, если в зону сварки попадают листы с твердостью плакирующего слоя более 190 НВ.

13.4. 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°C.

13.5. Если твердость участков плакирующего слоя, примыкающих к удаленной зоне, после удаления дефектного участка превышает 190 НВ, то с целью повышения пластичности металла плакирующего слоя необходимо произвести термообработку путем нагрева полосы металла по периметру вырезанного участка или удаленного металла шириной 100-150 мм до температуры 580-700°C 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 не менее 190 НВ. Если значение твердости будет составлять 190 НВ и более, необходимо повторить термообработку.

13.6. 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. 12.), 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

13.7. В первую очередь выполняется сварка основного слоя, после чего – сварка плакирующего слоя. Для сварки плакирующего слоя необходимо применять высоконикелевые электроды АНЖР-2 или ОК 92.45.

13.8. Сварка плакирующего слоя производится продольным валиком без поперечных колебаний электрода. Первыми выполняются швы приварки плакирующего слоя к основному, а затем остальные в последовательности, указанной на рис. 13. Непосредственно после наплавки каждый валик, кроме

шов приварки плакирующего слоя к основному, необходимо проковать.

Проковка поверхности валика производится пневмозубилом (пневмомолотком) или электрозубилом (электромолотком) с радиусом закругления бойка 3-5 мм или вручную – молотком весом 800 г.

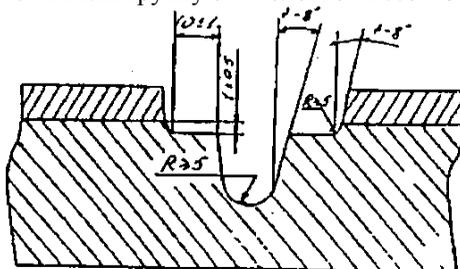


Рис. 12. Подготовка кромок под сварку раздела основного и плакирующего слоя

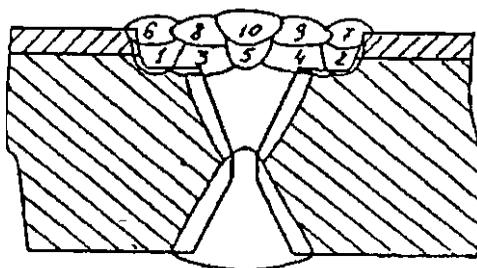


Рис. 13. Последовательность ремонтной сварки плакирующего слоя

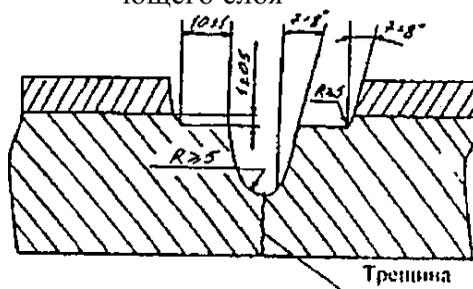


Рис. 14. Выборка трещины со стороны плакирующего слоя

13.9. 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.13.

13.10. При ремонте корпуса из двухслойной стали с заменой листов или варкой 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 обратнo-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 охлаждающего металла, температуру «латки» необходимо поддерживать постоянной, подогревая ее со стороны, обратной ведению сварочных работ. 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. 13.) без проковки. Остальные швы проковываются.

13.11. Заварка дефектов типа несквозных трещин со стороны плакирующего слоя при глубине разделки до 1/3 толщины стенки корпуса производится указанными в п. 6.3. высоколегированными электродами одиночными ниточными валиками. Последние два слоя выполняются в порядке, как показано на рис. 13 и проковываются.

При глубине разделки более 1/3 толщины корпуса сварку основного слоя производить в обычном порядке. Плакирующий слой выполняется высоколегированными электродами по п. 13.7. в соответствии с рис. 13. Плакирующий слой проковывается.

13.12. 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 остатков плакирующего слоя.

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

13.13. Исправление участков корпуса со сквозной трещиной на двух-слойной стали с плакирующим слоем 08X13 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 (рис.12.);

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 плакирующего слоя шва производится ниточными швами высоколегированными электродами с проковкой.

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

13.15. Варку штуцеров производить в соответствии с разделом 10, при этом плакирующий слой заваривается высоколегированными электродами с предварительной термообработкой подготовленных под сварку кромок нагревом до 580-700°С с выдержкой не менее 20 минут и последующим замором твердости, которая не должна превышать 190 НВ. Проковку валиков при сварке допускается производить.

13.16. Особенности ремонта участка плакирующего слоя корпуса, пораженного язвенной коррозией:

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

13.16.2. При расстоянии между коррозионными язвами менее 100 мм весь дефектный участок плакирующего слоя покрывается накладкой из стали 08X13, которая обваривается по периметру катетом, равным толщине накладки. Порядок обварки накладки должен соответствовать порядку приварки заплаты. Сварные швы проковываются. Термическая обработка не производится.

При размерах дефектного участка более 200x200 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.

13.17. Особенности ремонта отслоенных участков плакирующего слоя корпуса:

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

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

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

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

13.17.5. Подогнать по размеру накладку из стали 08X13 и приварить ее к основному металлу и ранее выполненному шву приварки плакирующего слоя биметалла к основному. Сварку вести ниточными валиками высоколегированными электродами с проковкой каждого валика. Термическая обработка не производится.

13.17.6. При величине дефектного участка более 200x200 мм порядок установки и крепления накладок, а также их размеры должны соответствовать.

13.18. 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.

Контроль производится через 24 часа после окончания сварочных работ, в течение которых наиболее вероятно возникновение трещин в плакирующем слое 08X13.

Таблица 3

Задания для выполнения контрольной работы № 2

Послед. цифра шифра	Наименование аппарата	Среда	Давление рабочее, МПа	Рекомендуемый материал деталей корпуса	Характерные повреждения корпусных элементов	Рекомендуемый ремонт
1	2	3	4	5	6	7
1	Абсорбер для очистки конвертированного газа от диоксида углерода моноэтаноламиновым (МЭА) 20% раствором [5]	Газ: диоксид углерода, водород, азот; Жидкость: верх – свежий МЭА-раствор; куб - насыщенный р-р - коррозионная среда	2,0 – 3,0	Стали: Ст3пс, 16ГС, 20, 22К, 25, 35	Коррозия деталей кубовой части аппарата, растрескивание сварных соединений	Замена днища. Днище эллиптическое приварное
2	Десорбер для выделения грязной углекислоты из МЭА	Газовая фаза: углекислый газ, пары воды Жидкость: насыщенный р-р МЭА	0,2	Двухслойная сталь (биметалл) Ст3 + 08Х13 или Ст3пс + 12Х18Н10Т	Трещина в сварных соединениях плакирующего и основного металла.	Вварка вставки
3	Выпарной аппарат в производстве карбамида [6]	Верхнее и нижнее днища, трубные решетки, трубы греющей камеры Раствор карбамида $t_{\text{раб}} = 120 \text{ }^\circ\text{C}$, греющий пар	Вакуум	Стали: 10Х17Н13М3Т, 12Х18Н10Т, 20Х13	Межкристаллитная коррозия нижнего днища	Ремонт внутренней поверхности днища наплавкой. Днище съемное

4	Колонна концентрированной азотной кислоты	Жидкая фаза - азотная кислота концентрации 65-99% t = 100°C, нитрат магния, Паровая фаза – смесь паров воды и азотной кислоты, NO ₂	Разряжение	Стали: 15X18H12C4ТЮ (ЭИ – 654) 02X18H22C6 ЭП – 794 [4]	1) Трещина в сварном шве приварки штуцера 2) Коррозионные поражения округлой формы диаметром до 40 мм	Замена штуцера без укрепляющего кольца Ремонт корпуса наплавкой
5	Абсорбционная колонна для щелочной промывки реакционного газа	Винилхлорид-газ, раствор NaOH	0,8	Сталь СтЗкп,	Общая коррозия эллиптического днища	Замена приварного днища
6	Реактор для очистки хвостовых газов от оксидов азота t _p = 740°C [6]	Нитрозные газы: Природный газ N ₂ ,NO,NO ₂ ,пары воды, природный газ	4,0	Стали: 10X17H13M2Т, 12X18H10Т, 20X13	Коррозия, трещины несущего корпуса	Замена дефектных участков установкой вставки («латки»)
7	Ректификационная колонна для разделения смеси ацетилена и толуола	Среда – смесь ацетилена, толуола	0,2	Стали: СТЗкп, 09Г2С	Трещины в основном металле корпуса и сварных швах	Замена дефектных участков корпуса установкой вставок
8	Абсорбционная колонна	Газ пиролиза, жид-	1,0	Стали:12X18H10Т	Трещины в ме-	Замена де-

	на для абсорбции ацетилена жидким аммиаком	кий аммиак, температура рабочая – минус 45°C		,20X13, 37X12Н13Г8МФБ, Ст3пс,09Г2С	стах варки в корпус штуцеров	фектного штуцера с укрепляющим кольцом
9	Аппарат для сушки и грануляции хлористого кальция (CaCl ₂)	Водный раствор хлористого кальция, воздух	0,2	12X18Н10Т, Стали 20,25,35	Коррозионное растрескивание материала корпуса и сварных соединений	Устранение трещин заваркой в том числе и двухсторонней вваркой отдельных вставок
10	Аппарат с мешалкой для подачи насыщенных водных растворов сульфатов на центрифугу	Водный раствор (рассол) NaCl, Na ₂ SO ₄ , NaOH	0,1	12X18Н10Т	Коррозионное растрескивание сварных соединений	Заварка трещин одной стороной

1. Рекомендации по выполнению контрольной работы № 2

1.1. Из таблицы 3 по последней цифре номера зачетной книжки выбирается наименование аппарата и исходные сведения для разработки технологического процесса ремонта узла аппарата.

1.2. Из сборочного чертежа аппарата и литературы студент составляет описание аппарата, в котором должны содержаться: назначение аппарата, вертикальный он или горизонтальный, сварной или собранный из отдельных частей на фланцах, наличие и назначение штуцеров, конструкции днищ, внутренних устройств, опор и т. п.

1.3. Приводится состав перерабатываемых и используемых в аппарате сред, наименование компонентов и их характеристик (горючие, взрывоопасные, токсичные, коррозионные и т. п.), значения рабочих и расчетных давлений и температур.

1.4. Приводятся основные размеры аппарата: внутренний диаметр, высота общая или отдельных элементов, длина, толщина стенок и т. п.

1.5. По этим данным рекомендациям [3] назначается группа аппарата с учетом свойств среды, давлений и температур.

1.6. Рассчитывается пробное давление [3].

1.7. Наименования и марки конструкционных материалов, из которых изготовлены основные элементы корпуса сосуда (рекомендации приведены в таблице 3)

1.8. Год изготовления сосуда всех вариантов – 1985.

1.9. Указывается год начала эксплуатации аппарата и расчетный срок службы (10- 15 лет).

1.10. С целью определения дефектов выбираются методы диагностирования (контроля) для каждого аппарата [1,2,3], производится анализ результатов диагностирования: виды дефектов, их характеристика, размеры, места залегания. Принимается решение о способах ремонта повреждений.

В целом объем сведений, перечисленных в пунктах 1.1 – 1.10 не должен превышать 10 стр. печатного текста на листах формата А4.

1.11. В основной части контрольной работы дается описание технологического процесса восстановления работоспособности сосуда. Среди прочего в этом разделе должно быть указано о подготовке дефектных мест под ремонтную сварку или наплавку, о работе по сборке деталей под сварку, приводятся необходимые эскизы, описывается последовательность выполнения ремонтных работ. Выбираются виды электродуговой сварки: род тока - переменный, постоянный, полярность, выбор типа и марок электродов [4] и т. д.

Заканчивается контрольная работа описанием технологии проведения после ремонта гидравлических испытаний сосуда, обосновать время выдержки сосуда под пробным давлением, составлением заключения о пригодности сосуда к эксплуатации.

Примечание.

Студенты заочного отделения, работающие на химических и других производствах, где эксплуатируются аппараты химических производств, по согласованию с преподавателем могут выбрать для выполнения контрольной работы № 2 оборудование своего предприятия.

Библиографический список

1. Лукьяница А.И., Козлов А.М., Афанасьева Г.А. Диагностирование технического состояния и определение остаточного ресурса технологического оборудования химических производств. Учебное пособие. РХТУ им. Д.И. Менделеева, Новомосковский институт, Новомосковск, 2010. – 51 с.
2. Лукьяница А.И., Козлов А.М. Методика составления заключения экспертизы промышленной безопасности технологического оборудования. Методические указания. РХТУ им. Д.И. Менделеева, Новомосковский институт, Новомосковск, 2011. – 27 с.
3. Лукьяница А.И., Сафонов Б.П. Основные правила проектирования сосудов и аппаратов химической промышленности. Учебное пособие. РХТУ им. Д.И. Менделеева, Новомосковский институт, Новомосковск, 2012. – 119 с.
4. Лукьяница А.И., Козлов А.М., Афанасьева Г.А. Электроды для ручной дуговой сварки в химическом аппаратостроении. Учебное пособие. РХТУ им. Д.И. Менделеева, Новомосковск, 2009. – 50 с.
5. Справочник азотчика, Т.1, М.: Химия, 1986. – 512 с.
6. Справочник азотчика, Т. 2, М.: Химия, 1987. – 464 с.