

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
АСТРАХАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Н.Н. Панасенко, Д.И. Меркулов

**КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА
СВАРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ**

Учебное пособие

для студентов, обучающихся по специальностям:

150202.65 – Оборудование и технология сварочного производства;

150600.62 – Материаловедение и технологии материалов

Издательский дом «Астраханский университет»
2012

УДК 62-112.81

ББК 30.604

П16

Рекомендовано к печати редакционно-издательским советом
Астраханского государственного университета

Рецензенты:

исполнительный директор Астраханского судостроительного завода
«ЛОТОС» *А.Г. Крымов*;
начальник Бюро сварки ОАО ССЗ «Красные Баррикады»
Д.В. Руденко

Панасенко Н. Н. Контроль качества сварных конструкций : учебное пособие / Н. Н. Панасенко, Д. И. Меркулов. – Астрахань : Астраханский государственный университет, Издательский дом «Астраханский университет», 2012. – 199 с.; ил.

Соответствует рабочим программам курсов лекций и практических занятий в рамках подготовки студентов направления 120500 «Машиностроение», специальностей «Оборудование и технология сварочного производства» и «Материаловедение и технологии материалов».

В учебном пособии учтен опыт Ростехнадзора: нормативно-технических документов РД 03-606-03 «Инструкция по визуальному и измерительному контролю», РД 13-06-2006 «Методические рекомендации о порядке проведения капиллярного контроля технических устройств и сооружений, применяемых и эксплуатируемых на опасных производственных объектах», а также РД 13-03-2006 «Методические рекомендации о порядке проведения вихретокового контроля технических устройств и сооружений, применяемых и эксплуатируемых на опасных производственных объектах».

Предназначено для студентов машиностроительных и технологических специальностей, связанных с технологиями сварочного производства, а также технологиями производства, монтажа, ремонта и реконструкции изделий машиностроения и судостроения.

ISBN 978-5-9926-0594-5

© Астраханский государственный
университет, Издательский дом
«Астраханский университет», 2012
© Н. Н. Панасенко, Д. И. Меркулов, 2012
© Ю. А. Ященко, оформление обложки, 2012

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	7
1. ВИЗУАЛЬНЫЙ И ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ КОНТРОЛЬ СВАРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ	8
1.1. Область применения	8
1.2. Термины и определения основных понятий	9
1.3. Графическое изображение физико-механических параметров сварных швов	22
1.4. Общие положения визуального и измерительного контроля	34
1.5. Квалификация персонала	38
1.6. Требования к средствам визуального и измерительного контроля	38
1.7. Требования к выполнению визуального и измерительного контроля	39
1.8. Оценка результатов контроля.....	74
1.9. Регистрация результатов контроля.....	75
1.10. Требования безопасности.....	75
1.11. Программа (план, инструкция) входного контроля.....	76
1.12. Технологическая карта визуального и измерительного контроля	77
1.13. Карта операционного контроля.....	77
1.14. Средства визуального и измерительного контроля	78
1.15. Размерные показатели для норм оценки качества по результатам визуального и измерительного контроля	80
1.16. Формы документов, оформляемых по результатам визуального и измерительного контроля	81
1.17. Вопросы для самоподготовки	82
Список рекомендуемой литературы	83
2. КАПИЛЛЯРНЫЙ КОНТРОЛЬ СВАРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ И ДЕТАЛЕЙ МАШИН	87
Термины и определения	87
2.1. Общие положения	88
2.2. Организация капиллярного контроля	93
2.3. Квалификация персонала	94
2.4. Средства контроля.....	94
2.5. Технология капиллярного контроля.....	97
2.6. Оценка результатов капиллярного контроля	102
2.7. Оформление результатов контроля	103
2.8. Требования безопасности при проведении капиллярного контроля.....	104

Вопросы для самоподготовки	107
Список рекомендуемой литературы	108
3. ВИХРЕТОКОВЫЙ КОНТРОЛЬ СВАРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ И ДЕТАЛЕЙ МАШИН	109
Термины и определения	109
3.1. Общие положения	109
3.2. Организация вихретокового контроля	112
3.3. Квалификация персонала	113
3.4. Средства вихретокового контроля	113
3.5. Подготовка к проведению вихретокового контроля	114
3.6. Технология вихретокового контроля	115
3.7. Идентификация дефектов, обнаруженных вихретоковым контролем	117
3.8. Оценка результатов контроля	118
3.9. Оформление результатов вихретокового контроля	119
3.10. Требования безопасности производства работ по обеспечению вихретокового контроля	119
3.11. Требования к контрольным образцам	121
3.12. Примеры контроля элементов конструкций и деталей	122
Вопросы для самоподготовки	132
Список использованной литературы	133
4. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЭЛЕКТРО- И ГАЗОСВАРОЧНЫХ РАБОТАХ	134
4.1. Общие требования	134
4.2. Требования безопасности при ручной дуговой сварке и контроле ее качества	137
4.3. Требования к процессам сварки в защитных газах и их смесях	138
4.4. Требования к оборудованию для сварки в углекислом газе и смесях газов	139
4.5. Требования при работе с углекислым газом	140
4.6. Требования к оборудованию для сварки в инертных газах	141
4.7. Требования при работе с аргоном	141
4.8. Требования безопасности к процессам сварки и условиям ее контроля на поточно-механизированных и конвейерных линиях	142
4.9. Требования к процессам контактной сварки и способам ее контроля	143
4.10. Требования к процессам сварки под флюсом и способам ее контроля	146
4.11. Требования безопасности при проведении газосварочных и контрольных работ	147

4.12. Требования безопасности при проведении паяльных и контрольных работ	149
4.13. Требования безопасности при резке металла	150
4.14. Требования безопасности при проведении газовой резки и сварки в закрытых пространствах	151
4.15. Требования безопасности к организации и проведению газосварочных и газорезательных работ в зависимости от вида и способа сварки и условий труда при их выполнении и контроле качества	152
4.16. Требования безопасности при выполнении газопламенных работ и контроле качества.....	157
4.17. Требования к хранению и эксплуатации газовых баллонов .	158
4.18. Требования к электробезопасности.....	159
4.19. Противопожарные требования	163
4.20. Режимы труда и отдыха.....	164
4.21. Требования к выбору и применению средств индивидуальной защиты.....	164
Вопросы для самоподготовки	167
Список использованной литературы	168
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	169
ПРИЛОЖЕНИЯ	171

ПРИНЯТЫЕ СОКРАЩЕНИЯ

ПТД – производственно-технологическая документация
НТД – нормативная техническая документация
НД – нормативная документация
ТУ – технические условия
ТЗ – техническое задание
ПБ – правила безопасности
РД – руководящий документ
ОПО – опасный производственный объект
СНиП – строительные нормы и правила
ПКД – проектно-конструкторская документация
ВИК – визуальный и измерительный контроль (сварных швов)
ПВК – проникающими веществами (капиллярный) контроль
ЦНИИТМАШ – Центральный НИИ технологии машиностроения
ВТК – вихретоковый контроль
СМС – синтетические моющие средства
КО – контрольный образец
И – индикаторный пенетрант
М – очиститель пенетранта
П – проявитель пенетранта
ФЗ – Федеральный закон
ЛНК – лаборатория неразрушающего контроля
ПОТ – правила охраны труда
ГОМ – газопламенная обработка материалов
НПБ – нормы пожарной безопасности
ППБ – правила пожарной безопасности
СИЗ – средства индивидуальной защиты

ВВЕДЕНИЕ

Данное учебное пособие содержит рекомендации по организации и технологии измерительного, капиллярного и вихретокового контроля сварных конструкций и деталей при изготовлении, строительстве, монтаже, ремонте, реконструкции, эксплуатации и техническом диагностировании (освидетельствовании) технических устройств и сооружений, применяемых и эксплуатируемых на опасных производственных объектах, подконтрольных Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзору), а также конструктивных систем автомобилестроения и автосервиса, поднадзорных «Положению о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта»¹ и ГОСТу Р 51709-2001 «Автотранспортные средства: требования безопасности к техническому состоянию и методы проверки». Кроме того, в области технической диагностики на транспорте предлагаемое читателю учебное пособие соответствует требованиям Международной организации по стандартизации, в соответствии с решением которой с 15 декабря 2000 г. вступила в силу новая версия международных стандартов по управлению качеством ИСО серии 9000 версии 2000 г., что послужило основанием для введения в Российской Федерации с 31 августа 2001 г. государственных стандартов ГОСТ Р ИСО серии 9000–2001, которые определяют требования в системе менеджмента качества и рекомендации по ее улучшению. С введением этих стандартов ключевое понятие системы управления качеством меняется на понятие «система менеджмента качества» (СМК). За этим фактом лежат не только изменения в терминологии, но и перестройка на практике методов управления и организации работ в области качества².

Данное пособие также соответствует Правилам Российского морского регистра судоходства³ и Российского речного регистра⁴, в связи с чем оно может быть использовано при контроле качества сварных соединений и конструктивных элементов судов и других изделий, изготовление, эксплуатация и надзор за которыми осуществляет Российский морской регистр судоходства⁵.

¹ Положение о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта. М. : Транспорт, 1986. 72 с.

² Быков В.В. Информационные технологии и кадры в системе менеджмента качества технического сервиса при переходе предприятий на новые требования ГОСТ Р ИСО 9000-2001 года // ВКН: Научные проблемы и перспективы развития, ремонта, обслуживания машин и восстановления деталей : мат-лы Междунар. науч.-тех. конф. М. : ГОСНИТИ, 2003. 156 с.

³ См.: Российский морской регистр судоходства. Правила классификации и постройки морских судов : в 3 т. – СПб. : Российский морской регистр судоходства, 2008. Т. 1. 502 с.; Т. 2. 691 с.; Российский морской регистр судоходства. Правила технического наблюдения за постройкой судов и изготовлением материалов и изделий для судов : в 3 т. – СПб. : Российский морской регистр судоходства, 2007. Т. 1. 162 с.; Т. 2. 328 с.; Т. 3. 344 с.

⁴ См.: Российский речной регистр : в 4 т. М. : Российский речной регистр, 2008. Т. 1. 1430 с.; Т. 2, ч. 5. 916 с.; Т. 3, ч. 2. 827 с.

⁵ Руководство по техническому надзору за применением сварки в судостроении и судоремонте. М. : Российский морской регистр судоходства, 2001. 96 с.

1. ВИЗУАЛЬНЫЙ И ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ КОНТРОЛЬ СВАРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

1.1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящая методика⁶ устанавливает порядок проведения визуального и измерительного контроля (ВИК) основного материала (далее – материала) и сварных соединений (наплавки) при изготовлении, строительстве, монтаже, ремонте, реконструкции, эксплуатации, техническом диагностировании (освидетельствовании) технических устройств и сооружений, применяемых и эксплуатируемых на опасных производственных объектах, подконтрольных как Ростехнадзору, так и Ространснадзору, Российскому морскому регистру судоходства и Российскому речному регистру⁷.

Визуальный и измерительный контроль специальных материалов (например, композитных и полимерных) и специальных сварных соединений (например, муфтовой сварки) технических устройств и сооружений проводят в соответствии с требованиями специально разработанной документации.

1.2. ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОСНОВНЫХ ПОНЯТИЙ

Термины и определения основных понятий по сварке в общем и подъемно-транспортном машиностроении приведены в табл. 1.1 (поз. 1–4), а в судостроении и судоремонте⁸ – табл. 1.1 (поз. 5–8); графическое изображение сварных швов и их дефектов представлено в п. 1.3 (рис. 1.1–1.49).

⁶ РД 03-606-03. Инструкция по визуальному и измерительному контролю : [Утверждена постановлением Госгортехнадзора России от 11.06.03 № 92; зарегистрирована Министерством юстиции РФ 20.06.03 г., рег. № 4782. Введена в действие приказом Госгортехнадзора России от 17.07.03 № 156].

⁷ Сварка и свариваемые материалы : справ. : в 3 т. / под ред. д-ра тех. наук В. М. Ямпольского. М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 1998. Т. 2. 574 с.

⁸ См.: Руководство по техническому надзору за применением сварки в судостроении и судоремонте. М. : Российский морской регистр судоходства, 2001. 96 с.; Сборник директивных и инструктивных документов / Российский речной регистр. М. : Изд-во МАИ, 2007. 196 с.

Термины и определения

№ п/п	Термин	Определение
1. ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ		
1.1	Визуальный контроль	Органолептический контроль, осуществляемый органами зрения
1.2	Органолептический контроль	Контроль, при котором первичная информация воспринимается органами чувств
1.3	Измерительный контроль	Контроль, осуществляемый с применением средств измерений
1.4	Дефект	Каждое отдельное несоответствие продукции требованиям, установленным нормативной документацией
1.5	Брак	Объект контроля, содержащий недопустимый дефект
2. СВАРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ И ШВЫ		
2.1	Сварная конструкция	Металлическая конструкция, изготовленная сваркой отдельных деталей либо элементов
2.2	Сварной узел	Часть конструкции, в которой сварены примыкающие друг к другу элементы
2.3	Сборочная единица	Часть свариваемого изделия, содержащая один или несколько сварных соединений
2.4	Сварное соединение	Неразъемное соединение деталей, выполненное сваркой и включающее в себя шов и зону термического влияния
2.5	Стыковое соединение	Сварное соединение двух элементов, примыкающих друг к другу торцовыми поверхностями (рис. 1.1)
2.6	Угловое соединение	Сварное соединение двух элементов, расположенных под углом и сваренных в месте примыкания их краев (рис. 1.2)
2.7	Нахлесточное соединение	Сварное соединение, в котором сваренные элементы расположены параллельно и частично перекрывают друг друга (рис. 1.3)
2.8	Тавровое соединение	Сварное соединение, в котором торец одного элемента примыкает под углом и приварен к боковой поверхности другого элемента (рис. 1.4)
2.9	Торцовое соединение	Сварное соединение, в котором боковые поверхности сваренных элементов примыкают друг к другу (рис. 1.5)
2.10	Сварной шов	Участок сварного соединения, образовавшийся в результате кристаллизации расплавленного металла или в результате пластической деформации при сварке давлением или сочетания кристаллизации и деформации
2.11	Стыковой шов	Сварной шов стыкового соединения
2.12	Угловой шов	Сварной шов углового, нахлесточного или таврового соединения
2.13	Точечный шов	Сварной шов, в котором связь между сваренными частями осуществляется сварными точками
2.14	Непрерывный шов	Сварной шов без промежутков по длине
2.15	Прерывистый шов	Сварной шов с промежутками по длине
2.16	Цепной прерывистый шов	Двухсторонний прерывистый шов, у которого промежутки расположены по обеим сторонам стенки один против другого (рис. 1.6)
2.17	Шахматный прерывистый шов	Двухсторонний прерывистый шов, у которого промежутки на одной стороне стенки расположены против сваренных участков шва с другой ее стороны (рис. 1.7)

№ п/п	Термин	Определение
2.18	Многослойный шов	Сварной шов деталей, выполненный в несколько слоев по высоте
2.19	Подварочный шов	Меньшая часть двухстороннего шва, выполняемая предварительно для предотвращения прожогов при последующей сварке или выполняемая в последнюю очередь в корне шва после его зачистки (выборки)
2.20	Корень шва	Часть сварного шва, наиболее удаленная от его лицевой поверхности (рис. 1.8)
2.21	Валик	Металл сварного шва, наплавленный или переплавленный за один проход
2.22	Слой сварного шва	Часть металла сварного шва, которая состоит из одного или нескольких валиков, располагающихся на одном уровне поперечного сечения шва
2.23	Прихватка	Короткий сварной шов для фиксации взаимного расположения подлежащих сварке деталей
2.24	Выпуклость сварного шва	Расстояние между плоскостью, проходящей через видимые линии границы сварного шва с основным металлом и поверхностью сварного шва, измеренное в любом поперечном сечении по длине шва (определяется по максимальной высоте расположения поверхности шва под плоскостью; рис. 1.9)
2.25	Вогнутость сварного шва	Максимальное расстояние между плоскостью, проходящей через видимые линии границы сварного шва с основным металлом и поверхностью шва, измеренное в любом поперечном сечении по длине шва (рис. 1.10)
2.26	Номинальная толщина сваренных деталей	Указанная в чертеже (без учета допусков) толщина основного металла деталей в зоне, примыкающей к сварному шву
2.27	Толщина углового шва	Наибольшее расстояние от поверхности углового шва до точки максимального проплавления основного металла (рис. 1.11)
2.28	Расчетная высота углового шва	Указанный на рисунке размер перпендикуляра, опущенного из точки сопряжения сваренных деталей (точка о) на прямую линию, соединяющую края поверхности шва в одном поперечном сечении, или на параллельную указанной линии касательную к поверхности сварного шва (при вогнутом угловом шве; рис. 1.12)
2.29	Катет углового шва	Кратчайшее расстояние от поверхности одной из свариваемых частей до границы углового шва на поверхности второй свариваемой части (рис. 1.13)
2.30	Ширина сварного шва	Расстояние между линиями сплавления на лицевой стороне сварного шва в одном поперечном сечении (рис. 1.14)
2.31	Основной металл	Металл деталей, соединяемых сваркой
2.32	Разделка кромки	Придание кромкам деталей, подлежащих сварке, необходимой формы
2.33	Скос кромок	Прямолинейный наклонный срез кромки детали, подлежащей сварке (рис. 1.15)
2.34	Притупление кромки	Нескошенная часть торца кромки детали, подлежащей сварке (рис. 1.16)
2.35	Угол скоса кромки	Острый угол между плоскостью скоса кромки и плоскостью торца детали или торцовая поверхность детали после механической обработки до заданных чертежом размеров (рис. 1.17)

№ п/п	Термин	Определение
2.36	Угол разделки кромок	Угол между скошенными кромками свариваемых деталей (рис. 1.18)
2.37	Смещение кромок	Несовпадение уровней расположения внутренних и наружных поверхностей свариваемых (сваренных) деталей в стыковых сварных соединениях (рис. 1.19)
2.38	Зазор в соединении	Расстояние между собранными под сварку деталями в поперечном сечении их кромок (рис. 1.20)
2.39	Конструктивный непровар (зазор)	Непровар (зазор) в сварном соединении, предусмотренный конструкторской документацией на сварной узел (рис. 1.21)
2.40	Подкладка. Остающаяся подкладная пластина (кольцо)	Стальная пластина или кольцо заданной формы, ширины и толщины, устанавливаемая при сварке плавлением под кромки свариваемых деталей (рис.1.22)
2.41	Расплавляемая вставка	Стальная проволоочная вставка заданной формы, ширины и толщины, устанавливаемая между кромками свариваемых деталей и расплавляемая при сварке (рис.1.23)
2.44	Зона термического влияния при сварке. Зона термического влияния	Участок основного металла от линии сплавления до зоны, в которой происходит изменение структуры и свойств металла в результате нагрева при сварке или наплавке
3. ДЕФЕКТЫ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ПРИ ВИЗУАЛЬНОМ И ИЗМЕРИТЕЛЬНОМ КОНТРОЛЕ⁹		
3.1	Несплошность	Обобщенное наименование трещин, отслоений, прожогов, свищей, пор, непроваров и включений
3.2	Трещина сварного соединения. Трещина	Дефект сварного соединения в виде разрыва металла в сварном шве и (или) прилегающих к нему зонах сварного соединения и основного металла
3.3	Продольная трещина сварного соединения. Продольная трещина	Трещина сварного соединения, ориентированная вдоль оси сварного шва (рис. 1.24)
3.4	Поперечная трещина сварного соединения. Поперечная трещина	Трещина сварного соединения, ориентированная поперек оси сварного шва (рис. 1.25)
3.5	Разветвленная трещина сварного соединения. Разветвленная трещина	Трещина сварного соединения, имеющая ответвления в различных направлениях, или группа соединенных трещин, отходящих от одной общей трещины (рис. 1.26)
3.6	Радиальная трещина	Несколько трещин разного направления, исходящих из одной точки (могут располагаться в металле сварного шва, в зоне термического влияния, в основном металле). <i>Примечание.</i> Маленькие трещины этого типа известны как звездообразные трещины (рис. 1.27)
3.7	Кратерная трещина. Трещина в кратере	Трещина (продольная, поперечная, разветвленная) в кратере валика (слоя) сварного шва (рис. 1.28)
3.8	Включение	Полость в металле, заполненная газом, шлаком или инородным металлом; обобщенное наименование пор, шлаковых и вольфрамовых включений
3.9	Шлаковое включение сварного шва. Шлаковое включение	Полость в металле, в том числе сварном шве, заполненная шлаком

⁹ Сварка. Резка. Контроль : справ. : в 2 т. / под общ. ред. Н. П. Алешина, Г. Г. Чернышова. М. : Машиностроение, 2004. Т. 1. 624 с.

№ п/п	Термин	Определение
3.10	Флюсовое включение	Полость в металле сварного шва, заполненная нерасплавившимся флюсом, попавшим в металл шва во время затвердевания
3.11	Вольфрамовое включение	Внедрившаяся в металл шва нерасплавленная частица (осколок) неплавящегося вольфрамового электрода
3.12	Окисное включение	Окисел металла, попавший в металл шва во время затвердевания
3.13	Пора	Заполненная газом полость округлой формы
3.14	Отслоение	Дефект в виде нарушения сплошности сплавления наплавленного металла с основным металлом ¹⁰ (рис. 1.29)
3.15	Кратер. Усадочная раковина сварного шва	Дефект в виде полости или впадины, образовавшийся при усадке расплавленного металла при затвердевании (располагается, как правило, в местах обрыва дуги или окончания сварки; рис. 1.30)
3.16	Свищ в сварном шве	Дефект в виде воронкообразного или трубчатого углубления в сварном шве (рис. 1.31). <i>Примечание.</i> Обычно свищи группируются в скопления и распределяются елочкой
3.17	Подрез	Острые конусообразные углубления на границе поверхности сварного шва с основным металлом (рис. 1.32)
3.18	Брызги металла	Дефект в виде затвердевших капель расплавленного металла на поверхности сваренных или наплавленных деталей с образованием или без образования кристаллической связи с основным металлом
3.19	Непровар. Неполный провар	Дефект в виде несплавления в сварном соединении вследствие неполного расплавления кромок основного металла или поверхностей ранее выполненных валиков сварного шва (рис. 1.33)
3.20	Углубление (западание) между валиками шва	Продольная впадина между двумя соседними валиками (слоями) шва (оценивается по максимальной глубине; рис. 1.34)
3.21	Чешуйчатость сварного шва	Поперечные или округлые (при автоматической сварке под флюсом – удлиненно-округлые) углубления на поверхности валика, образовавшиеся вследствие неравномерности затвердевания металла сварочной ванны (оценивается по максимальной глубине; рис. 1.35)
3.22	Выпуклость (превышение проплавления) корня шва	Часть одностороннего сварного шва со стороны его корня, выступающая над уровнем расположения поверхностей сваренных деталей (оценивается по максимальной высоте расположения поверхности корня шва над указанным уровнем; рис. 1.36)
3.23	Вогнутость корня шва	Дефект в виде углубления на поверхности обратной стороны сварного одностороннего шва (оценивается по максимальной глубине расположения поверхности корня шва от уровня расположения поверхностей сваренных деталей; рис. 1.37)
3.24	Максимальный размер включения	Наибольшее расстояние (a) между точками внешнего контура включения (рис. 1.38)

¹⁰ Сварные конструкции. Механика разрушения и критерии работоспособности / В. А. Винокуров, С. А. Куркин, Г. А. Николаев ; под ред. Б. Е. Патона. М. : Машиностроение, 1996. 576 с.

№ п/п	Термин	Определение
3.25	Максимальная ширина включения	Наибольшее расстояние между двумя точками внешнего контура включения, измеренное в направлении, перпендикулярном максимальному размеру включения (рис. 1.38)
3.26	Включение одиночное	Включение, минимальное расстояние от края которого до края любого соседнего включения не менее максимальной ширины каждого из двух рассматриваемых включений, но не менее трехкратного максимального размера включения с меньшим значением этого показателя (из двух рассматриваемых; рис. 1.39)
3.27	Скопление включений	Два или несколько включений (пор, шлаковых и прочих включений), минимальное расстояние между краями которых менее установленных для одиночных включений, но не менее максимальной ширины каждого из любых двух рассматриваемых соседних включений (рис. 1.40)
3.28	Цепочка пор. Линейная пористость	Группа пор в сварном шве, расположенная в линию, параллельно оси сварного шва (рис. 1.41)
3.29	Превышение усиления сварного шва	Избыток наплавленного металла на лицевой стороне (сторонах) стыкового шва (рис. 1.42)
3.30	Превышение выпуклости	Избыток наплавленного металла на лицевой стороне углового шва (рис. 1.43)
3.31	Местное превышение проплава	Местный избыточный проплав (с внутренней стороны одностороннего шва)
3.32	Неправильный профиль сварного шва	Слишком малый угол (α) между поверхностью основного металла и плоскостью касательной к поверхности сварного шва (рис. 1.44)
3.33	Наплыв	Дефект в виде металла, натекшего в процессе сварки (наплавки) на поверхность сваренных (наплавленных) деталей или ранее выполненных валиков и несплавившегося с ними (рис. 1.45)
3.34	Перелом осей деталей. Угловое смещение	Смещение между двумя свариваемыми деталями, при котором их плоские поверхности непараллельны (или не направлены под определенным углом; рис. 1.46)
3.35	Прожег сварного шва	Дефект в виде сквозного отверстия в сварном шве, образовавшийся вследствие вытекания части жидкого металла сварочной ванны в процессе выполнения сварки
3.36	Не полностью заполненная разделка кромок	Продольная непрерывная или прерывистая вогнутость на поверхности сварного шва из-за недостаточности присадочного металла (рис. 1.47)
3.37	Асимметрия углового шва	Несоответствие фактического значения катета шва проектному значению (рис. 1.48)
3.38	Неравномерная ширина шва	Чрезмерное колебание ширины шва
3.39	Неравномерная поверхность шва	Чрезмерная неровность наружной поверхности шва
3.40	Плохое возобновление шва	Местная неровность поверхности в месте возобновления сварки (рис. 1.49)
4. ДЕФЕКТЫ ПОВЕРХНОСТИ ОСНОВНОГО МЕТАЛЛА		
4.1	Случайное оплавление основного металла в результате зажигания или гашения дуги	Местное повреждение поверхности основного металла, прилегающего к сварному шву, возникшее в результате случайного и (или) преднамеренного возбуждения дуги вне разделки соединения
4.2	Задир поверхности основного металла	Повреждение поверхности, вызванное удалением путем отрыва временного технологического крепления

№ п/п	Термин	Определение
4.3	Утонение металла	Уменьшение толщины металла вследствие чрезмерного его удаления при обработке абразивным инструментом
4.4	Остатки поджога от резки	Темное пятно, отличающееся по травимости от основного металла, или углубление, частично заполненное расплавленным металлом и шлаком, образовавшееся при резке на анодно-механических станках
4.5	Дефект рубки металла	Трещины или рваные вязкие изломы
4.6	Пузыри в поверхностных слоях металла	Полости, имеющие в поперечном сечении округлую форму, а в продольном сечении – форму капсулы, ориентированной перпендикулярно оси слитка. При выходе пузырей на поверхность слитка имеют вид отверстий округлой формы
4.7	Завороты корки	Завернувшиеся корки металла, окислившиеся заливины и брызги, расположенные у поверхности слитков. В деформированном металле дефект представляет собой или разрывы, или частичное отслоение, образовавшееся в результате раскатки завернувшихся корок или брызг
4.8	Загрязнения и волосовины	Загрязнения поверхности слитков, прутков и других изделий неметаллическими включениями (шлаком, огнеупорами, утепляющими смесями, оксидами и др.). Имеют вид пристывших или частично залитых металлом кусков или мелких частиц светло-серого, темно-серого или коричневого цвета
4.9	Трещины горячие (кристаллизационные)	Извилистый окисленный разрыв металла, более широкий у поверхности и сужающийся вглубь, образовавшийся в период кристаллизации металла вследствие растягивающихся напряжений, превышающих прочность наружных слоев слитка
4.10	Дефект от вдавливания в слиток кернов клещей крана	Углубления на блюмах и слябах, образовавшиеся от вдавливания острых кернов клещей крана в горячие слитки при их транспортировке. По виду дефект напоминает единичную чечевицеобразную, широко открытую, сравнительно короткую трещину
4.11	Трещина напряжения	Направленный в глубь металла разрыв, часто под прямым углом к поверхности, образовавшийся вследствие объемных изменений, связанных со структурными превращениями или с нагревом и охлаждением металла ¹¹
4.12	Трещина шлифовочная	Сетка паутинообразных разрывов или отдельных произвольно направленных поверхностных разрывов, образовавшихся при шлифовке металла. Очень тонкие, извилистые и проникающие в глубь металла зигзагами или ступеньками с ответвлениями
4.13	Трещины травильные	Разрывы, образовавшиеся при травлении металла с внутренними напряжениями, вызванными структурными превращениями или деформацией. Травильные трещины иногда образуют поверхностную сетку, подобную сетке шлифовочных трещин, но значительно более грубую
4.14	Рванины	Раскрытые разрывы, расположенные перпендикулярно или под углом к направлению наибольшей вытяжки металла

¹¹ Винокуров В. А., Григорьянц А. Г. Теория сварочных деформаций и напряжений. М. : Машиностроение, 1984. 280 с.

№ п/п	Термин	Определение
4.15	Прокатные плены	Отслоения металла языкообразной формы, соединенные с основным металлом и образованные вследствие раскатки или расковки рванин
4.16	Чешуйчатость	Отслоения или разрывы в виде сетки, образовавшиеся при прокатке из-за перегрева (пережога) или пониженной пластичности металла периферийной зоны
4.17	Прижоги	Дефекты, образующиеся при локальном перегреве металла (шлифование, электрохимическое клеймение, спектральный анализ и др.), являющиеся структурными концентраторами напряжений, в зоне которых может возникнуть растрескивание
4.18	Ус	Продольный выступ с одной стороны прутка или с двух диаметрально противоположных его сторон
4.19	Подрез	Продольное углубление по всей длине прутка или на отдельных участках его поверхности, образовавшееся из-за неправильной настройки валковой арматуры или одностороннего перекрытия калибра. Прокатный подрез может иметь волнистый или зазубренный край
4.20	Морщины	Группа чередующихся продольных углублений и выступов
4.21	Риска	Прямоугольное продольное углубление с закругленным или плоским дном, образовавшееся из-за царапания поверхности металла наварами и другими выступами
4.22	Отпечатки	Углубления или выступы, расположенные по всей поверхности металла или на отдельных его участках
4.23	Рябизна	Углубление от вдавленной окалины, образовавшееся при ковке, прокатке или правке металла с толстым слоем окалины
4.24	Заусенец	Острый в виде гребня выступ на конце прутка, образовавшийся при резке металла
4.25	Остатки окалины	Окалина, не удаленная с отдельных участков прутков
4.26	Перетрав	Местное или общее разъедание поверхности металла при травлении
4.27	Царапина	Канавка неправильной формы и произвольного направления, образовавшаяся в результате механических повреждений, в том числе при складировании и транспортировке металла
4.28	Раковины от вдавленной окалины	Отдельные углубления, иногда частично вытянутые вдоль направления прокатки, образующиеся при выпадении и вытравливании вкатанной окалины
4.29	Вкатанный кусок металла	Приварившийся кусок инородного металла к металлу основного материала
5. СВАРКА¹²		
5.1	Виды сварки	Получение неразъемных соединений посредством установления межатомных связей между соединяемыми частями при их нагревании и (или) пластическом деформировании
5.2	Ручная сварка	Сварка, выполняемая человеком с помощью инструмента, получающего энергию от специального источника
5.3	Механизированная сварка	Сварка, выполняемая с применением машин и механизмов, управляемых человеком

¹² Руководство по техническому надзору за применением сварки в судостроении...

№ п/п	Термин	Определение
5.4	Автоматическая сварка	Сварка, выполняемая машиной, действующей по заданной программе, без непосредственного участия человека
5.5	Сварка плавлением	Сварка, осуществляемая местным сплавлением соединяемых частей без приложения давления
5.6.	Наплавка	Нанесение посредством сварки плавлением слоя металла на поверхность изделия
5.7	Дуговая сварка	Сварка плавлением, при которой нагрев осуществляется электрической дугой ¹³
5.8	Дуговая сварка плавящимся электродом. Сварка плавящимся электродом	Дуговая сварка, выполняемая электродом, который, расплавляясь при сварке, служит присадочным металлом
5.9	Дуговая сварка неплавящимся электродом. Сварка неплавящимся электродом	Дуговая сварка, выполняемая нерасплавляющимся при сварке электродом
5.10	Дуговая сварка под флюсом. Сварка под флюсом	Дуговая сварка, при которой дуга горит под слоем сварочного флюса
5.11	Дуговая сварка в защитном газе. Сварка в защитном газе	Дуговая сварка, при которой дуга и расплавляемый металл, а в некоторых случаях и остывающий шов, находятся в защитном газе, подаваемом в зону сварки с помощью специальных устройств
5.12	Аргонодуговая сварка	Дуговая сварка, при которой в качестве защитного газа используется аргон
5.13	Дуговая сварка в углекислом газе	Дуговая сварка, при которой в качестве защитного используется углекислый газ
5.14	Ручная дуговая сварка	Дуговая сварка, при которой возбуждение дуги, подача электрода и его перемещение проводятся вручную
5.15	Механизированная дуговая сварка	Дуговая сварка, при которой подача плавящегося электрода или присадочного металла, или относительное перемещение дуги и изделия выполняются с помощью механизмов
5.16	Автоматическая дуговая сварка	Механизированная дуговая сварка, при которой возбуждение дуги, подача плавящегося электрода или присадочного металла и относительное перемещение дуги и изделия осуществляются механизмами без непосредственного участия человека, в том числе и по заданной программе
6. СВАРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ И ШВЫ		
6.1	Сварное соединение	Неразъемное соединение, выполненное сваркой
6.2	Стыковое соединение	Сварное соединение двух элементов, примыкающих друг к другу торцевыми поверхностями
6.3	Угловое соединение	Сварное соединение двух элементов, расположенных под углом и сваренных в месте примыкания их краев
6.4	Нахлесточное соединение	Сварное соединение, в котором сваренные элементы расположены параллельно и частично перекрывают друг друга
6.5	Тавровое соединение	Сварное соединение, в котором торец одного элемента примыкает под углом и приварен к боковой поверхности другого элемента

¹³ Ерохин А. А. Основы сварки плавлением. М. : Машиностроение, 1973. 448 с.

№ п/п	Термин	Определение
6.6	Торцевое соединение	Сварное соединение, в котором боковые поверхности сваренных элементов примыкают друг к другу
6.7	Сварная конструкция ¹⁴	Металлическая конструкция, изготовленная сваркой отдельных деталей
6.8	Сварной узел	Часть конструкции, в которой сварены примыкающие друг к другу элементы
6.9	Сварной шов. Шов	Участок сварного соединения, образовавшийся в результате кристаллизации расплавленного металла или в результате пластической деформации при сварке давлением или сочетания кристаллизации и деформации
6.10	Стыковой шов	Сварной шов стыкового соединения
6.11	Угловой шов	Сварной шов углового, нахлесточного или таврового соединений
6.12	Точечный шов	Сварной шов, в котором связь между сваренными частями осуществляется сварными точками
6.13	Непрерывный шов	Сварной шов без промежутков по длине
6.14	Прерывистый шов	Сварной шов с промежутками по длине
6.15	Цепной прерывистый шов. Цепной шов	Двухсторонний прерывистый шов, у которого промежутки расположены по обеим сторонам стенки один против другого
6.16	Шахматный прерывистый шов. Шахматный шов	Двухсторонний прерывистый шов, у которого промежутки на одной стороне стенки расположены против сваренных участков шва с другой ее стороны
7. ТЕХНОЛОГИЯ СВАРКИ¹⁵		
7.1	Направление сварки	Направление движения источника тепла вдоль продольной оси сварного соединения
7.2	Обратноступенчатая сварка	Сварка, при которой сварной шов выполняется следующими один за другим участками в направлении, обратном общему приращению длины шва
7.3	Сварка блоками	Обратноступенчатая сварка, при которой многослойный шов выполняют отдельными участками с полным заполнением каждого
7.4	Сварка каскадом	Сварка, при которой каждый последующий участок многослойного шва перекрывает весь предыдущий участок или его часть
7.5	Проход при сварке. Проход	Однократное перемещение в одном направлении источника тепла при сварке и (или) наплавке
7.6	Сварка напроход	Сварка, при которой направление сварки неизменно
7.7	Сварка вразброс	Сварка, при которой сварной шов выполняется участками, расположенными в разных местах по его длине
7.8	Сварка снизу вверх	Сварка плавлением в вертикальном положении, при которой сварочная ванна перемещается снизу вверх

¹⁴ См.: Компьютерное проектирование и подготовка производства сварных конструкций : учеб. пос. для вузов / С. А. Куркин, В. М. Ховов, Ю. Н. Аксенов и др. ; под ред. С. А. Куркина, В. М. Ховова. М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2002. 464 с.; Николаев Г. А., Винокуров В. А. Сварные конструкции. Расчет и проектирование : учеб. для вузов / под ред. Г. А. Николаева. М. : Высшая школа, 1990. 446 с.

¹⁵ Сварка и свариваемые материалы : справ. : в 3 т. / под ред. В. М. Ямпольского. М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 1996. Т. 2. 574 с.

№ п/п	Термин	Определение
7.9	Сварка на спуск	Сварка плавлением в наклонном положении, при которой сварочная ванна перемещается сверху вниз
7.10	Сварка на подъем	Сварка плавлением в вертикальном положении, при которой сварочная ванна перемещается сверху вниз
7.11	Сварка углом вперед	Дуговая сварка, при которой электрод наклонен под острым углом к направлению сварки
7.12	Сварка углом назад	Дуговая сварка, при которой электрод наклонен под тупым углом к направлению сварки
7.13	Сварка на весу	Односторонняя сварка со сквозным проплавлением кромок без использования подкладок
7.14	Сварка неповоротных стыков	Сварка по замкнутому контуру во всех пространственных положениях, при которой объект сварки неподвижен
7.15	Поддув защитного газа	Подача защитного газа к обратной стороне соединяемых частей для защиты их при сварке от воздействия воздуха
7.16	Разделка кромок	Придание кромкам, подлежащим сварке, необходимой формы
7.17	Скос кромки	Прямолинейный наклонный срез кромки, подлежащей сварке
7.18	Притупление кромки	Нескошенная часть торца кромки, подлежащей сварке
7.19	Угол скоса кромки. Угол скоса	Острый угол между плоскостью скоса кромки и плоскостью торца
7.20	Угол разделки кромок. Угол разделки	Угол между скошенными кромками свариваемых частей
7.21	Зазор	Кратчайшее расстояние между кромками собранных для сварки деталей
7.22	Основной металл	Металл подвергающихся сварке соединяемых частей
7.23	Глубина проплавления	Наибольшая глубина расплавления основного металла в сечении шва или наплавленного валика
7.24	Сварочная ванна	Часть металла свариваемого шва, находящаяся при сварке плавлением в жидком состоянии
7.25	Кратер	Углубление, образующееся в конце валика под действием давления дуги и объемной усадки металла шва
7.26	Присадочный металл	Металл для введения в сварочную ванну в дополнение к расплавленному основному металлу
7.27	Наплавленный металл	Переплавленный присадочный металл, введенный в сварочную ванну или наплавленный на основной металл
7.28	Металл шва	Сплав, образованный расплавленным основным и наплавленным металлами или только переплавленным основным металлом
7.29	Провар	Сплошная металлическая связь между свариваемыми поверхностями основного металла, слоями и валиками сварного шва
7.30	Зона сплавления при сварке. Зона сплавления	Зона частично сплавившихся зерен на границе основного металла и металла шва
7.31	Зона термического влияния при сварке. Зона термического влияния	Участок основного металла, не подвергшийся расплавлению, структура и свойства которого изменились в результате нагрева при сварке или наплавке
7.32	Дуга прямого действия	Дуга, при которой объект сварки включен в цепь сварочного тока
7.33	Дуга косвенного действия	Дуга, при которой объект сварки не включен в цепь сварочного тока

№ п/п	Термин	Определение
7.34	Прямая полярность	Полярность, при которой электрод присоединяется к отрицательному полюсу источника питания дуги, а объект сварки – к положительному
7.35	Обратная полярность	Полярность, при которой электрод присоединяется к положительному полюсу источника питания дуги, а объект сварки – к отрицательному
7.36	Магнитное дутье	Отклонение дуги в результате действия магнитных полей или ферромагнитных масс при сварке
7.37	Осадка при сварке	Операция местной пластической деформации свариваемых частей при сварке с применением давления
7.38	Грат при сварке. Грат	Металл, выдавленный за счет осадки при сварке
7.39	Угар при сварке .Угар	Потери металла на испарение и окисление при сварке
7.40	Свариваемость	Свойство металла или сочетания металлов образовывать при установленной технологии сварки соединение, отвечающее требованиям, обусловленным конструкцией и эксплуатацией изделия
7.41	Коэффициент наплавки при сварке. Коэффициент наплавки	Коэффициент, выраженный отношением потерь металла при сварке на угар и разбрызгивание к массе расплавленного присадочного металла
7.42	Погонная энергия	Энергия, затраченная на единицу длины сварного шва при сварке плавлением
7.43	Флюсо-медная подкладка	Подкладка из медной пластины, покрытой тонким слоем флюса, обеспечивающая формирование шва, удержание расплавляемого металла и отвод тепла
7.44	Сварочная проволока	Проволока для использования в качестве плавящегося электрода либо присадочного металла при сварке плавлением
7.45	Электродная проволока	Сварочная проволока для использования в качестве плавящегося электрода
7.46	Присадочная проволока	Сварочная проволока, используемая как присадочный металл и не являющаяся электродом
7.47	Самозащитная проволока	Электродная проволока, содержащая вещества, которые защищают расплавленный металл от вредного воздействия воздуха при сварке
7.48	Порошковая проволока	Сварочная проволока, состоящая из металлической оболочки, заполненной порошкообразными веществами
7.49	Неплавящийся электрод для дуговой сварки. Неплавящийся электрод	Деталь из электропроводного материала, включаемая в цепь сварочного тока для подвода его к сварочной дуге и не расплавляющаяся при сварке
7.50	Плавящийся электрод для дуговой сварки. Плавящийся электрод	Металлический электрод, включаемый в цепь сварочного тока для подвода его к сварочной дуге, расплавляющийся при сварке и служащий присадочным металлом
7.51	Покрытый электрод	Плавящийся электрод для дуговой сварки, имеющий на поверхности покрытие, адгезионно связанное с металлом электрода
7.52	Покрытие электрода. Покрытие, обмазка электрода	Смесь веществ, нанесенная на электрод для усиления ионизации, защиты от вредного воздействия среды, металлургической обработки сварочной ванны
7.53	Сварочный флюс. Флюс	Материал, используемый при сварке для химической очистки соединяемых поверхностей и улучшения качества шва

№ п/п	Термин	Определение
7.54	Флюс для дуговой сварки	Сварочный флюс, защищающий дугу и сварочную ванну от вредного воздействия окружающей среды и осуществляющий металлургическую обработку ванны
7.55	Плавленый сварочный флюс. Плавленый флюс	Флюс для дуговой сварки, полученный сплавлением его составляющих и последующей грануляцией расплава
7.56	Керамический сварочный флюс	Флюс для дуговой сварки, полученный перемешиванием порошкообразных материалов со связующим веществом, грануляцией и последующей термической обработкой
8. ДЕФЕКТЫ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ		
8.1	Дефект	Недопустимое отклонение от требований, установленных нормативно-технической документацией
8.2	Трещина сварного соединения ¹⁶ . Трещина	Дефект сварного соединения в виде разрыва в сварном шве и (или) прилегающих к нему зонах
8.3	Продольная трещина сварного соединения. Продольная трещина	Трещина сварного соединения, ориентированная вдоль оси сварного шва
8.4	Поперечная трещина сварного соединения. Поперечная трещина	Трещина сварного соединения, ориентированная поперек оси сварного шва
8.5	Разветвленная трещина сварного соединения. Разветвленная трещина	Трещина сварного соединения, имеющая ответвления в различных направлениях
8.6	Микротрещина сварного соединения. Микротрещина	Трещина сварного соединения, обнаруженная при пятидесятикратном и более увеличении
8.7	Усадочная раковина сварного шва. Усадочная раковина	Дефект в виде полости или впадины, образованный при усадке металла шва в условиях отсутствия питания жидким металлом
8.8	Вогнутость корня шва	Дефект в виде углубления на поверхности обратной стороны сварного одностороннего
8.9	Свищ в сварном шве. Свищ	Дефект в виде воронкообразного углубления в сварном шве
8.10	Пора в сварном шве. Пора. Газовое включение	Дефект сварного шва в виде полости округлой формы, заполненной газом
8.11	Цепочка пор в сварном шве. Цепочка пор	Группа пор в сварном шве, расположенных в линию
8.12	Непровар	Дефект в виде несплавления в сварном соединении вследствие неполного расплавления кромок или поверхностей ранее выполненных валиков сварного шва
8.13	Прожег сварного шва. Прожег	Дефект в виде сквозного отверстия в сварном шве, образовавшийся в результате вытекания части металла сварочной ванны
8.14	Шлаковое включение сварного шва. Шлаковое включение	Дефект в виде вкрапления шлака в сварном шве

¹⁶ Макаров Э. Л. Холодные трещины при сварке легированных сталей. М. : Машиностроение, 1981. 248 с.

№ п/п	Термин	Определение
8.15	Брызги металла	Дефект в виде затвердевших капель на поверхности сварного соединения
8.16	Поверхностное окисление сварного соединения. Поверхностное окисление	Дефект в виде окалины или пленки окислов на поверхности сварного соединения
8.17	Подрез зоны сплавления. Подрез	Дефект в виде углубления по линии сплавления сварного шва с основным металлом
8.18	Наплыв на сварном соединении. Наплыв	Дефект в виде натека металла шва на поверхность основного металла или ранее выполненного валика без сплавления с ним
8.19	Смещение сваренных кромок. Смещение кромок	Неправильное положение сваренных кромок относительно друг друга
8.20	Флюсовое включение	Полость в металле сварного шва, заполненная нерасплавившимся флюсом, попавшим в металл шва во время затвердевания
8.21	Вольфрамовое включение	Внедрившаяся в металл шва нерасплавившаяся частица (осколок) неплавящегося вольфрамового электрода
8.22	Окисное включение	Окисел металла, попавший в металл шва во время затвердевания
8.23	Отслоение	Дефект в виде нарушения сплошности сплавления наплавленного металла с основным металлом
8.24	Углубление (западание) между валиками шва	Продольная впадина между двумя соседними валиками (слоями) шва
8.25	Чешуйчатость сварного шва	Поперечные или округлые (при автоматической сварке под флюсом – удлиненно-округлые) углубления на поверхности валика, образовавшиеся вследствие неравномерности затвердевания металла сварочной ванны

1.3. ГРАФИЧЕСКОЕ ИЗОБРАЖЕНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СВАРНЫХ ШВОВ

Физико-механические параметры сварных швов¹⁷ представлены на рис. 1.1–1.49.



Рис. 1.1. Стыковое соединение

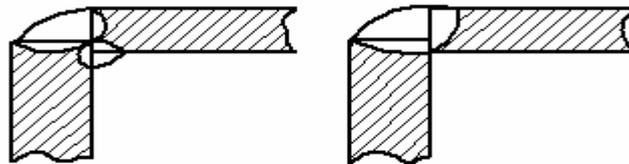


Рис. 1.2. Угловое соединение

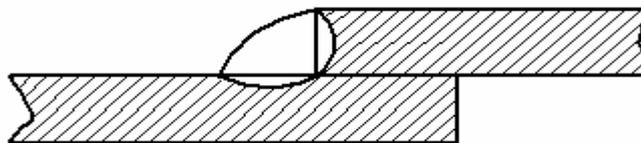


Рис. 1.3. Нахлесточное соединение

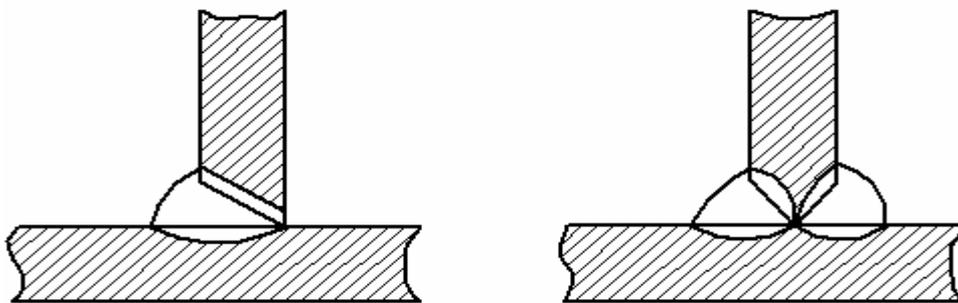


Рис. 1.4. Тавровое соединение

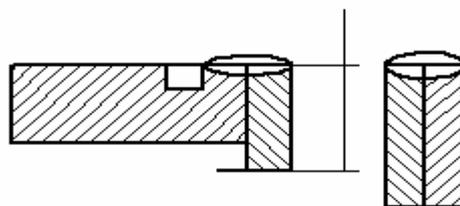


Рис. 1.5. Торцевое соединение

¹⁷ ПБ 03-273-99. Правила аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства : [Вступили в действие 15.01.2000 г.].

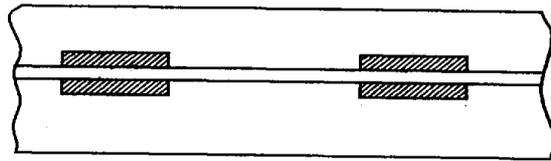


Рис. 1.6. Цепной прерывистый шов

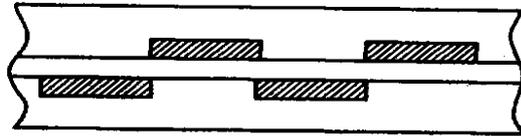


Рис. 1.7. Шахматный прерывистый шов

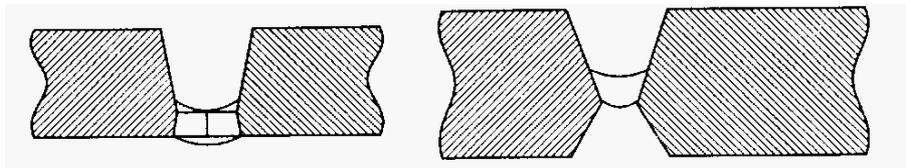


Рис. 1.8. Корень шва

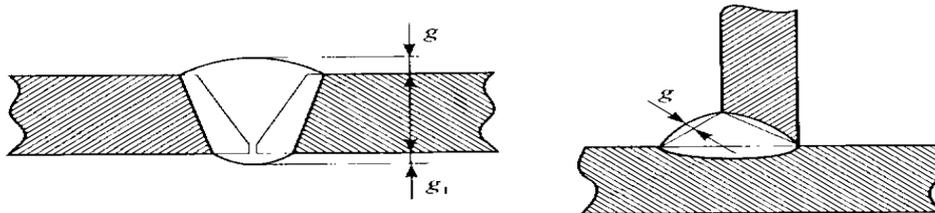


Рис. 1.9. Выпуклость сварного шва

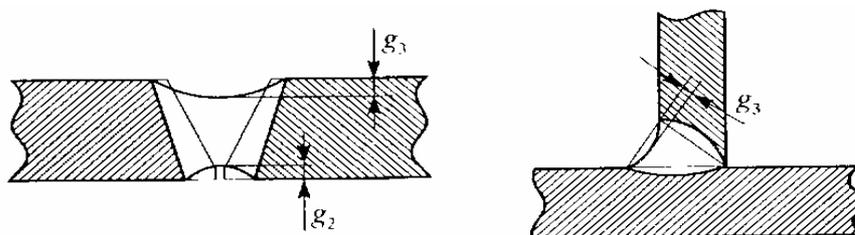


Рис. 1.10. Вогнутость сварного шва

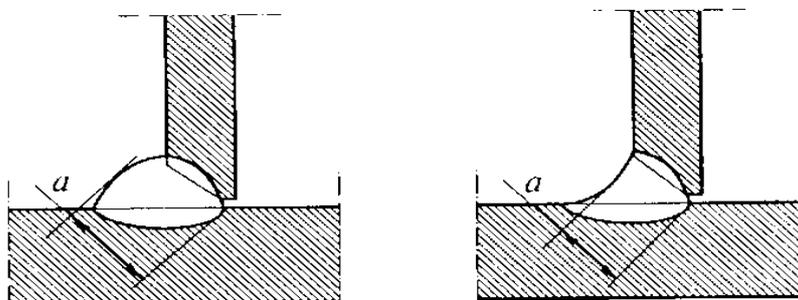


Рис. 1.11. Толщина углового шва

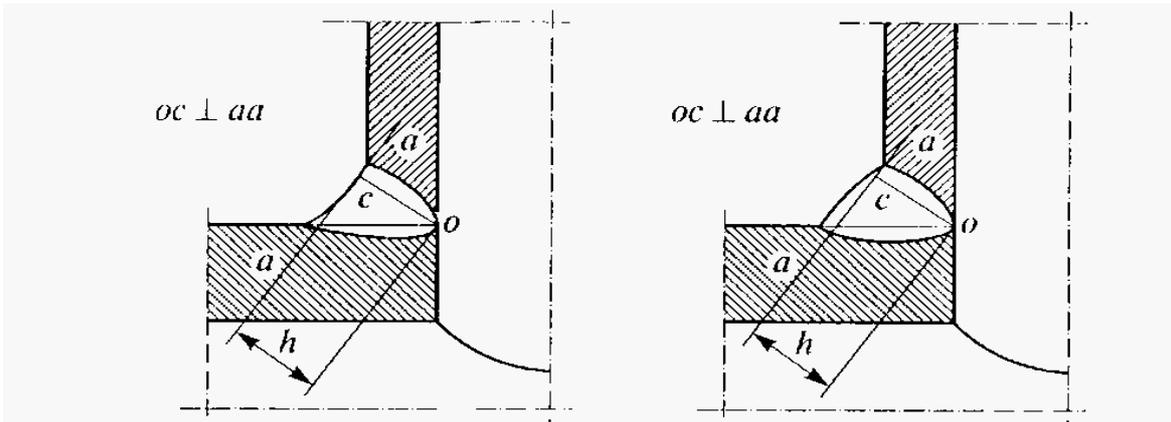


Рис. 1.12. Расчетная высота углового шва (h) (расчетная высота двухстороннего углового шва определяется как сумма расчетных высот его частей, выполненных с разных сторон)

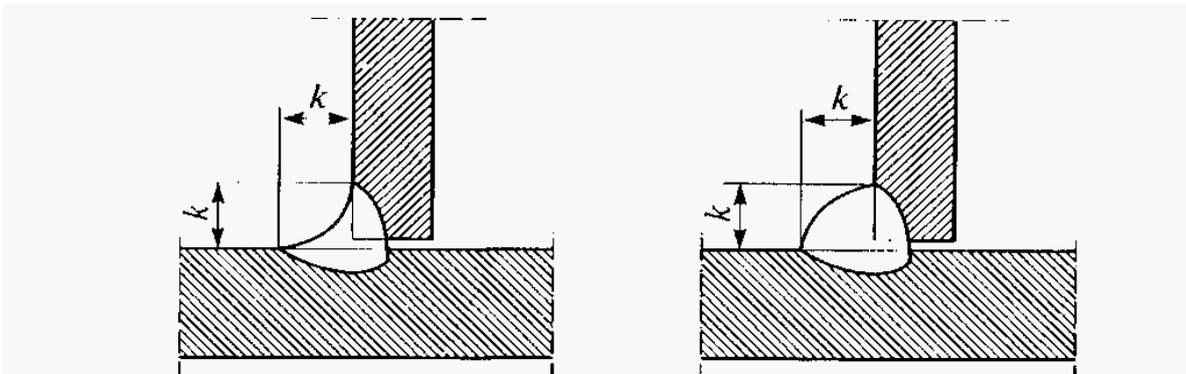


Рис. 1.13. Катет углового шва

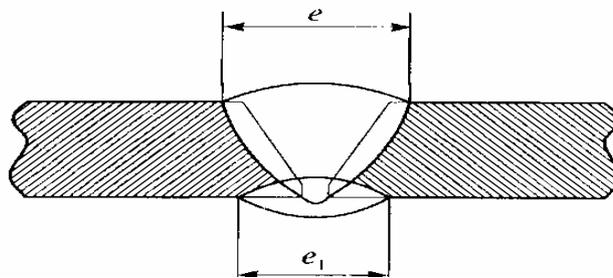


Рис. 1.14. Ширина сварного шва

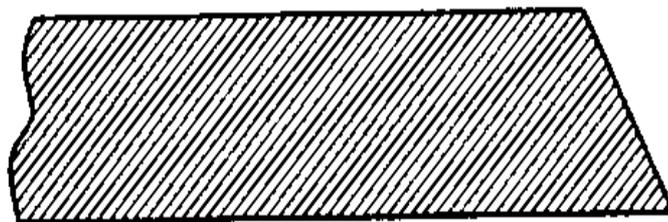


Рис. 1.15. Скос кромки

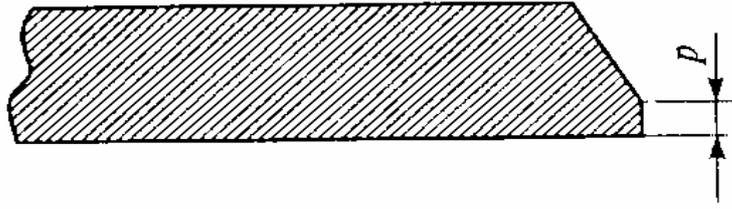


Рис. 1.16. Притупление кромки

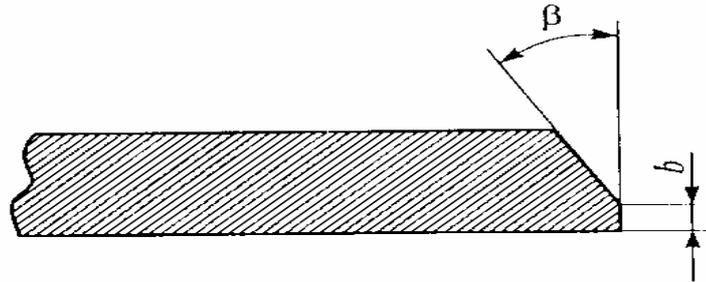


Рис. 1.17. Угол скоса кромки

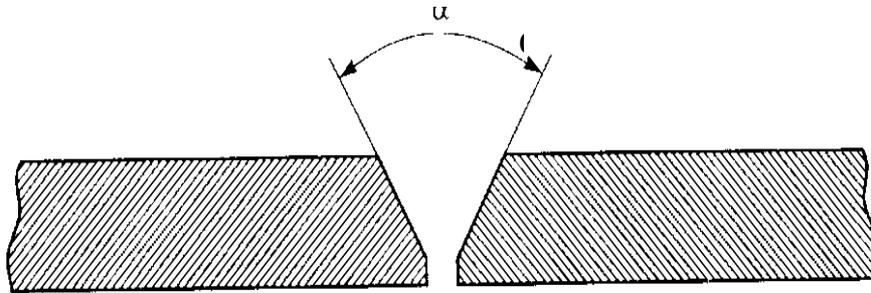
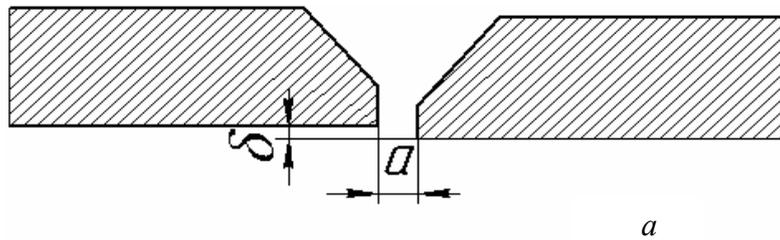
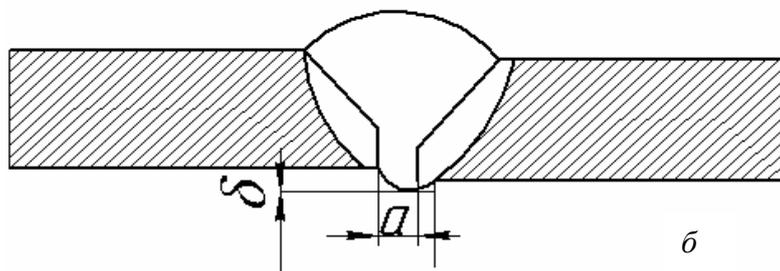


Рис. 1.18. Угол разделки кромок



a



б

Рис. 1.19. Смещение кромок и зазор в соединении: *a* – смещение кромок; *б* – зависимый от смещения кромок дефект стыкового шва

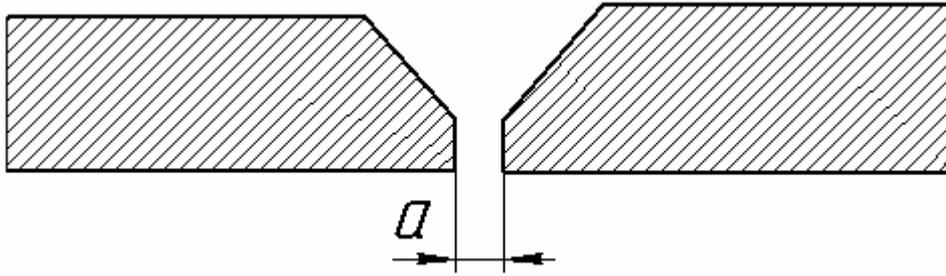


Рис. 1.20. Зазор в соединении

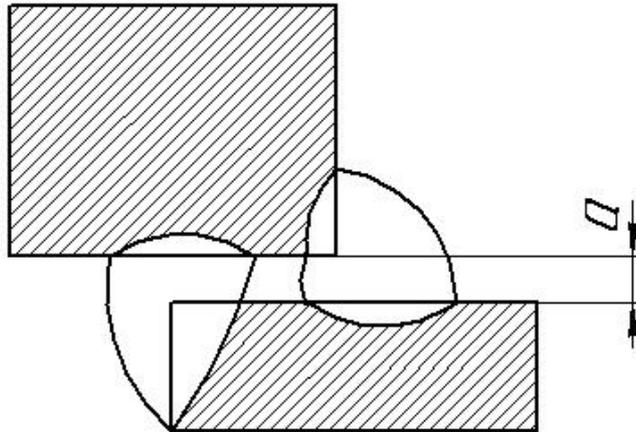


Рис. 1.21. Конструктивный непровар (зазор)

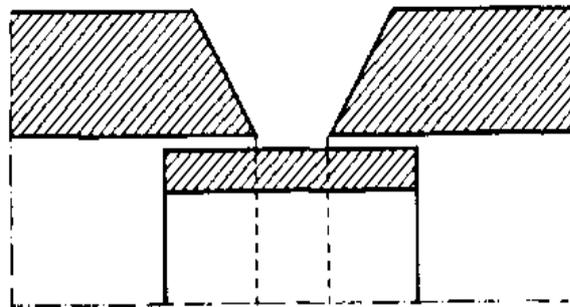


Рис. 1.22. Остающаяся подкладная пластина (кольцо)

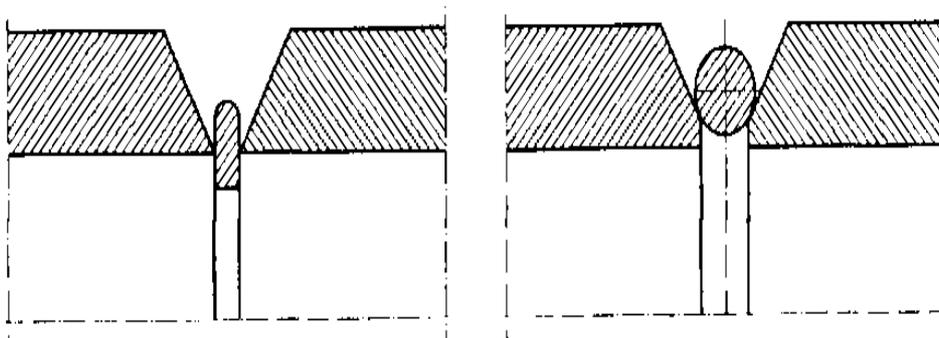


Рис. 1.23. Расплавляемая вставка

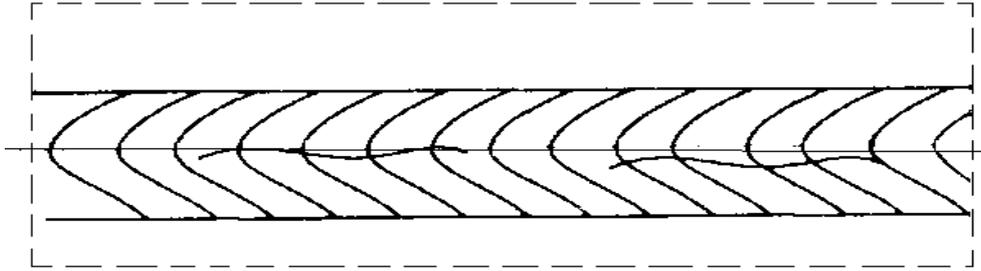


Рис. 1.24. Продольная трещина сварного соединения

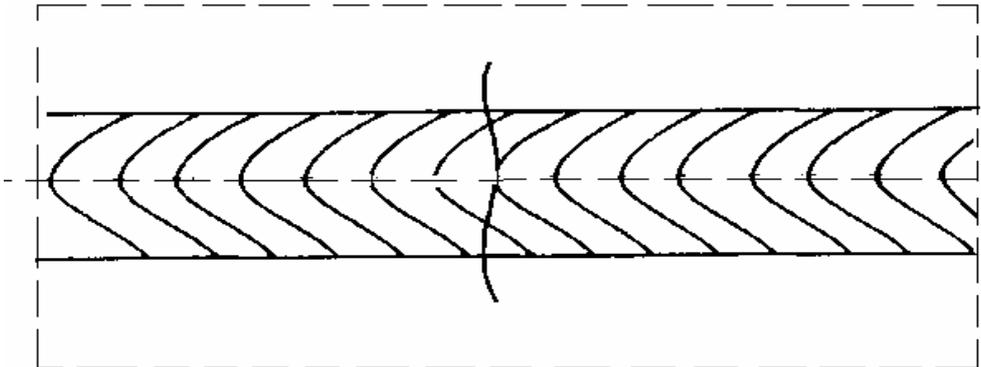


Рис. 1.25. Поперечная трещина сварного соединения

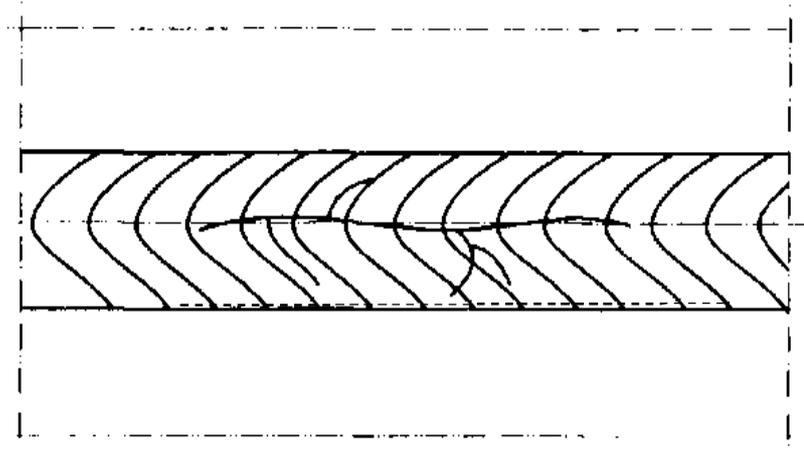


Рис. 1.26. Разветвленная трещина сварного соединения

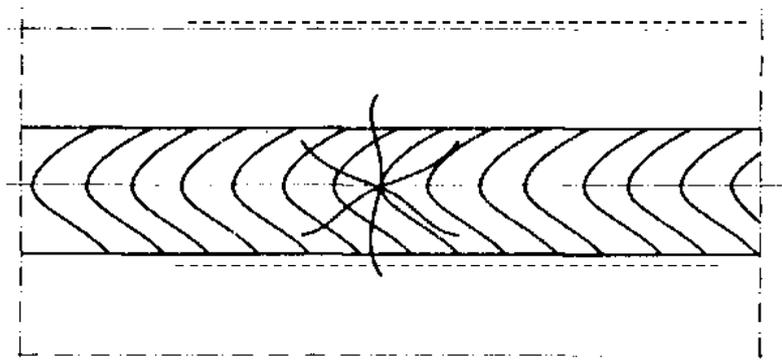


Рис. 1.27. Радиальная трещина сварного соединения

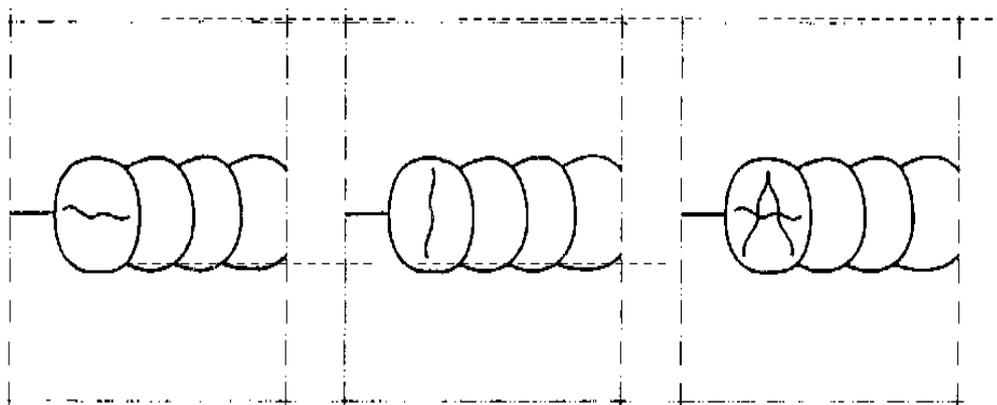


Рис. 1.28. Кратерная трещина сварного соединения

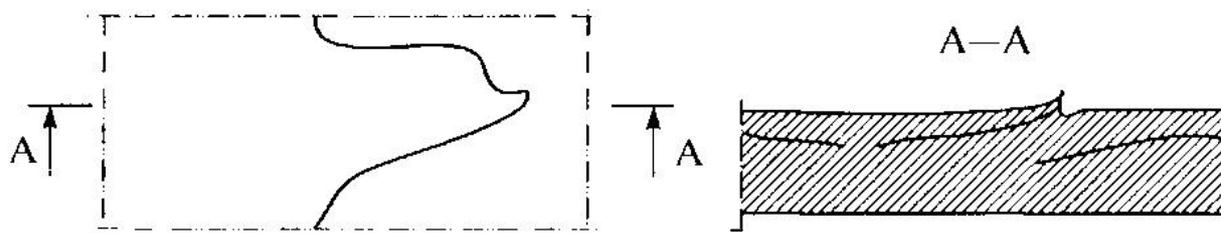


Рис. 1.29. Отслоение по сечению сварного шва

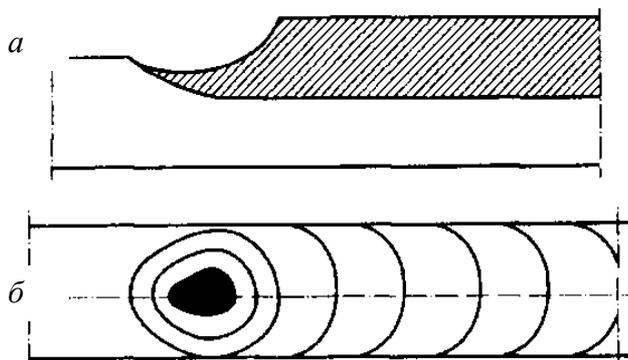


Рис. 1.30. Кратер сварного шва: *a* – сечение по кратеру; *б* – вид сверху

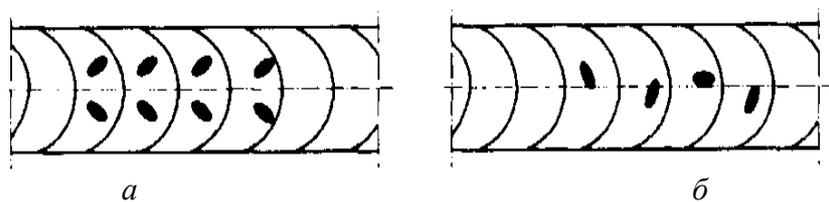


Рис. 1.31. Свищи в сварном шве: *a* – групповые; *б* – одиночные

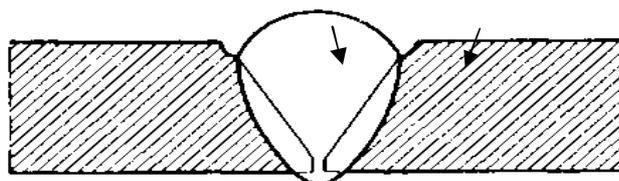


Рис. 1.32. Подрез сварного шва

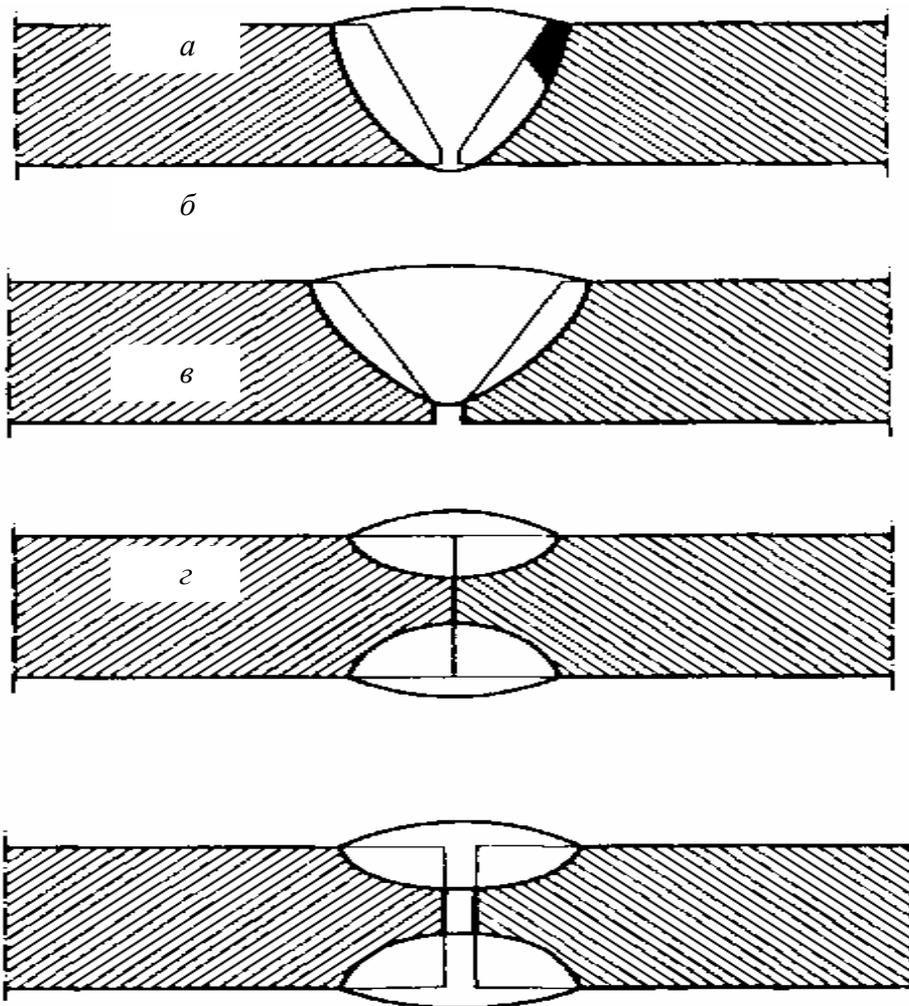


Рис. 1.33. Непровар: *а* – односторонний основного металла; *б* – зоны подварки; *в* – двустороннего сварного шва; *г* – то же с зазором.

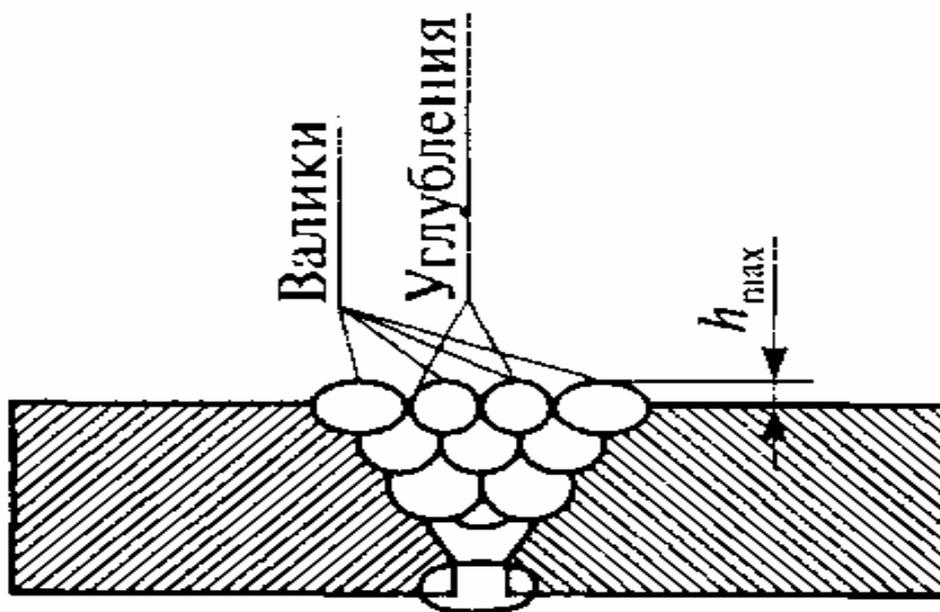


Рис. 1.34. Углубления (западания) между валиками шва

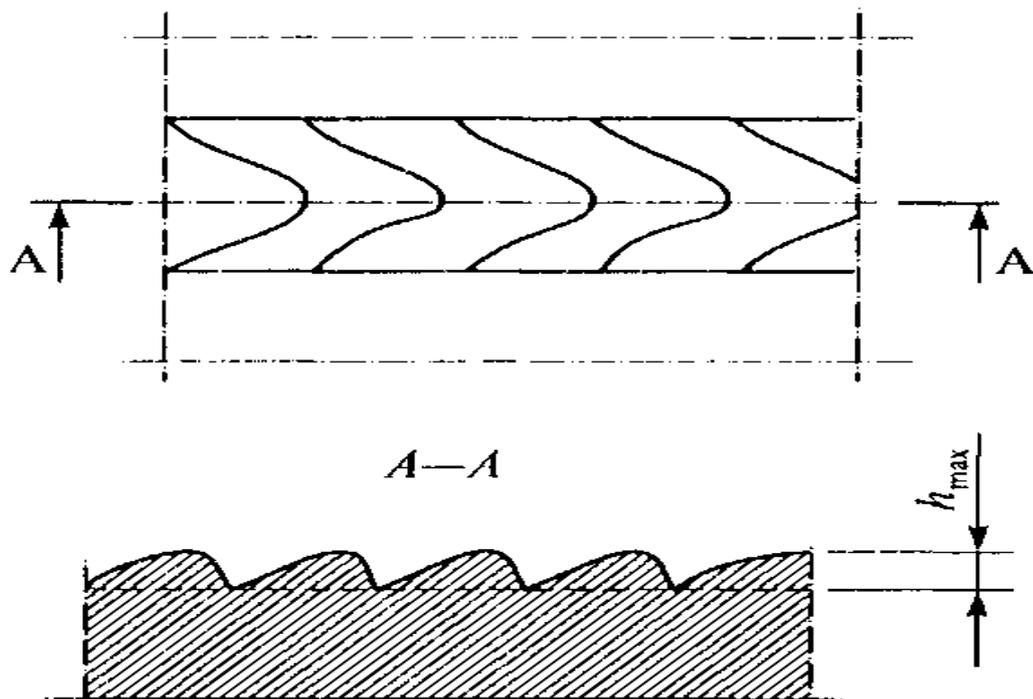


Рис. 1.35. Чешуйчатость сварного шва

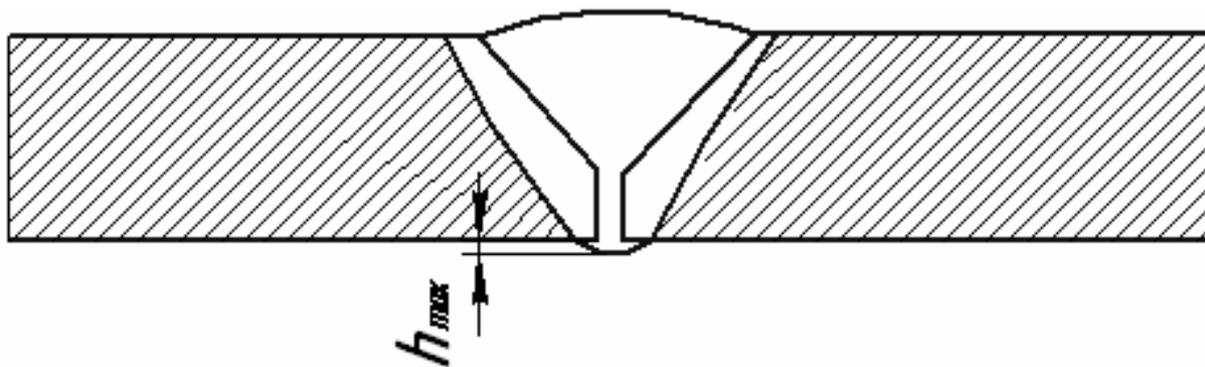


Рис. 1.36. Выпуклость корня сварного шва

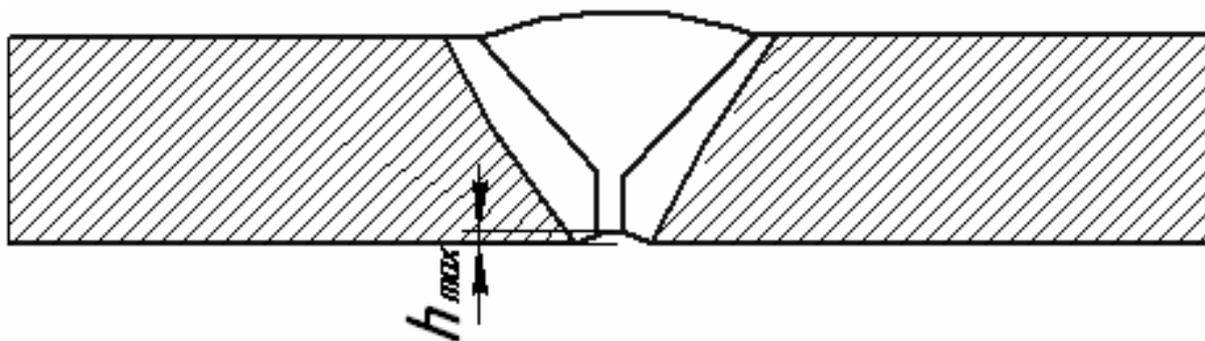


Рис. 1.37. Вогнутость корня сварного шва

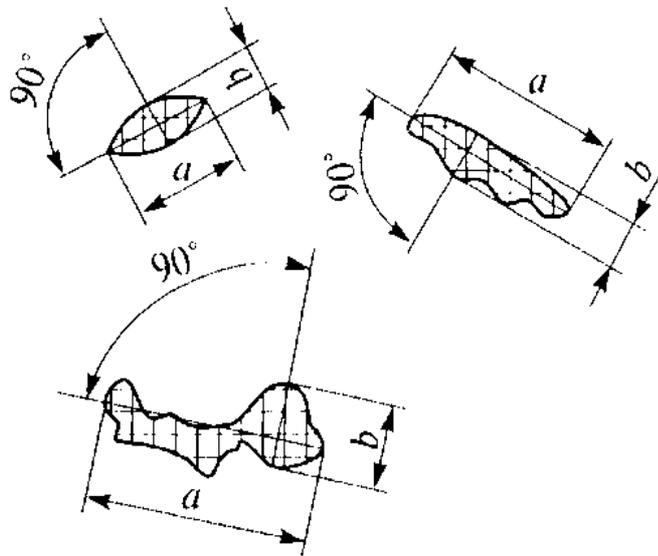


Рис. 1.38. Максимальные размер и ширина постороннего включения в сварной шов

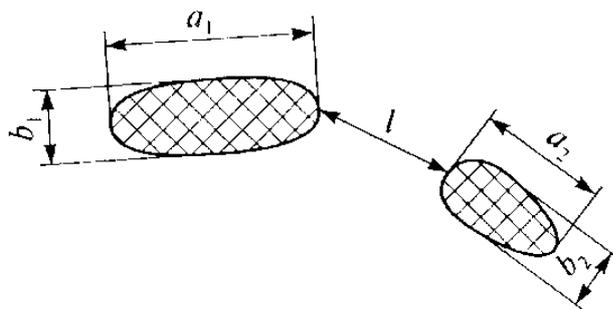


Рис. 1.39. Постороннее включение одиночное

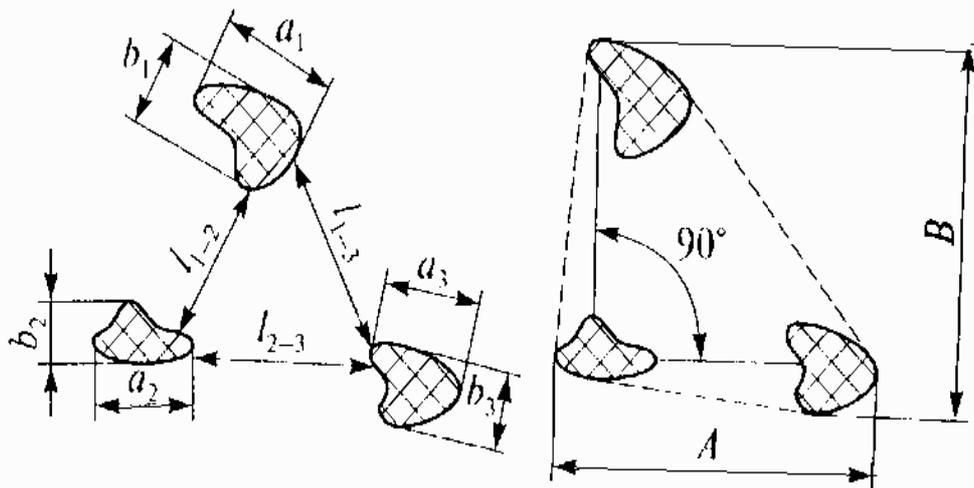


Рис. 1.40. Скопление посторонних включений

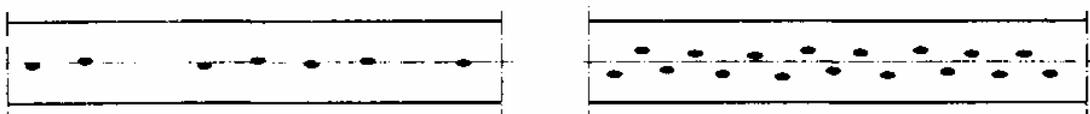


Рис. 1.41. Цепочка пор по сварному шву

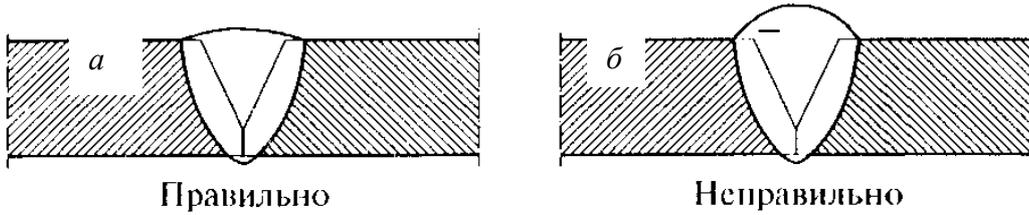


Рис. 1.42. Превышение усиления сварного шва: *a* – нормативный сварной шов; *б* – превышение уровня усиления

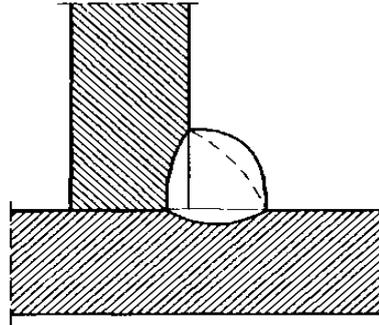


Рис. 1.43. Превышение выпуклости таврового сварного шва (одностороннего)

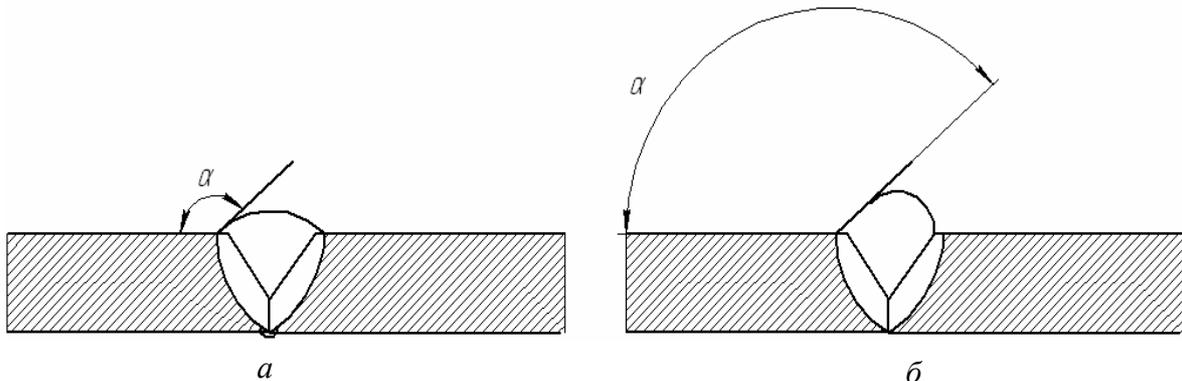


Рис. 1.44. Нарушение профиля сварного шва: *a* – занижение выпуклости; *б* – завышение

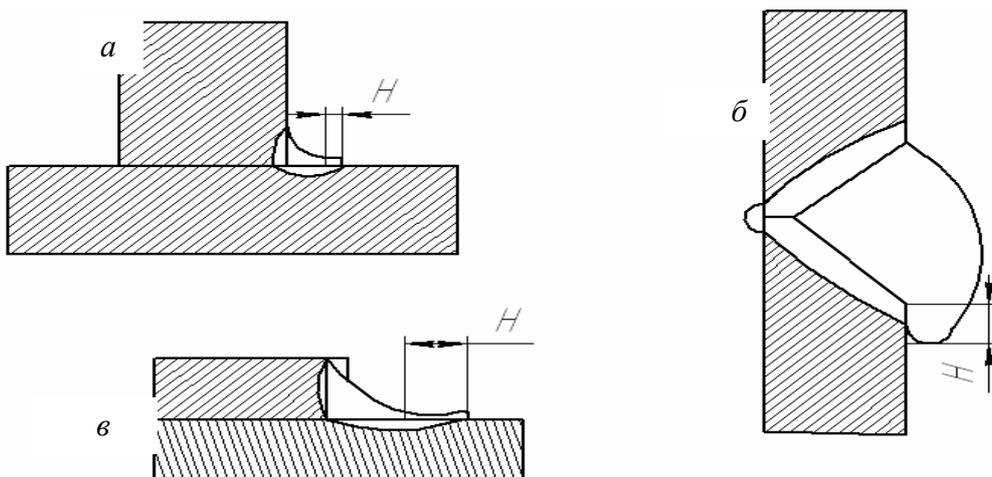


Рис. 1.45. Наплыв сварного шва: *a* – таврового; *б* – стыкового; *в* – нахлесточного

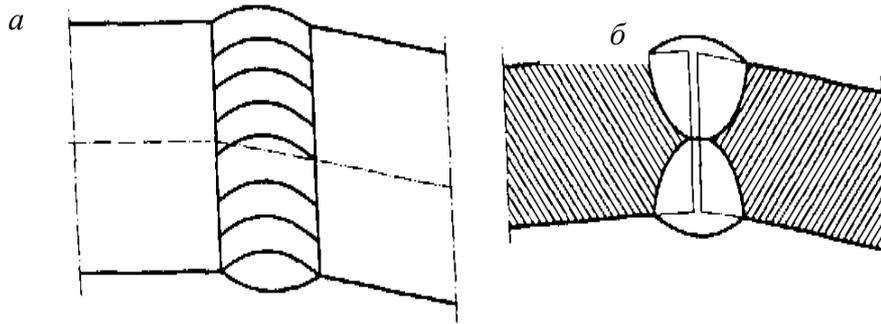


Рис. 1.46. Перелом осей свариваемых деталей: *a* – в горизонтальной плоскости; *б* – в вертикальной плоскости

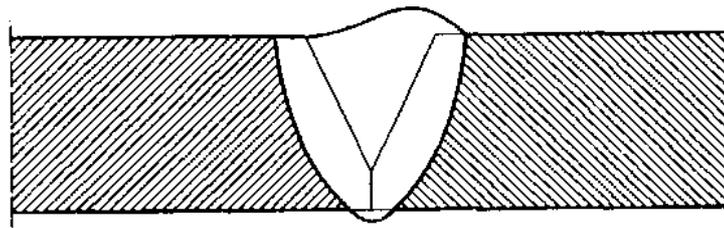


Рис. 1.47. Не полностью заполненная разделка кромок

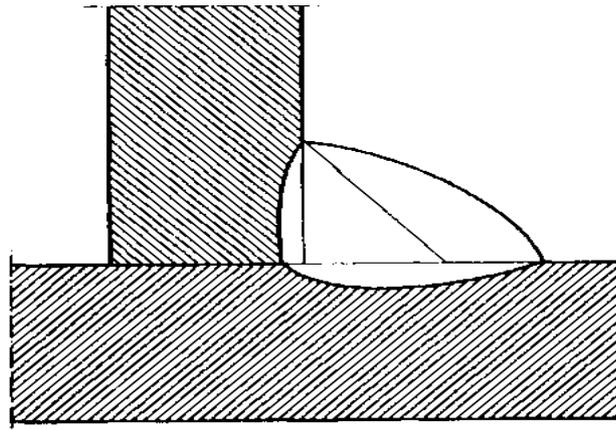


Рис. 1.48. Асимметрия таврового шва

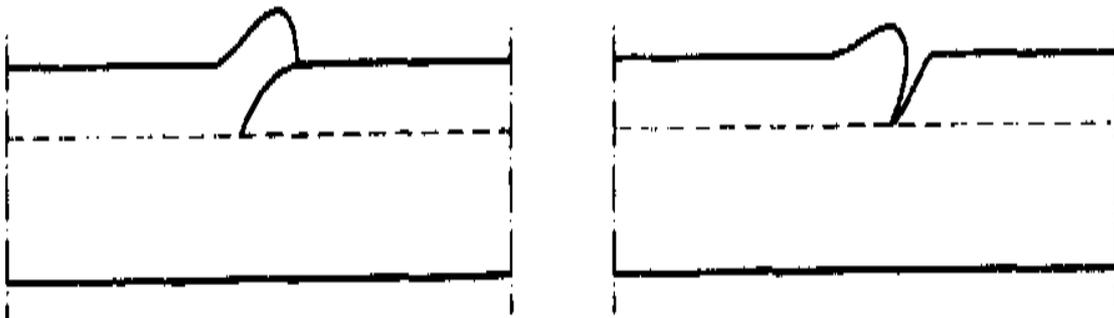


Рис. 1.49. Нарушение качества возобновления шва

1.4. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ВИЗУАЛЬНОГО И ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО КОНТРОЛЯ

1.4.1. Визуальный и измерительный контроль материала (полуфабрикатов, заготовок, деталей) и сварных соединений проводят на следующих стадиях:

- 1) входного контроля;
- 2) изготовления деталей, сборочных единиц и изделий; подготовки деталей и сборочных единиц к сборке; подготовки деталей и сборочных единиц к сварке; сборки деталей и сборочных единиц под сварку; процесса сварки;
- 3) контроля готовых сварных соединений и наплавки;
- 4) исправления дефектных участков в материале и сварных соединениях (наплавках);
- 5) оценки состояния материала и сварных соединений в процессе эксплуатации технических устройств и сооружений, в том числе по истечении установленного срока их эксплуатации¹⁸.

1.4.2. Визуальный и измерительный контроль материалов на стадии входного контроля выполняют при поступлении материала (полуфабрикатов, заготовок, деталей) в организацию с целью подтверждения его соответствия требованиям стандартов, технических условий (далее – ТУ), конструкторской документации и Правил Ростехнадзора либо регистра.

1.4.3. Визуальный и измерительный контроль материалов (заготовок, полуфабрикатов, деталей) на стадии входного контроля, изготовления деталей и сборочных единиц и при подготовке их к сборке проводят с целью выявления деформаций, поверхностных трещин, расслоений, закатов, забоин, рисок, раковин и других несплошностей; проверки геометрических размеров заготовок, полуфабрикатов и деталей; проверки допустимости выявленных деформаций и поверхностных несплошностей.

1.4.4. Визуальный и измерительный контроль на стадии входного контроля материалов (полуфабрикатов, заготовок, деталей) выполняют в соответствии с программой (планом, инструкцией) входного контроля (п. 1.11), которая разрабатывается организацией, выполняющей входной контроль. Программа (план, инструкция) входного контроля разрабатывается в соответствии с требованиями стандартов и отраслевых документов. В программе (плане, инструкции) входного контроля должны быть указаны объекты контроля (заготовки, полуфабрикаты, детали), виды и объемы контроля, способы контроля, включая схемы выполнения замеров контролируемых параметров, нормативные показатели допустимых отклонений.

¹⁸ РД 10-112-1-04. Рекомендации по экспертному обследованию (металлоконструкций) грузоподъемных машин. Общие положения. М. : ГТН РФ, 2004. 74 с.

1.4.5. Визуальный и измерительный контроль изготовления¹⁹ деталей и сборочных единиц, подготовки их к сборке и сварке выполняют с целью подтверждения соответствия качества их изготовления и подготовки требованиям рабочих чертежей, технологии изготовления (технологии сборки, гиба) и прочей производственно-технологической документации (далее – ПТД), требованиям нормативной технической документации (далее – НТД), ТУ на изготовление и правил надзорных органов (ПБ 10-382-00).

1.4.6. Визуальный и измерительный контроль при сборке свариваемых элементов (заготовок, полуфабрикатов, деталей) проводят с целью выявления и проверки обеспечения допустимых размеров зазоров, смещений кромок, формы и размеров кромок и геометрического положения (излома или перпендикулярности) осей и поверхностей собранных элементов.

1.4.7. Визуальный и измерительный контроль качества сварных соединений (наплавки) в процессе сварки (наплавки) и готового сварного соединения (наплавки) выполняют с целью подтверждения их соответствия требованиям конструкторской документации, НТД и (или) НД и правил надзорных органов.

1.4.8. Визуальный и измерительный контроль выполненных сварных соединений (конструкций, узлов) проводят с целью выявления деформаций, поверхностных трещин, подрезов, прожогов, наплывов, кратеров, свищей, пор, раковин и других несплошностей и дефектов формы швов; проверки геометрических размеров сварных швов и допустимости выявленных деформаций, поверхностных несплошностей и дефектов формы сварных швов.

1.4.9. Визуальный и измерительный контроль качества исправления дефектных участков в материале, сварных соединениях и наплавках выполняют с целью подтверждения полноты удаления дефекта, проверки соответствия формы и размеров выборки дефектного участка и качества заварки выборок (в случаях, когда выборка подлежит заварке) требованиям ПТД, НД и правил надзорных органов.

1.4.10. Визуальный и измерительный контроль технических устройств и сооружений в процессе эксплуатации проводят с целью выявления изменений их формы, поверхностных дефектов в материале и сварных соединениях (наплавках), образовавшихся в процессе эксплуатации (трещин, коррозионных и эрозионных повреждений, деформаций и пр.).

1.4.11. Визуальный и измерительный контроль при изготовлении (строительстве, монтаже, ремонте и реконструкции) технических устройств и сооружений выполняют в соответствии с требованиями технологической карты контроля и (или) карт (схем) операционного контроля (см. п. 1.12, 1.13).

¹⁹ Теория сварочных процессов : учеб. для вузов / А. В. Коновалов, А. С. Куркин и др. ; под ред. В. М. Неровного. М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2007. 752 с.

В указанных картах приводятся контролируемые параметры, последовательность контроля, объемы контроля, средства контроля, схемы выполнения замеров контролируемых параметров и нормы оценки результатов контроля. Технологические карты и карты операционного контроля разрабатываются организацией, выполняющей контроль, либо специализированной организацией, выполняющей проектно-технологическую подготовку производства работ по контролю²⁰.

1.4.12. Визуальный и измерительный контроль при оценке состояния материала и сварных соединений в процессе эксплуатации технических устройств и сооружений выполняют в соответствии с требованиями руководящих документов (методических указаний) по оценке (экспертизе) конкретных технических устройств и сооружений. При этом визуальный и измерительный контроль может выполняться в соответствии с картами (схемами) визуального и измерительного контроля, которые разрабатываются в составе программы технического диагностирования (освидетельствования). В картах (схемах) указываются места проведения контроля на конкретном техническом устройстве, сооружении, схемы контроля, средства измерения контролируемого параметра, нормы оценки качества, приводятся бланки регистрации результатов контроля.

1.4.13. Визуальный и измерительный контроль следует проводить всех доступных для этого поверхностей полуфабрикатов, заготовок, деталей, сборочных единиц, изделий.

1.4.14. Визуальный и измерительный контроль проводят невооруженным глазом и (или) с применением визуально-оптических приборов до 20-кратного увеличения (луп, микроскопов, эндоскопов, зеркал и др.). При контроле материала и сварных соединений (наплавов) при изготовлении (строительстве, монтаже, ремонте и реконструкции)²¹ технических устройств и сооружений используют лупы с 2–7-кратным увеличением, а при оценке состояния технических устройств и сооружений в процессе их эксплуатации – лупы до 20-кратного увеличения.

1.4.15. Визуальный и измерительный контроль выполняют до проведения контроля материалов и сварных соединений (наплавов) другими методами неразрушающего контроля²², а также после устранения дефектов.

1.4.16. Поверхности материалов и сварных соединений (наплавов) перед контролем очищаются от влаги, шлака, брызг металла, ржавчины и других загрязнений, препятствующих проведению контроля.

²⁰ *Примечание.* Допускается производить разработку технологических документов в составе ПТД.

²¹ РД 24.090.97-98. ПТО. Требования к изготовлению, ремонту и реконструкции металлоконструкций грузоподъемных кранов. М. : ВНИИПТМАШ, 1998. 70 с.

²² См.: РД РОСЭК 002-96. Машины грузоподъемные. Конструкции металлические. Контроль ультразвуковой (УЗК). Основные положения; РД-13-03-2006. Методические рекомендации о порядке проведения вихретокового контроля технических устройств и сооружений, применяемых и эксплуатируемых на ОПО : [Утверждены приказом Ростехнадзора от 20.04.06 № 384].

1.4.17. Измерения проводят после визуального контроля или одновременно с ним. Измерения деталей, подготовленных под сварку, проводятся до их сборки.

1.4.18. Визуальный и измерительный контроль материалов, сварных соединений (наплавов), подлежащих термической обработке, производят до и после указанной операции. Если контролируемая деталь, конструкция или узел подлежат полной термической обработке (нормализации или закалке с последующим отпуском), контроль проводят после ее выполнения.

1.4.19. Визуальный и измерительный контроль материалов и сварных соединений, подлежащих механической обработке (в том числе с удалением валика усиления шва) или деформированию, проводят до и после указанных операций.

1.4.20. При визуальном и измерительном контроле сварных соединений контролируемая зона должна включать в себя поверхность металла шва, а также примыкающие к нему участки материала в обе стороны от шва шириной:

- не менее 5 мм – для стыковых соединений, выполненных дуговой и электронно-лучевой сваркой, электроконтактной сваркой оплавлением, сваркой встык нагретым элементом при номинальной толщине сваренных деталей до 5 мм включительно;

- не менее номинальной толщины стенки детали – для стыковых соединений, выполненных дуговой и электронно-лучевой сваркой, электроконтактной сваркой оплавлением, сваркой встык нагретым элементом при номинальной толщине сваренных деталей свыше 5 до 20 мм;

- не менее 20 мм – для стыковых соединений, выполненных дуговой и электронно-лучевой сваркой, электроконтактной сваркой оплавлением, сваркой встык нагретым элементом при номинальной толщине сваренных деталей свыше 20 мм, а также для стыковых и угловых соединений, выполненных газовой сваркой, независимо от номинальной толщины стенки сваренных деталей и при ремонте дефектных участков в сварных соединениях;

- не менее 5 мм (независимо от номинальной толщины сваренных деталей) – для угловых, тавровых, торцовых и нахлесточных сварных соединений и соединений вварки труб в трубные доски, выполненных дуговой и электронно-лучевой сваркой;

- не менее 50 мм (независимо от номинальной толщины сваренных деталей) – для сварных соединений, выполненных электрошлаковой сваркой.

1.4.21 Дефекты, выявленные при визуальном и измерительном контроле, должны быть устранены до выполнения последующей технологической операции или до приемки объекта контроля²³. Устранение выявленных дефектов должно выполняться в соответствии с требованиями ПТД. Если дефекты, выявленные при визуальном и измерительном контроле, не препятствуют дальнейшему применению других видов (методов) неразру-

²³ Макаров Э. Л. Холодные трещины при сварке легированных сталей...

шающего контроля, эти дефекты могут быть устранены после завершения контроля другими видами (методами) контроля.

1.5. КВАЛИФИКАЦИЯ ПЕРСОНАЛА

Специалисты²⁴, осуществляющие визуальный и измерительный контроль, должны быть аттестованы в соответствии с Правилами аттестации персонала в области неразрушающего контроля (ПБ 03-440-02), утвержденными постановлением Госгортехнадзора России от 23.01.02 № 3, зарегистрированным Минюстом России 17.04.02 г., регистрационный № 3378.

1.6. ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ВИЗУАЛЬНОГО И ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО КОНТРОЛЯ

1.6.1. При визуальном и измерительном контроле²⁵ применяют:

- лупы, в том числе измерительные;
- линейки измерительные металлические;
- угольники поверочные 90° лекальные;
- штангенциркули, штангенрейсмусы и штангенглубиномеры;
- щупы;
- угломеры с нониусом;
- стенкомеры и толщиномеры индикаторные; микрометры;
- нутромеры микрометрические и индикаторные;
- калибры;
- эндоскопы;
- шаблоны, в том числе специальные и универсальные (например, типа УШС), радиусные, резьбовые и др.; поверочные плиты;
- плоскопараллельные концевые меры длины с набором специальных принадлежностей;
- штриховые меры длины (стальные измерительные линейки, рулетки).

Допускается применение других средств визуального и измерительного контроля при условии наличия соответствующих инструкций, методик их применения. Примерный перечень средств визуального и измерительного контроля приведен в п. 1.14.

²⁴ См. также: ПБ 03-372-2000. Правила аттестации и основные требования к лабораториям неразрушающего контроля.

²⁵ Толщиномеры (ультразвуковые, вихретоковые и пр.) относятся к средствам соответствующего вида контроля (ультразвукового, вихретокового и пр.), а использующие их специалисты должны быть аттестованы в соответствии с ПБ 03-440-02 на право выполнения соответствующего вида контроля (см., например, толщиномер УТ-93П, изготовленный заводом ОАО «Интроскоп»).

1.6.2. Для измерения формы и размеров кромок, зазоров, собранных под сварку деталей, а также размеров выполненных сварных соединений разрешается применять шаблоны различных типов.

1.6.3. Погрешность измерений при измерительном контроле не должна превышать величин, указанных в табл. 1.2, если в рабочих чертежах не предусмотрены другие требования.

1.6.4. Для определения шероховатости и волнистости поверхности следует применять профилографы-профилометры, аттестованные образцы шероховатости (сравнения), а также другие средства измерения.

1.6.5. Измерительные приборы и инструменты должны периодически, а также после ремонта проходить поверку (калибровку) в метрологических службах, аккредитованных Госстандартом России. Срок проведения поверки (калибровки) устанавливается нормативной технической документацией (НД) на соответствующие приборы и инструменты.

Таблица 1.2

Допустимая погрешность измерений при измерительном контроле

Диапазон измеряемой величины, мм	Погрешность измерений, мм
До 0,5 мм включительно	0,1
Свыше 0,5 до 1,0 включительно	0,2
Свыше 1,0 до 1,5 включительно	0,3
Свыше 1,5 до 2,5 включительно	0,4
Свыше 2,5 до 4,0 включительно	0,5
Свыше 4,0 до 6,0 включительно	0,6
Свыше 6,0 до 10,0 включительно	0,8
Свыше 10,0	1,0

1.7. ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ВИЗУАЛЬНОГО И ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО КОНТРОЛЯ

1.7.1. Подготовка мест производства работ

1.7.1.1. Визуальный и измерительный контроль рекомендуется выполнять на стационарных участках, которые должны быть оборудованы рабочими столами, стендами, роликоопорами и другими средствами, обеспечивающими удобство выполнения работ.

1.7.1.2. Визуальный и измерительный контроль при монтаже, строительстве, ремонте, реконструкции, а также в процессе эксплуатации технических устройств и сооружений выполняется на месте производства работ. В этом случае должно быть обеспечено удобство подхода специалистов, выполняющих контроль, к месту производства контрольных работ²⁶, созданы условия для безопасного производства работ, в том числе в необходимых случаях должны быть установлены леса, ограждения, подмости, люльки, передвиж-

²⁶ Сварка. Резка. Контроль : справ. : в 2 т. / под. общ. ред. Н. П. Алешина, Г. Г. Чернышова. М. : Машиностроение, 2004. Т. 1. 624 с.

ные вышки или другие вспомогательные устройства, обеспечивающие оптимальный доступ (удобство работы) специалиста к контролируемой поверхности, а также обеспечена возможность подключения ламп местного освещения напряжением 12 В.

1.7.1.3. Участки контроля, особенно стационарные, рекомендуется располагать в наиболее освещенных местах цеха, имеющих естественное освещение. Для создания оптимального контраста дефекта с фоном в зоне контроля необходимо применять дополнительный переносной источник света, т.е. использовать комбинированное освещение. Освещенность²⁷ контролируемых поверхностей должна быть достаточной для надежного выявления дефектов, но не менее 500 лк.

1.7.1.4. Окраску поверхностей стен, потолков, рабочих столов и стенов на участках визуального и измерительного контроля рекомендуется выполнять в светлых тонах (белый, голубой, желтый, светло-зеленый, светло-серый) для увеличения контрастности контролируемых поверхностей деталей (сборочных единиц, изделий), повышения контрастной чувствительности глаза, снижения общего утомления специалиста, выполняющего контроль.

1.7.1.5. Для выполнения контроля должен быть обеспечен достаточный обзор для глаз специалиста. Подлежащая контролю поверхность должна рассматриваться под углом более 30° к плоскости объекта контроля и с расстояния до 600 мм (рис. 1.50).

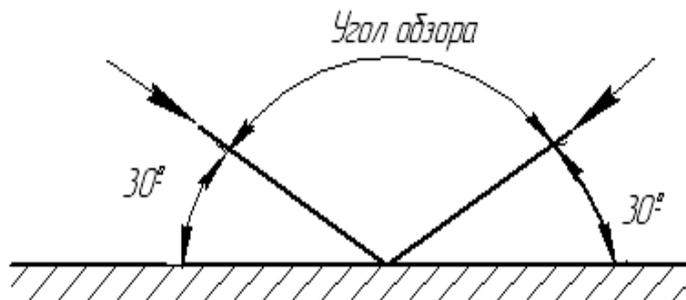


Рис. 1.50. Условия визуального контроля

1.7.2. Подготовка к контролю

1.7.2.1. Подготовка контролируемых поверхностей проводится подразделениями организации, выполняющей работы по визуальному и измерительному контролю, а в процессе эксплуатации технических устройств и сооружений – службами организации, которой принадлежит контролируемый объект.

Подготовка контролируемых поверхностей в обязанности специалиста по контролю не входит.

²⁷ СНиП 23-05-95. Естественное и искусственное освещение : [Приняты и введены в действие постановлением Минстроя России от 2 августа 1995 г. № 18-78 в качестве строительных норм и правил Российской Федерации взамен СНиП II-4-79] / НИИСФ, ВНИСИ, ЦНИИЭП инженерного оборудования и др.

1.7.2.2. Визуальный и измерительный контроль при техническом диагностировании (освидетельствовании) оборудования, работающего под давлением²⁸, следует проводить после прекращения работы указанного оборудования, сброса давления, охлаждения, дренажа, отключения от другого оборудования, если иное не предусмотрено действующей ПТД. При необходимости внутренние устройства должны быть удалены, изоляционное покрытие и обмуровка, препятствующие контролю технического состояния материала и сварных соединений, частично или полностью сняты в местах, указанных в Программе технического диагностирования (освидетельствования).

1.7.2.3. Перед проведением визуального и измерительного контроля поверхность объекта в зоне контроля подлежит зачистке до чистого металла от ржавчины, окалина, грязи, краски, масла, влаги, шлака, брызг расплавленного металла, продуктов коррозии и других загрязнений, препятствующих проведению контроля (на контролируемых поверхностях допускается наличие цветов побежалости, в случаях, когда это оговорено в производственно-технической документации (ПТД). Зона зачистки должна определяться НД на вид работ или на изготовление изделия. При отсутствии требований в НД зона зачистки деталей и сварных швов должна составлять:

- при зачистке кромок деталей под все виды дуговой, газовой и контактной сварки – не менее 20 мм с наружной стороны и не менее 10 мм с внутренней стороны от кромок разделки детали;

- при зачистке кромок деталей под электрошлаковую сварку – не менее 50 мм с каждой стороны сварного соединения;

- при зачистке кромок деталей угловых соединений труб (например, вварка штуцера (патрубка) в коллектор, трубу или барабан) зачистке подлежат: поверхность вокруг отверстия в основной трубе (коллекторе, барабане) на расстоянии 15–20 мм, поверхность отверстия под ввариваемую деталь – на всю глубину и поверхность привариваемого (патрубка) штуцера – на расстоянии не менее 20 мм от кромки разделки;

- при зачистке стального подкладного остающегося кольца (пластины) или расплавляемой проволочной вставки – вся наружная поверхность подкладного кольца (пластины) и все поверхности расплавляемой вставки²⁹.

1.7.2.4. Очистка контролируемой поверхности производится способом, указанным в соответствующих НД (например, промывка, механическая зачистка, протирка, обдув сжатым воздухом и др.). При этом толщина стенки контролируемого изделия не должна уменьшаться за пределы минусовых допус-

²⁸ РД 03-421-01. Методические указания по проведению диагностирования технического состояния и определению остаточного срока службы сосудов и аппаратов. М. : ГГТН РФ, 2002. 130 с.

²⁹ *Примечание.* При контроле окрашенных объектов краска с поверхности в зоне контроля не удаляется, если это специально не оговорено в НД и поверхность объекта не вызывает подозрения на наличие трещин по результатам визуального контроля.

ков и не должны возникать недопустимые, согласно НД, дефекты (риски, царапины и др.).

При необходимости подготовку поверхностей следует проводить искробезопасным инструментом.

1.7.2.5. Шероховатость³⁰ зачищенных под контроль поверхностей деталей, сварных соединений, а также поверхность разделки кромок деталей (сборочных единиц, изделий), подготовленных под сварку, должна быть не более Ra 12,5 (Rz 80).

1.7.2.6. Шероховатость поверхностей изделий и сварных соединений для проведения последующих методов неразрушающего контроля зависит от метода контроля и должна быть не более:

– Ra 3,2 (Rz 20) – при капиллярном с проникающим веществом контроле³¹;

– Ra 10 (Rz 63) – при магнитопорошковом контроле;

– Ra 6,3 (Rz 40) – при ультразвуковом контроле.

Для других методов неразрушающего контроля шероховатость контролируемых поверхностей изделий не регламентируется и устанавливается ПТД или производственно-конструкторской документацией (ПКД).

1.7.3. Порядок визуального и измерительного контроля на стадии входного контроля

1.7.3.1. В настоящем подразделе рассматривается порядок контроля материала на стадии входного контроля при изготовлении деталей и сборочных единиц и подготовке их к сборке, а также сварных труб, выполненных в заводских условиях.

1.7.3.2. Визуальный контроль материала (полуфабрикатов, заготовок, деталей) проводят с целью выявления участков металла с рисками, выходящими на поверхность трещинами, расслоениями, закатами, забоинами (вмятинами), рванинами, раковинами, пленами, шлаковыми включениями, волосовинами и другими дефектами, недопустимость которых регламентируется действующей НД, а также с целью подтверждения наличия и правильности маркировки.

Измерительный контроль полуфабрикатов, заготовок, деталей и изделий проводят с целью проверки их геометрических размеров и определения размеров поверхностных дефектов, выявленных при визуальном контроле.

³⁰ ГОСТ-2789-73. Шероховатость поверхности. Параметры и характеристики.

³¹ См.: РД-13-06-2006. Методические рекомендации о порядке проведения капиллярного контроля технических устройств и сооружений, применяемых и эксплуатируемых на ОПО : [Утверждены Приказом Ростехнадзора от 20.04.06 № 384]; ГОСТ 18442-80. Контроль неразрушающий. Капиллярные методы. Общие требования; РД 13-06-2006. Методические рекомендации о порядке проведения капиллярного контроля технических устройств и сооружений, применяемых и эксплуатируемых на ОПО. М. : Ростехнадзор, 2007. 42 с.

1.7.3.3. При входном визуальном контроле сварных труб с прямолинейным или спиральным швом контролю подлежит не менее 10 % длины каждого шва. Контроль рекомендуется выполнять на участках, равномерно распределенных по длине шва трубы. Задачей контроля является выявление поверхностных трещин, пор, шлаковых и металлических включений, прожогов, свищей, наплывов металла, усадочных раковин, подрезов, грубой чешуйчатости шва, брызг расплавленного металла, непроваров, оплавлений металла в результате зажигания сварочной дуги и прочих дефектов.

Измерительный контроль сварных швов выполняется на участках, проконтролированных визуально. Измерение размеров сварного шва выполняется на каждом участке, проконтролированном визуально, но не менее чем в трех сечениях по длине шва. Измерение размеров поверхностных дефектов выполняется в местах, отмеченных при визуальном контроле.

1.7.3.4. При входном контроле изделий, в том числе сварных и литых, визуально необходимо контролировать:

- поверхности изделий снаружи и изнутри (при наличии доступа);
- кромки элементов, подлежащие сварке;
- сварные соединения.

Кромки литых деталей, поковок и штамповок, подлежащие сварке, визуально следует контролировать на участке шириной не менее 100 мм по всей длине.

Кромки элементов изделий (деталей), имеющих наплавку, должны подвергаться визуальному контролю по всему периметру. Ширина зоны контроля должна составлять $I + 20$ мм, где I – ширина наплавки, мм. Контролю подлежит каждая кромка с наплавкой.

Визуальному контролю подлежит не менее 10 % длины сварных соединений, если другие требования не указаны в НД, ПТД или ПКД.

Визуальный контроль материала, кромок свариваемых элементов и сварных швов, проводится с целью выявления коррозии на поверхности и поверхностных дефектов (трещин, расслоений, забоин, вмятин, раковин, пор, подрезов, грубой чешуйчатости, западаний между валиками шва, раковин, свищей, шлаковых включений и других несплошностей), вызванных технологией изготовления (условиями хранения) или транспортировкой, подтверждения наличия и правильности клеймения, а также соответствия формы (типа) разделки кромок, подлежащих сварке, требованиям рабочих чертежей и ТУ на изготовление³².

Измерительный контроль проводится с целью измерения размеров сварных швов и поверхностных дефектов, выявленных при визуальном контроле, а также подтверждения соответствия основных размеров изделий (деталей, сборочных единиц) требованиям стандартов, ТУ и паспортов изделий. Измерительный контроль сварных швов выполняют через 1 м по

³² РД 22-207-88. Машины грузоподъемные. Общие требования и нормы на изготовление. См. также ранее указанный РД 24.090.97-98 «Подъемно-транспортное оборудование. Требования к изготовлению, ремонту и реконструкции металлоконструкций грузоподъемных кранов».

длине каждого контролируемого шва, но не менее чем в трех сечениях сварного шва.

1.7.3.5. Контролируемые параметры и требования к визуальному и измерительному контролю полуфабрикатов (труб, листов, поковок, штамповок)³³ приведены в табл. 1.3. Визуальный и измерительный контроль геометрических размеров кромок деталей, сборочных единиц, а также сварных соединений должен выполняться согласно указаниям, приведенным в п.п. 1.7.4 и 1.7.5.

Таблица 1.3

Контролируемые параметры и требования к визуальному и измерительному контролю полуфабрикатов

Контролируемый параметр	Вид контроля	Требования к контролю
Наружный диаметр (D_n), внутренний диаметр (D_v)	Измерительный	Измерение (D_n) и (D_v) с обоих концов трубы. Измерение (D_v) производится при поставке труб по внутреннему диаметру
Толщина листа, стенки трубы (S_n)	То же	Измерение (S_n) с обоих концов трубы не менее чем в двух сечениях. Измерение (S_n) листа не менее чем в двух сечениях (по длине, ширине) с каждой стороны листа
Овальность трубы (a)	То же	Измерение размера a с обоих концов трубы
Кривизна трубы (b)	То же	Измерение кривизны на участке 1 м в двух сечениях по длине
Длина трубы, листа (L)	Измерительный	Измерение не менее 3 труб (листов) из партии
Ширина листа (B)	То же	Измерение не менее 3 листов от партии
Трещины, плены, рванины, закаты, раковины, расслоения	Визуальный	Осмотр наружной поверхности невооруженным глазом; осмотр внутренней поверхности труб невооруженным глазом (при наличии доступа) и с помощью перископа, эндоскопа и пр. Разрешаются вырезка контрольных образцов длиной 200 мм в количестве не менее 2 шт. и их осмотр после разрезки

Примечания: 1. Контролю по п. 1–4 подлежат не менее 50 % труб (листов) от партии.
2. Контролю по п. 7 подлежит не менее 10 % длины каждой трубы (площади поверхности листа).

1.7.3.6. Визуальный и измерительный контроль качества материала полуфабрикатов, заготовок, деталей и изделий проводится согласно Программе (плану, инструкции) входного контроля (см. п. 1.11). В Программах должны указываться контролируемые параметры и способы их контроля. Объемы контроля контролируемых параметров выбираются согласно требованиям стандартов, ТУ, НД или ПТД, а в случае отсутствия требований к объемам контроля в этих документах объем контроля устанавливается согласно требованиям РД 03-606-03 «Инструкция по визуальному и измерительному контролю» (М., 2004. 101 с).

³³ РД 36-62-2000. Оборудование грузоподъемное. Общие технические требования. М. : ВКТИ-монтажстроймеханизация, 2000. 146 с.

1.7.4. Порядок выполнения визуального и измерительного контроля подготовки и сборки деталей под сварку

1.7.4.1. При подготовке деталей под сварку необходимо контролировать:

- наличие маркировки и (или) документации, подтверждающей приемку полуфабрикатов, деталей, сборочных единиц и изделий при входном контроле;
- наличие маркировки изготовителя материала на деталях, подготовленных под сварку;
- наличие удаления механическим путем зоны термического влияния в месте термической (огневой) резки заготовок (необходимость должна быть указана в конструкторской или технологической документации);
- геометрическую форму обработанных кромок, в том числе при подготовке деталей с различной номинальной толщиной стенки;
- геометрическую форму обработанных внутренних поверхностей кольцевых деталей;
- форму подкладных пластин (колец) и расплавляемых вставок;
- наличие заварки разъема подкладной пластины (кольца), качество шва заварки подкладной пластины (кольца), а также наличие зачистки шва заварки разъема подкладной пластины (кольца);
- чистоту (отсутствие визуально наблюдаемых загрязнений, пыли, продуктов коррозии, влаги, масла и т.п.) подлежащих сварке (наплавке) кромок и прилегающих к ним поверхностей, а также подлежащих неразрушающему контролю участков материала.

1.7.4.2. При сборке деталей под сварку визуально необходимо контролировать:

- правильность установки подкладных пластин (колец);
- правильность установки временных технологических креплений;
- правильность сборки и крепления деталей в сборочных приспособлениях;
- правильность расположения и количество прихваток и их качество;
- правильность установки приспособлений для поддува защитного газа;
- правильность нанесения активирующего флюса и защитной флюс-пасты;
- наличие защитного покрытия от брызг расплавленного металла на поверхности деталей из аустенитных сталей, свариваемых ручной дуговой и полуавтоматической (автоматической) сваркой плавящимся электродом в среде защитного газа;
- чистоту кромок и прилегающих к ним поверхностей деталей.

1.7.4.3. Измерительный контроль при подготовке деталей под сварку (рис. 1.51) осуществляется для проверки:

- размеров разделки кромок (углы скоса кромок, толщина и ширина притупления кромок разделки)³⁴;
- размеров (диаметр, длина, угол выхода резца) расточки (раздачи) концов труб по внутреннему диаметру;
- размеров подкладных пластин (колец) и расплавляемых вставок (ширина, толщина, углы скоса, диаметр);
- размеров элементов секторных отводов;
- перпендикулярности торцов подготовленных под сварку цилиндрических деталей к их образующим;
- минимальной фактической толщины стенки цилиндрической детали после расточки по внутреннему диаметру;
- размеров отверстий под штуцер (патрубок) и обработки кромок в трубе (коллекторе, корпусе);
- толщины и ширины подкладки в замковом соединении;
- ширины зоны механической зачистки наружной и внутренней поверхностей деталей и шероховатости поверхностей кромок и прилегающих поверхностей деталей, в том числе места зачистки шва разъема остающейся подкладной пластины (кольца)

1.7.4.4. Измерительный контроль соединений, собранных под сварку (рис. 1.52.), включает проверку:

- размеров швов приварки временных технологических креплений;
- расстояния технологического крепления от кромки разделки и расположения креплений по длине (периметру) соединения (при необходимости, в случае если в технической документации оговорено расстояние между соседними креплениями);
- величины зазора в соединении, в том числе между деталью и подкладной пластиной (кольцом);
- размера смещения кромок (внутренних и наружных) собранных деталей;
- размера перекрытия деталей в нахлесточном соединении;
- размеров (длина, высота) прихваток и их расположения по длине (периметру) соединения (при необходимости, в случае, если это оговорено в технической документации, также расстояния между соседними прихватками);
- размера зазора в замке расплавляемой проволочной вставки;
- размера перелома осей цилиндрических деталей трубы и плоскостей плоских деталей (листов);
- размера несоосности осей штуцера и отверстия в корпусе (трубе);

³⁴ *Примечание.* Радиусы скругления размером до 1,0 мм в местах перехода поверхностей разделки, а также размер скоса внутренней кромки, выполняемый для улучшения условий выявления непровара в корне шва при радиографическом контроле по ГОСТ 7512-82 «Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Радиографический метод» измерению не подлежат.

- размера несовпадения (отклонения) осей в угловых соединениях труб;
- размеров ширины зоны нанесения защитного покрытия на поверхностях деталей;
- геометрических (линейных) размеров узла, собранного под сварку (в случаях, оговоренных ПКД).

1.7.4.5. Визуальному и измерительному контролю подготовки и сборки деталей под сварку подлежат не менее 20 % деталей и соединений из числа представленных к приемке.

Объем выборочного контроля качества подготовки и сборки деталей под сварку может быть увеличен или уменьшен в зависимости от требований НД, ПТД и ПКД или по требованию Заказчика.

При выявлении отклонений от требований рабочих чертежей и (или) ПТД, которые могут привести к ухудшению качества сварных соединений, объем выборочного контроля должен быть увеличен вдвое для группы однотипных деталей (соединений). Если при дополнительном контроле вторично будут выявлены отклонения от требований конструкторской документации³⁵ и (или) ПТД, то объем контроля для группы деталей, подготовленных к приемке, должен быть увеличен до 100 %. Детали, забракованные при контроле, подлежат исправлению. Собранные под сварку соединения деталей, забракованные при контроле, подлежат разборке с последующей повторной сборкой после устранения причин, вызвавших их первоначальную некачественную сборку.

1.7.4.6. Визуальный контроль удаления материала, подвергнутого термическому влиянию во время резки термическими способами (газовая, воздушно-дуговая, газоплюсовая, плазменная и др.), проводится на каждой детали, подвергавшейся резке. На кромках разделки не должно быть следов резки (для деталей из низкоуглеродистых, марганцовистых и кремнемарганцовистых сталей) и следов разметки (кернение), нанесенной на наружной поверхности деталей после резки.

³⁵ Николаев Г. А., Винокуров В. А. и др. Сварные конструкции. Расчет и проектирование : учеб. для вузов / под ред. Г. А. Николаева. М. : Высшая школа, 1990. 446 с.

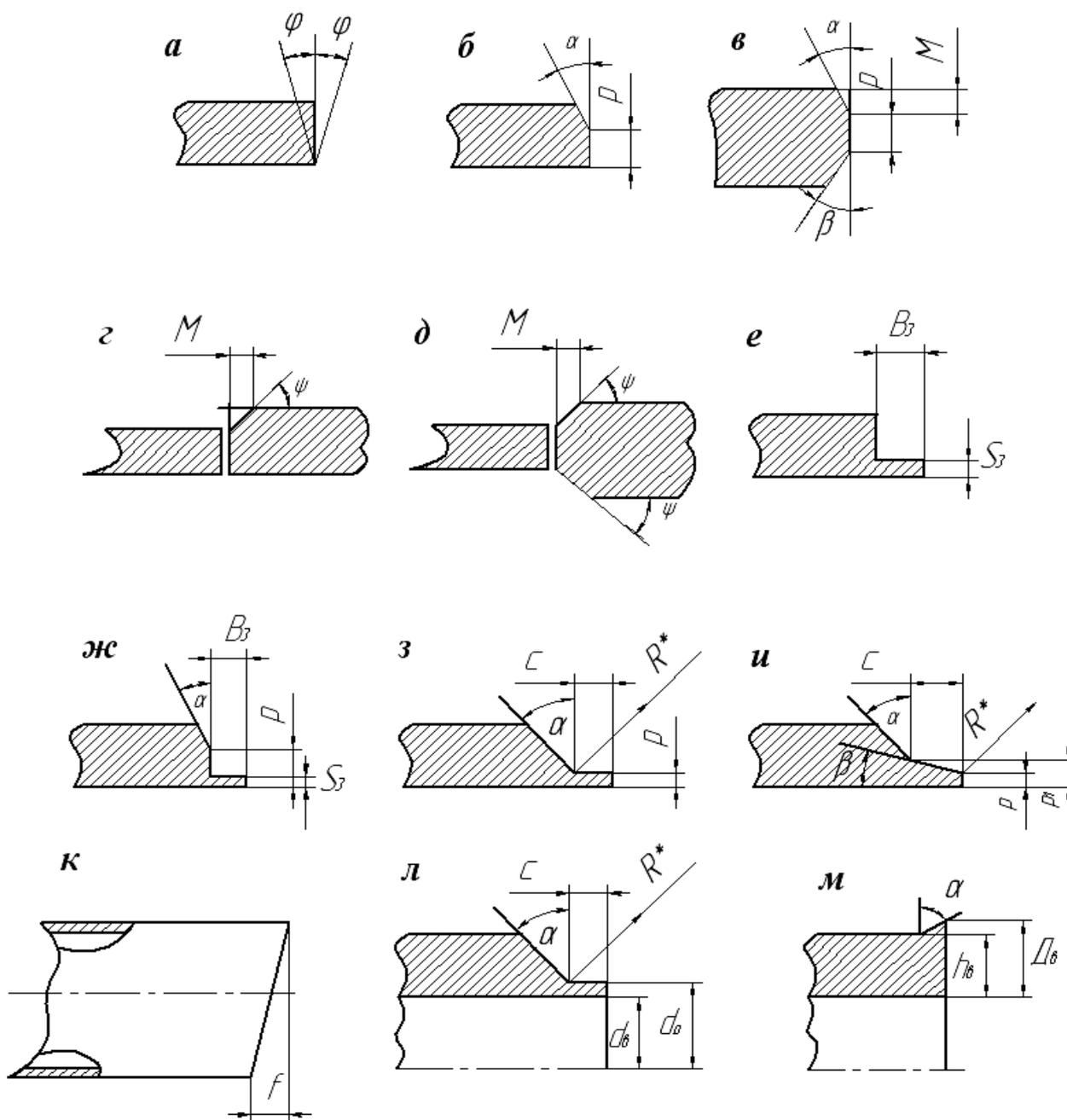


Рис. 1.51. Размеры, контролируемые измерением при подготовке деталей под сварку (начало): *a* – I-образная разделка кромки (без скоса кромки); *б* – V-образная односторонняя разделка кромки; *в* – V-образная двухсторонняя разделка кромки; *г*, *д* – подготовка к сварке стыкового соединения деталей, значительно отличающихся по толщине; *е*, *ж* – подготовка к сварке замкового соединения; *з* – U-образная разделка кромки; *и* – V-образная двухсторонняя разделка кромки; *к* – отклонение от перпендикулярности торца трубы; *л* – подготовка кромок штуцера D_y 10–65; *м* – I-образная разделка с присадочным выступом. *Примечание.* Размер измерению не подлежит, так как обеспечивается режущим инструментом и оценивается визуально

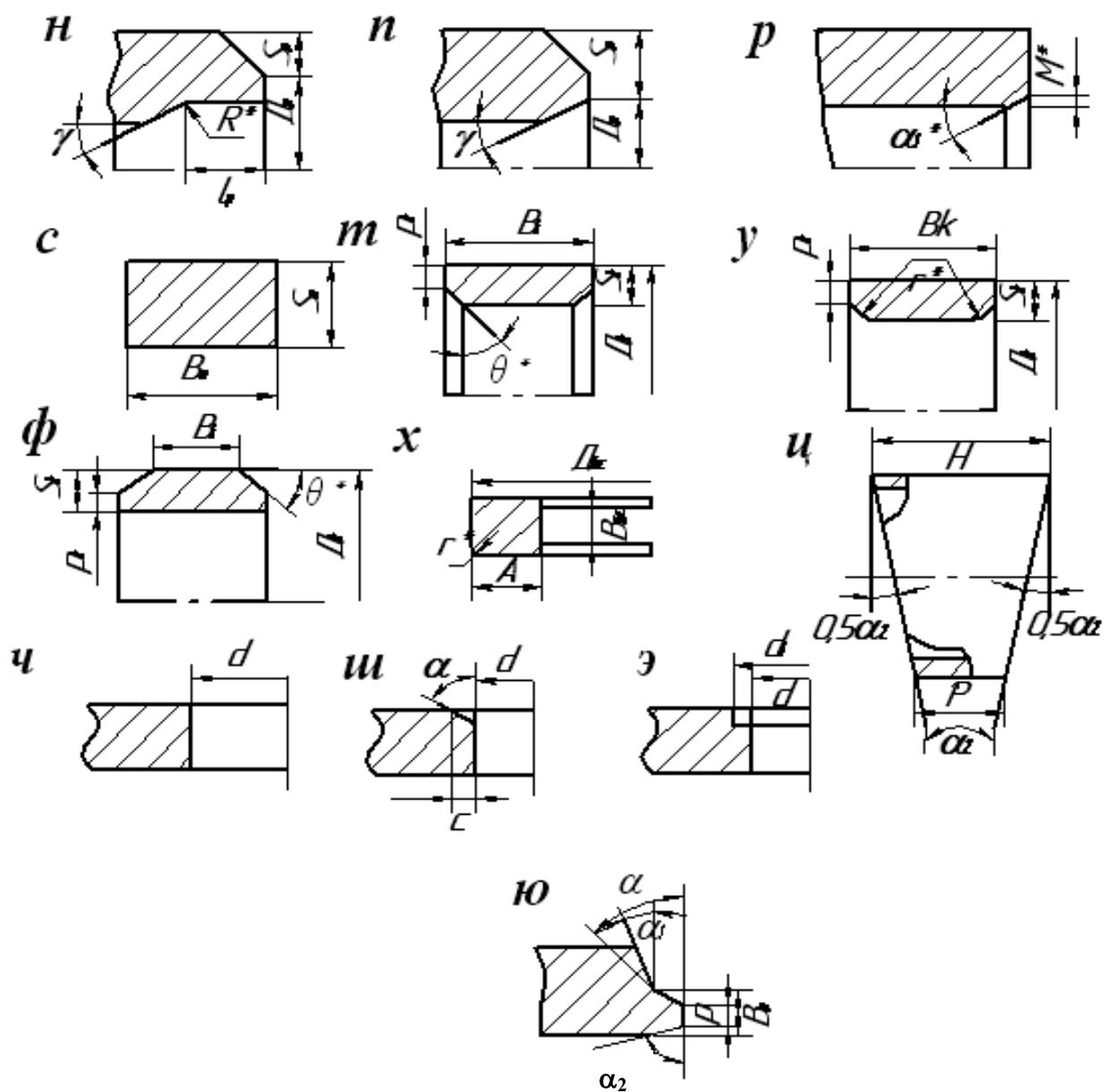


Рис. 1.51. Продолжение. Размеры, контролируемые измерением при подготовке деталей под сварку (продолжение): *н* – цилиндрическая расточка (раздача) концов труб по внутреннему диаметру; *п* – коническая расточка труб по внутреннему диаметру; *р* – притупление внутренней кромки трубы; *с* – подкладная остающаяся пластина; *т, у* – подкладное стальное остающееся кольцо; *ф* – подкладное стальное остающееся кольцо; *х* – расплавляемая проволочная вставка; *ц* – сектор отвода; *ч, ш, э* – рассверловка отверстия под штуцер (патрубок) в корпусе (трубе, коллекторе); *ю* – разделка кромок под автоматическую сварку в среде защитных газов. *Примечание.* Размер измерению не подлежит, так как обеспечивается режущим инструментом и оценивается визуально

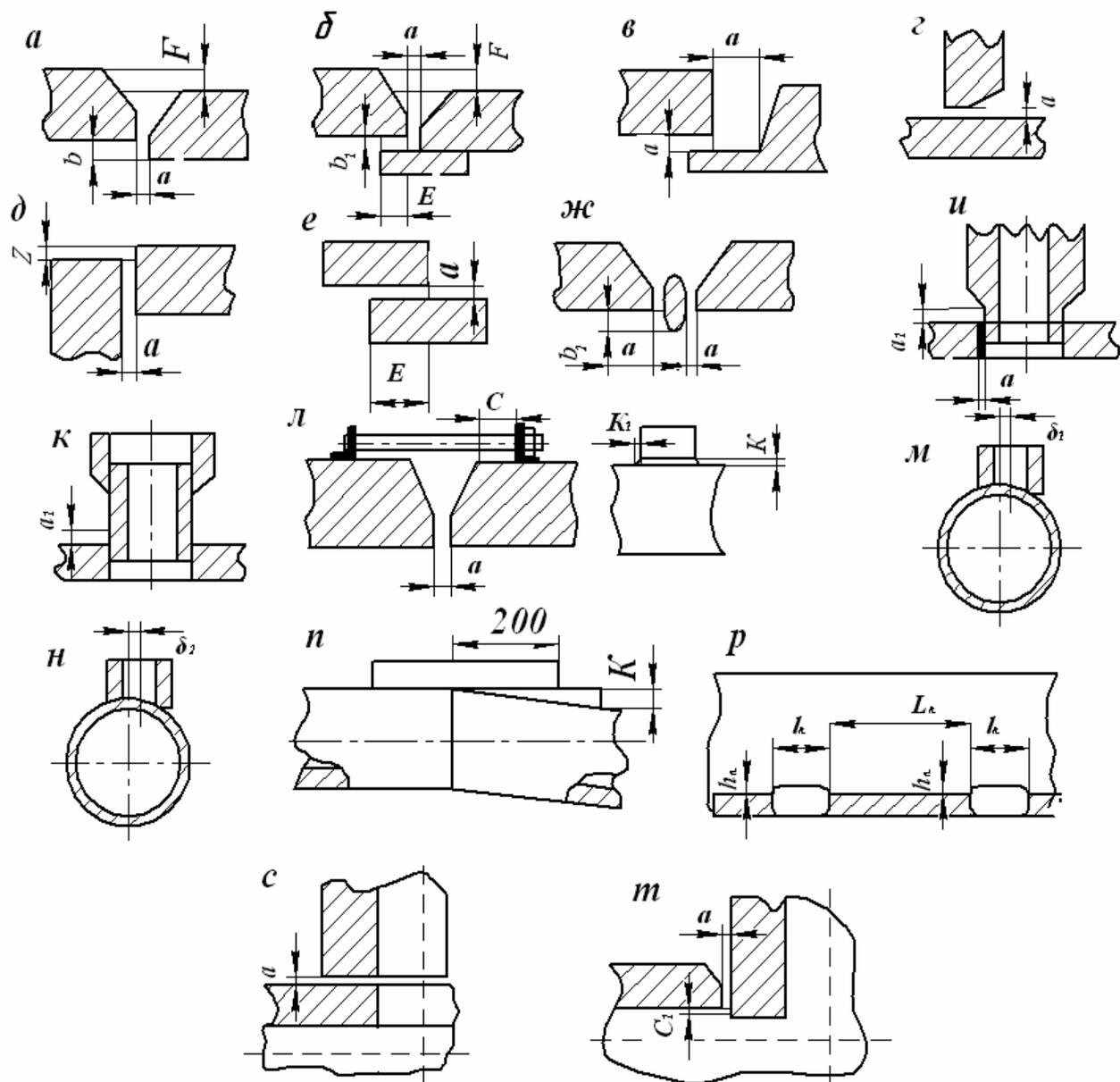


Рис. 1.52. Размеры, контролируемые при сборке соединения под сварку: *a* – стыковое соединение; *б* – стыковое соединение с остающейся подкладной пластиной (кольцом); *в* – стыковое замковое соединение; *г* – тавровое соединение; *д* – угловое соединение; *е* – нахлесточное соединение; *ж* – стыковое соединение с расплавляемой вставкой; *и*, *к* – угловые соединения штуцеров; *л* – соединение с приварными элементами временных креплений; *м* – соединение с несоосностью осей штуцера и корпуса; *н* – соединение с несоосностью осей в угловых соединениях труб; *п* – соединение с переломом осей цилиндрических деталей; *р* – прихватки соединения; *с*, *т* – тройниковое (угловое) соединение

Таблица 1.4

Контролируемые параметры и средства измерений при подготовке деталей под сборку

№ п/п	Контролируемый параметр	Условное обозначение параметра	Номер рисунка	Средства измерений. Требования к измерениям
1	Перпендикулярность кромки	φ	1.51a	Угломер или шаблон универсальный. Измерение в одном месте
2	Угол скоса кромки	α, β, α_1	1.51б, в, ж, з, и, л, м, р, ю	Угломер или шаблон универсальный. Измерение в одном месте
3	Притупление кромки	r, r_1	1.51б, в, ж, з, и, ю	Штангенциркуль. Измерения в двух взаимно перпендикулярных сечениях (4 точки) труб; измерения не менее чем в трех точках по длине в соединениях листов
4	Глубина скоса кромки	M	1.51в, з, д	Размер справочный, измерению не подлежит
5	Ширина подкладки в замковом соединении	B_3	1.51е, ж	Штангенциркуль, линейка. Измерения не менее чем в трех точках по длине
6	Толщина подкладки в замковом соединении	S_3	1.51е, ж	То же
7	Угол скоса поверхности соединяемого элемента	ψ	1.51з, д	Угломер или шаблон универсальный. Измерение в одном месте
8	Отклонение торца разделки (трубы) от перпендикуляра к образующей трубы	f	1.51к	Угольник и щуп (отвес и линейка или щуп). Измерения не менее чем в трех сечениях в зоне максимального смещения
9	Высота присадочного выступа	h_b	1.51м	Штангенциркуль. Измерения в двух взаимно перпендикулярных сечениях (4 точки)
10	Длина расточки (раздачи) труб по внутреннему диаметру	l_p	1.51н	То же
11	Угол выхода резца (калибра)	γ	1.51н, п	Шаблон универсальный или угломер, измерение в одном месте
12	Диаметр расточки	D_p	1.51н, п	Штангенциркуль. Измерения в двух взаимно перпендикулярных сечениях (4 точки)
13	Номинальная толщина стенки в месте расточки	S_p	1.51н, п	Штангенциркуль. Измерения не менее чем в трех точках равномерно по толщине
14	Ширина подкладной пластины	$B_{п}$	1.51с	Штангенциркуль. Измерения не менее чем в трех точках по длине
15	Толщина подкладной пластины	$S_{п}$	1.51с	То же
16	Ширина подкладного кольца	B_k	1.51м, у, ф	Штангенциркуль. Измерения не менее чем в трех точках по длине (периметру)
17	Толщина подкладного кольца	s_k	1.51м, у, ф	Штангенциркуль. Измерения не менее чем в трех точках по длине (периметру)

№ п/п	Контролируемый параметр	Условное обозначение параметра	Номер рисунка	Средства измерений. Требования к измерениям
				ру)
18	Притупление подкладного кольца	R_k	1.51 <i>m</i> , <i>y</i> , ϕ	То же
19	Диаметр расплавляемого кольца (вставки)	D_k, D_{bc}	1.51 <i>z</i> , <i>x</i>	Штангенциркуль. Измерения в двух взаимно перпендикулярных сечениях (4 точки)
20	Толщина расплавляемого кольца (вставки)	A	1.51 <i>x</i>	Штангенциркуль. Измерения не менее чем в трех точках равномерно по периметру
21	Ширина расплавляемого кольца (вставки)	B_{bc}	1.51 <i>x</i>	То же
22	Длина сектора отвода (сварного) по наружной образующей	H	1.51 <i>z</i>	Линейка. Измерение детали в зоне максимального размера
23	Длина сектора отвода (сварного) по внутренней образующей	P	1.51 <i>z</i>	Линейка. Измерение детали в зоне минимального размера
24	Угол наклона кромки сектора отвода (сварного)	α_2	1.51 <i>z</i>	Линейка и угломер или шаблон универсальный
25	Диаметр отверстия в корпусе (трубе)	d	1.51 <i>z</i> , <i>ш</i> , <i>э</i>	Штангенциркуль. Измерения в двух взаимно перпендикулярных сечениях (4 точки)
26	Диаметр расточки в корпусе (трубе)	d_1	1.51 <i>э</i>	То же
27	Шероховатость зачищенных поверхностей	$Ra (Rz)$		Профилограф-профилометр, образцы шероховатости (сравнения), измерительные датчики ДШ В. Контролируют поверхности, указанные в п. 1.6.2.7
28	Расстояние до точки изменения углов разделки кромок	B_p	1.51 <i>ю</i>	Штангенциркуль

1.7.4.7. Требования к выполнению измерительного контроля при подготовке деталей под сборку приведены в табл. 1.4, а при сборке соединений под сварку – в табл. 1.5.

1.7.4.8. Измерительный контроль величины зазора в соединении, величины смещения кромок и перелома плоскостей в соединениях следует выполнять не реже чем через один метр по длине шва, но не менее чем в трех сечениях, равномерно расположенных по длине шва, если в НД и ПТД не указаны другие требования. При невозможности (отсутствие доступа) контроля смещения кромок с внутренней стороны соединения оценку возможного смещения следует проводить по смещению наружных кромок деталей – размер (рис. 1.52 *a*, *б*) или по смещению притупления «усов» V-образной разделки – размер P (рис. 1.51 *б*, *в*, *ж*).

1.7.4.9. Измерения в первую очередь следует выполнять на тех участках, которые вызывают сомнение по результатам визуального контроля.

1.7.4.10. Визуальному контролю подлежит каждая прихватка в соединении. Измерительному контролю подвергаются прихватки, размеры которых вызывают сомнения по результатам визуального контроля.

Таблица 1.5

Контролируемые параметры и средства измерений при сборке деталей под сварку

№ п/п	Контролируемый параметр	Условное обозначение параметра	Номер рисунка	Средства измерений. Требования к измерениям
1	Зазор в соединении	a	1.52а–ж, и, к, с, т	Щуп, шаблон универсальный. Измерение – см. п. 1.6.4.8
2	Специальный зазор	a ₁	1.52и, к	Щуп. Измерение – см. п. 1.6.4.8
3	Смещение кромок деталей с внутренней стороны соединения	b	1.52а	Линейка и щуп. Измерение – см. п. 1.6.4.8
4	Смещение кромок деталей с наружной стороны соединения	F	1.52а, б	Линейка и щуп. Измерение – см. п. 1.6.4.8
5	Зазор между подкладной пластиной (кольцом) и внутренней поверхностью детали	b ₁	1.52б	Шаблон универсальный или специальный. Измерения не менее чем в трех точках по длине (периметру) соединения
6	Смещение привариваемого элемента в угловом соединении	Z	1.52д	Штангенциркуль, линейка. Измерения не менее чем в трех точках по длине
7	Размер перекрытия деталей в нахлесточном соединении	E	1.52б, е	Линейка. Измерения не менее чем в двух точках по длине
8	Несимметричность штуцера	δ ₂	1.52м	Линейка. Измерения не менее чем в двух точках по длине
9	Смещение проволочной вставки с внутренней стороны	b ₂	1.52ж	Штангенциркуль, шаблон или щуп. Измерения выполняются после прихватки вставки к кромке разделки одной из деталей
10	Зазор в замке расплавляемого кольца (вставки)	a ₂	–	Шаблон универсальный или щуп. Измерения выполняются после прихватки вставки к одной из деталей
11	Несимметричность углового соединения труб	δ ₂	1.52н	Контрольный стенд специальный. Измерения согласно п. 1.6.4.13
12	Расстояние от приваренного элемента крепления до кромки разделки	C	1.52л	Линейка. Измерению подлежит каждый элемент крепления
13	Катет шва приварки элемента крепления	K, K ₁	1.52л	Линейка и щуп, штангенциркуль, шаблон. Измерению подлежит каждый шов

№ п/п	Контролируемый параметр	Условное обозначение параметра	Номер рисунка	Средства измерений. Требования к измерениям
14	Перелом осей цилиндрических элементов и угловое смещение поверхностей листов	K	1.52n	Линейка ($L=400$ мм) и шуп. Измерения – см. п. 1.6.4.12
15	Длина прихватки	l_n	1.52p	Линейка и штангенциркуль. Измерения каждой прихватки
16	Высота прихватки	$h_{п}$	1.52p	Штангенциркуль. Измерения каждой прихватки
17	Расстояние между прихватками	$L_{п}$	1.52p	Линейка. Измерения расстояния между прихватками соединения выполняются в случаях, когда расстояние между прихватками регламентируется технической документацией
18	Глубина проникновения штуцера во внутреннюю полость	C_1	1.52c	Шаблон специальный

Примечание. Допускаются другие способы и средства измерений, обеспечивающие требуемую ПТД точность измерения параметров подготовки деталей под сварку.

1.7.4.11. Измерения швов приварки временных технологических креплений и расстояния от приварного элемента крепления до кромки разделки выполняют в одном месте. Контролю подлежит каждое крепление.

1.7.4.12. Перелом осей, собранных под сварку кольцевых соединений цилиндрических элементов, измеряется в 2–3 сечениях (в зоне максимального излома, выявленного при визуальном контроле) на расстоянии 200 мм от центра соединения. При отсутствии прямолинейного участка детали длиной 200 мм разрешается измерение размера проводить на участке меньшей длины с последующим пересчетом к длине 200 мм по формуле (1.1):

$$k = \frac{200k_1}{L}, \quad (1.1)$$

где k_1 и L – размер перелома осей и расстояние от соединения, на котором выполнено измерение (рис. 1.53). В случае, когда измерения по данной методике не обеспечивают требуемой точности, измерения следует проводить по специальной методике.

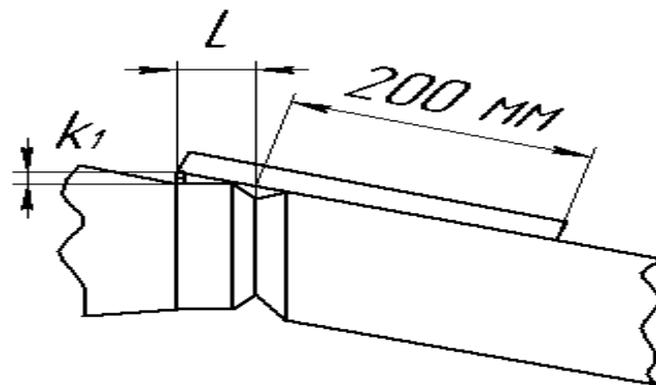


Рис. 1.53. Измерение перелома осей цилиндрических элементов

1.7.4.13. Несимметричность в поперечном сечении штуцера привариваемой трубы в угловом соединении определяется путем выполнения не менее двух измерений в одном сечении. Разрешается выполнять измерительный контроль несимметричности отверстия под штуцер привариваемой трубы в угловом соединении на стадии контроля подготовки деталей под сварку.

1.7.4.14. Схемы измерения отдельных размеров подготовки деталей под сборку и сборки соединений под сварку с помощью шаблона универсального типа УШС приведены на рис. 1.54. Допускается применение шаблонов конструкций В.Э. Ушерева-Маршака и А.И. Красовского (рис. 1.55 и 1.56).

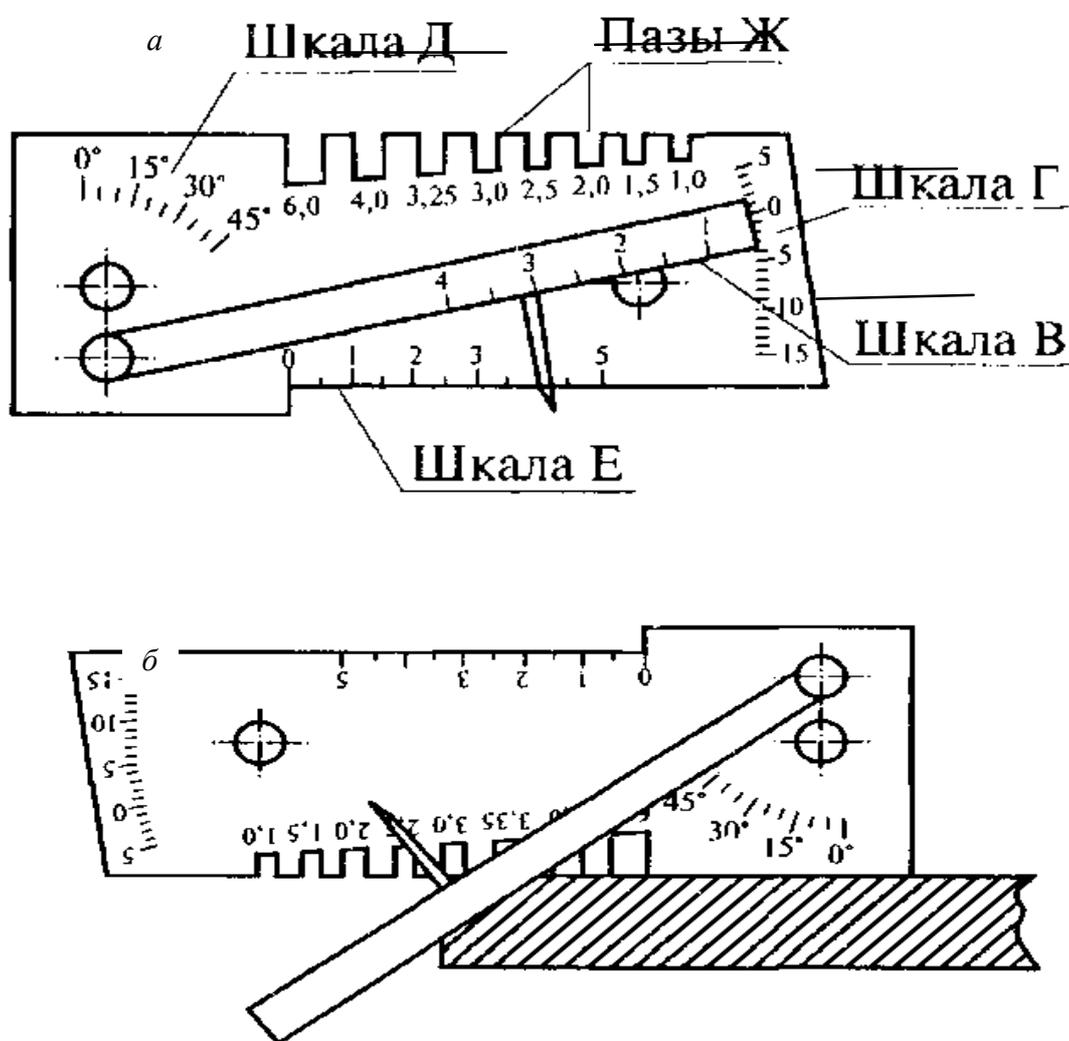


Рис. 1.54. Контроль кромок универсальным шаблоном сварщика УШС:
а – общий вид шаблона УШС; *б* – измерение угла скоса разделки

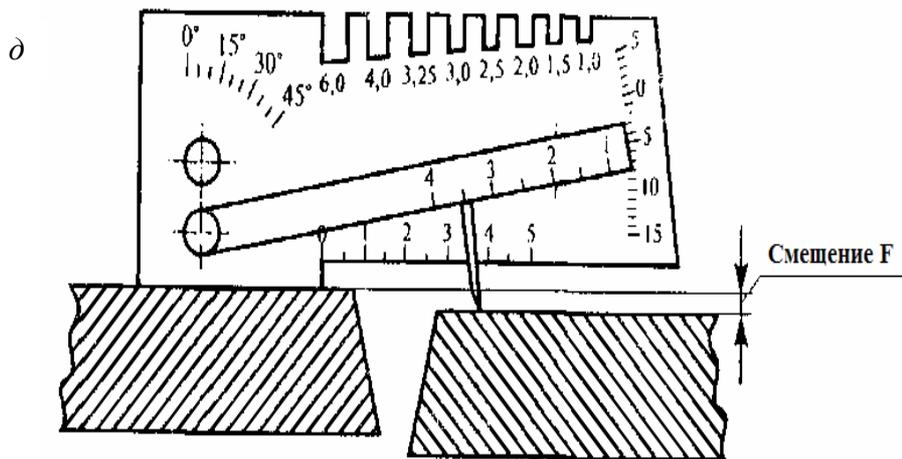
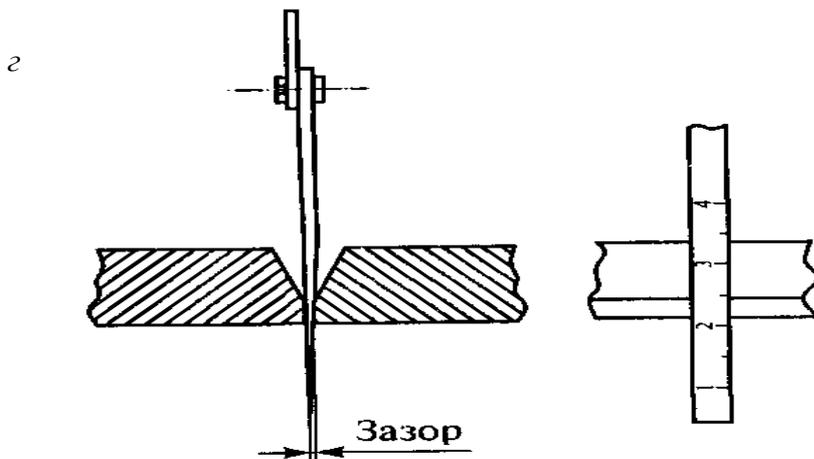
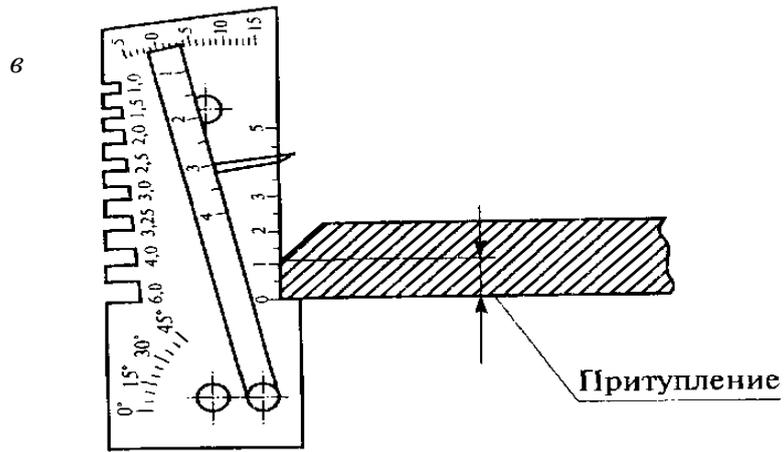


Рис. 1.54. Продолжение. Контроль кромок универсальным шаблоном сварщика УШС:
 в – измерение размера притупления кромки; г – измерение зазора в соединении;
 д – измерение смещения наружных кромок деталей F

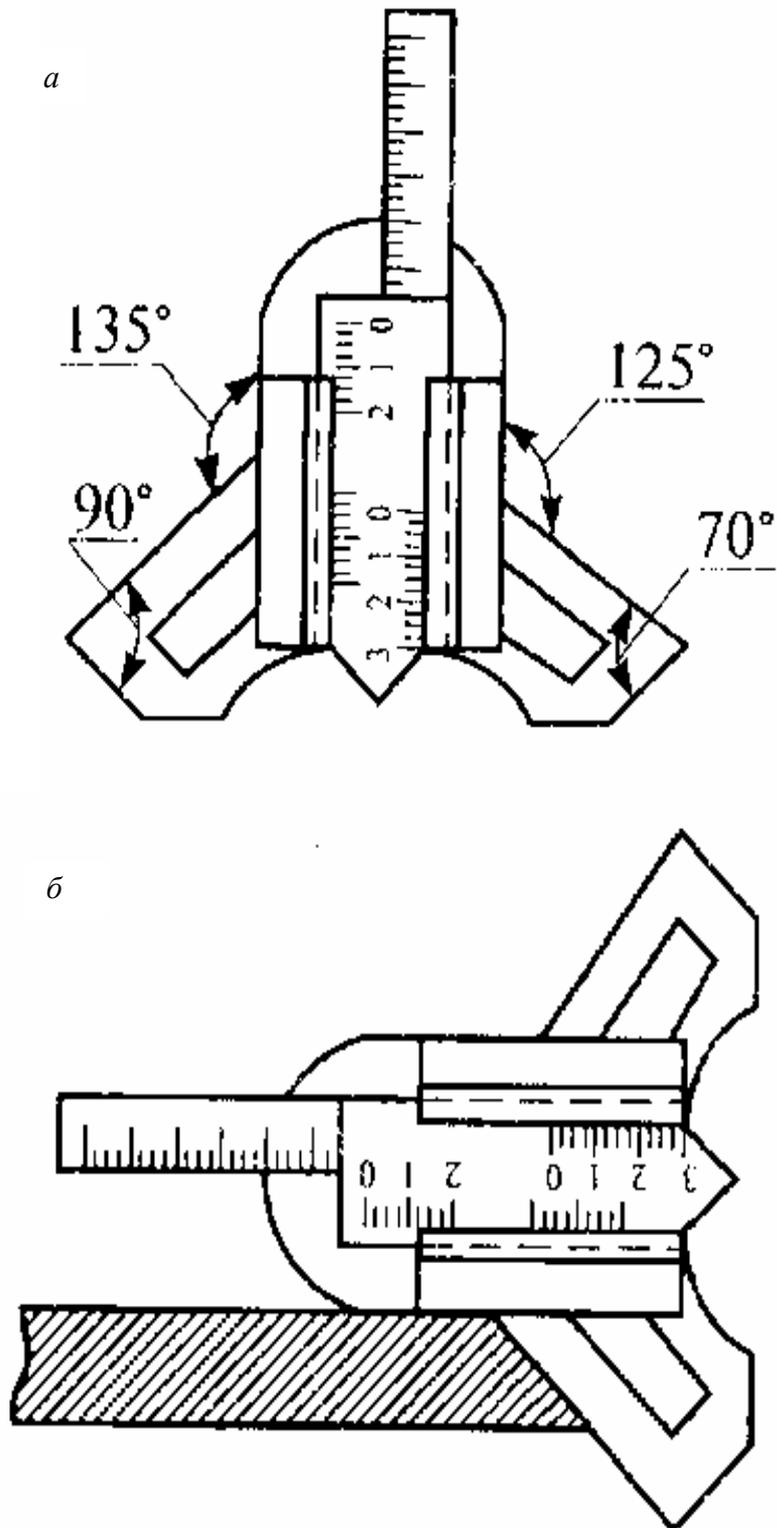


Рис. 1.55. Контроль сварных швов шаблоном конструкции В.Э. Ушера-Маршака:
a – общий вид шаблона; *б* – измерение угла скоса разделки α

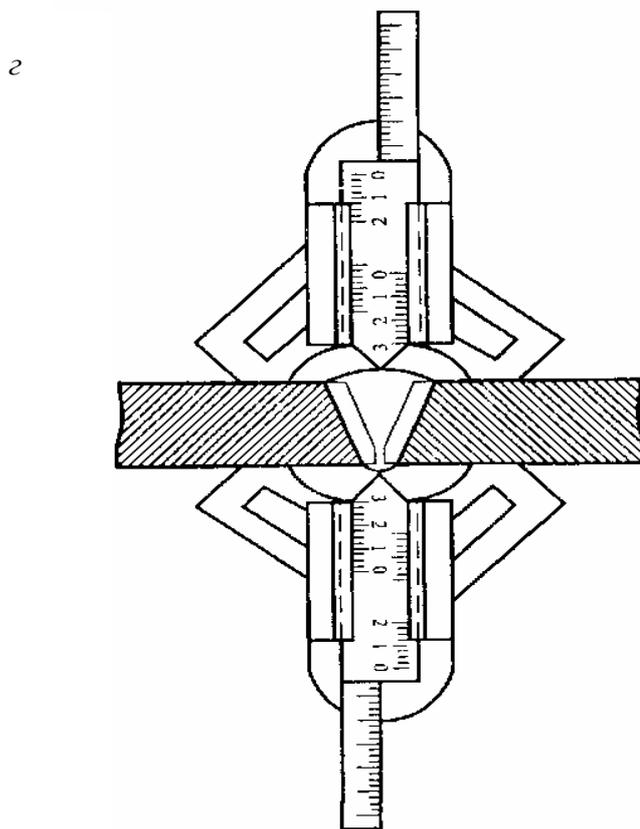
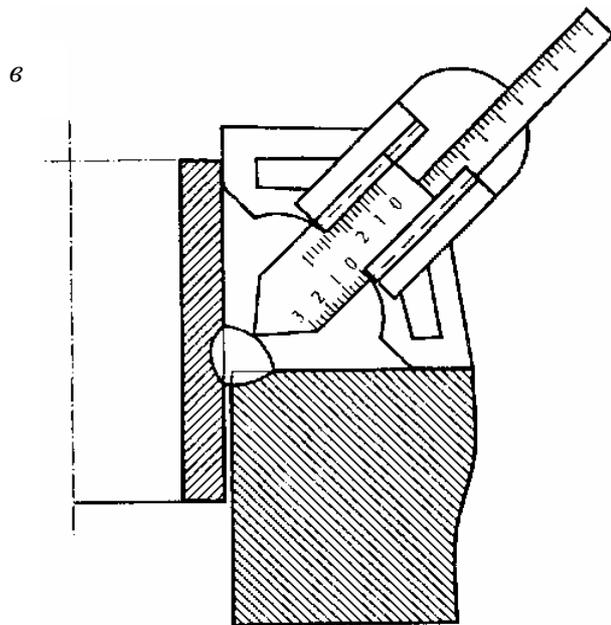


Рис. 1.55. *Продолжение.* Контроль сварных швов шаблоном конструкции В.Э. Ушера-Маршака: *в* – измерение высоты катета углового шва K ; *г* – измерение высоты валика усиления g и выпуклости корня шва g_1 стыкового сварного соединения

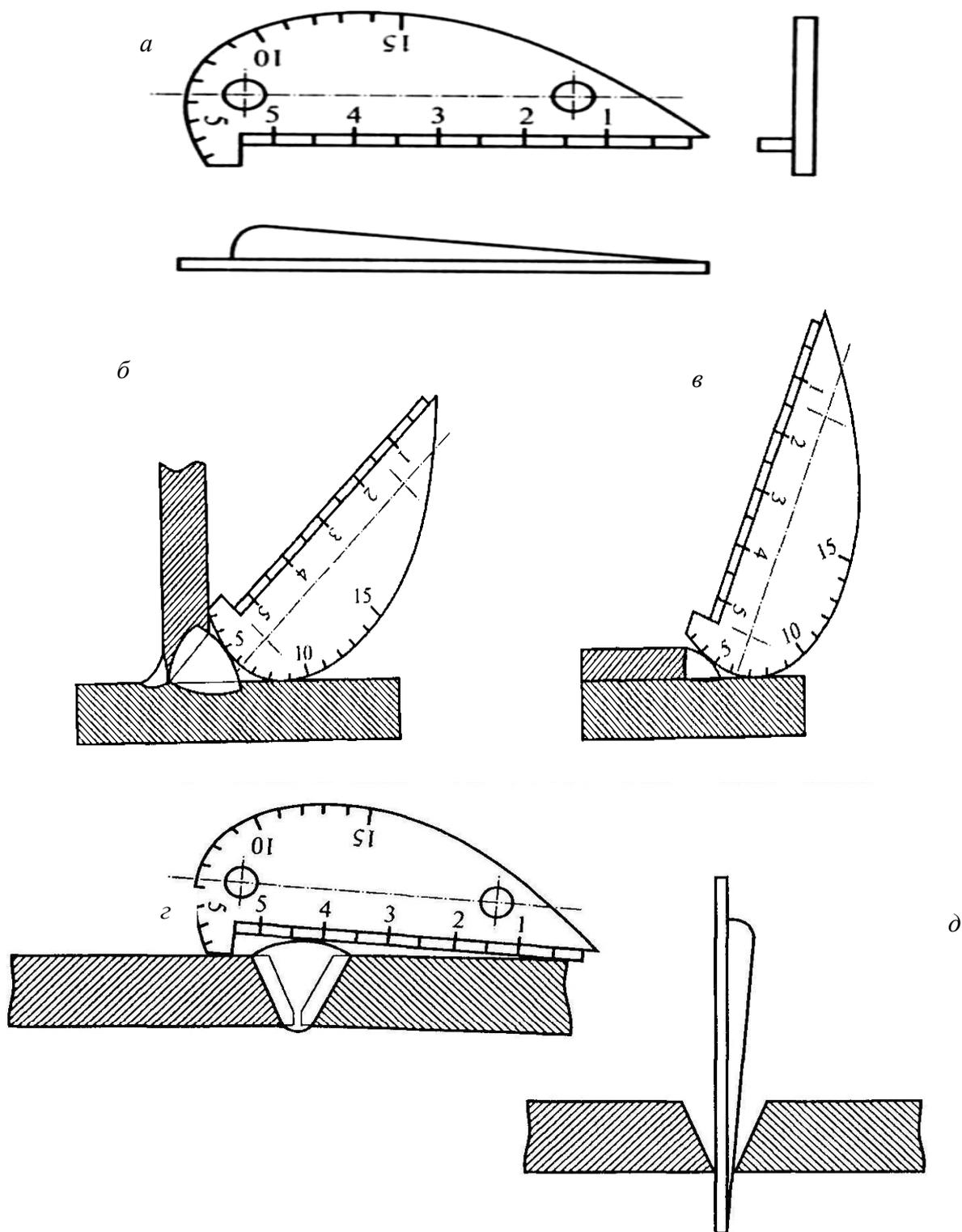


Рис. 1.56. Контроль сварных швов шаблоном конструкции А.И. Красовского:
a – общий вид шаблона; *б, в* – контроль тавровых и нахлесточных сварных соединений;
г – контроль стыковых сварных соединений; *д* – измерение зазора между кромками

1.7.5. Порядок выполнения визуального и измерительного контроля сварных соединений (наплавов)

1.7.5.1. Визуальный и измерительный контроль сварных соединений (наплавов) выполняется при производстве сварочных (наплавочных) работ и на стадии приемосдаточного контроля готовых сварных соединений. В случае если контролируется многослойное сварное соединение, визуальный контроль и регистрация его результатов могут проводиться после выполнения каждого слоя (послойный визуальный контроль в процессе сварки). Послойный визуальный контроль в процессе сварки выполняется в случае невозможности проведения ультразвукового или радиационного контроля, а также по требованию заказчика или в соответствии с ПТД.

1.7.5.2. Послойный визуальный контроль в процессе сварки выполняется с целью выявления недопустимых поверхностных дефектов (трещин, пор, включений, прожогов, свищей, усадочных раковин, несплавлений, грубой чешуйчатости западаний между валиками, наплывов) в каждом слое (валике) шва³⁶. Выявленные при контроле дефекты подлежат исправлению перед началом сварки последующего слоя (валика) шва. По требованию заказчика или в соответствии с ПТД сварные соединения, выполненные с послойным визуальным контролем, подлежат дополнительно контролю капиллярной или магнитопорошковой дефектоскопией на доступных участках.

1.7.5.3. В выполненном сварном соединении визуально следует контролировать:

- отсутствие (наличие) поверхностных трещин всех видов и направлений;
- отсутствие (наличие) на поверхности сварных соединений дефектов (пор, включений, скоплений пор и включений, отслоений, прожогов, свищей, наплывов, усадочных раковин, подрезов, непроваров, брызг расплавленного металла, западаний между валиками, грубой чешуйчатости, а также мест касания сварочной дугой поверхности основного материала);
- качество зачистки металла в местах приварки временных технологических креплений, гребенок индуктора и бобышек крепления термоэлектрических преобразователей (термопар), а также отсутствие поверхностных дефектов в местах зачистки;
- качество зачистки поверхности сварного соединения изделия (сварного шва и прилегающих участков основного металла) под последующий контроль неразрушающими методами (в случае если такой контроль предусмотрен ПТД);
- наличие маркировки (клеймения) шва и правильность ее выполнения.

³⁶ РД 03-615-2003. Порядок применения сварочных технологий при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для ОПО. М. : ГГТН РФ, 2004. 36 с.

1.7.5.4. В выполненном сварном соединении измерениями необходимо контролировать:

- размеры поверхностных дефектов (поры, включения и др.), выявленных при визуальном контроле;
- высоту и ширину шва, а также вогнутость и выпуклость обратной стороны шва в случае доступности обратной стороны шва для контроля;
- высоту (глубину) углублений между валиками (западания межваликовые) и чешуйчатости поверхности шва;
- подрезы (глубину и длину) основного металла;
- отсутствие непроваров (за исключением конструктивных непроваров) с наружной и внутренней стороны шва;
- размеры катета углового шва;
- отсутствие переломов осей сваренных цилиндрических элементов.

Измеряемые параметры и требования к выполнению измерительного контроля сварных швов приведены на рис. 1.57 и в табл. 1.6.

1.7.5.5. Измерительный контроль геометрических размеров сварного соединения (конструктивных элементов сварных швов, геометрического положения осей или поверхностей сваренных деталей, углублений между валиками и чешуйчатости поверхности шва, выпуклости и вогнутости корня односторонних швов и т.д.) следует проводить в местах, указанных в рабочих чертежах, НД, ПТД или ПДК, а также в местах, где допустимость указанных показателей вызывает сомнения по результатам визуального контроля³⁷.

При контроле стыковых сварных соединений труб с наружным диаметром до 89 мм включительно с числом однотипных соединений более 50 на одном изделии допускается определение размеров шва выполнять на 10–20 % соединений в одном-двух сечениях при условии, что при визуальном контроле, которому подвергают все соединения, нет сомнений в части отклонения размеров (ширина, высота) шва от допуска.

1.7.5.6. При измерительном контроле наплавленного антикоррозионного покрытия его толщину на цилиндрических поверхностях проводить не менее чем через 0,5 м в осевом направлении и через каждые 60° по окружности при ручной наплавке и 90° при автоматической наплавке. На плоских и сферических поверхностях проводят не менее одного замера на каждом участке размером до 0,5 м×0,5 м при автоматической наплавке.

1.7.5.7. При контроле угловых швов сварных соединений (см. рис. 1.57ж) катеты сварного шва измеряют с помощью специальных шаблонов

³⁷ Согласно ст.3.5.4 ПБ 10-382-00 «Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов» при любом методе контроля суммарная длина контролируемых участков сварных соединений должна составлять не менее: 1) 50 % от длины стыка – на каждом стыке растянутого пояса коробчатой или решетчатой металлоконструкции крана; 2) 25 % от длины стыка – для всех других видов (стыков) стыковых сварных соединений; 3) 25 % от длины шва – для других видов сварных соединений, указанных в рабочих документах.

(рис. 1.60). Определение размеров высоты, выпуклости и вогнутости углового шва выполняется расчетным путем и только в тех случаях, когда это требование предусмотрено конструкторской документацией. Измерение выпуклости, вогнутости и высоты углового шва проводится с помощью шаблонов, например, шаблоном В.Э. Ушера-Маршака (см. рис. 1.55).

Таблица 1.6

Требования к измерениям сварных швов

Контролируемый параметр	Условное обозначение (рис. 1.57)	Номер рисунка	Средства измерений. Требования к измерениям
Ширина шва	$e, e_1,$	1.57а, в	Штангенциркуль или шаблон универсальный. Измерение – см. п. 1.7.5.5
Высота шва	q, q_1	1.57а, в	То же
Выпуклость обратной стороны шва	q_1	1.57а, в	Штангенциркуль. Измерение – согласно п. 1.7.5.5
Вогнутость обратной стороны шва	q_2	1.57б	Штангенциркуль, в том числе модернизированный (рис. 1.58). Измерения в 2–3 местах в зоне максимальной величины
Глубина подреза (неполного заполнения разделки)	b_2, b_3	1.57г	Штангенциркуль, в том числе модернизированный (рис. 1.58). Приспособление для измерения глубины подрезов (рис. 1.59)
Катет углового шва	K, K_1	1.57ж	Штангенциркуль или шаблон. Измерение – согласно п. 1.7.5.5
Чешуйчатость шва	Δ_1	1.57д	Штангенциркуль, в том числе модернизированный (рис. 1.58). Измерения не менее чем в 4 точках по длине шва
Глубина западаний между валиками	$\Delta_2,$	1.57д	То же
Размеры (диаметр, длина, ширина) одиночных несплошностей	d_g, l_g, b_g	1.57е	Лупа измерительная. Измерению подлежит каждая несплошность

1.7.5.8. Измерение глубины западаний между валиками при условии, что высоты валиков отличаются друг от друга, выполняют относительно валика, имеющего меньшую высоту. Аналогично определяют и глубину чешуйчатости валика (по меньшей высоте двух соседних чешуек).

1.7.5.9. Измерительный контроль сварных соединений и наплавов (высота и ширина сварного шва, толщина наплавки, размеры катетов угловых швов, западания между валиками, чешуйчатость шва, выпуклость и вогнутость корневого шва, величина перелома осей соединяемых цилиндрических элементов, форма и размеры грата и т.д.), указанный в п. 1.7.5.5, 1.7.5.8 и табл. 1.6, следует выполнять на участках шва, где допустимость этих показателей вызывает сомнение по результатам визуального контроля, если в НД и ПТД не содержится других указаний.

1.7.5.10. Выпуклость (вогнутость) стыкового шва оценивается по максимальной высоте (глубине) расположения поверхности шва от уровня расположения наружной поверхности деталей. В том случае, когда уровни поверхностей деталей одного типоразмера (диаметр, толщина) отличаются друг от друга, измерения следует проводить относительно уровня поверхности детали, расположенной выше уровня поверхности другой детали (рис. 1.61).

В том случае, когда выполняется сварка деталей с различной толщиной стенки и уровень поверхности одной детали превышает уровень поверхности второй детали, оценку выпуклости (вогнутости) поверхности шва выполняют относительно линии, соединяющей края поверхности шва в одном сечении (рис. 1.62).

1.7.5.11. Выпуклость (вогнутость) углового шва оценивается по максимальной высоте (глубине) расположения поверхности шва от линии, соединяющей края поверхности шва в одном поперечном сечении (рис. 1.63).

1.7.5.12. Размеры выпуклости (вогнутости) стыкового (рис. 1.62) и углового (рис. 1.63) швов определяются шаблонами, например, конструкции В.Э. Ушерова-Маршака или специализированными шаблонами, предназначенными специально для этой цели.

1.7.5.13. Выпуклость (вогнутость) корня шва оценивается по максимальной высоте (глубине) расположения поверхности корня шва от уровня расположения внутренних поверхностей сваренных деталей. В том случае, когда уровни внутренних поверхностей разные, измерения выпуклости (вогнутости) корня шва следует проводить согласно рис. 1.64.

1.7.5.14. Измерения отдельных размеров сварного соединения с помощью универсального шаблона типа УШС приведены на рис. 1.65.

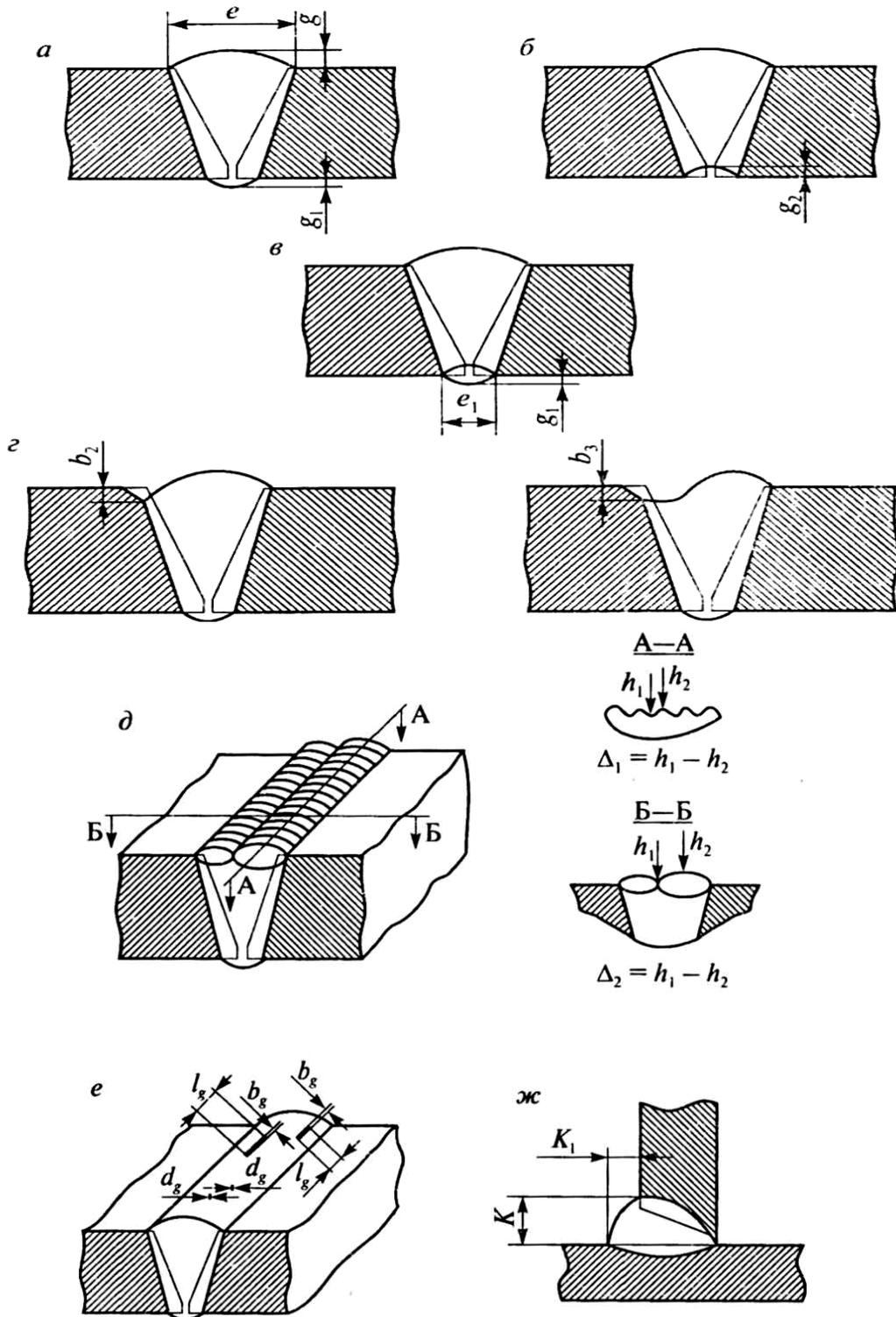


Рис. 1.57. Конструктивные элементы и дефекты сварного шва, подлежащие измерительному контролю: *а, б* – размеры (ширина, высота) стыкового одностороннего шва с наружной и внутренней сторон; *в* – то же двухстороннего сварного шва; *г* – подрез и неполное заполнение разделки кромок; *д* – чешуйчатость (Δ_1) шва и западание между валиками шва (Δ_2); *е* – размеры поверхностных включений (d_g – диаметр; l_g – длина; b_g – ширина включения); *ж* – размеры катета шва углового (таврового, нахлесточного) соединения

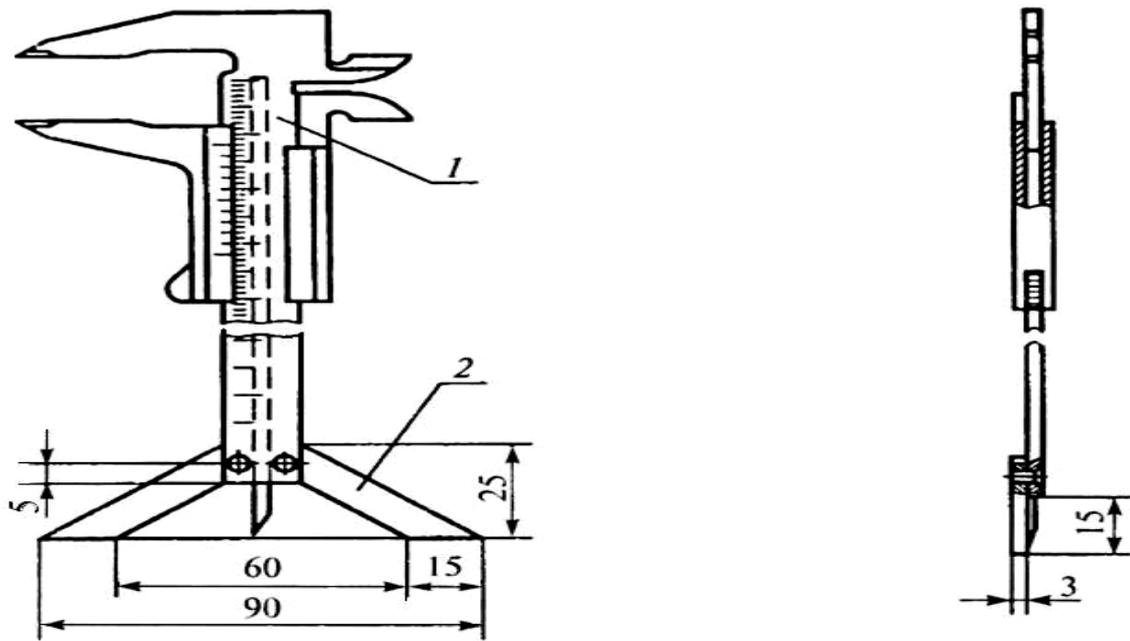


Рис. 1.58. Штангенциркуль типа «ШЦ-1» с опорой: 1 – штангенциркуль; 2 – опора

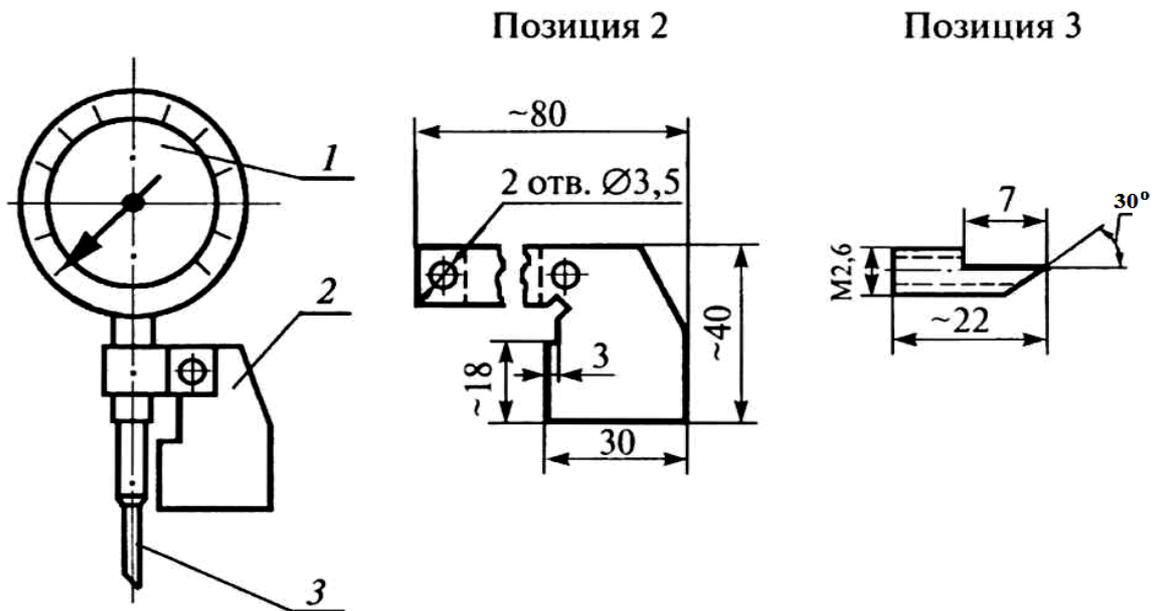


Рис. 1.59. Приспособление для измерения глубины подрезов: 1 – индикатор «0–10» с поворотной шкалой; 2 – опорный кронштейн; 3 – измерительная игла

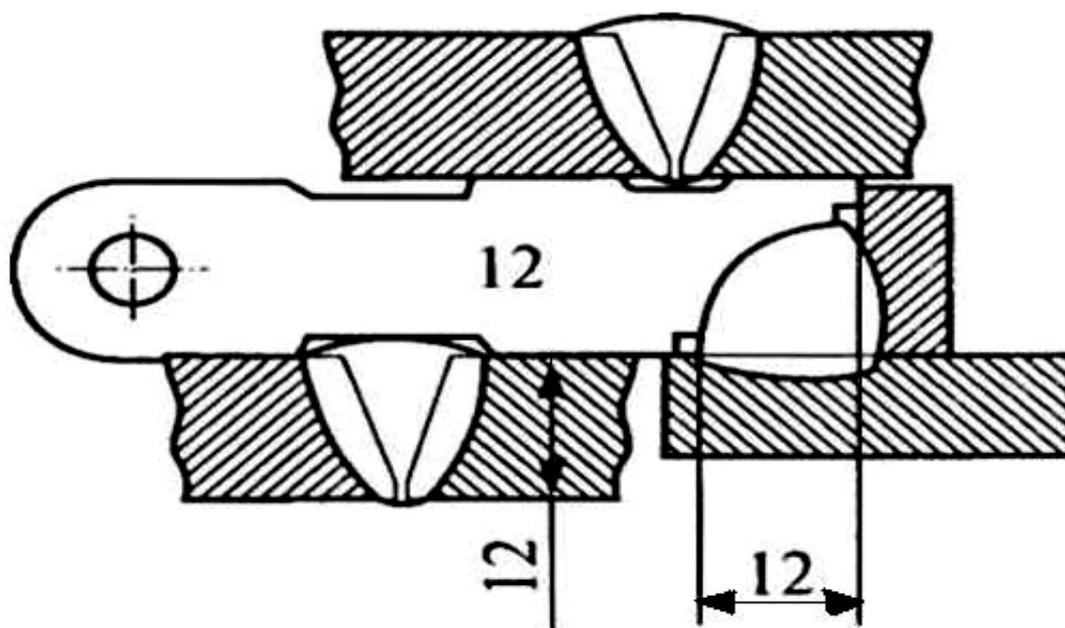


Рис. 1.60. Специальный шаблон для контроля сварных швов

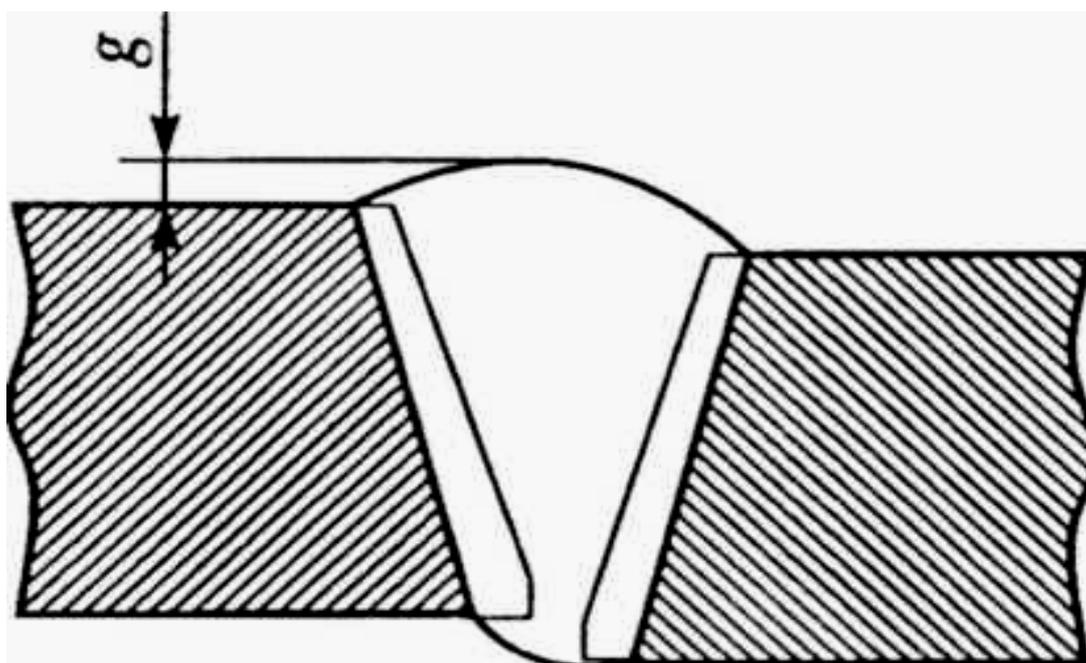


Рис. 1.61. Измерение выпуклости (вогнутости) стыкового шва (g) при различном уровне наружных поверхностей деталей, вызванном смещением при сборке соединения под сварку

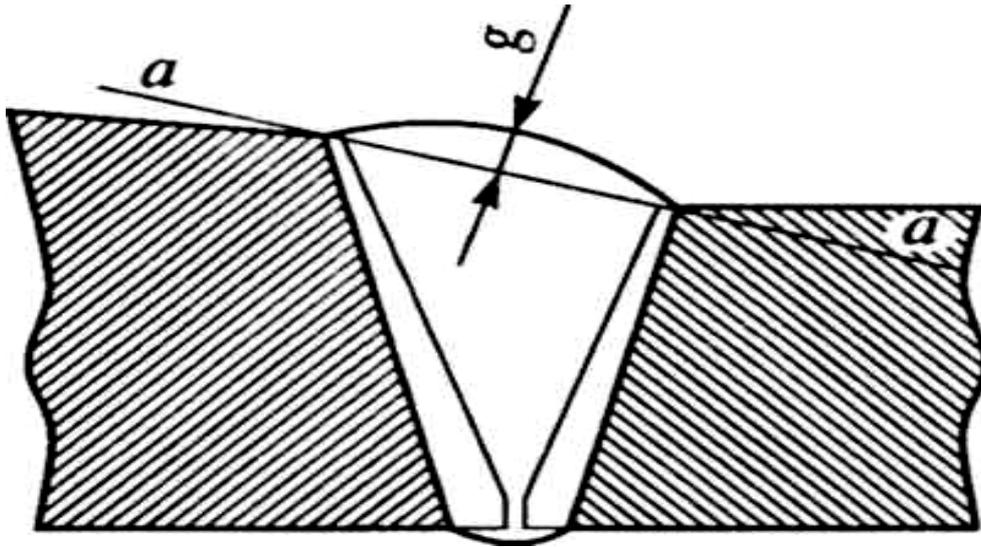


Рис. 1.62. Измерение выпуклости (вогнутости) стыкового шва (g) при различном уровне наружных поверхностей деталей, вызванном разницей в толщинах стенок

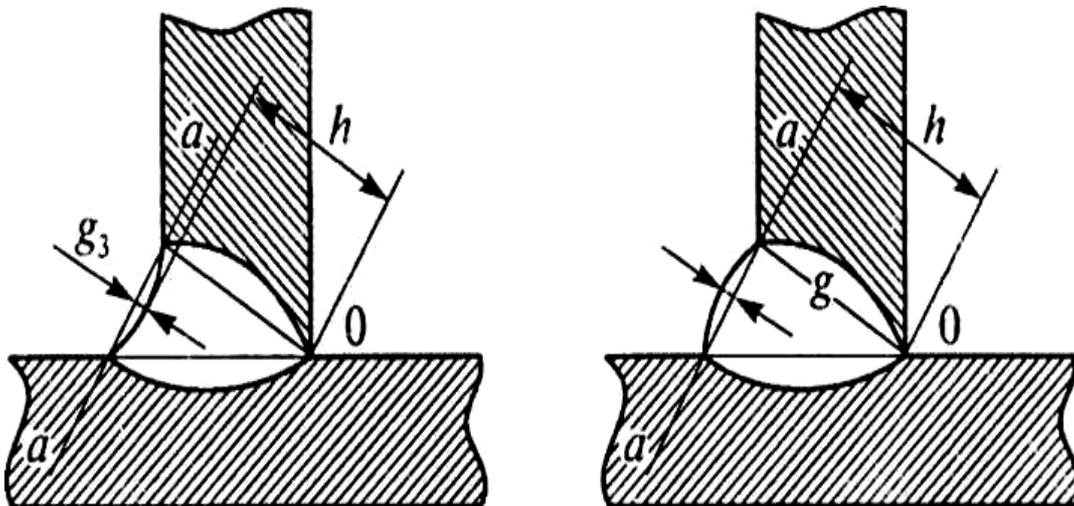


Рис. 1.63. Измерение выпуклости (g) и вогнутости (g_3) наружной поверхности и высоты (h) углового шва

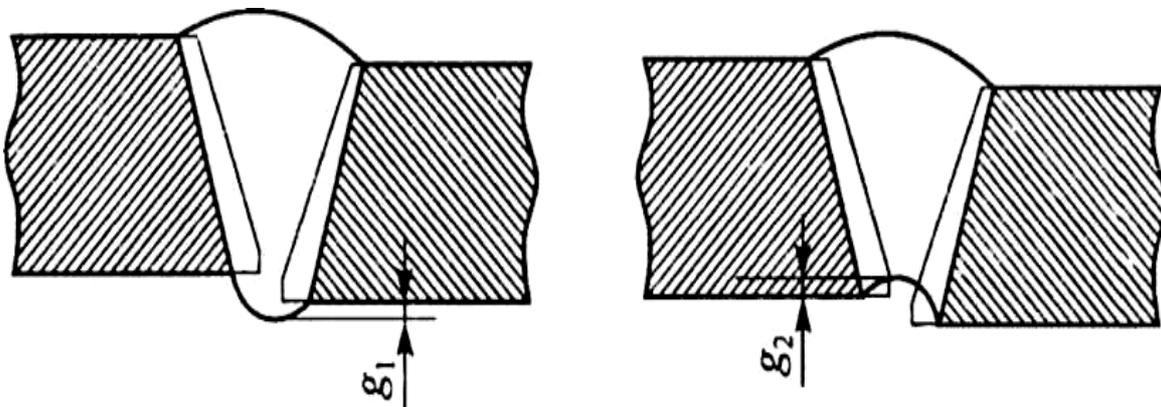


Рис. 1.64. Измерение выпуклости (g_1) и вогнутости (g_2) корня шва стыкового одностороннего шва

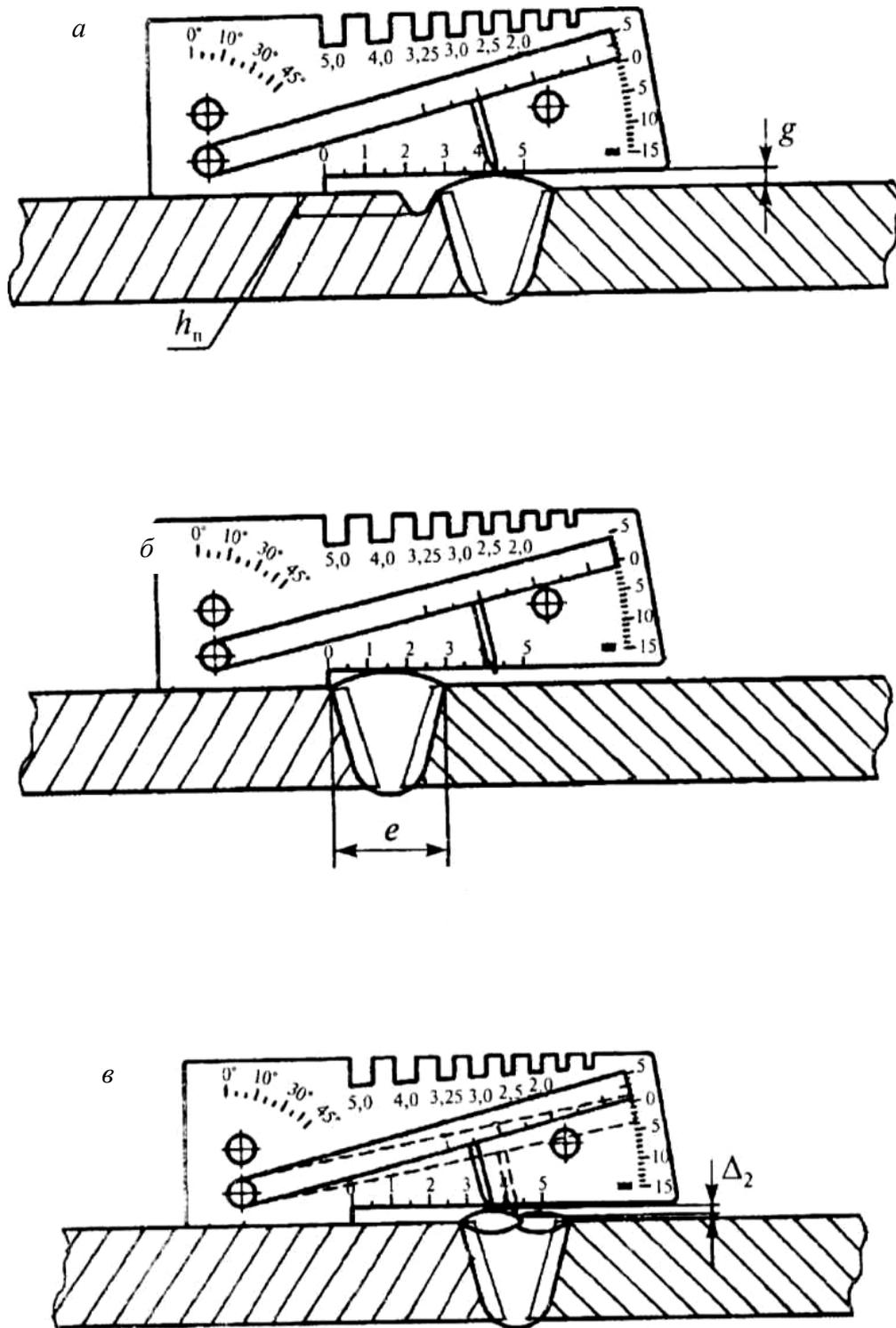


Рис. 1.65. Измерения с помощью шаблона УШС размеров сварного шва:
a – измерение высоты шва (g) и глубины подреза (h_n); *б* – измерение ширины шва (e);
в – измерение западаний между валиками (Δ_2)

1.7.5.15. Измерения чешуйчатости и запасаний между валиками шва, глубины и высоты углублений (выпуклостей) в сварном шве и металле разрешается определять по слепку, снятому с контролируемого участка. Для этого применяют пластилин, воск, гипс и другие материалы. Измерения проводят с помощью измерительной лупы или на микроскопе после разрезки слепка механическим путем.

1.7.5.16. Измерения перелома осей цилиндрических элементов и углового смещения плоскостей деталей, а также несимметричности штуцера (привариваемой трубы в угловом соединении труб) следует выполнять с учетом п. 1.6.6.9 и 1.6.6.10.

1.7.6. Порядок выполнения визуального и измерительного контроля сварных конструкций (узлов, элементов)

1.7.6.1. Визуальный контроль сварных конструкций (узлов, элементов) предусматривает проверку:

- отклонений по взаимному расположению элементов сварной конструкции;
- наличия маркировки сварных соединений;
- наличия маркировки сварных конструкций (узлов);
- отсутствия поверхностных повреждений материала, вызванных отклонениями в технологии изготовления, транспортировкой и условиями хранения;
- отсутствия неудаленных приварных элементов (технологического крепления, выводных планок, гребенок, бобышек и т.п.).

1.7.6.2. Измерительный контроль гнутых колен труб³⁸ предусматривает проверку:

- отклонения от круглой формы (овальность) в любом сечении гнутых труб (колен);
- толщины стенки в растянутой части гнутого участка трубы (рекомендуется проводить толщиномерами);
- радиуса гнутого участка трубы (колена);
- высоты волнистости (гофры) на внутреннем обводе гнутой трубы (колена);
- неровностей (плавных) на внешнем обводе (в случаях, установленных НД);
- предельных отклонений габаритных размеров.

1.7.6.3. Измерительный контроль тройников и коллекторов с вытянутой горловиной предусматривает проверку:

- эксцентриситета оси горловины относительно оси корпуса; радиусов перехода наружной и внутренней поверхностей горловины к корпусу;

³⁸ Лукьянов В. Ф., Евченко В. М., Варуха Е. Н., Кошкарев Б. Т. Технологические трубопроводы и детали трубопроводов: методические и нормативные материалы для подготовки к аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства. Ростов н/Д. : ИЦ ДГТУ, 2004. 101 с.

- размеров местных углублений от инструмента на внутренней поверхности тройника, вызванных применяемым инструментом;
- уменьшения диаметра корпуса вследствие утяжки металла при высадке (вытяжке) горловины;
- угла конуса на наружной поверхности патрубка; местного утолщения стенки горловины, овальности прямых участков корпуса тройника по наружному диаметру в месте разъема штампа;
- кольцевого шва присоединения переходного кольца.

1.7.6.4. Измерительный контроль переходов, изготовленных методами подкатки (последовательного обжима), осадки в торец и вальцовкой листовой стали с последующей сваркой, предусматривает проверку:

- размеров углублений и рисок на внутренней поверхности обжатого конца, носящих характер ужимин;
- утолщения стенки на конической части перехода;
- формы и размеров шва, отсутствия недопустимых поверхностных дефектов.

1.7.6.5. Измерительный контроль сварных изделий (деталей) – тройников, фланцевых соединений, секторных отводов, коллекторов и трубных блоков котельного оборудования³⁹ и т.д. предусматривает проверку:

- размеров перекосов осей цилиндрических элементов;
- прямолинейности образующей изделия;
- отклонения штуцера (привариваемой трубы, патрубка) от перпендикулярности относительно корпуса (трубы, листа), в который вваривается штуцер (труба, патрубок);
- отклонения осей концевых участков сварных секторных отводов;
- кривизны (прогиба) корпуса (трубы) сварных угловых соединений труб (вварка трубы, штуцера);
- отклонения размеров, определяющих расположение штуцеров в блоках;
- отклонения оси прямых блоков от проектного положения; отклонения габаритных размеров сварных деталей и блоков.

1.7.6.6. Контроль геометрических размеров колен и труб гнутых, а также прямых гнутых деталей и блоков должен проводиться методом плазирования (наложением на плаз с контрольным чертежом) с последующим измерением отклонений измерительным инструментом (линейка, щуп, штангенциркуль, шаблон, оптические приборы и др.). Замеры отклонений гнутых труб (колен) проводятся относительно наружной поверхности. Схемы измерений отдельных отклонений приведены на рис. 1.66.

1.7.6.7. Величина овальности в любом сечении детали определяется по следующим формулам:

³⁹ Лукьянов В. Ф., Кошкарев Б. Т., Рогозин Д. В. и др. Монтаж и ремонт котельного оборудования с применением сварки: методические и нормативные материалы для подготовки к аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства. Ростов н/Д. : ИЦ ДГТУ, 2004. 120 с.

$$A = \frac{2 \cdot (D_H^{\max} - D_H^{\min})}{D_H^{\max} + D_H^{\min}} 100\%; \quad (1.2)$$

или

$$A = \frac{2 \cdot (D_H^{\max} - D_H^{\min})}{D_H^{\text{ном}}} 100\%; \quad (1.3)$$

или

$$A = \frac{D_H^{\max} - D_H^{\min}}{2}, \quad (1.4)$$

где D_H^{\max} и D_H^{\min} – максимальное и минимальное значения наружного диаметра. Измерения D_H^{\max} и D_H^{\min} выполняются в поперечном сечении детали, имеющем наибольшие отклонения; $D_H^{\text{ном}}$ – номинальное значение наружного диаметра.

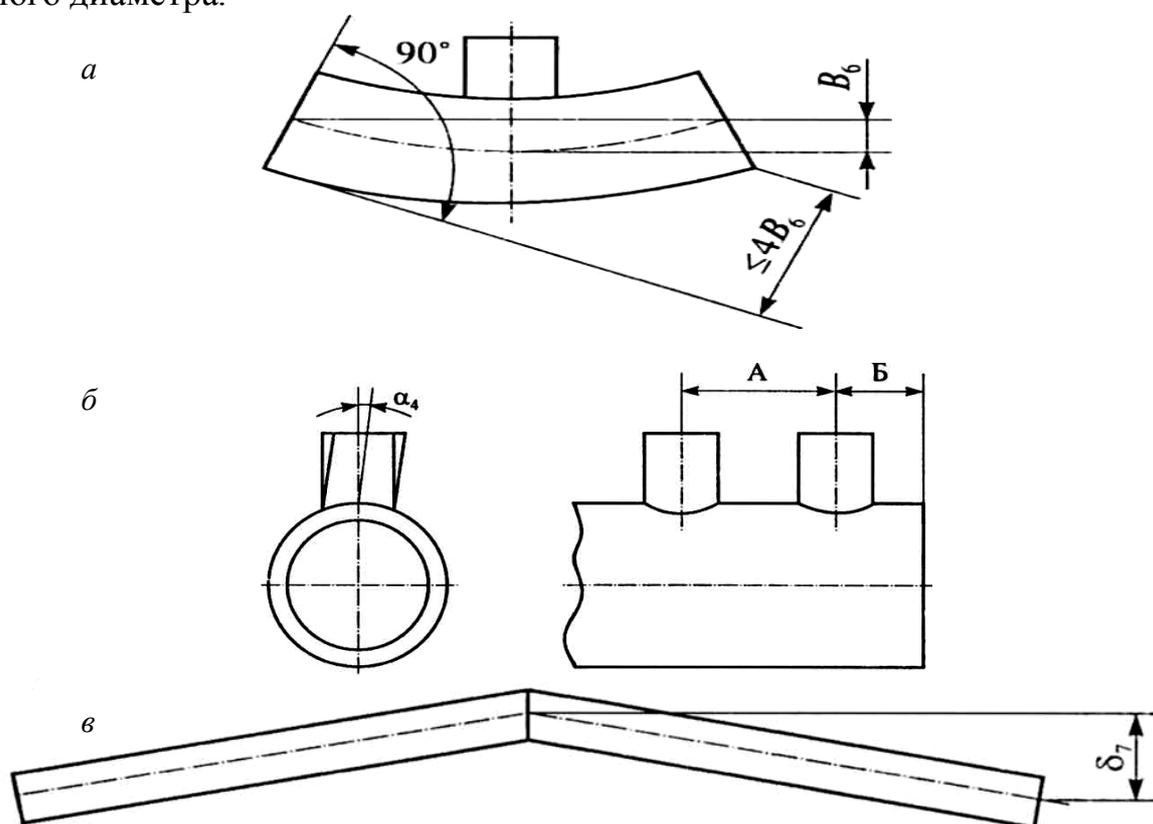


Рис. 1.66. Схема измерений отдельных отклонений трубных деталей и блоков: а – отклонение (перелом) оси тройника сварного (B_6); б – отклонение штуцеров от проектного положения (α_4) и размеры расположения штуцеров по длине трубы (коллектора; А и Б); в – отклонение (перелом) оси блока трубопровода (δ_7)

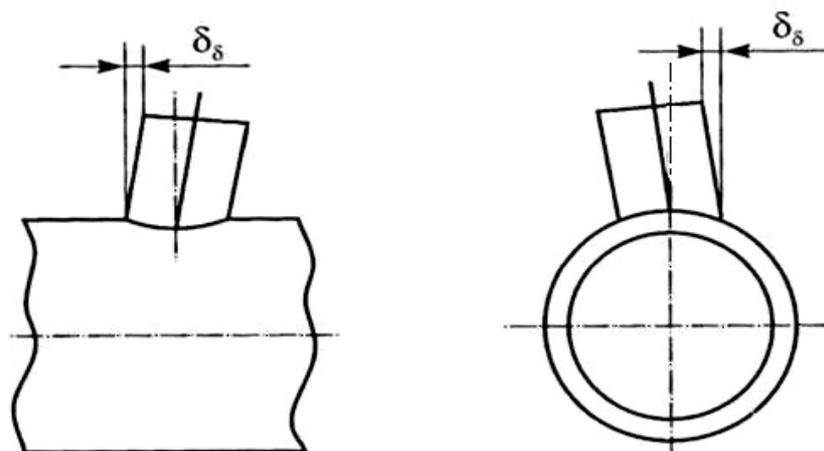


Рис. 1.67. Измерение отклонения (δ_δ) от перпендикулярности наружной поверхности штуцера

1.7.6.8. Измерение толщины стенки гнутых деталей (элементов), в том числе вытянутой горловины тройников и коллекторов, а также утолщения стенки на конической части перехода, изготовленного методами прокатки и осадки в торец, рекомендуется проводить ультразвуковыми приборами (толщиномерами).

1.7.6.9. Перелом осей трубных деталей и прямолинейность образующей определяется в 2–3 сечениях в зоне максимального перелома (отклонения образующей от прямолинейности), выявленного при визуальном контроле. Измерение выполнять в соответствии с требованиями, приведенными в п. 1.7.4.12 и рис. 1.52. В случае, когда измерения по данной методике не обеспечивают требуемой точности, измерения следует проводить по специальной методике.

1.7.6.10. Отклонение от перпендикулярности наружной поверхности (оси) штуцера к корпусу (трубе) определяется в двух взаимно перпендикулярных сечениях (рис. 1.67).

1.7.6.11. Определение диаметра труб при измерении рулеткой проводится по формуле

$$D(d) = \frac{P}{\pi} - 2\Delta t - 0,2, \quad (1.5)$$

где P – длина окружности, измеренная рулеткой, мм; $\pi = 3,1416$; Δt – толщина ленты рулетки, мм.

1.7.6.12. Измерения следует выполнять на участках, угловые и линейные размеры которых вызывают сомнения по результатам визуального контроля.

1.7.7. Порядок выполнения визуального и измерительного контроля при устранении дефектов в материале и сварных соединениях (наплавках)

1.7.7.1. При ремонте дефектных участков сварных швов и наплавки⁴⁰ необходимо визуально контролировать:

- полноту удаления дефекта, выявленного при визуальном контроле и контроле другими методами неразрушающего контроля;
- форму выборки дефектного участка; форму обработки кромок выборки; чистоту (отсутствие визуально наблюдаемых загрязнений, пыли, продуктов коррозии, масла и т.п.) поверхности выборки и прилегающих к ней поверхностей;
- ширину зоны зачистки механическим путем поверхностей материала, прилегающих к кромкам выборки;
- отсутствие (наличие) дефектов (трещин, пор, включений, скопленных пор и включений, свищей, прожогов, наплывов, усадочных раковин, подрезов, непроваров, брызг расплавленного металла, западаний между валиками, грубой чешуйчатости и т.п.) на поверхности шва заварки выборки и на прилегающих к выборке участках материала.

1.7.7.2. При ремонте дефектных участков в материале и сварных соединениях измерением необходимо контролировать:

- размеры выборки дефектного участка;
- размеры разделки кромок выборки (угол скоса, радиусы начала и окончания выборки, толщину перемычки металла при исправлении трещин и т.п.);
- ширину зоны зачистки механическим путем участков материала, прилегающих к кромкам выборки;
- размеры дефектов на поверхности шва заварки выборки и прилегающих к нему участках материала, выявленные при визуальном контроле;
- шероховатость поверхностей выборки и прилегающих участков материала в зоне их зачистки (перед заваркой выборки), а также поверхностей материала перед проведением последующих методов неразрушающего контроля.

1.7.8. Порядок выполнения визуального и измерительного контроля при эксплуатации и техническом диагностировании сварных конструкций (освидетельствовании)

1.7.8.1. Визуальный контроль материала и сварных соединений выполняют с целью выявления поверхностных повреждений (трещин, коррозионных повреждений, деформированных участков, наружного износа элементов и т.д.), образовавшихся в процессе эксплуатации изделий.

⁴⁰ Наплавка / П. В. Гладкий, А. П. Жудра, И. А. Рябцев // Сварка и свариваемые материалы : справ. : в 3 т. / под ред. д-ра техн. наук В. М. Ямпольского. М. : Изд-во МВТУ им. Н. Э. Баумана, 1998. Т. 1. С. 476–502.

Измерительный контроль материала и сварных соединений выполняют с целью определения соответствия геометрических размеров конструкций и допустимости повреждений материала и сварных соединений, выявленных при визуальном контроле, требованиям рабочих чертежей, ТУ, стандартов и паспортов на изделия.

1.7.8.2. При визуальном контроле материала и сварных соединений проверяют:

- отсутствие (наличие) механических повреждений поверхностей;
- отсутствие (наличие) формоизменения элементов конструкций (деформированные участки, коробление, провисание и другие отклонения от первоначального расположения);
- отсутствие (наличие) трещин и других поверхностных дефектов, образовавшихся (получивших развитие) в процессе эксплуатации;
- отсутствие коррозионного и механического износа поверхностей.

1.7.8.3. При измерительном контроле состояния материала и сварных соединений определяют:

- размеры механических повреждений материала и сварных соединений;
- размеры деформированных участков материала и сварных соединений, в том числе длину, ширину и глубину вмятин, выпучин и отдулин;
- овальность цилиндрических элементов, в том числе гибов труб;
- прямолинейность (прогиб) образующей конструкции (элемента);
- фактическую толщину стенки материала (при возможности проведения прямых измерений);
- глубину коррозионных язв и размеры зон коррозионного повреждения, включая их глубину.

1.7.8.4. Разметку поверхности для измерения толщины стенок рекомендуется проводить термостойкими и хладостойкими маркерами, а при их отсутствии – краской или мелом.

1.8. ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЯ

1.8.1. Оценку качества материала⁴¹ изготовленных деталей, подготовки кромок деталей, сборки деталей под сварку, выполненного сварного соединения (наплавки) и конструкций в целом, швов заварки дефектных участков по результатам визуального и измерительного контроля проводят по нормам, согласованным с Ростехнадзором.

1.8.2. В п. 1.6.5 приведены рекомендуемые размерные показатели для норм оценки качества по результатам визуального и измерительного контроля.

⁴¹ РД 03-613-2003. Порядок применения сварочных материалов при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для ОПО. М. : ГГТН РФ, 2004. 51 с. См. также: Сварка и свариваемые материалы : справ. : в 3 т. Свариваемость материалов / под ред. Э. Л. Макарова. М. : Металлургия, 1990. Т. 1. 527 с.

1.9. РЕГИСТРАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЯ

Результаты визуального и измерительного контроля на стадиях входного контроля материала и производства работ по изготовлению, монтажу, ремонту [подготовка деталей, сборка деталей под сварку, сварные соединения (наплавки), исправление дефектов] технических устройств и сооружений, а также в процессе эксплуатации технических устройств и сооружений фиксируются в учетной (журнал учета работ по визуальному и измерительному контролю) и отчетной (акты, заключения, протоколы) документации.

Рекомендуемые формы документов, оформляемых по результатам контроля, приведены в п. 1.16.

В случаях, предусмотренных технологической документацией, на поверхности проконтролированных материалов (полуфабрикатов, заготовок, деталей) и готовых сварных соединений (наплавки) контролером по завершении каждого этапа работ по визуальному и измерительному контролю ставится клеймо, подтверждающее положительные результаты контроля.

1.10. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

Перед допуском к проведению контроля все лица, участвующие в его выполнении, должны пройти соответствующий инструктаж по технике безопасности на знание норм и правил по безопасности с регистрацией в специальном журнале⁴². Инструктаж следует проводить периодически, в сроки, установленные приказом по организации.

Инструктаж должен проводиться с учетом следующих законодательных и нормативных правовых актов, содержащих государственные нормативные требования охраны труда:

1. Трудовой Кодекс Российской Федерации. Федеральный закон от 30 декабря 2001 г. № 197-ФЗ⁴³;

2. Федеральный закон от 17 июля 1999 г. № 181-ФЗ «Об основах охраны труда в Российской Федерации»⁴⁴;

3. «Перечень тяжелых работ и работ с вредными или опасными условиями труда, при выполнении которых запрещается применение труда лиц, моложе 18 лет» (утвержден Постановлением Правительства Российской Федерации от 25 февраля 2000 г. № 163)⁴⁵;

⁴² См.: ПОТ РМ 012-2000. Межотраслевые правила по охране труда при работе на высоте. – М. : Мин-во труда и соц. развития, 2001. 144 с.; ПОТ РО 1400-005-98. Положение: работы с повышенной опасностью. Организация проведения. М. : Минэкономразвития РФ, 1998. 216 с.; ПОТ РМ-020-2001. Межотраслевые правила по охране труда при электро- и газосварочных работах. СПб. : Изд-во ДЕАН, 2009. 80 с.

⁴³ Собрание законодательства Российской Федерации. 2002. № 1, ч. 1. Ст. 3.

⁴⁴ Собрание законодательства Российской Федерации. 1999. № 29. Ст. 3702.

⁴⁵ Собрание законодательства Российской Федерации. 2000. № 10. Ст. 1131.

4. «Перечень тяжелых работ и работ с вредными или опасными условиями труда, при выполнении которых запрещается применение труда женщин» (утвержден Постановлением Правительства Российской Федерации от 25 февраля 2000 г. № 162)⁴⁶;

5. «Правила обеспечения работников специальной одеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты» (утверждены Постановлением Минтруда России от 18.12.98 № 51; зарегистрированы Минюстом России 6 февраля 1999 г. № 1700)⁴⁷;

6. Приказ Минздрава России от 10.12.96 № 405* «О проведении предварительных и периодических осмотров работников» (зарегистрирован Минюстом России 31 декабря 1996 г. № 1224).

7. СНиП 12-03-2001 «Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования» (утверждены Постановлением Госстроя России от 23.07.2001. № 80; зарегистрированы Минюстом России 09.08.2001 № 2862).

8. СНиП 12-04-2002 «Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство» (утверждены Постановлением Госстроя России от 17.09.2002. № 123; зарегистрированы Минюстом России 18.10.2002 № 3880).

9. ППБ 01-03. Правила пожарной безопасности в Российской Федерации» (утверждены приказом МЧС России 18.06.2003 № 313; зарегистрированы Минюстом России 28.02.03 № 617).

1.11. ПРОГРАММА (ПЛАН, ИНСТРУКЦИЯ) ВХОДНОГО КОНТРОЛЯ

Настоящие требования распространяются на документацию по контролю основных и сварочных материалов. Программа (план, инструкция) входного контроля должна содержать следующие сведения:

1.11.1. Наименование организации и службы, выполняющей входной контроль.

1.11.2. Шифр программы (плана, инструкции). Наименование материала или изделия. Наименование организации-поставщика. Номер партии (плавки). Количество продукции. Номер и дату сопроводительного документа. Объемы контроля. Способы контроля.

1.11.3. Контролируемые параметры при контроле продукции неразрушающими и разрушающими методами с указанием нормативных показателей.

⁴⁶ Там же.

⁴⁷ Бюллетень Минтруда России. 1999. № 2.

1.12. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА ВИЗУАЛЬНОГО И ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО КОНТРОЛЯ

Технологическая карта визуального и измерительного контроля должна содержать следующие сведения:

1.12.1. Наименование организации и службы, выполняющей визуальный и измерительный контроль.

1.12.2. Шифр карты.

1.12.3. Наименование контролируемого изделия (группы однотипных изделий) с указанием стандарта или ТУ на изготовление (монтаж, ремонт).

1.12.4. Наименование стадии контроля: входной контроль полуфабрикатов, контроль подготовки деталей под сборку, контроль сборки деталей под сварку, контроль готовых сварных соединений (наплавки), контроль устранения дефектов, контроль при эксплуатации.

1.12.5. Требования к установке объекта контроля в требуемое положение (если это возможно) и к введению объекта в режим контроля (освещенность объекта).

1.12.6. Порядок подготовки объекта контроля к проведению контроля.

1.12.7. Последовательность операций контроля.

1.12.8. Перечень контролируемых параметров с указанием нормативных значений при измерительном контроле⁴⁸.

1.13. КАРТА ОПЕРАЦИОННОГО КОНТРОЛЯ

Карта операционного контроля разрабатывается организацией, выполняющей изготовление (монтаж, ремонт) изделия, либо специализированной проектно-технологической организацией и служит для фиксации результатов контроля работ преимущественно при подготовке и сборке деталей под сварку.

В Карте должны быть отражены следующие сведения:

1.13.1. Наименование организации и службы, выполняющей операционный контроль.

1.13.2. Наименование оборудования (конструкции, трубопровода), обозначение чертежа или сварочного формуляра.

1.13.3. Наличие маркировки и (или) документации, подтверждающей приемку материала (полуфабриката) при входном контроле.

1.13.4. Чистота и отсутствие повреждений на кромках и прилегающих к ним поверхностях деталей.

1.13.5. Форма и размеры кромок, расточки (раздачи, калибровки) деталей.

⁴⁸ *Примечание.* При разработке карты следует руководствоваться указаниями РД 03-606-2003, а также требованиями НД, регламентирующей требования к визуальному и измерительному контролю, в том числе нормами оценки качества конструкторской документации на изделие (сварное соединение или наплавку).

1.13.6. Наличие и вид специальных приемов подготовки и сборки деталей (наплавка на кромках и внутренних поверхностях, подгибка)⁴⁹.

1.13.7. Соответствие требованиям технической документации материала, формы и размеров подкладных пластин (колец, расплавляемых вставок).

1.13.8. Соответствие требованиям технической документации размеров зазоров, смещения кромок (с наружной и внутренней сторон), перелома осей и плоскостей соединяемых деталей в собранном под сварку соединении.

1.13.9. Наличие защитного покрытия на поверхностях деталей (в случаях, оговоренных технической документацией) и ширина зоны его нанесения.

1.13.10. Правильность сборки и крепления деталей, размеры собранного узла (последнее – в случаях, указанных в технологической документации).

1.13.11. Дата контроля, фамилия и инициалы лица (лиц), выполнявшего операционный контроль, и его (их) подпись.

1.13.12. Заключение о подготовке деталей к сборке под сварку.

Заключение о качестве подготовки деталей и сборки соединения под сварку подписывается специалистом, выполнявшим контроль, и руководителем службы технического контроля.

1.14. СРЕДСТВА ВИЗУАЛЬНОГО И ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО КОНТРОЛЯ

Средства визуального и измерительного контроля (ВИК) представлены в табл. 1.7–1.9.

Таблица 1.7

Типы луп				
Тип	Назначение	Конструктивное исполнение	Группа лупы	Оптическая система
Лупа просмотровая (ЛП)	Для просмотра деталей, мелких предметов и т.д.	Складные с ручкой, штативные с подсветкой	Малого, среднего, большого увеличения	Простая однолинзовая, многолинзовая корригированная
Лупа измерительная (ЛИ)	Для линейных и угловых измерений	В оправе, имеющей диоптрийную подвижку и измерительную шкалу	Среднего увеличения	Многолинзовая корригированная

⁴⁹ При условии подгибки указываются температура металла при выполнении этой технологической операции и угол подгибки, а при условии наплавки – ее размеры, способ сварки и примененные сварочные материалы с указанием номера партии (наплавки) и стандарта, ТУ или паспорта.

Приборы и инструменты для измерительного контроля

Тип прибора, инструмента	Марка (рекомендуемая)
Профилограф-профилометр	Модель 170311
Люксметр	Ю-116
Образцы шероховатости поверхности (сравнения)	
Угломер с нониусом	M127 УМ4 УМ5
Стенкомер индикаторный	C-2
	C-10А
	C-10Б
	C-25
	C-50
Штангенциркуль двусторонний с глубиномером	ШЦ-1-125
Толщиномер индикаторный	ТР 10-60
	ТР 25-60
	ТР 50-160
	ТР 50-250
Щуп	№ 1
	№ 2
	№3
	№4
Набор радиусных шаблонов	№ 1
	№2
	№3
Набор специальных шаблонов	
Набор резьбовых шаблонов	M60
	Д55
Универсальный шаблон сварщика	УШС-3
Линейка измерительная металлическая	150 мм
	300 мм
	500 мм
	1000 мм
Метр складной металлический	
Рулетка металлическая	
Угольник поверочный 90° лекальный плоский	УЛП-1-60
	УЛП-1-160
Меры длины концевые плоскопараллельные	2-Н7 (2-й класс, набор № 7)
	2-Н1

Приборы и средства измерений отклонений от прямолинейности и плоскостности

Тип прибора, инструмента	Марка (рекомендуемая)	Длины измеряемых поверхностей, мм
Интерферометр	ИЗК-40	Свыше 400 до 6300
Автоколлиматор	АК-1У, АК-6У	Свыше 400 до 10 000
Оптические линейки	ИС-36, ИС-43, ИС-49	До 4000
Индуктивные линейки	ЛИП-3, УИП-5	До 1000
Уровни (рамные, брусковые, индуктивные)		Свыше 400 до 10 000
Поверочные линейки (прямоуголь- ного и двутаврового сечения, мос- тики)	ШП, ЩД, ШМ	Свыше 400 до 4000
Оптические струны	ДП-477М	Свыше 400 до 10 000
Визирные трубы	ППС-11 ППС-12	Свыше 400 до 10 000
Уровни гидростатические	115-I, 115-II	

Примечание. Допускается применение других средств контроля при условии соответствия диапазонов измеряемых параметров и точности измерений требованиям НД.

1.15. РАЗМЕРНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ДЛЯ НОРМ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ВИЗУАЛЬНОГО И ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО КОНТРОЛЯ

1.15.1. Нормы оценки качества принимают по следующим размерным показателям:

- номинальной толщине сваренных деталей – для стыковых соединений деталей одинаковой толщины (при предварительной обработке концов деталей путем расточки, раздачи, калибровки – по номинальной толщине деталей в зоне обработки);

- номинальной толщине более тонкой детали (из двух сваренных) – для стыковых сварных соединений деталей различной номинальной толщины (при предварительной обработке конца более тонкой детали – по ее номинальной толщине в зоне обработки);

- расчетной высоте углового шва – для угловых, тавровых и нахлесточных сварных соединений (для угловых и тавровых сварных соединений с полным проплавлением за размерный показатель допускается принимать номинальную толщину более тонкой детали);

- удвоенной номинальной толщине более тонкой детали (из двух сваренных) – для торцовых сварных соединений (кроме соединений вварки труб в трубные доски).

1.15.2. Протяженность (длина, периметр) сварных соединений определяется по наружной поверхности сваренных деталей у краев шва (для соединений штуцеров, а также для угловых и тавровых соединений по наружной поверхности привариваемой детали у края углового шва).

1.15.3. Число одиночных включений, выявляемых при визуальном контроле, не должно превышать значений, указанных в НД на любом участке сварного соединения, длина которого регламентируется в НД. Для сварных соединений меньшей протяженности допустимое число одиночных включений уменьшают пропорционально уменьшению протяженности контролируемого соединения. Если при этом получается дробная величина, то она округляется до ближайшего целого числа.

1.15.4. Требования к числу одиночных включений для наплавленных поверхностей определяются согласно требованиям НД.

1.15.5. В сварных соединениях при визуальном и измерительном контроле не допускаются дефекты, превышающие установленные размеры.

1.16. ФОРМЫ ДОКУМЕНТОВ, ОФОРМЛЯЕМЫХ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ВИЗУАЛЬНОГО И ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО КОНТРОЛЯ

По результатам визуального и измерительного контроля оформляются (см. приложения 1.1–1.5):

1.16.1. Журнал учета работ и регистрации визуального и измерительного контроля.

1.16.2. Акт визуального и (или) измерительного контроля.

1.16.3. Акт визуального и (или) измерительного контроля качества сварных швов в процессе сварки соединений.

1.16.4. Протокол размеров.

Допускается оформление результатов контроля проводить в других документах, формы которых приведены в действующей НД, согласованной или утвержденной Ростехнадзором либо другими надзорными органами, например, морским и речным регистрами судоходства.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ

1. Понятие визуального, органолептического и измерительного контроля.
2. Характеристика неразъемных сварных конструкций.
3. Виды сварных соединений.
4. Типы сварных швов.
5. Характерные дефекты сварных соединений.
6. Характерные дефекты основного металла, подвергаемого сварке.
7. Характеристика процесса сварки по видам.
8. Характеристика процесса сварки по технологическим признакам.
9. Физико-механические параметры сварных швов.
10. Общие положения визуального и измерительного контроля (ВИК) сварных швов.
11. Подготовительный этап ВИК.
12. ВИК подготовки и сборки деталей под сварку.
13. Контролируемые параметры измерений при подготовке деталей под сварку.
14. Средства измерений при подготовке деталей под сварку.
15. Требования ВИК к измерениям параметров сварных швов.
16. ВИК при устранении дефектов в материале и в сварных соединениях (наплавках).
17. Технологическая карта визуального и измерительного контроля.
18. Карта операционного контроля при подготовке и сборке деталей под сварку.
19. Нормы оценки качества сварных швов по результатам ВИК.
20. Документирование результатов ВИК сварных швов.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Быков В. В. Информационные технологии и кадры в системе менеджмента качества технического сервиса при переходе предприятий на новые требования ГОСТ Р ИСО 9000-2001 года / В. В. Быков // Научные проблемы и перспективы развития, ремонта, обслуживания машин и восстановления деталей : мат-лы Междунар. науч.-тех. конф. – М. : ГНУ ГОСНИТИ, 2003. – 156 с.
2. Винокуров В. А. Теория сварочных деформаций и напряжений / В. А. Винокуров, А. Г. Григорьянц. – М. : Машиностроение, 1984. – 280 с.
3. ГОСТ 18442-80. Контроль неразрушающий. Капиллярные методы. Общие требования.
4. ГОСТ 2789-73. Шероховатость поверхности. Параметры и характеристики.
5. ГОСТ 7512-82*. Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Радиографический метод.
6. Ерохин А. А. Основы сварки плавлением. – М. : Машиностроение, 1973. – 448 с.
7. Компьютерное проектирование и подготовка производства сварных конструкций : учеб. пос. для вузов / С. А. Куркин, В. М. Ховов, Ю. Н. Аксенов и др. ; под ред. С. А. Куркина, В. М. Ховова. – М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2002. – 464 с.
8. Лукьянов В. Ф. Монтаж и ремонт котельного оборудования с применением сварки: методические и нормативные материалы для подготовки к аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства / В. Ф. Лукьянов, Б. Т. Кошкарев, Д. В. Рогозин, Е. Н. Варуха, Н. Г. Нестеренко, Ю. И. Гусев. – Ростов н/Д. : ИЦ ДГТУ, 2004. – 120 с.
9. Лукьянов В. Ф. Технологические трубопроводы и детали трубопроводов: методические и нормативные материалы для подготовки к аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства / В. Ф. Лукьянов, В. М. Евченко, Е. Н. Варуха, Б. Т. Кошкарев. – Ростов н/Д : ИЦ ДГТУ, 2004. – 101 с.
10. Макаров Э. Л. Холодные трещины при сварке легированных сталей / Э. Л. Макаров. – М. : Машиностроение, 1981. – 248 с.
11. Наплавка / П. В. Гладкий, А. П. Жудра, И. А. Рябцев // Сварка и свариваемые материалы : справ. : в 3 т. / под ред. д-ра тех. наук В. М. Ямпольского. – М. : Изд.-во МВТУ им. Н. Э. Баумана, 1998. – Т. 1, гл. 25. – С. 476–502.
12. Николаев Г. А. Сварные конструкции. Расчет и проектирование : учеб. для вузов / Г. А. Николаев, В. А. Винокуров; под ред. Г. А. Николаева. – М. : Высшая школа, 1990. – 446 с.

13. Панасенко Н. Н. Приемо-сдаточные испытания металлоконструкций мостовых кранов : учеб. пос. / Н. Н. Панасенко. – Астрахань : Изд-во учеб.-метод. отдела АГТУ, 2007. – 49 с.
14. Панасенко Н. Н. Ультразвуковой контроль качества сварных металлоконструкций грузоподъемных кранов : учеб. пос. / Н. Н. Панасенко. – Астрахань : Изд-во учеб.-метод. отдела АГТУ, 2007. – 92 с.
15. ПБ 03-273-99. Правила аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства : [Вступили в действие 15.01.2000 г.].
16. ПБ 03-372-2000. Правила аттестации и основные требования к лабораториям неразрушающего контроля.
17. ПБ 10-382-00. Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов.
18. ПОТ РМ 012-2000. Межотраслевые правила по охране труда при работе на высоте. – М. : Мин-во труда и соц. развития, 2001. – 144 с.
19. ПОТ РО 1400-005-98. Положение: работы с повышенной опасностью. Организация проведения. – М. : Минэкономразвития РФ, 1998. – 216 с.
20. РД 03-421-01. Методические указания по проведению диагностирования технического состояния и определению остаточного срока службы сосудов и аппаратов. – М. : ГГТН РФ, 2002. – 130 с.
21. РД 03-606-03. Инструкция по визуальному и измерительному контролю : [Утверждена постановлением Госгортехнадзора России от 11.06.03 № 92, зарегистрирована Министерством юстиции Российской Федерации 20.06.03 г., регистрационный № 4782. Введена в действие приказом Госгортехнадзора России от 17.07.03 № 156].
22. РД 03-613-2003. Порядок применения сварочных материалов при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для ОПО. – М. : ГГТН РФ, 2004. – 51 с.
23. РД 03-615-2003. Порядок применения сварочных технологий при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для ОПО. – М. : ГГТН РФ, 2004. – 36 с.
24. РД 10-112-01-04. Рекомендации по экспертному обследованию (металлоконструкций) грузоподъемных машин. Общие положения. – М. : ГГТН РФ, 2004. – 74 с.
25. РД 10-40-93. Типовая инструкция для инженерно-технических работников по надзору за безопасной эксплуатацией грузоподъемных машин : [Утверждена постановлением Госгортехнадзора России от 26.11.93 № 12. Внесены Изменения № 1, утвержденные постановлением Госгортехнадзора России от 06.10.00 № 59 [РДИ 10-388(40)-00]].
26. РД 13-03-2006. Методические рекомендации о порядке проведения вихретокового контроля технических устройств и сооружений, применяемых и эксплуатируемых на ОПО : [Утверждены приказом Ростехнадзора от 20.04.06 № 384].

27. РД 22-207-88. Машины грузоподъемные. Общие требования и нормы на изготовление.
28. РД 24.090.97-98. Подъемно-транспортное оборудование. Требования к изготовлению, ремонту и реконструкции металлоконструкций грузоподъемных кранов. – М. : ВНИИПТМАШ, 1998. – 70 с.
29. РД 36-62-2000. Оборудование грузоподъемное. Общие технические требования. – М. : ВКТИ – монтажстроймеханизация, 2000. – 146 с.
30. РД РОСЭК 002-96. Машины грузоподъемные. Конструкции металлических. Контроль ультразвуковой (УЗК). Основные положения.
31. РД-13-06-2006. Методические рекомендации о порядке проведения капиллярного контроля технических устройств и сооружений, применяемых и эксплуатируемых на ОПО : [Утверждены приказом Ростехнадзора от 20.04.06. № 384].
32. Российский морской регистр Судоходства. Правила классификации и постройки морских судов : в 3 т. – СПб. : Российский морской регистр судоходства, 2008. – Т. 1. – 502 с.
33. Российский морской регистр судоходства. Правила классификации и постройки морских судов : в 3 т. – СПб. : Российский морской регистр судоходства, 2008. – Т. 2. – 691 с.
34. Российский морской регистр судоходства. Правила технического наблюдения за постройкой судов и изготовлением материалов и изделий для судов : в 3 т. – СПб. : Российский морской регистр судоходства, 2007. – Т. 3. – 344 с.
35. Российский речной регистр : в 4 т. Т. 1. Правила освидетельствования судов в эксплуатации (ПОСЭ) и Правила технического наблюдения за постройкой судов и изготовлением материалов и изделий (ПТНП). – М. : Российский речной регистр, 2008. – 1430 с.
36. Российский речной регистр : в 4 т. Т. 2. Правила классификации и постройки судов внутреннего плавания (ПСВП). Ч. 5. Материалы и сварка. – М. : Российский речной регистр, 2008. – 916 с.
37. Российский речной регистр : в 4 т. Т. 3. Правила классификации и постройки судов внутреннего плавания (ПСВП). Ч. 2. Энергетические установки и системы. – М. : Российский речной регистр, 2008. – 827 с.
38. Руководство по техническому надзору за применением сварки в судостроении и судоремонте. – М. : Российский морской регистр судоходства, 2001. – 96 с.
39. Сварка и свариваемые материалы : справ. : в 3 т. Т. 1. Свариваемость материалов / под ред. Э. Л. Макарова. – М. : Металлургия, 1990. – 527 с.
40. Сварка и свариваемые материалы : справ. : в 3 т. Т. 2. Технология и оборудование / под ред. д-ра тех. наук В. М. Ямпольского. – М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 1998. – 574 с.

41. Сварка. Резка. Контроль : справ. : в 2 т. Т. 1 / Н. П. Алешин, Г. Г. Чернышов, Э. А. Гладков и др. ; под общ. ред. Н. П. Алешина, Г. Г. Чернышова. – М. : Машиностроение, 2004. – 624 с.
42. Сварные конструкции. Механика разрушения и критерии работоспособности / В. А. Винокуров, С. А. Куркин, Г. А. Николаев ; под ред. Б. Е. Патона. – М. : Машиностроение, 1996. – 576 с.
43. СНиП 23-05-95. Естественное и искусственное освещение.
44. Теория сварочных процессов : учеб. для вузов / А. В. Коновалов, А. С. Куркин, Э. Л. Макаров, В. М. Неровный, Б. Ф. Якушин ; под ред. В. М. Неровного. – М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2007. – 752 с.

2. КАПИЛЛЯРНЫЙ КОНТРОЛЬ СВАРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ И ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Термины и определения

Глубина несплошности – размер несплошности в направлении внутрь объекта контроля от его поверхности.

Дефект – каждое отдельное несоответствие продукции требованиям, установленным нормативной технической документацией.

Дефектоскопические материалы – материалы, используемые при контроле; предназначены для пропитки, нейтрализации или удаления избытка проникающего вещества с поверхности и проявления его остатков в имеющейся несплошности в целях получения индикаторного следа.

Длина несплошности – продольный размер несплошности на поверхности объекта контроля.

Индикаторный след – изображение, образованное пенетрантом в месте расположения дефекта и подобное форме сечения дефекта у выхода на поверхность объекта контроля.

Индикаторный пенетрант – дефектоскопический материал, обладающий способностью проникать в несплошности объекта контроля и индицировать их.

Класс чувствительности – диапазон значений ширины раскрытия несплошности типа единичной трещины определенной глубины при выходе на поверхность, выявляемой по индикаторному следу с заданной вероятностью.

Контрольный образец – пластинка с единичной тупиковой трещиной с параметрами соответствующего класса чувствительности, предназначенная для оценки качества дефектоскопических материалов.

Ложный индикаторный след – индикаторный след, не отображающий наличия поверхностной несплошности, а вызванный отступлениями от технологии подготовки контролируемой поверхности, нарушениями режима контроля или другими факторами.

Люминесцентный способ – основан на регистрации люминесцирующего видимого индикаторного следа в длинноволновом ультрафиолетовом излучении на фоне нанесенного на контролируемую поверхность объекта.

Поверхностная несплошность – наличие разрыва поверхности контролируемого объекта без выхода его на противоположную поверхность.

Ширина раскрытия несплошности – поперечный размер дефекта у ее выхода на поверхность объекта контроля (для несплошностей типа округлых пор раскрытие равно диаметру несплошности на поверхности объекта контроля).

Сквозная несплошность – поверхностная несплошность с выходом на противоположную поверхность контролируемого объекта.

Фон поверхности – равномерное окрашивание проявителя при проявлении контрастного пенетранта или равномерное свечение проявителя при проявлении люминесцентного пенетранта, вызванное микрорельефом бездефектной поверхности объекта контроля.

Цветной способ – основан на регистрации цветного индикаторного следа в видимом излучении на фоне проявителя, нанесенного на контролируемую поверхность объекта.

2.1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

2.1.1. Методические рекомендации о порядке проведения капиллярного контроля сварных конструкций, технических устройств и сооружений, применяемых и эксплуатируемых на опасных производственных объектах⁵⁰ (далее – методические рекомендации) разработаны в соответствии с Федеральным законом от 21.07.97 № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов»⁵¹, постановлением Правительства РФ от 28.03.01 № 241 «О мерах по обеспечению промышленной безопасности опасных производственных объектов на территории Российской Федерации»⁵², «Положением о порядке продления срока безопасной эксплуатации технических устройств, оборудования и сооружений на опасных производственных объектах» (РД 03-484-02), утвержденным постановлением Федерального горного и промышленного надзора России (Госгортехнадзор России) от 09.07.02 № 43, зарегистрированным Министерством юстиции РФ 05.08.02 г. рег. № 3665 (см. также приложение 2.1).

2.1.2. Методические рекомендации РД 13-06-06 излагают организацию и технологию капиллярного контроля конструкций и деталей при изготовлении, строительстве, монтаже, ремонте, реконструкции, эксплуатации, техническом диагностировании (освидетельствовании) технических устройств и сооружений, применяемых и эксплуатируемых на опасных производственных объектах, подконтрольных Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзору).

2.1.3. Методические рекомендации РД 13-06-06 предназначены для специалистов неразрушающего контроля предприятий и организаций, осуществляющих изготовление, строительство, монтаж, ремонт, реконструкцию, эксплуатацию, техническое диагностирование (освидетельствование) технических устройств и сооружений опасных производственных объектов, подконтрольных Ростехнадзору и морскому и речному регистрам.

⁵⁰ РД 13-06-06. Методические рекомендации о порядке проведения капиллярного контроля технических устройств и сооружений, применяемых и эксплуатируемых на опасных производственных объектах : [Утверждены приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 13.12.06 № 1072. Введены в действие с 25.12.06 г.].

⁵¹ Собрание законодательства Российской Федерации. 1997. № 30. Ст. 3588.

⁵² Собрание законодательства Российской Федерации. 2001. № 15. Ст. 3367.

2.1.4. В методических рекомендациях РД 13-06-06 используются термины, установленные федеральными нормами и правилами и руководящими документами Ростехнадзора и регистра, а также термины и их определения (см. приложение 2.1).

2.1.5. Капиллярный контроль проводят в целях выявления поверхностных несплошностей: трещин, пор, шлаковых включений, раковин, межкристаллитной коррозии, коррозионного растрескивания и других несплошностей, а также места их расположения, протяженности и характера распространения.

Капиллярный контроль позволяет контролировать объекты любых размеров и форм из ферромагнитных и неферромагнитных, черных и цветных металлов и их сплавов, пластмасс, стекла, керамики и других твердых конструкционных материалов, которые не растворяются и не теряют своих свойств в дефектоскопических материалах.

Не проводится контроль пористых поверхностей, фон поверхности которых не позволяет идентифицировать дефекты.

Необходимыми условиями для проведения капиллярного контроля являются:

- наличие доступа к контролируемой поверхности для обработки ее дефектоскопическими материалами и возможностью достаточного освещения или ультрафиолетового облучения;
- приемлемые уровни температур окружающего воздуха и контролируемой поверхности;
- достаточность времени для проведения контроля.

Выявление неглубоких несплошностей, имеющих ширину раскрытия более 0,5 мм, при капиллярном контроле не гарантируется.

2.1.6. Капиллярный контроль по характеру применяемых индикаторных пенетрантов, окрашенных в яркий, контрастирующий с окружающим фоном цвет при дневном, электрическом или комбинированном освещении или люминесцирующих в ультрафиолетовых лучах, подразделяется на цветной и люминесцентный способы.

2.1.7. Контролю подвергаются объекты, очищенные от брызг металла, нагара, окалины, шлака, ржавчины, лакокрасочных покрытий, различных органических веществ (масел, жиров) и других загрязнений.

2.1.8. Выявление поверхностных несплошностей при капиллярном контроле возможно только при условии, что их глубина значительно превышает ширину раскрытия. Чувствительность контроля, соответствующая определенному классу, обеспечивается применением конкретных наборов дефектоскопических материалов при соблюдении технологической последовательности операций контроля и требований к подготовке поверхности.

2.1.9. Чувствительность способов капиллярного контроля условно определяется наименьшими значениями ширины раскрытия и глубины надежно выявленной несплошности типа трещины и зависит от свойств индикаторного

пенетранта, очистителя и проявителя пенетранта, состояния и качества контролируемой поверхности, а также условий проведения контроля.

2.1.10. Достижение необходимого класса чувствительности обеспечивает служба неразрушающего контроля предприятия (организации) при соблюдении настоящих методических рекомендаций.

2.1.11. Капиллярному контролю подлежат поверхности изделия, принятые по результатам визуального и измерительного контроля в соответствии с требованиями «Инструкции по визуальному и измерительному контролю» (РД 03-606-03). Сдаточный капиллярный контроль проводится после исправления дефектных участков поверхности и окончательной термообработки, если таковая предусмотрена технологическим процессом.

2.1.12. При контроле сварных соединений контролируемая зона включает всю поверхность сварного шва, а также примыкающие к нему участки основного материала (зону термического влияния) в обе стороны от шва шириной:

- не менее 5 мм – для стыковых соединений, выполненных дуговой и электронно-лучевой сваркой, при номинальной толщине свариваемых деталей до 5 мм включительно;

- не менее номинальной толщины свариваемых деталей – для стыковых соединений, выполненных дуговой и электронно-лучевой сваркой, при номинальной толщине свариваемых деталей свыше 5 до 20 мм включительно;

- не менее 20 мм – для стыковых соединений, выполненных дуговой и электронно-лучевой сваркой, при номинальной толщине свариваемых деталей свыше 20 мм, а также для стыковых и угловых соединений, выполненных газовой сваркой, независимо от номинальной толщины стенок сваренных деталей и при ремонте дефектных участков в сварных соединениях;

- не менее 3 мм (независимо от номинальной толщины сваренных деталей) – для угловых, тавровых, торцевых и нахлесточных сварных соединений и соединений вварки труб (штуцеров, патрубков) в изделия (трубные доски, коллекторы, барабаны и т.д.), выполненных дуговой и электронно-лучевой сваркой;

- не менее 50 мм (независимо от номинальной толщины сваренных деталей) – для сварных соединений, выполненных электрошлаковой сваркой⁵³.

2.1.13. В сварных соединениях различной номинальной толщины ширина контролируемых участков основного материала определяется по номинальной толщине более толстой детали.

2.1.14. При доступности сварных соединений с двух сторон капиллярный контроль следует проводить как с наружной, так и с внутренней стороны.

⁵³ В сварных соединениях контролю и равноценной оценке качества подлежат металл сварного шва и околошовная зона.

2.1.15. Настоящие методические рекомендации устанавливают методику капиллярного контроля сварных конструкций при температуре от $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$ и относительной влажности не более 90 %.

2.1.16. Сварные соединения, покрытые оплавленным флюсом, герметиком, эмалью, лакокрасочными покрытиями, а также закрытые приваренными подкладками, капиллярному контролю не подлежат.

2.1.17. Необходимость, объемы и чувствительность капиллярного контроля сварных конструкций при изготовлении, строительстве, монтаже, ремонте, реконструкции, эксплуатации и техническом диагностировании (освидетельствовании) технических устройств и сооружений определяются соответствующей технической документацией на их изготовление, строительство, монтаж, ремонт и реконструкцию, эксплуатацию и техническое диагностирование (освидетельствование).

2.1.18. Класс чувствительности капиллярного контроля определяется минимальным размером выявляемых дефектов при условиях проведения контроля, указанных в табл. 2.1.

Таблица 2.1

Определение класса чувствительности

Класс чувствительности	Минимальная ширина раскрытия дефекта, мкм	Условия визуального выявления протяженных индикаторных следов дефектов					
		Ультрафиолет. облученность		Освещенность для ламп ⁵⁴ , лк			
		Относит. единица	мкВт/см ²	Люминисцентная		Накаливания	
				Комбинированная	Общая	Комбинированная	Общая
I	<1	300–100	3000–1000	2500*	750	2000*	500
II	1–10	300–100	3000–1000	2500	750	2000	500
III	10–100	150±50	1500±500	2000	500	1500	400
IV	100–500	75±25	750±250	750	300	500	200
Технологический	Не нормируют	До 50	До 500	750	300	500	200

2.1.19. Для проверки чувствительности дефектоскопических материалов применяют контрольные образцы. Рекомендации по изготовлению контрольных образцов с тупиковыми трещинами приведены в приложении 2.2.

Для капиллярного контроля по I, II и III классам чувствительности серийно изготавливаются контрольные образцы с искусственными одиночными тупиковыми трещинами (например, ОАО НПО «ЦНИИТМАШ», ФГУП «Росатомстрой», Научно-исследовательский и конструкторский институт монтажной технологии (НИКИМТ) и др.; см. приложение 2.2).

⁵⁴ При цветном методе с диффузионным проявлением допускается принимать значения освещенности 3000 и 4000 лк, соответственно.

2.1.20. Капиллярный контроль сварных конструкций выполняют в соответствии с технологическими инструкциями или технологическими картами, разрабатываемыми для конкретных технических устройств, сооружений или их элементов и учитывающими положения настоящей методики.

Технологические инструкции (карты)⁵⁵ разрабатывают специалисты неразрушающего контроля не ниже второго уровня квалификации, аттестованные в установленном порядке на выполнение капиллярного контроля сварных конструкций соответствующих технических устройств и сооружений.

В технологическую карту рекомендуется вносить следующие сведения.

1. Данные об объекте контроля:

- наименование объекта контроля;
- чертеж, эскиз контролируемого объекта, их номера;
- номера соединений (для сварных соединений);
- ширина контролируемой зоны (для сварных соединений);
- объем контроля;
- толщина стенки (при контроле литья);
- марка материала;
- состояние контролируемой поверхности (до или после механической обработки, вид механической обработки, до или после нанесения гальванических покрытий);
- шероховатость поверхности;
- категория соединений (при необходимости);
- особые сведения (поступление на контроль после сварки и термической обработки).

2. Сведения о средствах и параметрах контроля:

- способ (метод) контроля;
- класс чувствительности;
- условия проведения контроля (климатические, температура объекта контроля и др.);
- технические средства (источники освещения, ультрафиолетовые облучатели, контрольные образцы и др.);
- дефектоскопические материалы:
- очиститель поверхности перед проведением контроля (наименование, обозначение), условия нанесения, время выдержки;
- индикаторный пенетрант (наименование, обозначение), условия нанесения, время выдержки;
- очиститель объекта контроля от пенетранта (наименование, обозначение), условия нанесения, время выдержки;

⁵⁵ Допускается разработка технологических карт на типовые контролируемые объекты.

– проявитель (наименование, обозначение), условия нанесения, время выдержки.

3. Сведения по технологии контроля:

– наименование нормативного технического документа по проведению контроля;

– визуальный осмотр поверхности;

– порядок выполнения технологических операций капиллярного контроля.

4. Оценка результатов контроля:

– наименование нормативных технических документов (см. приложение 2.1);

– критерии оценки качества;

– характеристики оценки результатов контроля (по индикаторным рисункам или по фактическим размерам).

2.1.21. При проведении контроля одного объекта несколькими видами капиллярный контроль выполняется до ультразвукового и магнитопорошкового контроля. В случае проведения капиллярного контроля после магнитопорошкового объект контроля подлежит размагничиванию и очистке полостей несплошностей в соответствии с требованиями РД 13-06-2006.

2.1.22. В методических рекомендациях РД 13-06-06 используются ссылки на нормативные технические и методические документы, приведенные в приложении 2.1.

2.2. ОРГАНИЗАЦИЯ КАПИЛЛЯРНОГО КОНТРОЛЯ

2.2.1. Выполняющие капиллярный контроль лаборатории аттестуются в соответствии с «Правилами аттестации и основными требованиями к лабораториям неразрушающего контроля» (ПБ 03-372-00), утвержденными постановлением Госгортехнадзора России от 02.06.00 № 29, зарегистрированным Министерством юстиции РФ 25.07.00 г., рег. № 2324.

2.2.2. Участок проведения капиллярного контроля размещается в изолированном сухом отапливаемом помещении, стены и пол которого покрыты легко моющимися материалами, и оснащается:

– холодным и горячим водоснабжением;

– сжатым воздухом, поступающим через влагомаслоотделитель;

– ваннами и приспособлениями для смыва индикаторного пенетранта;

– поддонами для сбора воды и составов, используемых для контроля;

– приточно-вытяжной вентиляцией с кратностью воздухообмена не менее трехкратной;

– вытяжными зонтами над рабочими местами;

– грузоподъемными средствами при контроле крупногабаритных объектов контроля;

– лесами, подмостями, люльками или передвижными вышками, обеспечивающими удобный доступ осуществляющего контроль персонала к контролируемой поверхности.

2.2.3. Места проведения контроля должны иметь как общее освещение, естественное или искусственное, так и местное, создаваемое переносными светильниками местного освещения. При люминесцентном контроле должна быть предусмотрена возможность затемнения места проведения контроля.

2.2.4. При люминесцентном контроле следует использовать ультрафиолетовое излучение с длиной волны 315–400 нм.

2.2.5. Значения освещенности или ультрафиолетовой облученности контролируемой поверхности в зависимости от класса чувствительности контроля должны соответствовать данным, приведенным в табл. 2.1.

2.2.6. При проведении контроля в условиях низких температур (от –40 до +8 °С) для сушки контролируемых поверхностей используются отражательные электронагревательные приборы или подогреватели (воздушные, инфракрасные или др.). Температура дефектоскопических материалов при их нанесении не должна быть ниже температуры контролируемой поверхности.

2.2.7. Допускается проводить капиллярный контроль конструкций на производственных участках (монтажных, строительных) при условии полного соблюдения методики проведения контроля и требований по безопасным приемам выполнения работ.

2.3. КВАЛИФИКАЦИЯ ПЕРСОНАЛА

2.3.1. Специалисты, осуществляющие капиллярный контроль технических устройств и конструкций, аттестуются в соответствии с «Правилами аттестации персонала в области неразрушающего контроля» (ПБ 03-440–02), утвержденными постановлением Госгортехнадзора России от 23.01.02 № 3, зарегистрированным Министерством юстиции Российской Федерации 17.04.02, рег. № 3378.

2.3.2. Руководитель работ по капиллярному контролю должен иметь квалификацию не ниже II уровня в соответствии с ПБ 03-440–02.

2.3.3. Заключение о результатах контроля подписывают специалисты неразрушающего контроля, имеющие квалификацию не ниже II уровня.

2.4. СРЕДСТВА КОНТРОЛЯ

2.4.1. При капиллярном контроле следует применять устройства и ультрафиолетовые облучатели, соответствующие требованиям ГОСТ 28369.

2.4.2. В качестве источников света следует использовать люминесцентные лампы, в первую очередь, типа «ЛБ» или «ЛХБ», а также лампы накаливания. Применять газоразрядные лампы высокого давления (ДРЛ и металлогалогенные) не допускается.

Для ограничения пульсации освещенности применяются двух-, четырехламповые и т.д. стандартные светильники с аппаратами включения типа «УБИ» и «УБК» либо предусматривается включение светильников на различные фазы электросети. Допускается применять одноламповые люминесцентные светильники для местного освещения при наличии преобразователей на повышенную частоту. Для местного освещения следует использовать светильники с непросвечивающими отражателями.

2.4.3. При люминесцентном методе капиллярного контроля следует использовать светильники отраженного или рассеянного светораспределения, обеспечивающие по помещению освещенность 10 лк.

Прямая подсветка зоны контроля и глаз дефектоскописта от источников видимого света не допускается. На контролируемой поверхности допускается освещенность от ультрафиолетового облучателя не более 30 лк.

2.4.4. Основными способами нанесения дефектоскопических материалов являются аэрозольный и кистевой. Для нанесения дефектоскопических материалов на контролируемую поверхность рекомендуется применять краскораспылители, компрессоры или переносные окрасочные агрегаты.

2.4.5. При осмотре зон контроля рекомендуется использовать лупы (в том числе бинокулярные) с 6–10-кратным увеличением, а также другие оптические приборы с 1,25–30-кратным увеличением.

2.4.6. Шероховатость контролируемой поверхности измеряют прибором по «Методике оценки шероховатости и волнистости поверхностей объектов контроля и корректировки чувствительности ультразвукового дефектоскопа», разработанной ОАО НПО «ЦНИИТМАШ».

Допускается использовать при оценке шероховатости контролируемой поверхности комплект эталонов шероховатости по ГОСТ 2789.

2.4.7. Набор дефектоскопических материалов включает: индикаторный пенетрант (И), очиститель пенетранта (М), проявитель пенетранта (П). Составы наборов не должны ухудшать эксплуатационные качества материала контролируемых деталей и конструкций.

2.4.8. Состав рекомендуемых наборов дефектоскопических материалов приведен в табл. 2.2, а технология их изготовления – в приложении 2.3.

2.4.9. Конкретный набор дефектоскопических материалов для проведения контроля по соответствующему классу чувствительности выбирается по табл. 2.2.

2.4.10. Перечень реактивов и материалов, применяемых для капиллярного контроля, приведен в приложении 2.4.

2.4.11. После приготовления и в процессе хранения (не реже одного раза в неделю) дефектоскопические материалы проверяют на контрольных образцах.

Дефектоскопические материалы, поставляемые в готовом виде (см. табл. 2.2), проверяются при входном контроле, затем не реже одного раза в месяц при соблюдении условий их хранения согласно требованиям сопро-

водительной документации. Дефектоскопические наборы в аэрозольных упаковках проверяются один раз перед их использованием.

Класс чувствительности контрольных образцов должен соответствовать классу чувствительности проверяемых наборов.

2.4.12. Наборы дефектоскопических материалов хранят в соответствии с требованиями документации на материалы, из которых они составлены. Срок хранения индикаторных пенетрантов и проявителей – 12 месяцев с момента изготовления. Срок хранения очистителя устанавливается в сопроводительной документации.

2.4.13. Индикаторные пенетранты и проявители следует хранить в герметичной посуде. Индикаторные пенетранты необходимо хранить в светонепроницаемой посуде или защищенном от света месте.

2.4.14. При истечении срока годности дефектоскопические материалы проверяются на выявляющую способность по контрольным образцам, а затем с периодичностью согласно п. 2.4.11.

2.4.15. При неудовлетворительной выявляемости дефектов на «рабочем» контрольном образце, вызванной длительностью его использования или плохой очисткой, рекомендуется провести проверку чувствительности этого дефектоскопического набора на другом образце. При подтверждении неудовлетворительных результатов дефектоскопические материалы изымаются из употребления и бракуются.

Таблица 2.2

Дефектоскопические наборы для I, II и III классов чувствительности капиллярного контроля

Класс чувствительности	Метод контроля	Шифры набора дефектоскопических материалов	Условия контроля	
			Интервал температур, °С	Шероховатость контролируемой поверхности Ra, мкм
I	Люминесцентный	I-И ₁₀₁ М ₁₀₁ П ₁₀₁	От 8 до 40	≤5
		I-И ₁₀₃ М ₁₀₁ П ₁₀₁	От 8 до 40	≤5
		I-«СиМ-ЛЮМ» (аэрозоль)	От -40 до +40	≤5
	Цветной	I-И ₂₀₂ НМ ₁₀₁ П ₁₀₁ (П ₁₀₃)	От 8 до 40	≤5
II	Люминесцентный	II-И ₁₀₂ М ₂₀₁ П ₁₀₁	От -40 до +8	≤5
	Цветной	II-И ₂₀₂ М ₁₀₁ П ₁₀₁	От 8 до 40	≤5
		II-И ₂₀₃ М ₂₀₁ П ₁₀₁	От 8 до 40	≤5
		II-И ₂₀₄ М ₂₀₁ П ₁₀₁	От 8 до 40	≤5
		II-И ₂₁₃ М ₂₀₃ П ₁₀₁ (П ₁₀₄)	От 8 до 40	≤5
		II-И ₂₁₃ М ₁₀₁ П ₁₀₁ (П ₁₀₄)	От 8 до 40	5–10
		II-И ₂₁₃ М ₂₀₁ (М ₂₀₄)П ₁₀₁ (П ₁₀₄)	От -40 до +40	5–10
II – «СиМ» (аэрозоль)	От -40 до +40	5–10		
III	Цветной	III-И ₂₀₂ М ₁₀₁ П ₁₀₁	От 8 до 40	5–10
		III-И ₂₁₃ М ₁₀₁ П ₁₀₁ (П ₁₀₄)	От 8 до 40	≤10
		III – «СиМ» (аэрозоль)	От -40 до +40	≤10

2.4.16. Каждый контрольный образец должен иметь паспорт с подробным указанием особенностей расположения (топографии) дефектов. Паспорт должен содержать:

- фотографию (эскиз) образца с выявленными трещинами;
- сведения о материале образца;
- размеры трещин (длина, ширина раскрытия);
- класс чувствительности по ГОСТ 18442;
- набор применяемых дефектоскопических материалов;
- результаты переаттестации;
- условия хранения;
- подпись руководителя метрологической службы предприятия;
- подпись руководителя службы неразрушающего контроля.

Рекомендуемая форма паспорта на контрольный образец приведена в приложении 2.5.

2.4.17. После проверки чувствительности контрольные образцы должны быть промыты в очистителе (ацетоне) в течение 2–4 ч, а затем просушены при температуре 150–200 °С в течение 1,0–1,5 ч.

2.5. ТЕХНОЛОГИЯ КАПИЛЛЯРНОГО КОНТРОЛЯ

2.5.1. Подготовка к контролю

2.5.1.1. Подготовка к контролю включает выполнение следующих операций:

- изучение технологической инструкции (карты) контроля;
- визуальный осмотр контролируемого участка;
- подготовку поверхности для проведения контроля (рис. 2.1а);
- проверку качества дефектоскопических материалов;
- подготовку рабочего места и проверку работоспособности средств механизированного контроля.

2.5.1.2. При осмотре контролируемого участка необходимо убедиться, чтобы параметры шероховатости поверхности соответствовали требованиям, указанным в табл. 2.2.

2.5.1.3. При осмотре сварных соединений контролируются поверхности швов и околошовных зон основного металла с обеих сторон на расстоянии в соответствии с рекомендациями п. 2.1.12.

2.5.1.4. Поверхность контроля должна быть очищена от следов коррозии, окалина, шлака, следов жиров, масел, а также других загрязнений (см. рис. 2.1а).

2.5.15. Зачистка поверхности в месте контроля должна обеспечивать шероховатость, не хуже указанной в табл. 2.2.

При подготовке поверхностей деталей и конструкций, изготовленных из углеродистых и низколегированных сталей, допускается применение

ние электрокорундовых шлифовальных кругов на керамической связке по ГОСТ 2424.

Для подготовки поверхности разрешается применять дробеструйную или гидropескоструйную очистку струей водной суспензии кварцевого песка, молотого гранита или другого абразивного материала.

2.5.1.6. При обезжиривании поверхности, подлежащей контролю, используют органический растворитель (например, бензин, ацетон) с последующей протиркой чистой сухой безворсовой тканью (например, типа мадаполам). Обезжиривание поверхности керосином не допускается.

При невозможности использования органических растворителей (например, при контроле внутри конструкции) обезжиривание следует проводить 5%-ным водным раствором порошкообразного синтетического моющего средства (СМС) любой марки.

2.5.1.7. Очистка полости несплошностей должна быть осуществлена одним из следующих способов:

а) подогревом поверхности детали или конструкции до температуры 100–120 °С (не менее 20 мин);

б) нанесением на поверхность проявителя П₁₀₁ или П₁₀₃ с выдержкой не менее 20 мин после высыхания, с последующим удалением сухой бязью, губкой, щеткой или пылесосом. Проявитель П₁₀₃ не следует удалять, если далее выполняется контроль в режиме накопления пенетранта.

2.5.1.8. После обезжиривания поверхности 5%-ным раствором СМС полости несплошностей рекомендуется очистить подогревом.

2.5.1.9. При контроле в условиях низких температур контролируемую поверхность следует обезжирить бензином, а затем осушить спиртом.

2.5.1.10. Если поверхность детали или конструкции перед контролем подверглась травлению, то травящий состав должен быть удален путем нейтрализации 10–15%-ным раствором кальцинированной соды с последующей промывкой водой и просушкой подогретым воздухом (температура не менее 40 °С) или протиркой сухой безворсовой тканью типа мадаполам, после чего полости дефектов должны быть очищены по п. 2.5.7.

2.5.1.11. Сушка контролируемых поверхностей (при необходимости) проводится после обезжиривания и промывки деталей и элементов конструкций для удаления растворителей, влаги и других летучих загрязнений.

Сушка проводится протиркой чистой сухой тканью и обдувкой теплым воздухом температурой 40–60 °С.

2.5.1.12. Проверка качества подготовки поверхности проводится внешним осмотром.

2.5.1.13. Проверка качества дефектоскопических материалов заключается в проверке срока годности рабочих составов и их реальной чувствительности на контрольных образцах с искусственными или естественными дефектами.

2.5.1.14. При механизированном контроле проверяется работоспособность средств механизации.

2.5.1.15. Промежуток времени между окончанием подготовки поверхности к контролю и нанесением индикаторного пенетранта не должен превышать 30 мин. В течение этого времени должна быть исключена возможность конденсации атмосферной влаги на контролируруемую поверхность, а также попадание на нее различных жидкостей и загрязнений.

2.5.1.16. Подготовка поверхностей к контролю путем механической очистки и прогревом не входит в обязанности специалиста капиллярного контроля.

2.5.2. Проведение контроля

2.5.2.1. Капиллярный контроль проводится в такой последовательности:

- а) нанесение индикаторного пенетранта;
- б) удаление индикаторного пенетранта с контролируемой поверхности;
- в) сушка поверхности объекта контроля;
- г) нанесение и сушка проявителя пенетранта;
- д) осмотр контролируемой поверхности и регистрация дефектов;
- е) удаление проявителя.

После устранения выявленных дефектов проводится повторный контроль в указанной последовательности. Последовательность операций капиллярного контроля представлена на рис. 2.1.

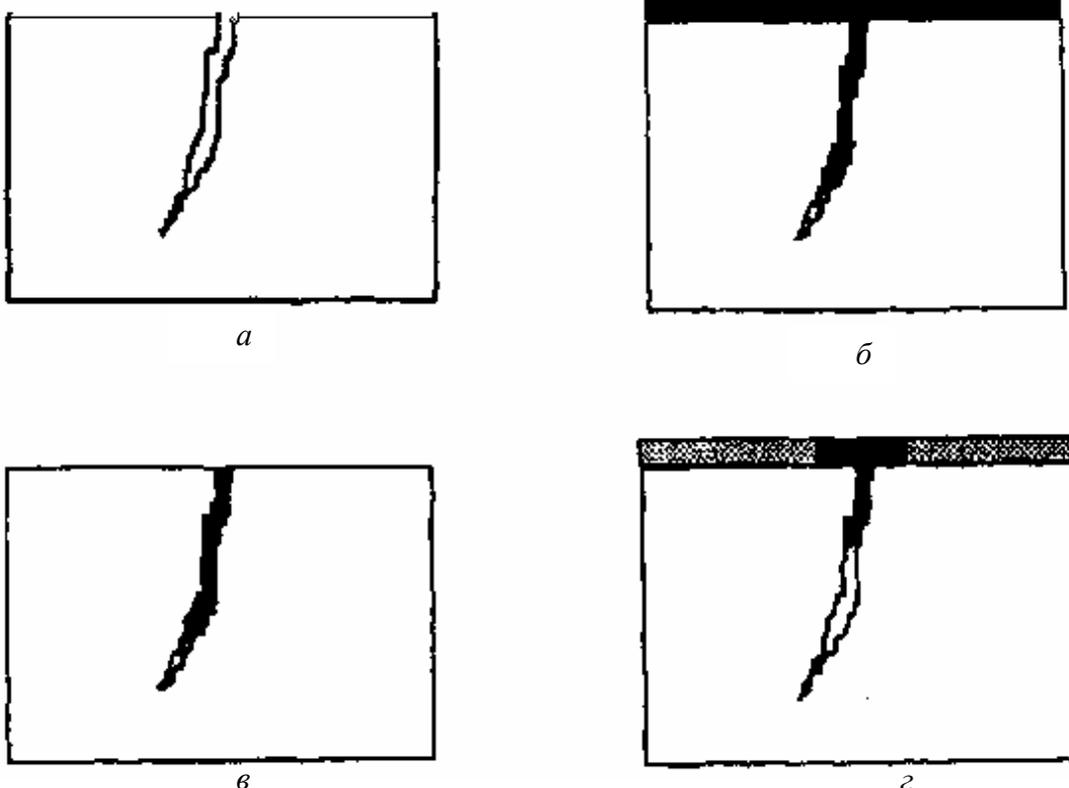


Рис. 2.1. Последовательность операций капиллярного контроля:
а – очистка; б – нанесение пенетранта; в – удаление пенетранта; г – нанесение проявителя

Очистка может осуществляться: промывкой и протиркой с применением воды, моющих составов и легколетучих жидких растворителей; струей абразивного материала; механической обработкой поверхности (шлифование, полирование, шабровка, зачистка щеткой и т.д.).

Нанесение пенетранта может осуществляться: нанесением кистью в несколько слоев, аэрозольным распылением, поливом тонкой струей.

Удаление пенетранта может осуществляться: тканью, щеткой, губкой; с применением или без применения очищающего состава или растворителя.

Нанесение проявителя может осуществляться кистью или распылением.

2.5.3. Нанесение индикаторного пенетранта

2.5.3.1. Индикаторный пенетрант наносят на подготовленную согласно п. 2.5.1.1–2.5.1.15 контролируемую поверхность кистью, губкой, с помощью краскораспылителя или аэрозольного баллона (рис. 2.1б). Пенетрант выдерживают на поверхности не менее 5 мин, не допуская высыхания, после чего его удаляют (рис. 2.1в). При применении дефектоскопических материалов в аэрозольных баллонах следует руководствоваться инструкцией по их применению и хранению.

2.5.3.2. В случае контроля в режиме накопления пенетранта на подготовленную согласно п. 2.5.1.1–2.5.1.15 поверхность наносят проявитель Π_{103} (если он не был нанесен при подготовке поверхности) и выдерживают его на поверхности не менее 20 мин (до высыхания). На слой проявителя Π_{103} наносят индикаторный пенетрант I_{202} , выдерживают на поверхности до высыхания. Наносят пенетрант I_{202} второй раз и выдерживают на поверхности не менее 1 мин, не допуская высыхания, после чего его удаляют.

2.5.4. Удаление индикаторного пенетранта

2.5.4.1. Индикаторный пенетрант удаляют влажной безворсовой хлопчатобумажной тканью, щеткой, губкой и т.п., смоченной очистителем, а также с помощью распыления очистителя из пульверизатора или аэрозольного баллона (рис. 2.1в). Высыхание пенетранта на контролируемой поверхности до его удаления не допускается.

2.5.4.2. При контроле в условиях низких температур (от -40 до $+8$ °С) индикаторный пенетрант с контролируемой поверхности удаляют безворсовой тканью, смоченной в этиловом спирте.

2.5.4.3. Удаляют индикаторный пенетрант до полного отсутствия на поверхности светящегося или окрашенного фона. Полноту удаления индикаторного пенетранта определяют визуально. Избыток очистителя удаляют с контролируемой поверхности влажной безворсовой тканью.

2.5.4.4. При удалении индикаторного пенетранта I_{213} очистителем M_{203} (водой) интенсивность удаления пенетранта и время контакта очистителя

теля с контролируемой поверхностью должны быть минимальны, чтобы исключить вымывание пенетранта из несплошностей.

2.5.5. Сушка контролируемой поверхности

2.5.5.1. Сушка контролируемой поверхности после удаления индикаторного пенетранта осуществляется путем протирки чистой сухой тканью.

2.5.5.2. Качество очистки и сушки проверяется протиркой светлой чистой тканью. Ткань не должна окрашиваться в розовый цвет. Длительная промывка и сушка при удалении индикаторного пенетранта не допускаются. Общее время удаления пенетранта с поверхности крупногабаритного объекта и до нанесения проявителя не должно превышать 5–10 мин.

2.5.6. Нанесение и сушка проявителя

2.5.6.1. Проявитель наносят тонким слоем (рис. 2.1а), обеспечивающим выявляемость дефектов на соответствующем контрольном образце, с помощью пульверизатора-краскораспылителя или аэрозольного баллона, мягкой кисти, губки сразу после очистки контролируемой поверхности от пенетранта.

Распылительная головка аэрозольного баллончика должна находиться на расстоянии 250–300 мм от контролируемой поверхности, при этом перед работой и после работы клапан баллончика следует продуть. При использовании пульверизатора давление сжатого газа должно быть равно 0,3–0,35 МПа (3,0–3,5 кгс/см²), а расстояние от сопла до поверхности – 700–800 мм.

2.5.6.2. Сушку проявителя проводят за счет естественного испарения или теплым воздухом.

2.5.7. Осмотр контролируемой поверхности и регистрация результатов контроля

2.5.7.1. Осмотр контролируемой поверхности проводят через 15–20 мин после высыхания проявителя. Дефекты проявляются в виде ярко окрашенных полос, извилин, расплывчатых пятен и точек.

По форме наблюдаемого рисунка и степени растекания индикаторного пенетранта на проявителе следует определить вид дефекта и оценить его величину. В случаях, вызывающих сомнения, при размере индикаторного рисунка до 3 мм рекомендуется применять лупу 6–10-кратного увеличения.

При осмотре различают индикаторные следы округлой и удлиненной форм. Индикаторным следом округлой формы следует считать рисунок, у которого отношение наибольшего размера проявляющегося следа к его наименьшему размеру будет не более трех. В противном случае индикаторный след является удлиненным.

2.5.8. Удаление проявителя

2.5.8.1. Контролируемую поверхность следует очистить от проявителя и других дефектоскопических материалов протиркой сухой ветошью, смоченной при необходимости ацетоном или другим растворителем.

2.6. ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ КАПИЛЛЯРНОГО КОНТРОЛЯ

2.6.1. Результаты контроля оцениваются в соответствии с нормами допустимости дефектов, предусмотренными документацией на изготовление, строительство, ремонт, реконструкцию, эксплуатацию или техническое диагностирование (освидетельствование). При их отсутствии целесообразно использовать рекомендации, изложенные в п. 2.6.2–2.6.4.

2.6.2. Оценку результатов контроля допускается выполнять как по индикаторным следам, так и по фактическим показателям выявленных дефектов после удаления пенетранта и проявителя с контролируемой поверхности в зоне зафиксированных индикаторных следов.

2.6.3. Оценка результатов контроля при изготовлении, строительстве, ремонте и реконструкции технических устройств и сооружений⁵⁶:

2.6.3.1. При оценке по индикаторным следам результаты контроля сварных соединений считаются удовлетворительными при отсутствии индикаторных следов удлиненной формы и одновременном соблюдении следующих условий:

а) все зафиксированные округлые индикаторные следы являются одиночными;

б) максимальный размер каждого одиночного округлого индикаторного следа не превышает трехкратных значений соответствующих норм, приведенных в документации на изготовление, строительство, ремонт, реконструкцию;

в) количество и распределение одиночных округлых индикаторных следов не превышает норм, приведенных в документации на изготовление, строительство, ремонт, реконструкцию.

г) дефекты следует считать одиночными при отношении расстояния между ними к максимальной величине их индикаторного следа больше 2. В противном случае индикаторные следы следует определять как один дефект.

2.6.3.2. При оценке по индикаторным следам результаты контроля считаются удовлетворительными при отсутствии индикаторных следов удлиненной формы.

2.6.3.3. Дефекты, не удовлетворяющие требованиям п. 2.6.3.1 и 2.6.3.2 при оценке по индикаторным следам, допускается оценивать путем сравнения фактических показателей с нормативными, приведенными в документа-

⁵⁶ Сварные конструкции. Механика разрушения и критерии работоспособности / В. А. Винокуров, С. А. Куркин, Г. А. Николаев ; под ред. Б. Е. Патона. М. : Машиностроение, 1996. 576 с.

ции на изготовление, строительство, ремонт, реконструкцию. Результат этого контроля является окончательным.

2.6.4. Оценка результатов контроля при эксплуатации и техническом диагностировании (освидетельствовании) технических устройств и сооружений. Результаты контроля материалов, соединений и деталей технических устройств, сооружений и их элементов считаются удовлетворительными, если не обнаружено индикаторных следов удлиненной формы.

2.6.5. Обнаруженные в результате контроля недопустимые дефекты отмечают на поверхности проконтролированного участка мелом или цветными карандашами, их координаты (местоположение, размеры, форму) переносят на эскиз.

2.6.6. При проведении капиллярного контроля могут возникать ложные индикаторные следы, которые могут быть ошибочно приняты за дефекты. Причинами возникновения ложных индикаторных следов могут быть:

а) повреждения поверхности объекта контроля (риски, заусенцы, скопления эрозионных повреждений, забоины, сколы окисной пленки, коррозия);

б) изменения микрорельефа и формы контролируемой поверхности, обусловленные особенностями их конструкции или технологии изготовления (неровности поверхности литых объектов в виде складок), наплывы в сварных швах, уступы при величине западений между смежными валиками >1 мм, галтели малого радиуса, следы режущего инструмента при обработке металла;

в) загрязнения поверхности – следы лакокрасочных покрытий, окрашенные волокна ворсистой ветоши, следы высохшего пенетранта при плохой промывке, следы от соприкосновения с обезжиренной поверхностью пальцев рук или загрязненных перчаток;

г) слабая прессовая посадка.

2.6.7. При возникновении сомнительных мест с ложными индикациями индикаторный след удаляется и проводится визуальный осмотр с применением лупы 2–7-кратного увеличения. В сомнительных случаях проводится повторный контроль согласно разделу 2.5.

2.7. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЯ

2.7.1. Результаты контроля фиксируют в журналах и заключениях (см. приложение 2.6).

2.7.1.1. В журнале следует указать:

- дату проведения контроля;
- обозначение (номер) технологической инструкции (карты);
- номер заключения;
- оценку качества;
- состав исполнителей и их подписи.

2.7.1.2. В заключении следует указать:

- наименование организации (предприятия), проводившей контроль;
- номер заключения;
- индекс изделия, объем контроля;
- размеры и расположение проконтролированных участков (схема контроля);
- документацию, по которой выполнялся контроль и проводилась оценка качества;
- наименование, тип и заводской номер используемой аппаратуры;
- метод, класс чувствительности, набор дефектоскопических материалов;
- результаты контроля (при неудовлетворительных результатах приводятся сведения о выявленных дефектах: координаты, протяженность, количество);
- дату проведения контроля и дату оформления заключения;
- фамилию, инициалы и подпись специалиста, проводившего контроль;
- уровень квалификации, номер квалификационного удостоверения специалиста, проводившего контроль;
- фамилию, инициалы и подпись руководителя лаборатории.

2.7.1.3. При оформлении результатов контроля рекомендуется использовать условные обозначения обнаруженных дефектов и сокращенную запись технологии контроля в соответствии с ГОСТ 18442.

2.7.2. Рекомендуемая форма заключения по капиллярному контролю приведена в приложении 2.6.

2.7.3. Журналы и копии заключений хранятся не менее срока эксплуатации технических устройств и сооружений, предусмотренного нормативами, при контроле в процессе их изготовления (строительства) и не менее пяти лет в других случаях.

2.8. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ КАПИЛЛЯРНОГО КОНТРОЛЯ

2.8.1. При проведении работ по капиллярному контролю специалист должен руководствоваться ГОСТ 12.2.003, ГОСТ 12.3.002, СНиП 12-03-99 «Безопасность труда в промышленности. Часть I. Общие требования», СНиП 12-04-2002 «Безопасность труда в промышленности. Часть II. Строительное производство», «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Межотраслевыми правилами по охране труда (правилами безопасности) при эксплуатации электроустановок» (ПОТ РМ-016-2001 – РД 153-34.0-03.150-00).

2.8.2. Перед допуском к проведению контроля все лица, участвующие в его выполнении, проходят инструктаж по безопасным приемам выполнения работ с регистрацией в журнале по установленной форме. Инструктаж

должен проводиться периодически в сроки, установленные приказом по организации. Для ведения опасных работ (в опасных зонах) необходимо оформить допуск согласно положению, действующему в организации (на предприятии).

2.8.3. В случае выполнения контроля на высоте, внутри технических устройств (аппаратов) и в стесненных условиях специалисты, выполняющие контроль, должны пройти дополнительный инструктаж по технике безопасности согласно положению, действующему в организации (на предприятии). Работы на высоте, внутри аппаратов должны выполняться бригадой в составе не менее 2–3 человек в зависимости от степени опасности.

2.8.4. При выполнении контроля на предприятиях металлургической промышленности следует руководствоваться требованиями «Общих правил безопасности для металлургических и коксохимических предприятий и производств» (ПБ 11-493–02).

2.8.5. При выполнении контроля на предприятиях горнорудной промышленности следует руководствоваться требованиями «Правил безопасности при строительстве подземных сооружений» (ПБ 03-428-02) и «Единых правил безопасности при разработке месторождений полезных ископаемых открытым способом» (ПБ 03-498–02).

2.8.6. Подключение электрических приборов переменного тока осуществляют через розетки, оборудованные защитным контактом в соответствии с требованиями «Правил устройства электроустановок на специально оборудованных постах». При отсутствии на рабочем месте стационарных розеток подключение приборов к электрической сети проводит электротехнический персонал с соответствующей группой допуска по электробезопасности. Требования к подключению должны соответствовать «Правилам устройства электроустановок».

2.8.7. Рабочее место выполняющего контроль специалиста должно быть удалено от сварочных постов и защищено от лучистой энергии сварочной дуги.

2.8.8. При размещении, хранении, транспортировании и использовании дефектоскопических и вспомогательных материалов, отходов производства и проконтролированных объектов следует соблюдать требования к защите от пожаров и взрывов по ГОСТ 12.1.004 и ГОСТ 12.1.010.

2.8.9. Требования безопасности по содержанию вредных веществ, температуре, влажности, подвижности воздуха в рабочей зоне исполняют по ГОСТ 12.1.005 и ГОСТ 12.1.007. Требования к вентиляционным системам – по ГОСТ 12.4.021.

2.8.10. Требования электробезопасности исполняют по ГОСТ 12.2.007.0, ГОСТ 12.2.007.14, «Правилам устройства электроустановок» и «Правилам технической эксплуатации электроустановок потребителей».

2.8.11. Требования к защите от шума исполняют по ГОСТ 12.1.003.

2.8.12. Требования к коэффициенту естественной освещенности (КЕО) и освещенности рабочей зоны, яркости, контраста, прямой и отраженной блеклости, пульсации светового потока – по СНиП 23-05-95.

2.8.13. Отходы производства в виде отработанных дефектоскопических материалов подлежат утилизации, регенерации, удалению в установленные сборники или уничтожению (сжиганию для органических материалов).

2.8.14. Требования к применению средств коллективной и индивидуальной защиты работающих исполняют по ГОСТ 12.4.011.

2.8.15. Требования к специальной одежде – по ГОСТ 12.4.016.

2.8.16. Требования к средствам защиты рук – по ГОСТ 12.4.020.

2.8.17. Требования к защите от ультрафиолетового излучения – согласно «Гигиеническим требованиям к конструированию и эксплуатации установок с искусственными источниками ультрафиолетового излучения для люминесцентного контроля качества промышленных изделий».

При выполнении осмотра контролируемой поверхности в ультрафиолетовом излучении следует применять средства защиты органов зрения по ГОСТ 12.04.013 со стеклами «ЖС4» по ГОСТ 9411 толщиной не менее 3,5 мм, прозрачными в видимой области спектра, но поглощающими ультрафиолетовое излучение.

2.8.18. При применении дефектоскопических материалов в аэрозольных баллонах необходимо руководствоваться инструкцией по их безопасному применению, хранению и утилизации.

2.8.19. Запрещается работа осуществляющих контроль специалистов под подъемными сооружениями, на неустойчивых конструкциях и в месте, где возможно повреждение проводки электропитания технических средств.

2.8.20. Ответственность за соблюдение правил безопасности персоналом при проведении контроля возлагается на руководителя лаборатории неразрушающего контроля.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ

1. Дефектоскопические материалы капиллярного контроля проникающими веществами (ПВК) сварных конструкций и деталей машин.
2. Основные положения организации и технологии ПВК.
3. Характеристика контролируемых поверхностных несплошностей методом ПВК.
4. Чувствительность способов капиллярного контроля несплошностей.
5. Параметры контролируемой зоны в области сварных швов методами ПВК.
6. Характеристика технологической карты на проведение ПВК сварных конструкций и деталей машин.
7. Основные требования к процессу ПВК.
8. Квалификация персонала лабораторий неразрушающего контроля методом ПВК.
9. Средства для обеспечения ПВК сварных конструкций и деталей машин.
10. Технология капиллярного контроля.
11. Подготовка к ПВК.
12. Структура процесса ПВК.
13. Нанесение, удаление и сушка индикаторного пенетранта на контролируемой поверхности.
14. Способы оценки результатов капиллярного контроля.
15. Документирование результатов ПВК сварных конструкций и деталей машин.
16. Общие требования безопасности при проведении ПВК.
17. Требования безопасности при проведении ПВК сварных конструкций на высоте (более 1,3 м).
18. Требования безопасности в режиме хранения индикаторных пенетрантов.
19. Требования безопасности к средствам индивидуальной защиты персонала лабораторий неразрушающего контроля, обеспечивающего ПВК сварных конструкций и деталей машин.
20. Недостатки и ограниченные возможности ПВК.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Панасенко Н. Н. Техническое диагностирование лифтов : учеб. пос. / Н. Н. Панасенко, А. В. Синельщиков. – Астрахань : Изд-во учеб.-метод. отдела АГТУ, 2009. – 172 с.
2. РД 13-06-06. Методические рекомендации о порядке проведения капиллярного контроля технических устройств и сооружений, применяемых и эксплуатируемых на опасных производственных объектах : [Утверждены приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 13.12.06 № 1072. Введены в действие с 25.12.06 г.].
3. РД 24.090.52-90. Подъемно-транспортные машины. Материалы для сварных металлических конструкций. – М. : ВНИИПТМАШ, 1990. – 48 с.
4. Сварка и свариваемые материалы : справочник : в 3 т. Т. 1. Свариваемость материалов / под ред. Э. Л. Макарова. – М. : Металлургия, 1991. – 496 с.
5. Сварные конструкции. Механика разрушения и критерии работоспособности / В. А. Винокуров, С. А. Куркин, Г. А. Николаев ; под ред. Б. Е. Патона. – М. : Машиностроение, 1996. – 576 с.

3. ВИХРЕТОКОВЫЙ КОНТРОЛЬ СВАРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ И ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Термины и определения

В целях вихретокового контроля (ВТК) используются следующие термины и определения:

Бездефектный участок – однородный участок поверхности конструкции или детали, на котором отсутствуют дефекты.

Вихретоковый неразрушающий контроль – неразрушающий контроль, основанный на анализе взаимодействия внешнего электромагнитного поля с электромагнитным полем вихревых токов, наводимых в объекте контроля этим полем.

Вихретоковый преобразователь – устройство, состоящее из одной или нескольких индуктивных обмоток, предназначенных для возбуждения в объекте контроля вихревых токов и преобразования зависящего от параметров объекта электромагнитного поля в сигнал преобразователя.

Вихретоковый дефектоскоп – прибор, основанный на методах вихретокового неразрушающего контроля и предназначенный для выявления дефектов объекта контроля типа нарушений сплошности.

Дефект – каждое отдельное несоответствие продукции требованиям, установленным нормативной технической документацией (НТД).

Мнимый дефект – место локальной неоднородности электрических и (или) магнитных свойств.

Накладной вихретоковый преобразователь – вихретоковый преобразователь, расположенный вблизи одной из поверхностей объекта контроля.

3.1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

3.1.1. Методические рекомендации о порядке проведения вихретокового контроля (ВТК) сварных конструкций и технических устройств и сооружений, применяемых и эксплуатируемых на опасных производственных объектах⁵⁷ (далее – методические рекомендации) разработаны в соответствии с Федеральным законом от 21.07.97 № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов»⁵⁸; постановлением Правительства РФ от 28.03.01 № 241 «О мерах по обеспечению промышленной безопасности опасных производственных объектов на территории Российской Федерации»⁵⁹; «Положением о порядке продления срока безопасной эксплуатации технических устройств, оборудования и сооружений

⁵⁷ РД 13-03-2006. Методические рекомендации о порядке проведения вихретокового контроля технических устройств и сооружений, применяемых и эксплуатируемых на опасных производственных объектах : [Утверждены приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 13.12.06 № 1072. Введены в действие с 25.12.06].

⁵⁸ Собрание законодательства Российской Федерации. 1997. № 30. Ст. 3588.

⁵⁹ Собрание законодательства Российской Федерации. 2001. № 15. Ст. 3367.

на опасных производственных объектах» (РД 03-484-02), утвержденным постановлением Федерального горного и промышленного надзора России (Госгортехнадзор России) от 09.07.02 № 43, зарегистрированным Министерством юстиции РФ 05.08.02 г., рег. № 3665 (см. приложение 3.4).

3.1.2. Методические рекомендации РД 13-03-06 излагают рекомендации по организации и технологии вихретокового контроля сварных конструкций и деталей при изготовлении, строительстве, монтаже, ремонте, реконструкции, эксплуатации, техническом диагностировании (освидетельствовании) технических устройств и сооружений, применяемых и эксплуатируемых на опасных производственных объектах, подконтрольных Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзору), а также речному и морскому регистрам.

3.1.3. Методические рекомендации РД 13-03-06 предназначены для специалистов неразрушающего контроля предприятий и организаций, осуществляющих изготовление, строительство, монтаж, ремонт, реконструкцию, эксплуатацию, техническое диагностирование (освидетельствование) технических устройств и сооружений и их сварных конструкций, применяемых и эксплуатируемых на опасных производственных объектах, подконтрольных Ростехнадзору и др. надзорным органам.

3.1.4. В методических рекомендациях РД 13-03-06 используются термины, установленные федеральными нормами и правилами и руководящими документами Ростехнадзора, а также термины и их определения, приведенные в начале раздела 3..

3.1.5. Вихретоковый контроль проводят в целях выявления поверхностных и подповерхностных дефектов в металлических сварных конструкциях и их деталях и элементах⁶⁰.

3.1.6. Методические рекомендации РД 13-03-06 распространяются на вихретоковый контроль элементов металлических конструкций и деталей из ферромагнитных и неферромагнитных (аустенитного класса) сталей, а также из цветных сплавов с удельной электрической проводимостью 0,5–60 МСм/м.

3.1.7. При контроле объектов из ферромагнитных материалов максимальная достоверность контроля обеспечивается в тех случаях, когда магнитные свойства однородны. Локальные изменения магнитных свойств, созданные наклепом, прижогами, местной намагниченностью, могут вызывать ложные индикации, которые вызывают затруднения при интерпретации результатов контроля. В этом случае для повышения достоверности результатов контроля целесообразно провести контроль другими видами контроля.

⁶⁰ РД 03-615-03. Порядок применения сварочных технологий при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов / колл. авт. М. : Научно-технический центр по безопасности и промышленности Госгортехнадзора России, 2004. 36 с.

3.1.8. Объектами вихретокового контроля конструкций являются основной металл, клепаные и болтовые соединения и стыковые сварные швы (при условии снятия усиления сварного шва и обеспечения шероховатости не более $Ra\ 2,5\ \mu\text{м}$).

3.1.9. При вихретоковом контроле могут быть выявлены:

- ковочные, штамповочные, шлифовочные трещины, надрывы, волосовины, сварочные поры, неметаллические и шлаковые включения в элементах сварных конструкций и деталях;
- трещины, возникшие в элементах конструкций и деталях при эксплуатации технических устройств и сооружений.

3.1.10. Вихретоковым контролем не могут быть проконтролированы: элементы конструкций и детали с резкими изменениями магнитных или электрических свойств; с несплошностями, плоскости раскрытия которых параллельны контролируемой поверхности или составляют с ней угол менее 10° ; сварные швы (за исключением указанных в п. 3.1.5).

3.1.11. При вихретоковом контроле могут не быть обнаружены дефекты в элементах сварных конструкций и деталях:

- с поверхностями, на которые нанесены электропроводящие защитные покрытия, если дефект не выходит на поверхность покрытия;
- с дефектами, заполненными электропроводящими частицами;
- с поверхностями, покрытыми коррозией.

3.1.12. Вихретоковый контроль позволяет выявлять трещины, выходящие на поверхность и имеющие ширину раскрытия $>0,01\ \text{мм}$, глубину $>0,1\ \text{мм}$ и длину $>2\ \text{мм}$. Эта чувствительность достигается при использовании преобразователей для ручного сканирования с диаметром измерительной катушки не более 2–3 мм на поверхностях с шероховатостью не более $Ra\ 2,5\ \mu\text{м}$.

3.1.13. Допускается проведение контроля по окрашенным поверхностям, при этом возможность проведения контроля при известной толщине покрытия определяется техническими характеристиками преобразователя.

3.1.14. Настоящие рекомендации предусматривают проведение вихретокового контроля при наличии бездефектной области на поверхности контролируемого объекта с размерами, превышающими в 5–10 раз размеры преобразователя, для размещения на ней преобразователя при настройке.

3.1.15. Необходимость вихретокового контроля, его объем и недопустимые дефекты при проектировании, изготовлении, строительстве, ремонте, реконструкции, эксплуатации и техническом диагностировании (освидетельствовании) технических устройств и сооружений определяются соответствующей документацией на подготовку производства⁶¹, их изготовле-

⁶¹ Компьютерное проектирование и подготовка производства сварных конструкций : учеб. пос. для вузов / С. А. Куркин, В. М. Ховов, Ю. Н. Аксенов и др. ; под ред. С. А. Куркина, В. М. Ховава. М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2002. 164 с.

ние, строительство, ремонт, реконструкцию, эксплуатацию и техническое диагностирование (освидетельствование).

3.1.16. Вихретоковый контроль выполняют в соответствии с технологическими инструкциями (картами), учитывающими положения РД 13-03-2006, которые разрабатываются специалистами неразрушающего контроля не ниже второго уровня квалификации, аттестованными в установленном порядке на выполнение вихретокового контроля.

3.1.17. В рекомендациях по вихретоковому контролю используются ссылки на нормативные технические и методические документы, приведенные в приложении 3.4.

3.2. ОРГАНИЗАЦИЯ ВИХРЕТОКОВОГО КОНТРОЛЯ

3.2.1. Лаборатории, выполняющие вихретоковый контроль (ВТК), аттестуются в соответствии с «Правилами аттестации и основными требованиями к лабораториям неразрушающего контроля» (ПБ 03-372–00), утвержденными постановлением Госгортехнадзора России от 02.06.00 № 29, зарегистрированным Министерством юстиции РФ 25.07.00 г., рег. № 2324.

3.2.2. Рабочие места лаборатории организуют в специально выделенном помещении или на участке цеха, где в соответствии с технологическим процессом могут проводиться настройка аппаратуры и вихретоковый контроль. Использование портативной аппаратуры допускается вне лаборатории. Лаборатория, выполняющая вихретоковый контроль, оснащается:

- а) вихретоковыми дефектоскопами;
- б) контрольными образцами;
- в) подводкой однофазной сети переменного тока напряжением 220 В, частотой 50 Гц;
- г) подводкой напряжений 36 и 12 В;
- д) заземляющими шинами;
- е) местным освещением, обеспечивающим вместе с общим освещением освещенность контролируемой поверхности 500–1000 лк;
- ж) переносными светильниками рабочим напряжением 12, 24 или 36 В для проведения работ на объектах (на высоте, в труднодоступных местах, в условиях малой освещенности и т.п.). Допускается применение светильников, питаемых от переносных аккумуляторных батарей напряжением 12 В. Все светильники снабжаются устройствами крепления (фиксации) на контролируемой конструкции (в месте проведения контроля);
- з) средствами для зачистки поверхности и обтирочными материалами.

3.3. КВАЛИФИКАЦИЯ ПЕРСОНАЛА

3.3.1. Специалисты, осуществляющие вихретоковый контроль (ВТК), аттестуются в соответствии с «Правилами аттестации персонала в области неразрушающего контроля» (ПБ 03-440-02), утвержденными постановлением Госгортехнадзора России от 23.01.02 № 3, зарегистрированным Министерством юстиции РФ 17.04.02 г., рег. № 3378.

3.3.2. Руководитель работ по вихретоковому контролю должен иметь квалификацию не ниже II уровня в соответствии с ПБ 03-440-02 (см. приложение 3.4).

3.3.3. Заключение о результатах контроля подписывают специалисты неразрушающего контроля, имеющие квалификацию не ниже II уровня.

3.4. СРЕДСТВА ВИХРЕТОКОВОГО КОНТРОЛЯ

3.4.1. Документ РД 13-03-2006 предусматривает применение вихретоковых дефектоскопов с накладными преобразователями.

3.4.2. Для контроля деталей сложной формы, например, имеющих пазы, проточки, углубления, рекомендуется применять специальные преобразователи.

3.4.3. Контрольные образцы.

3.4.3.1. Определение работоспособности и пороговой чувствительности вихретоковых дефектоскопов проводят по контрольным образцам (КО-1 – № 1 и № 2, КО-2], требования к которым приведены в п. 3.11. Удельные электрические проводимости и магнитная проницаемость КО-1 и объекта контроля должны различаться не более чем на 25 %.

Допускается применение контрольных образцов, входящих в комплект поставки дефектоскопа.

3.4.3.2. Контрольный образец из ферромагнитного материала перед проведением контроля размагничивают.

3.4.3.3. Чувствительность и отстройку от мешающих факторов проверяют на контрольном образце в соответствии с требованиями паспорта (руководства по эксплуатации) дефектоскопа.

3.4.3.4. На контрольные образцы метрологические службы и (или) лаборатории неразрушающего контроля составляют паспорт, содержащий следующую информацию:

- а) номер образца; чертеж (эскиз) образца; материал образца;
- б) размеры, топографию и способ образования трещин (или имитаторов трещин);
- в) описание характера трещины и ее размеров (с указанием методов их измерения) в случае наличия естественных трещин;
- г) показания индикатора дефектоскопа (для тех дефектоскопов, которые имеют аналоговый или цифровой индикатор), соответствующие этой трещине (с указанием типа дефектоскопа);

- д) результаты переаттестации;
- е) условия хранения;
- ж) подписи руководителей метрологической службы и (или) лаборатории неразрушающего контроля.

Форма паспорта контрольного образца приведена в приложении 3.3.

3.4.3.5. Первичную информацию на контрольные образцы вносят в паспорт при их изготовлении. В процессе эксплуатации состояние контрольных образцов проверяют раз в три года.

3.4.4. Технические средства, применяемые при вихретоковом контроле и внесенные в государственный реестр средств измерений, проходят метрологическую поверку в организациях, аккредитованных Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии.

3.4.5. Средства измерений поверяют не реже одного раза в год, а также после каждого ремонта.

3.4.6. Ежедневно перед началом работы проводят осмотр рабочей поверхности преобразователя (с помощью лупы с 2–6-кратным увеличением) для выявления механических повреждений. В случае обнаружения следов механического повреждения преобразователь к работе не допускается.

3.4.7. При замене преобразователя чувствительность дефектоскопа проверяют заново. В случае если чувствительность окажется ниже указанной в паспорте, дефектоскоп подвергают дополнительной проверке по всем пунктам ТУ или паспорта (руководства по эксплуатации) дефектоскопа.

3.4.8. Проверку напряжения питания проводят в соответствии с руководством по эксплуатации дефектоскопа.

3.5. ПОДГОТОВКА К ПРОВЕДЕНИЮ ВИХРЕТОКОВОГО КОНТРОЛЯ

3.5.1. Подготовка к проведению контроля включает следующие этапы:

- изучение конструкции контролируемого элемента, требований чертежей и другой документации;
- анализ результатов предыдущего контроля, если он проводился, и принятие решения о необходимости и возможности вихретокового контроля;
- подготовка поверхности конструкций (деталей) к контролю.

3.5.2. Поверхности, подлежащие вихретоковому контролю, очищают от грязи и для удаления масла тщательно протирают ветошью или салфеткой, слегка смоченными в бензине, ацетоне либо растворителе.

3.5.3. Места коррозии зачищают до металла, не поврежденного коррозией.

3.5.4. На объектах с поврежденным лакокрасочным покрытием в зонах контроля лакокрасочное покрытие восстанавливают путем нанесения нового покрытия.

3.5.5. Если в зонах контроля при визуальном контроле будут обнаружены наплывы или любые другие утолщения лакокрасочного покрытия, то их удаляют и наносят новое покрытие равномерной толщины.

3.5.6. Деталь, подлежащую контролю, закрепляют при возможности в наиболее удобном положении, чтобы обеспечить возможность удобного сканирования ее поверхности преобразователем.

3.5.7. Максимальная чувствительность вихретокового контроля достигается на шлифованных поверхностях. Возможность контроля необработанной поверхности проверяют отдельно для каждого конкретного случая. Максимальная шероховатость контролируемой поверхности определяется типом применяемого преобразователя и рекомендуется не более $Ra\ 2,5$ мкм.

3.5.8. В процессе контроля следует следить, чтобы величина зазора между преобразователем и контролируемой поверхностью не изменялась. Допустимый зазор между преобразователем и объектом контроля для дефектоскопов со стандартными накладными преобразователями не должен превышать паспортных значений на преобразователи и составляет 0,3–0,7 мм. При использовании дефектоскопов, имеющих блок сигнализации об изменении зазора, следует компенсировать влияние изменения зазора в процессе контроля.

3.5.9. Настройку дефектоскопа следует проводить по контрольным образцам с той же кривизной, что и у поверхности, которая подлежит контролю. При радиусах кривизны менее 5 мм следует использовать насадки, фиксирующие положение преобразователя на объекте контроля.

3.6. ТЕХНОЛОГИЯ ВИХРЕТОКОВОГО КОНТРОЛЯ

3.6.1. Установка преобразователя на объект контроля

3.6.1.1. Перед началом контроля необходимо визуально убедиться в отсутствии трещин и других механических повреждений на контролируемой поверхности. Конструкции и детали, имеющие визуально обнаруживаемые трещины, бракуют. Механические задиры в зоне контроля удаляют.

3.6.1.2. При настройке дефектоскопа и проверке влияния на чувствительность контроля наклона преобразователя не следует допускать прижима преобразователя к контрольному образцу и к контролируемой поверхности с усилием, значительно превышающим вес преобразователя.

3.6.1.3. Ось преобразователя при настройке и проведении контроля, в том числе при его перемещении по контролируемой поверхности, должна быть перпендикулярна поверхности.

3.6.2. Проведение контроля

3.6.2.1. Контроль осуществляют последовательным сканированием контролируемой поверхности преобразователем.

3.6.2.2. Сканирование осуществляют перпендикулярно направлению ожидаемого развития дефекта. Только при невозможности такого сканирования допускается проведение контроля сканированием под углом к направлению предполагаемого дефекта. Шаг сканирования выбирают с учетом требуемой чувствительности и направления сканирования. При неизвестной ориентации возможных дефектов для достижения максимальной чувствительности зону контроля необходимо сканировать в двух взаимно перпендикулярных направлениях с шагом сканирования не более 2 мм. При влиянии мешающих факторов шаг сканирования выбирают минимально возможным.

3.6.2.3. Скорость контроля определяется техническими характеристиками применяемого дефектоскопа. Скорость контроля с использованием стрелочной индикации ограничивается значением 5 мм/с. Скорость контроля с использованием световой безынерционной (светодиодной) сигнализации при отсутствии засветки от внешнего освещения и расположении индикатора в поле зрения оператора может достигать 10–20 мм/с. Такая же скорость может быть выбрана и для дефектоскопов со звуковой сигнализацией в условиях низкого шума. Для дефектоскопов с запоминающей сигнализацией скорость контроля не ограничивается и полностью определяется их техническими характеристиками.

3.6.2.4. При контроле следует провести разметку контролируемой поверхности на зоны контроля с учетом конфигурации объекта контроля или отдельного контролируемого участка. Для удобства работы оператора площадь зоны контроля не должна превышать 1–2 дм².

3.6.2.5. Контроль каждой зоны следует начинать с настройки (компенсации) дефектоскопа при установке преобразователя на бездефектном участке в этой зоне контроля. Проверку правильности выбора бездефектного участка проводят следующим образом:

- а) устанавливают преобразователь в зоне контроля и производят настройку дефектоскопа;
- б) перемещают преобразователь на несколько миллиметров в разных направлениях внутри зоны контроля.

Отсутствие сигнализации о дефекте свидетельствует об отсутствии дефектов в месте настройки.

3.6.2.6. Примеры контроля элементов конструкций и деталей приведены в п. 3.12.

3.7. ИДЕНТИФИКАЦИЯ ДЕФЕКТОВ, ОБНАРУЖЕННЫХ ВИХРЕТОКОВЫМ КОНТРОЛЕМ

3.7.1. О наличии дефектов при контроле свидетельствует срабатывание соответствующей сигнализации дефектоскопа.

3.7.2. Дефект регистрируется индикаторами дефектоскопа в момент, когда он находится непосредственно в зоне чувствительности преобразователя. Регистрация дефектов при применении дефектоскопов различных типов осуществляется следующим образом:

1) скачкообразное увеличение показаний стрелочного индикатора с последующим (после прохождения дефекта преобразователем) возвращением к первоначальному положению;

2) появление импульса на временной развертке дефектоскопа (для дефектоскопов с экраном);

3) включение светового индикатора;

4) кратковременное возникновение звукового сигнала в дефектоскопах с пороговой звуковой сигнализацией.

3.7.3. Характер срабатывания сигнализации зависит от угла между направлением трещины и траекторией движения преобразователя. Если траектория совпадает с направлением трещины, то длительность срабатывания сигнализации (при постоянной скорости перемещения преобразователя) пропорциональна длине трещины. В этом случае при наличии стрелочного индикатора его показания пропорциональны глубине трещины. Если траектория перпендикулярна направлению трещины, то длительность сигнала определяется зоной чувствительности преобразователя и обычно весьма мала. Повторным сканированием в этой зоне нужно удостовериться в наличии дефекта.

3.7.4. При движении преобразователя вдоль предполагаемого дефекта сигнализация любого вида должна продолжать срабатывание. Перемещением преобразователя в направлении, где поддерживается сигнализация о дефекте, можно определить конфигурацию трещины. Для уточнения конфигурации следует периодически перемещать преобразователь поперек трещины, чтобы убедиться в выключении сигнализации при выходе трещины из зоны чувствительности преобразователя.

3.7.5. Плавное увеличение показаний стрелочного индикатора и плавное изменение звука тональной сигнализации, как правило, не является признаком обнаружения дефекта, а свидетельствует об обнаружении зон магнитной или электрической неоднородности. При наличии таких зон нужно внимательно следить за характером сигнализации. Скачкообразное изменение сигнализации может служить признаком дефекта. В этом случае следует произвести повторную компенсацию вблизи указанного скачкообразного изменения и вновь провести контроль этой зоны.

3.7.6. Если контроль проводится с применением преобразователя большого диаметра, то уточнение границ трещины дополнительно проводится преобразователем с минимальным диаметром, являющимся основным для большинства дефектоскопов.

3.7.7. При определении протяженности выявленного дефекта следует учитывать, что влияние дефекта начинается тогда, когда он практически полностью находится под сердечником преобразователя. Для определения протяженности дефекта следует установить преобразователь в положение, соответствующее началу трещины, и затем, перемещая его зигзагообразно вдоль трещины, определить положение, соответствующее концу трещины. Из-за наличия порога чувствительности участки дефектов глубиной менее порогового значения (обычно 0,1–0,2 мм) не выявляются. Поскольку конец трещины может иметь меньшую глубину, то измеренную протяженность трещины следует считать минимальной и при необходимости уточнения ее длины следует применять другие методы контроля.

3.7.8. Если трещина определена под слоем лакокрасочного покрытия, то при необходимости точного определения ее длины покрытие следует снять и провести повторный контроль с настройкой прибора на участке без покрытия.

3.7.9. После обнаружения трещины и измерения ее длины дефектное место следует отметить и результаты контроля занести в журнал (заключение).

3.8. ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЯ

3.8.1. Качество проконтролированных элементов оценивают по двухбалльной системе: 1 балл – неудовлетворительное качество; 2 балла – удовлетворительное качество.

3.8.2. Баллом 1 оценивают элементы с дефектами, имеющими признаки трещин.

3.8.3. Баллом 2 оценивают элементы, в которых не обнаружены дефекты или обнаружены дефекты, не имеющие признаков трещин.

3.8.4. При обнаружении дефектов, оцененных баллом 2, рекомендуется произвести контроль элемента конструкции или детали визуальным и измерительным контролем и оценить допустимость дефекта по нормам визуального и измерительного контроля.

При обнаружении дефектов, оцененных баллом 1, могут быть рекомендованы другие виды контроля в зависимости от конструктивных особенностей и материала объектов контроля, позволяющие оценить параметры несплошностей.

3.9. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ВИХРЕТОКОВОГО КОНТРОЛЯ

3.9.1. Результаты контроля фиксируют в заключениях и журналах (см. приложения 3.1 и 3.2). В журнале и заключении указывают:

- а) наименование и индекс изделия;
- б) зоны контроля;
- в) наименование и номер по чертежу (эскизу) узла (детали);
- г) тип контролируемой поверхности с указанием о наличии (толщине) неэлектропроводящих покрытий или их отсутствии;
- д) объемы контроля;
- е) документацию, по которой выполнялся контроль;
- ж) тип и заводской номер дефектоскопа;
- з) тип и заводской номер преобразователя;
- и) наименование и номер образца, по которому производилась настройка пороговой чувствительности дефектоскопа;
- к) результаты контроля (обнаруженные дефекты отмечаются как на контролируемых участках конструкций и деталей, так и на эскизах (схемах контроля) с указанием их координат);
- л) дату проведения контроля и (для заключения) дату оформления заключения;
- м) фамилию, инициалы и подпись специалиста, проводившего контроль;
- н) уровень квалификации, номер квалификационного удостоверения специалиста, проводившего контроль;
- о) фамилию, инициалы и подпись руководителя лаборатории.

3.9.2. Журналы и копии заключений хранятся не менее нормативного срока эксплуатации технических устройств и сооружений при контроле в процессе их изготовления (строительства) и не менее пяти лет в других случаях.

3.10. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ВИХРЕТОКОВОГО КОНТРОЛЯ

3.10.1. При проведении работ по вихретоковому контролю специалист должен руководствоваться ГОСТ 12.2.003, ГОСТ 12.3.002, СНиП 12-03-99 «Безопасность труда в промышленности. Часть I. Общие требования», СНиП 12-04-2002 «Безопасность труда в промышленности. Часть II. Строительное производство», «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Межотраслевыми правилами по охране труда (правилами безопасности) при эксплуатации электроустановок» (ПОТ РМ-016–2001 – РД 153-34.0-03.150-00), а также должны учитываться по принадлежности РД 03-613-03⁶² и РД 03-614-03⁶³.

⁶² РД 03-613-03. Порядок применения сварочных материалов при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов / колл. авт. М. : Научно-технический центр по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России, 2004. 52 с.

3.10.2. Уровень шума, создаваемый на рабочем месте дефектоскописта, не должен превышать норм, допустимых по ГОСТ 12.1.003.

3.10.3. При организации работ по контролю должны соблюдаться требования пожарной безопасности по ГОСТ 12.1.004.

3.10.4. Перед допуском к проведению контроля лица, участвующие в его выполнении, проходят инструктаж по безопасным приемам выполнения работ с регистрацией в журнале по установленной форме. Инструктаж должен проводиться периодически в сроки, установленные приказом по организации (предприятию).

3.10.5. В случае выполнения контроля на высоте (ПОТ РМ 012-2000 «Межотраслевые правила по охране труда при работе на высоте»), внутри технических устройств (аппаратов) и в стесненных условиях специалисты, выполняющие контроль, должны пройти дополнительный инструктаж по технике безопасности согласно положению, действующему в организации (предприятии). Работы на высоте, внутри аппаратов должны выполняться бригадой в составе не менее 2–3 человек в зависимости от степени опасности.

3.10.6. Запрещается работа на неустойчивых конструкциях и в местах, где возможно повреждение проводки электропитания дефектоскопов.

3.10.7. Подключение дефектоскопов к сети переменного тока осуществляют через розетки, оборудованные защитным контактом в соответствии с требованиями «Правил устройства электроустановок» (ПУЭ) на специально оборудованных постах. При отсутствии на рабочем месте стационарных розеток подключение дефектоскопа к электрической сети проводит электротехнический персонал с соответствующей группой допуска по электробезопасности. Требования к подключению дефектоскопов должны соответствовать «Правилам устройства электроустановок».

3.10.8. Дефектоскопы с сетевым питанием, относящиеся к I классу защиты от поражения электрическим током, должны иметь исправную цепь заземления между корпусом прибора и заземляющим контактом штепсельной вилки (шиной заземления). Заземление производится гибким медным проводом сечением не менее 2,5 мм².

3.10.9. Рабочее место выполняющего контроль специалиста должно быть удалено от сварочных постов и защищено от лучистой энергии сварочной дуги.

3.10.10. Ответственность за соблюдение правил безопасности персоналом при проведении контроля возлагается на руководителя лаборатории неразрушающего контроля.

⁶³ РД 03-614-03. Порядок применения сварочного оборудования при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов / колл. авт. М. : Научно-технический центр по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России, 2004. 60 с.

3.11. ТРЕБОВАНИЯ К КОНТРОЛЬНЫМ ОБРАЗЦАМ

3.11.1. Контрольные образцы КО-1 предназначены для определения работоспособности и пороговой чувствительности вихретоковых дефектоскопов. Целесообразно использовать два образца (см. приложение 3.3).

3.11.1.1. Образец КО-1 № 1 для определения чувствительности при контроле плоской поверхности представлен на рис. 3.1.

3.11.1.2. Образец КО-1 № 2 для определения чувствительности при контроле ребра, представлен на рис. 3.2.

3.11.2. Контрольные образцы КО-1 изготавливают из материалов, отличающихся не более чем на 25 % по электрическим и магнитным свойствам от свойств материала объекта контроля. Прорези, имитирующие поверхностный дефект, создают электроэрозионным методом.

3.11.3. Контрольные образцы КО-2 изготавливают из материала объекта контроля или подбирают образцы объектов контроля с реальными дефектами. Ниже, в приложении 3.3, представлена форма паспорта на контрольный образец КО-2 (см. рис. 3.3).

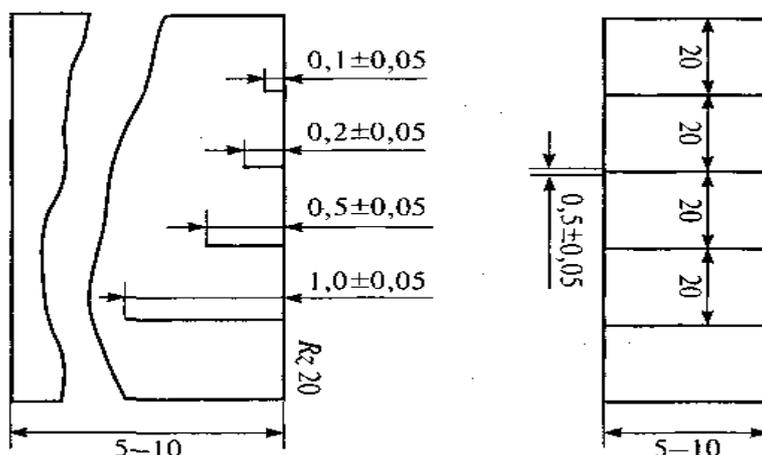


Рис. 3.1. Образец КО-1 № 1 для определения чувствительности при контроле плоской поверхности

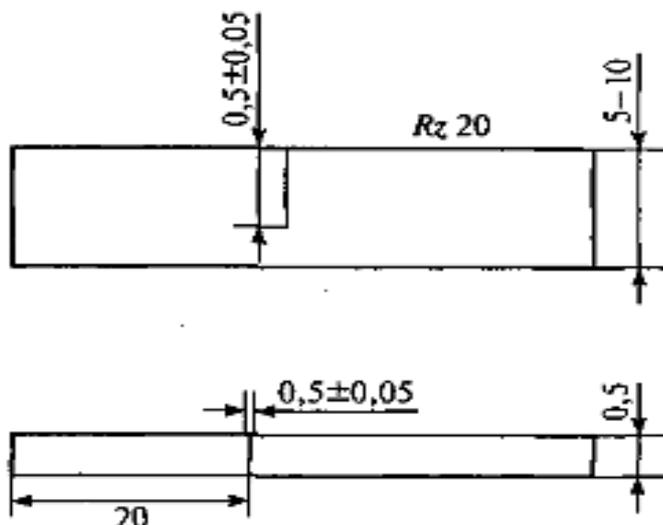


Рис. 3.2. Образец КО-1 № 2 для определения чувствительности при контроле ребра

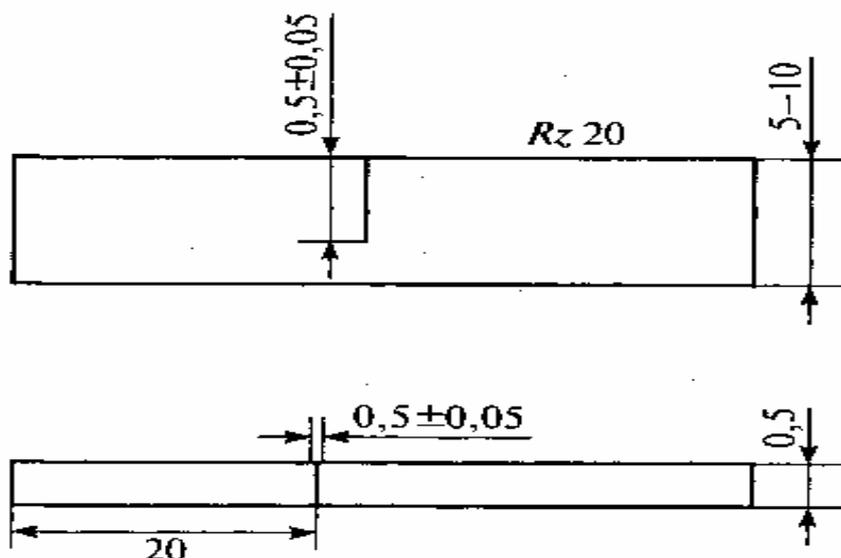


Рис. 3.3. Эскиз контрольного образца

3.12. ПРИМЕРЫ КОНТРОЛЯ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИЙ И ДЕТАЛЕЙ

3.12.1. Краевые зоны

3.12.1.1. Краевые зоны объекта контроля выделяют в отдельную зону контроля.

3.12.1.2. Контроль края конструкции и детали, выделенного в отдельную зону контроля, следует проводить при перемещении преобразователя вдоль края при обязательном поддержании постоянства расстояния от края. Для этой цели рекомендуется использовать специально изготовленные насадки (рис. 3.4).

3.12.1.3. Приближение преобразователя к краю детали ближе, чем на 1,0–1,5 диаметра сердечника преобразователя приводит к нарушению настройки дефектоскопа. В ряде дефектоскопов имеется сигнализация о приближении к краю. В других дефектоскопах влияние краевой зоны приводит к срабатыванию сигнализации об изменении зазора.

3.12.1.4. Чувствительность дефектоскопов при настройке на участке краевой зоны не снижается по сравнению с настройкой чувствительности на плоских участках. Дефекты, выходящие на кромку, часто выявляются лучше, чем на плоской поверхности. Чувствительность дефектоскопа может значительно изменяться при изменении наклона преобразователя, поэтому при контроле краевой зоны следует применять насадки для фиксации положения преобразователя.

3.12.1.5. В условиях контроля, когда доступ к участкам объекта контроля затруднен, надежность контроля снижается. Кроме того, в этих случаях возможно снижение чувствительности из-за невозможности соблюдения оптимальных условий контроля. Технологию контроля в этих случаях

следует отработать на реальных конструкциях (деталях) с использованием необходимых насадок к преобразователям.

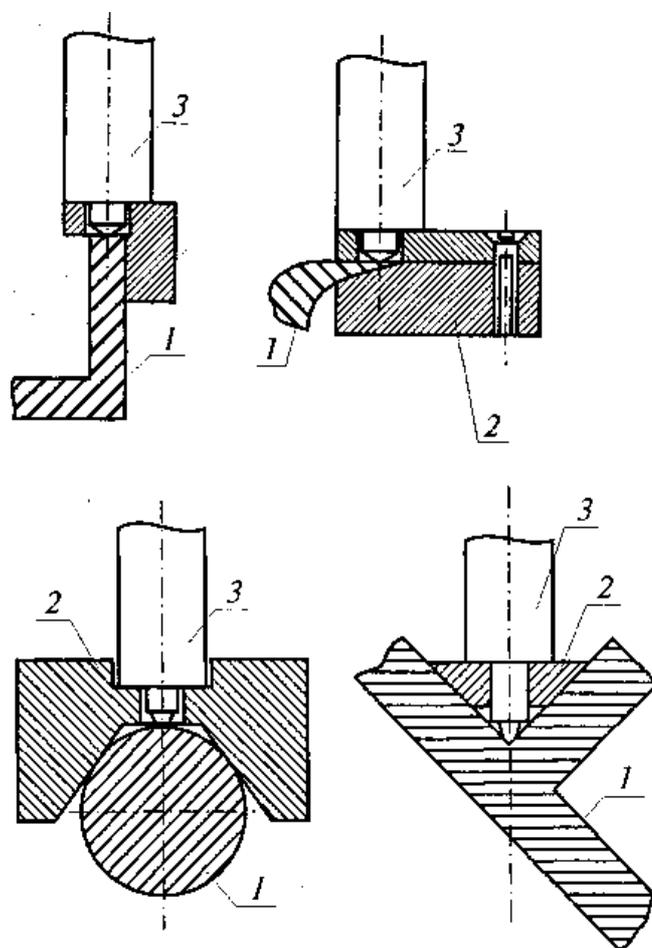


Рис. 3.4. Схемы позиционирования преобразователя с помощью специальных насадок: 1 – деталь; 2 – специальная насадка из диэлектрического материала; 3 – преобразователь

3.12.1.6. Настройка дефектоскопа производится при установке преобразователя на таком же расстоянии от края, при котором будет проводиться контроль. При необходимости проведения контроля на разных расстояниях от края эту зону контроля следует разделить на отдельные зоны контроля и контроль каждой из них проводить с отдельной настройкой дефектоскопа.

3.12.1.7. При непостоянной форме краевой зоны ее следует разделить по длине на отдельные зоны контроля.

3.12.1.8. При постоянной форме краевой зоны, когда направление перемещения преобразователя неизменно, скорость контроля ограничивается только техническими характеристиками дефектоскопа.

3.12.2. Галтели

3.12.2.1. Для достижения максимальной чувствительности следует применять преобразователь карандашного типа, установка которого перпендикулярно криволинейной поверхности в зоне контроля требует внимания и навыков специалиста.

3.12.2.2. Применение направляющих насадок к преобразователям целесообразно в случаях массового контроля однотипных деталей. В этих случаях целесообразно применять для каждого участка постоянной кривизны отдельную насадку.

3.12.2.3. Дефектоскоп предварительно настраивают с помощью специального контрольного образца (рис. 3.5), изготовленного из материала контролируемой детали и имеющего участки с такими же радиусами кривизны, как и у контролируемых галтелей.

Предварительную настройку выполняют в такой последовательности:

а) устанавливают в дефектоскопе диапазон, соответствующий материалу объекта контроля;

б) устанавливают преобразователь перпендикулярно контролируемой поверхности примерно в середине галтели, как показано на рис. 3.5;

в) настраивают дефектоскоп на бездефектном участке специального контрольного образца (в зоне 1, рис. 3.5) в соответствии с руководством по эксплуатации дефектоскопа;

г) перемещают преобразователь зигзагообразно с шагом сканирования Δ (рис. 3.7), не превышающим диаметр сердечника преобразователя (обычно $\Delta < 2$ мм);

д) убеждаются, что нет срабатывания сигнализации на бездефектных участках образца;

е) убеждаются, что при помещении преобразователя в зону трещины происходит срабатывание всех предусмотренных в этом случае видов сигнализации дефектоскопа.

3.12.2.4. После завершения предварительной настройки производят окончательную настройку на объекте контроля, выполняя следующие этапы:

а) выбирают зону для проведения контроля;

б) проверяют возможность установки преобразователя перпендикулярно к поверхности на всех участках контролируемой поверхности (рис. 3.8);

в) зигзагообразно перемещая преобразователь с шагом сканирования, не превышающим диаметр преобразователя (рис. 3.9), следят за появлением сигнала о дефекте. Если сигнал о дефекте отсутствует, то, установив преобразователь приблизительно в середине проверяемого участка, проводят настройку дефектоскопа в соответствии с его руководством по эксплуатации.

3.12.2.5. При проведении контроля преобразователь перемещают зигзагообразно по траектории (см. рис. 3.9) с шагом сканирования, не превышающим диаметр преобразователя, и, удерживая преобразователь перпендикулярно контролируемой поверхности, выявляют участки галтели, где появляется сигнал о дефекте.

3.12.14. Участки галтелей, на которых обнаружено появление сигнала о дефекте, следует повторно проконтролировать с уменьшенным шагом

сканирования. При появлении сигнала о дефекте этот участок следует отметить краской и зафиксировать результат в журнале (заключении).

3.12.15. При переходе к контролю галтельных зон, имеющих другой радиус кривизны, следует вновь произвести настройку дефектоскопа.

3.12.3. Проточки

3.12.3.1. Возможен контроль проточек только со скругленным переходом от стенок к основанию. В противном случае удастся проконтролировать только дно проточки.

3.12.3.2. Применение направляющих насадок целесообразно только при контроле однотипных деталей и при постоянстве радиуса кривизны проточки.

3.12.3.3. Предварительную настройку дефектоскопа осуществляют на специальном контрольном образце (рис. 3.10), изготовленном из материала контролируемого изделия. Предварительную настройку выполняют в такой последовательности:

а) устанавливают в дефектоскопе диапазон, соответствующий материалу объекта контроля;

б) устанавливают преобразователь перпендикулярно контролируемой поверхности в проточке (рис. 3.11);

в) настраивают дефектоскоп на бездефектном участке проточки специального контрольного образца в соответствии с руководством по эксплуатации дефектоскопа;

г) перемещают преобразователь зигзагообразно по проточке (рис. 3.12) и убеждаются в отсутствии срабатывания сигнализации о дефекте на бездефектных участках проточки;

д) убеждаются в появлении сигнализации о дефекте при помещении преобразователя на участок проточки с трещиной;

е) проверяют, что радиус проточки на специальном контрольном образце не превышает радиуса проточки, подлежащей контролю.

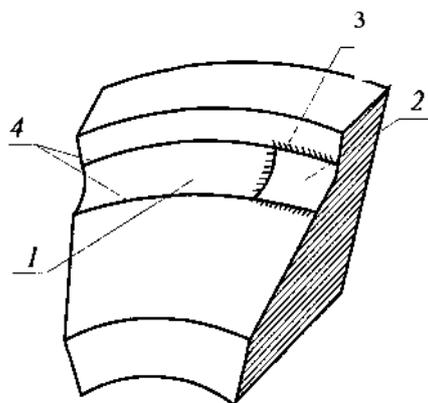


Рис. 3.5. Специальный контрольный образец для контроля галтелей: 1 – зона без трещин; 2 – зона с усталостной трещиной; 3 – границы зоны с трещиной (обозначаются красными линиями); 4 – границы зоны без трещины (обозначаются белыми линиями)

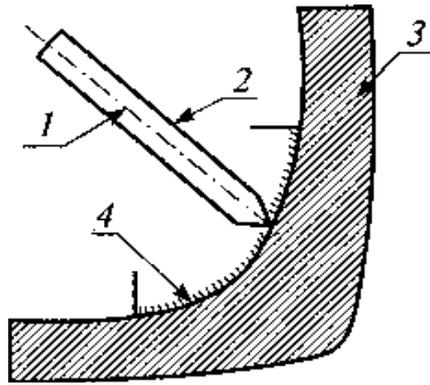


Рис. 3.6. Положение преобразователя при предварительной настройке:
 1 – нормаль к галтели; 2 – преобразователь; 3 – сечение специального контрольного образца;
 4 – галтель (зона настройки прибора)

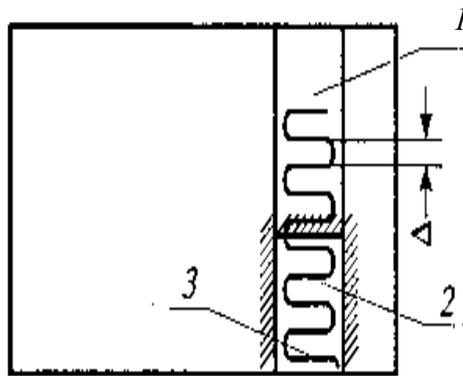


Рис. 3.7. Траектория перемещения преобразователя при предварительной настройке:
 1 – зона без трещины; 2 – зона с трещиной; 3 – траектория перемещения преобразователя;
 Δ – шаг сканирования преобразователя

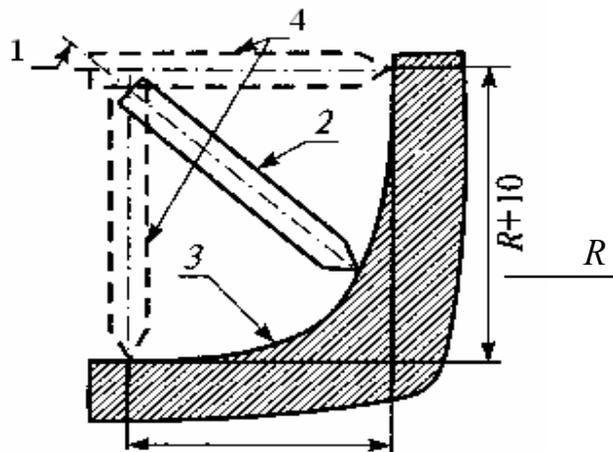


Рис. 3.8. Положение преобразователя в зоне галтели при настройке и контроле:
 1 – нормаль к галтели; 2 – положение преобразователя при настройке; 3 – зона контроля;
 4 – крайние положения преобразователя в зоне галтели

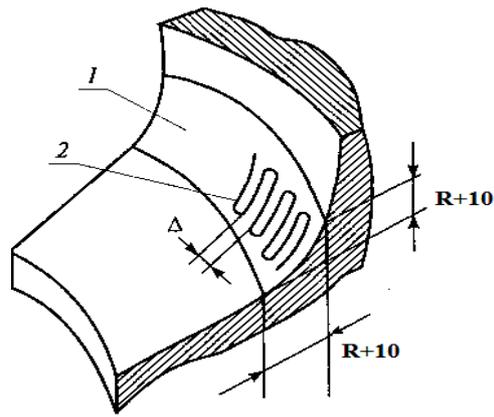


Рис. 3.9. Траектория перемещения преобразователя при контроле галтели:
 1 – зона контроля; 2 – траектория перемещения преобразователя;
 Δ – шаг сканирования преобразователя

3.12.3.4. После завершения предварительной настройки производят окончательную настройку на объекте контроля, выполняя следующие этапы:

- выбирают зону контроля;
- проверяют возможность установки преобразователя перпендикулярно поверхности проточки (рис. 3.13);
- следят за появлением сигнализации о дефекте, зигзагообразно перемещая преобразователь с шагом сканирования, не превышающим диаметр преобразователя (см. рис. 3.12). Если сигнал о дефекте отсутствует, то, установив преобразователь приблизительно в середине контролируемого участка, проводят настройку дефектоскопа в соответствии с руководством по его эксплуатации.

При контроле проточки преобразователь следует устанавливать не ближе 1,5 мм от кромок проточки. Если отклонение преобразователя от нормали к поверхности не превышает 10–15° при приближении к краям, то допустимость контроля при таких отклонениях следует проверить по паспорту (руководству по эксплуатации) дефектоскопа.

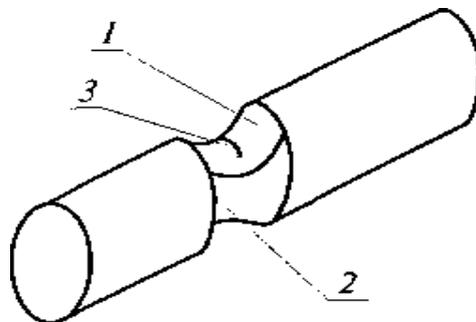


Рис. 3.10. Специальный контрольный образец с проточкой:
 1 – зона с трещиной; 2 – зона без трещины; 3 – трещина

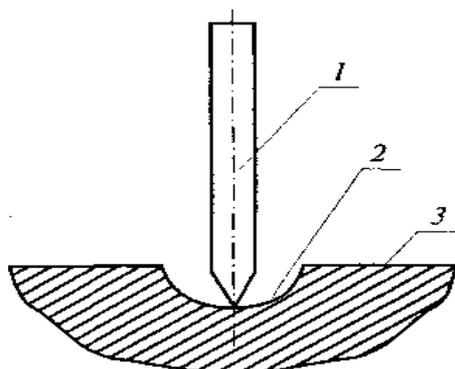


Рис. 3.11. Положение преобразователя в проточке при предварительной настройке:
 1 – преобразователь; 2 – проточка; 3 – объект контроля

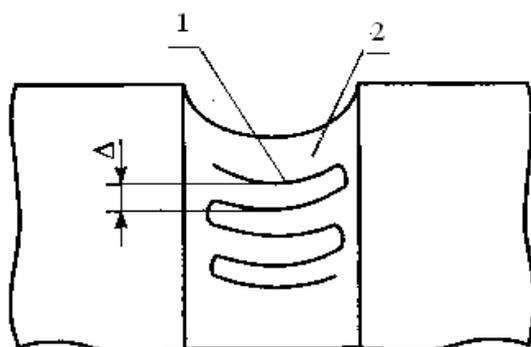


Рис. 3.12. Траектория перемещения преобразователя по проточке:
 1 – зона контроля; 2 – траектория перемещения преобразователя;
 Δ – шаг сканирования преобразователя

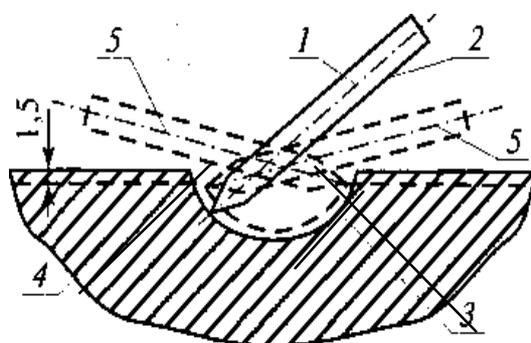


Рис. 3.13. Положение преобразователя относительно проточки при настройке:
 1 – нормаль к участку галтели; 2 – положение преобразователя при настройке; 3 – зона контроля; 4 – сечение проточки; 5 – крайние положения преобразователя при контроле

3.12.3.5. При проведении контроля преобразователь перемещают зигзагообразно по траектории (см. рис. 3.12) с шагом сканирования, не превышающим диаметр преобразователя, и, удерживая преобразователь перпендикулярно контролируемой поверхности, выявляют участки проточки, где появляется сигнал о дефекте. При этом следует учитывать, что выявление дефектов на расстоянии 1,5 мм и менее от края проточки не гарантируется.

3.12.3.6. Участки проточек, на которых обнаружено появление сигнала о дефекте, следует повторно проконтролировать с уменьшенным шагом сканирования. При появлении сигнала о дефекте этот участок следует отметить краской и результат зафиксировать в журнале (заключении).

3.12.3.7. При переходе к контролю других проточек следует вновь произвести настройку дефектоскопа.

3.12.4. Края отверстий

3.12.4.1. Выделяют не менее трех зон контроля по краю отверстия примерно через 120° (рис. 3.14).

Настраивают дефектоскоп в каждой из зон контроля, выполняя следующие операции:

а) устанавливают преобразователь в одной из зон контроля по нормали к поверхности на расстоянии 2–3 мм от края отверстия и настраивают дефектоскоп в соответствии с руководством по его эксплуатации;

б) производят сканирование вдоль края отверстия во всех выделенных зонах контроля, удерживая преобразователь на расстоянии 2–3 мм от края. При появлении сигнала о дефекте выполняют п. 3.4.3.

Если сигнал о дефекте отсутствует, то проводят настройку дефектоскопа в следующей зоне контроля также на расстоянии 2–3 мм от края отверстия и вновь выполняют контроль всего края отверстия. Операцию настройки в случае отсутствия сигнала дефекта повторяют для всех выделенных зон контроля.

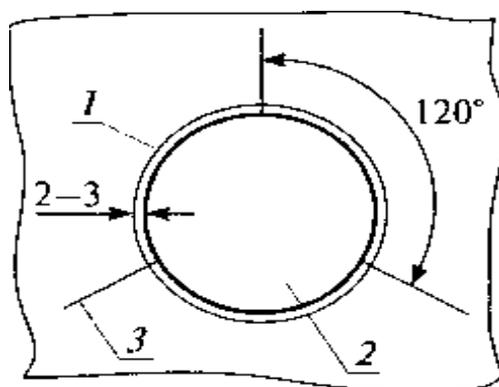


Рис. 3.14. Выделение участков в зоне контроля и траектория перемещения преобразователя:

1 – траектория перемещения преобразователя; 2 – отверстие;

3 – границы участков зоны контроля

3.12.4.2. При массовом контроле краев отверстий вокруг винтов, болтов и заклепок целесообразно использовать преобразователь в специальном держателе (рис. 3.15).

3.12.4.3. Участки краев отверстий, где обнаружены трещины, следует пометить краской и подвергнуть повторному контролю, предварительно вновь настроив прибор по бездефектному участку зоны контроля.

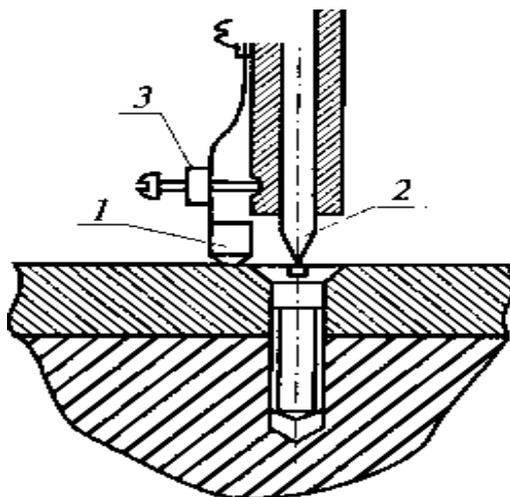


Рис. 3.15. Конструкция преобразователя для контроля краев отверстий вокруг винтов, болтов и заклепок: 1 – преобразователь; 2 – опора; 3 – регулятор радиуса контроля

3.12.5. Ступицы

3.12.5.1. На ступице по окружности через 10–40 мм в зависимости от диаметра, выделяют зоны контроля путем нанесения прямых линий длиной

15–20 мм в направлении образующей цилиндра (рис. 3.16).

3.12.5.2. Установив преобразователь в одной из зон контроля перпендикулярно к поверхности и на расстоянии не ближе 5–10 мм к торцу ступицы, настраивают дефектоскоп в соответствии с руководством по его эксплуатации.

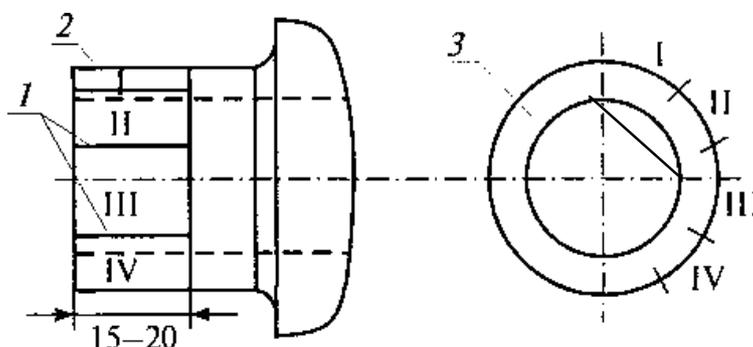


Рис. 3.16. Выделение участков на ступице для настройки и контроля: 1 – границы выделенных участков; 2 – области контроля (I, II, III и IV); 3 – торец ступицы

3.12.5.3. Проводят контроль выбранной зоны контроля, перемещая преобразователь зигзагообразно с шагом сканирования, не превышающим диаметр преобразователя (рис. 3.17). Преобразователь следует располагать не ближе 2–3 мм от торца ступицы. При необходимости контроля края следует учитывать требования п. 3.12.23.

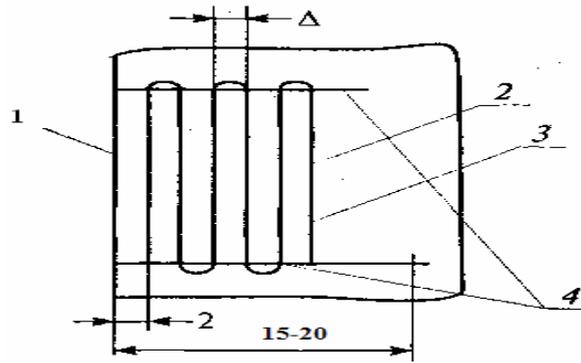


Рис. 3.17. Траектория перемещения преобразователя при контроле ступицы:
 1 – торец ступицы; 2 – выделенный участок ступицы; 3 – траектория перемещения преобразователя; 4 – границы, выделяющие участок ступицы; Δ – шаг сканирования преобразователя

3.12.5.4. Не изменяя настройки преобразователя, выполняют предварительный контроль всех выделенных зон контроля путем зигзагообразного перемещения преобразователя с шагом сканирования, не превышающим диаметр преобразователя, так, чтобы при перемещении преобразователя зоны частично перекрывались. Преобразователь в процессе контроля располагают не ближе 2–3 мм от торца ступицы. В областях, где появляется сигнал о дефектах, проводят окончательный контроль зон контроля, уменьшив шаг сканирования.

3.12.5.5. Участки ступицы, на которых появился сигнал о дефекте, помечают краской и подвергают повторному контролю, предварительно вновь настроив прибор на бездефектном участке. При обнаружении дефекта результаты заносят в журнал (заключение; см. приложение 3.1 и 3.2)

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ

1. Понятие вихретокового неразрушающего контроля (ВТК).
2. Характеристика поверхностных и подповерхностных дефектов подлежащих ВТК.
3. Основные положения деятельности лаборатории неразрушающего контроля, применяющей ВТК.
4. Основные средства, необходимые для проведения ВТК.
5. Квалификация персонала, обеспечивающего ВТК сварных конструкций и деталей машин.
6. Подготовительный технологический процесс ВТК сварных конструкций и деталей машин.
7. Вихретоковой преобразователь.
8. Вихретоковой дефектоскоп.
9. Технологический процесс проведения ВТК сварных конструкций и деталей машин.
10. Идентификация поверхностных и подповерхностных дефектов сварных швов, обнаруженных ВТК.
11. Правила оценки результатов, полученных ВТК.
12. Документирование результатов ВТК сварных конструкций и деталей машин.
13. Требования безопасности производства работ по обеспечению ВТК.
14. Требования к контрольным образцам для настройки вихретоковых дефектоскопов.
15. Основные положения практического применения ВТК для оценки качества краевых зон деталей машин и сварных конструкций.
16. Основные положения практического применения ВТК для оценки качества галтелей деталей машин.
17. Основные положения практического применения ВТК для оценки качества проточек деталей машин.
18. Основные положения практического применения ВТК для оценки качества отверстий в деталях машин.
19. Основные положения практического применения ВТК для оценки качества ступиц деталей машин (тормозных дисков, ходовых колес и др.).
20. Недостатки и ограниченные возможности ВТК.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Компьютерное проектирование и подготовка производства сварных конструкций : учеб. пос. для вузов / С. А. Куркин, В. М. Ховов, Ю. Н. Аксенов и др. ; под. ред. С. А. Куркина, В. М. Ховова. – М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2002. – 164 с.

2. Панасенко Н. Н. Тонкостенные стержни металлических конструкций грузоподъемных кранов : учеб. пос. / Н. Н. Панасенко, В. П. Юзиков. – Астрахань : Изд-во учеб.-методич. отдела АГТУ, 2000. – 100 с.

3. РД 03-613-03. Порядок применения сварочных материалов при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов. – М. : Научно технический центр по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России, 2004. – 52 с.

4. РД 03-614-03. Порядок применения сварочного оборудования при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов. – М. : Научно-технический центр по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России, 2004. – 60 с.

5. РД 03-615-03. Порядок применения сварочных технологий при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов. – М. : Научно-технический центр по безопасности и промышленности Госгортехнадзора России, 2004. – 36 с.

6. РД 13-03-2006. Методические рекомендации о порядке проведения вихревого контроля технических устройств и сооружений, применяемых и эксплуатируемых на опасных производственных объектах : [Утверждены приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 13.12.06 № 1072. Введены в действие с 25.12.06].

7. РД 24.090. 83-87. Нормы расчета пространственных металлоконструкций грузоподъемных кранов атомных станций на эксплуатационные и сейсмические воздействия / Н. Н. Панасенко, В. П. Юзиков, А. И. Левин и др. – М. : Минтяжмаш, 1987. – 264 с.

4. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЭЛЕКТРО- И ГАЗОСВАРОЧНЫХ РАБОТАХ

4.1. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

Область применения

Правила по охране труда при электро- и газосварочных работах (ПОТ РМ-020-2001⁶⁴; далее – правила) распространяются на работников и работодателей, связанных с выполнением и обеспечением электро- и газосварочных работ и контролем их качества в организациях, независимо от их организационно-правовых форм и форм собственности, а также на физические лица, занимающиеся указанными видами работ в порядке предпринимательской деятельности без образования юридического лица.

ПОТ РМ-020-2001 действуют на всей территории Российской Федерации и должны учитываться при строительстве новых, реконструкции и техническом перевооружении действующих организаций, цехов, производств, при разработке и эксплуатации оборудования, разработке и применении технологических процессов контроля и изготовления сварных конструкций.

Организация и контроль выполнения требований правил возлагается на работодателя, что соответствует ст. 14 Федерального закона от 17 июля 1999 г. № 181-ФЗ «Об основах охраны труда в Российской Федерации»⁶⁵.

Правила распространяются на оборудуемые и используемые в закрытых помещениях или на открытом воздухе стационарные, переносные и передвижные электро- и газосварочные установки, предназначенные для выполнения технологических процессов сварки, наплавки, резки (разделительной и поверхностной) плавлением и сварки с применением давления, в том числе:

- дуговой и плазменной сварки, наплавки, резки;
- атомно-водородной сварки;
- электронно-лучевой сварки;
- лазерной сварки и резки (сварки и резки световым лучом);
- электрошлаковой сварки;
- сварки контактным разогревом;
- контактной или диффузионной сварки, дугоконтактной сварки;
- газовой сварки;
- резки металлов.

На основе ПОТ РМ-020-2001 в организации с учетом конкретных условий в установленном порядке разрабатываются или приводятся в соответствие с ними инструкции по охране труда, технологические и эксплуа-

⁶⁴ ПОТ РМ-020-2001. Межотраслевые правила по охране труда при электро- и газосварочных работах. СПб. : ДЕАН, 2009. 80 с.

⁶⁵ Собрание законодательства Российской Федерации. 1999. № 29. Ст. 3702.

тационные документы на соответствующие процессы (работы) по контролю качества и изготовлению сварных конструкций.

Рассмотрим опасные и вредные производственные факторы для электродуговых и газовых способов сварки, наплавки и резки металлов и контроля их качества.

Процессы сварки, наплавки и резки металлов являются источниками образования опасных и вредных факторов, способных оказывать неблагоприятное воздействие на работников (персонала). К опасным и вредным производственным факторам относятся: твердые и газообразные токсические вещества в составе сварочного аэрозоля, интенсивное излучение сварочной дуги в оптическом диапазоне (ультрафиолетовое, видимое, инфракрасное), интенсивное тепловое (инфракрасное) излучение свариваемых изделий и сварочной ванны, искры, брызги и выбросы расплавленного металла и шлака, электромагнитные поля, ультразвук, шум, статическая нагрузка и т.д.

Количество и состав сварочных аэрозолей и аэрозолей припооя зависит от химического состава сварочных материалов и свариваемых металлов, способов и режимов сварки, наплавки, резки и пайки металлов. В зону дыхания сварщиков, резчиков и специалистов неразрушающего контроля могут поступать сварочные аэрозоли, содержащие в составе твердой фазы различные металлы (железо, марганец, кремний, хром, никель, медь, титан, алюминий, вольфрам и др.), их окисные и другие соединения, а также газообразные токсические вещества (фтористый водород, тетрафторид кремния, озон, окись углерода, окислы азота и др.). Воздействие на организм твердых и газообразных токсических веществ в составе сварочных аэрозолей может явиться причиной хронических и профессиональных заболеваний.

Интенсивность излучения сварочной дуги в оптическом диапазоне и его спектральный состав зависят от мощности дуги, применяемых сварочных материалов, защитных и плазмообразующих газов и т. п. При отсутствии защиты у персонала возможны поражение органов зрения (электроофтальмия, катаракта и т.п.) и кожных покровов (эритемы, ожоги и т.п.).

Интенсивность инфракрасного (теплового) излучения свариваемых изделий и сварочной ванны зависит от температуры предварительного подогрева изделий, их габаритов и конструкций, а также от температуры и размеров сварочной ванны. При отсутствии средств индивидуальной защиты персонала воздействие теплового излучения может приводить к нарушениям терморегуляции вплоть до теплового удара. Контакт с нагретым металлом может вызвать ожоги.

Искры, брызги и выбросы расплавленного металла и шлака могут явиться причиной ожогов.

Напряженность электромагнитных полей зависит от типа сварной конструкции и мощности сварочного оборудования, а также от configura-

ции свариваемых изделий. Характер их влияния на организм определяется интенсивностью и длительностью воздействия.

Источником ультразвука могут являться плазмотроны, ультразвуковые дефектоскопы и генераторы, электроды и др. Действие ультразвука зависит от его спектральной характеристики, интенсивности и длительности воздействия.

Источниками шума являются пневмоприводы, вентиляторы, плазмотроны, источники питания и др. Воздействие шума на организм зависит от спектральной характеристики и уровня звукового давления.

Источником локальной вибрации у работников лабораторий неразрушающего контроля (ЛНК) сборочно-сварочных цехов являются ручные пневматические инструменты, используемые для зачистки швов после сварки.

Статическая нагрузка на верхние конечности при ручных и полуавтоматических методах сварки, наплавки и резки металлов зависит от массы и формы электрододержателей, горелок, резаков, гибкости и массы шлангов, проводов, длительности непрерывной работы персонала ЛНК и др. В результате перенапряжения могут возникать заболевания нервно-мышечного аппарата плечевого пояса.

При выборе технологических процессов сварки и резки и контроля их качества предпочтение должно отдаваться тем, которые характеризуются наименьшим образованием опасных производственных факторов и минимальным содержанием вредных веществ в воздухе рабочей зоны. При невозможности применения безопасного и безвредного технологического процесса необходимо применять меры по снижению уровней опасных и вредных факторов до предельно допустимых значений.

Содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны на рабочих местах должно соответствовать требованиям, указанным в ГОСТ 12.1.005.

По степени воздействия на организм человека вредные вещества, в соответствии с классификацией ГОСТ 12.1.007, разделены на четыре класса опасности:

- 1 – вещества чрезвычайно опасные;
- 2 – вещества высоко опасные;
- 3 – вещества умеренно опасные;
- 4 – вещества малоопасные.

Допустимая плотность потока энергии электромагнитного излучения оптического диапазона (ультрафиолетового, видимого, инфракрасного) на рабочих местах должна соответствовать требованиям, установленным соответствующими нормативными правовыми актами (см. приложение 4.1).

Допустимые уровни звукового давления и эквивалентные уровни широкополосного шума на рабочем месте должны отвечать требованиям ГОСТ 12.1.003. Для тонального и импульсного шума допустимые эквивалентные уровни уменьшаются на 5 дБ. При эксплуатации установок кондиционирования, вентиляции и воздушного отопления сварочных постов допустимые эквивалентные уровни уменьшаются на 5 дБ.

Для оценки воздействия различных уровней звука при разной их длительности применяется показатель эквивалентного уровня звука. При уровнях звука выше допустимых на 5 дБ работники и персонал ЛНК должны быть снабжены средствами индивидуальной защиты. Для колеблющегося во времени и прерывистого шума максимальный уровень звука не должен превышать 110 дБА, а для импульсного шума 125 дБА.

Допустимые уровни ультразвука на рабочем месте оператора ЛНК и в сварочных цехах в течение восьмичасового рабочего дня должны соответствовать требованиям ГОСТ 12.1.001 (см. приложение 4.2).

Допустимые уровни производственной локальной вибрации от вспомогательного оборудования должны соответствовать требованиям ГОСТ 12.1.012 (см. приложение 4.3).

При невозможности снижения уровней опасных и вредных факторов до предельно допустимых значений по условиям контрольных и сварочных технологий, запрещается производить сварку, наплавку и резку металлов без оснащения персонала соответствующими средствами коллективной и индивидуальной защиты, обеспечивающими его безопасность.

4.2. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РУЧНОЙ ДУГОВОЙ СВАРКЕ И КОНТРОЛЕ ЕЕ КАЧЕСТВА

Персонал может приступить к работе по электросварке и контролю ее качества при условии, если оборудование, индивидуальные средства защиты и предохранительные приспособления соответствуют принятой в установленном порядке технологии и санитарно-гигиеническим условиям труда.

Ручную дуговую сварку и контроль ее качества следует производить, по возможности, на стационарных постах, оборудованных устройствами местной вытяжной вентиляции.

При невозможности производства сварочных работ на стационарных постах для локального удаления пыли и газообразных компонентов аэрозоля от сварочной дуги следует применять местные отсосы.

Рабочие места персонала, расположенные выше 1,3 м от уровня земли или сплошного перекрытия, должны быть оборудованы ограждениями высотой не менее 1,1 м, состоящими из поручня, одного промежуточного элемента и бортовой доски шириной не менее 0,15 м. Одновременная работа персонала ЛНК на различных высотах по одной вертикали возможна при наличии защиты персонала, работающего на нижних ярусах, от брызг металла, случайного попадания огарков и других предметов. Места производства электро- и газосварочных работ на данном, а также нижерасположенных ярусах (при отсутствии несгораемого защитного настила или настила, защищенного несгораемым материалом) должны быть освобождены от сгораемых материалов в радиусе не менее 5 м, а от взрывоопасных материалов и оборудования (газогенераторов, газовых баллонов и т.п.) – не менее 10 м.

Кабели (провода) электросварочных машин должны располагаться от трубопроводов кислорода на расстоянии не менее 0,5 м, а от трубопроводов ацетилена и других горючих газов – не менее 1 м.

Сварочные работы и контроль их качества персоналом ЛНК в колодцах, шурфах, замкнутых и труднодоступных пространствах выполняются только по специальному разрешению работодателя, выдающего наряд-допуск на производство работ повышенной опасности.

Сосуды и трубопроводы, находящиеся под давлением, сваривать запрещается. Производить сварку, резку и нагрев открытым пламенем аппаратов, сосудов и трубопроводов, содержащих под давлением любые жидкости или газы, заполненных горючими или вредными веществами или относящихся к электротехническим устройствам, не допускается без согласования с эксплуатирующей организацией мероприятий по обеспечению безопасности и без наряда-допуска.

При осуществлении вентилирования внутри изделий за счет общей вытяжной вентиляции объемы удаляемого воздуха должны определяться расчетом, исходя из количества одновременно работающих сварщиков и операторов ЛНК и количества расходуемого ими сварочного материала. При сварке и контроле ее качества внутри изделий, размещенных в помещении, скорость движения воздуха на рабочем месте должна составлять 0,7–2,0 м/с. Температура воздуха, подаваемого вентиляционными установками, не должна быть ниже 20 °С. Воздух, удаляемый вытяжными установками при сварке внутри изделий, следует из помещения отводить наружу.

Выброс загрязненного воздуха в помещение, в виде исключения, можно допустить от переносных вытяжных установок. Для этого случая следует при расчете общей вентиляции учитывать количество вредных веществ, выбрасываемых в помещение. При невозможности осуществления местной вытяжки или общего вентилирования внутри изделий следует предусматривать принудительную подачу под маску сварщика либо персонала ЛНК чистого воздуха в количестве 6–8 м³/ч, в холодный период года – подогретый до температуры не ниже 18 °С.

Необходимо также предусматривать наличие устройства для перекрытия газа на приспособлениях для поддува защитного газа.

Выбор электродов для серийного использования и производства сварных конструкций следует осуществлять на основании гигиенических сертификатов.

4.3. ТРЕБОВАНИЯ К ПРОЦЕССАМ СВАРКИ В ЗАЩИТНЫХ ГАЗАХ И ИХ СМЕСЯХ

Стационарное рабочее место, предназначенное для автоматической и механизированной сварки в защитных газах и их смесях, должно иметь:

– сварочное оборудование и оснастку рабочего места в соответствии с требованиями технологии;

– встроенные в технологическую оснастку или сварочную головку устройства для отсоса вредных пыли и газов.

При механизированной сварке плавящимися электродами в среде защитных газов на рабочих столах (или манипуляторах) должны быть установлены наклонные или вертикальные панели равномерного всасывания или широкие боковые отсосы, регулируемые с таким расчетом, чтобы не нарушать газовую защиту дуги.

Приспособления для установки свариваемых деталей (манипуляторы, кантователи) должны обеспечивать устойчивое положение свариваемой детали и при необходимости – удобство ее поворота и перемещения.

4.4. ТРЕБОВАНИЯ К ОБОРУДОВАНИЮ ДЛЯ СВАРКИ В УГЛЕКИСЛОМ ГАЗЕ И СМЕСЯХ ГАЗОВ

Конструкция держателя полуавтомата для сварки в среде углекислого газа должна обеспечивать быстрое снятие сопла для смены и очистки его от брызг. Сопло должно быть изолировано от токопроводящей части горелки.

В горелке следует предусмотреть наличие дополнительного вентиля для перекрытия газа после прекращения сварки. В автоматических и механизированных установках для сварки в среде защитных газов следует предусмотреть устройство для отсосов вредных пыли и газов.

Работники и персонал ЛНК, обслуживающие сварочные процессы совместно с электросварщиками, должны обеспечиваться теми же видами спецодежды и другими средствами индивидуальной защиты, что и сварщики. В случае выполнения ими только подготовительных операций на время сварки, они должны покидать рабочее место. Эксплуатация баллонов, контейнеров со сжиженным газом и рамп для использования защитных газов из баллонов должна осуществляться в соответствии с «Правилами устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением»⁶⁶.

К обслуживанию контейнеров (или сосудов-накопителей) со сжиженным газом, а также рамповой системы подачи газа к сварочным постам допускаются лица, прошедшие проверку знаний требований «Правил устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением».

Все оборудование (контейнеры, сосуды-накопители и др.), работающее под давлением, должно соответствовать техническим условиям и

⁶⁶ ПБ 03-576-03. Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением : [Утверждены постановлением Госгортехнадзора России от 11.06.03 № 91. Зарегистрированы Министерством юстиции Российской Федерации 19.06.03 г., рег. № 4776]. См.: Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением (ПБ 03-576-03). Сер. 03. Вып. 24 / колл. авт. М. : Научно-технический центр по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России, 2003. 192 с.

безопасной эксплуатации сосудов и быть зарегистрировано в органах Ростехнадзора.

Площадка, где устанавливается контейнер (сосуд-накопитель) со сжиженным газом, должна иметь металлическое ограждение, так, чтобы между контейнером и ограждением остался проход шириной не менее 1 м. Вблизи контейнера не должно быть источников нагрева. При использовании в качестве сосуда-накопителя транспортных автоцистерн площадка должна быть оборудована тельфером соответствующей грузоподъемности для погрузки и разгрузки автоцистерн.

При установке контейнера (сосуда-накопителя) на открытом воздухе, он должен быть снабжен навесом, защищающим его от попадания прямых солнечных лучей и осадков.

4.5. ТРЕБОВАНИЯ ПРИ РАБОТЕ С УГЛЕКИСЛЫМ ГАЗОМ

Помещение, где размещены контейнеры или рампа, должно быть хорошо вентилируемым. Температура воздуха помещения не должна превышать 25 °С.

На площадке подачи защитного газа к сварочным постам должно быть не более 20 баллонов. При замене пустых баллонов на заполненные необходимо закрывать вентили баллонов и коллектора. Не допускается пропускание газа в местах соединений: устранение неплотностей должно производиться только при закрытых вентилях баллонов, когда в системе нет давления. На площадке запрещается размещать посторонние предметы и горючие вещества.

Питание подогревателя (при централизованном снабжении сварочных постов углекислым газом от контейнеров или рамповой системы) должно осуществляться горячей водой или паром.

При эксплуатации контейнера со сжиженным углекислым газом рабочее давление автоматически должно поддерживаться в пределах 8–12 кгс/см². В любых случаях, при наличии в контейнере жидкой углекислоты, не допускается понижение давления в нем ниже 7 кгс/см².

Во время отбора газа из контейнера запрещается:

- производить ремонтные операции;
- отогревать трубы и аппараты открытым огнем;
- производить резкие перегибы гибких соединительных шлангов;
- производить подтяжку соединений под давлением.

При сварке на открытых площадках (вне цеха) в зимнее время баллоны с углекислым газом в целях избежания замерзания должны устанавливаться в специально утепленных помещениях.

Запрещается отогревать замерзший баллон (или редуктор) с углекислым газом пламенем горелки, струей пара и т.п. Для отогревания баллона с углекислым газом (или редуктора) необходимо прекратить отбор газа из баллона, внести его в теплое помещение с температурой 20–25 °С и оста-

вить его до отогревания. Допускается отогревание замерзшего редуктора водой с температурой не более 25 °С.

Разборка и ремонт вентилях баллонов и редукторов на рабочем месте запрещается. Ремонт должен производиться подготовленным персоналом.

Для предотвращения замерзания углекислого газа в редукторе, перед редуктором должен быть установлен подогреватель. Электрическая спираль подогревателя газа, устанавливаемого к редуктору баллона с углекислым газом, не должна иметь контакта с баллоном. Питание подогревателя должно осуществляться от сети с напряжением не выше 42 В и мощностью 70 Вт, исключающей возможность нагрева баллона.

При эксплуатации контейнеров, сосудов-накопителей и цистерн с жидким углекислым газом и аргоном, а также рамп для централизованного питания сварочных постов от баллонов, должны быть разработаны инструкции по технике безопасности с учетом предписаний разработчиков установок.

4.6. ТРЕБОВАНИЯ К ОБОРУДОВАНИЮ ДЛЯ СВАРКИ В ИНЕРТНЫХ ГАЗАХ

В целях удобства работы сварщика рекомендуется, чтобы вес горелки не превышал 1,5 кг.

Рукоятки горелок и пистолетов-горелок должны быть удобны для захвата и держания их в руке, соответствовать эргономическим требованиям. На рукоятке горелки должно быть предусмотрено устройство для отключения напряжения и подачи газа.

Во время работы температура рукоятки не должна превышать 40 °С. На случай нагревания рукоятки выше 40 °С горелки и пистолеты полуавтоматов должны иметь водяное или иное искусственное охлаждение.

Напряжение, питающее электродвигатель для подачи сварочной проволоки в пистолет-горелку шланговых полуавтоматов, не должно превышать 24 В для переменного тока или 42 В для постоянного тока. Рукоятки горелок и пистолетов-горелок шланговых полуавтоматов для защиты сварщика должны быть покрыты теплоэлектроизоляционным материалом. Электропровода и трубки для газа и воды, соединяющие пистолет-горелку со шкафом с электроаппаратурой, должны обладать достаточной гибкостью. Гибкий металлический шланг для направления сварочной проволоки из кассеты в пистолет-горелку шлангового полуавтомата должен быть покрыт электроизоляционным материалом.

4.7. ТРЕБОВАНИЯ ПРИ РАБОТЕ С АРГОНОМ

Аргон – газ без цвета и запаха, химически малоактивный. При увеличении концентрации аргона в замкнутом объеме понижается парциальное давление кислорода во вдыхаемом воздухе. Помещение, где размещены сосуды, контейнеры или рампы, не должно иметь технологического этажа (подвала) и углублений в покрытии пола более 0,5 м.

В процессе эксплуатации контейнера со сжиженным аргонем должны соблюдаться дополнительные меры безопасности:

а) опорожнение контейнера должно производиться только с помощью испарителя;

б) открытие и закрытие вентилей должно производиться плавно, без толчков и ударов;

в) запрещается производить подтяжку болтов и сальников на вентилях и трубопроводах, находящихся под давлением;

г) отсоединение шлангов следует производить только после полного испарения аргона;

д) не допускать попадания жидкого аргона на кожу человека, так как он вызывает тяжелое обморожение;

е) при отсоединении шлангов обслуживающий персонал не должен стоять напротив, так как возможен выброс из шланга газообразного или капельного аргона.

В процессе эксплуатации контейнеров (сосудов-накопителей) и рампы для централизованного использования газов от баллонов должен быть установлен постоянный контроль исправности всей предохранительной аппаратуры. Предохранительные клапаны должны быть отрегулированы и опломбированы, а также содержаться в чистоте.

4.8. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ К ПРОЦЕССАМ СВАРКИ И УСЛОВИЯМ ЕЕ КОНТРОЛЯ НА ПОТОЧНО-МЕХАНИЗИРОВАННЫХ И КОНВЕЙЕРНЫХ ЛИНИЯХ

Сварочные работы на линиях могут проводиться как на постоянных рабочих местах со стационарными автоматическими и полуавтоматическими сварочными машинами, так и на временных, организуемых для выполнения кратковременных операций при подготовке объектов сварки. На постоянных рабочих местах сварку выполняют электросварщики на машинах, на временных – электросварщики ручной сварки.

Организация сварочных процессов на поточных механизированных и конвейерных линиях должна соответствовать требованиям ПОТ РМ-020-2001; ГОСТ 12.2.022; ГОСТ 12.2.032; ГОСТ 12.2.033. Сварочные работы на поточных линиях выполняются в соответствии с требованиями ПОТ РМ-020-2001, ГОСТ 12.1.004 и ГОСТ 12.3.003.

При разработке технологического процесса сварки и контроле ее качества на поточно-механизированных и конвейерных линиях должна быть обеспечена максимальная механизация и автоматизация, с наличием специальных технических решений для локализации опасных и вредных производственных факторов и защиты работников и персонала ЛНК.

Для автоматизированных процессов сварки, сопровождающихся образованием вредных аэрозолей, газов и излучений, превышающих дейст-

вующие допустимые концентрации и уровни, необходимо предусматривать дистанционное управление, а также использование персоналом средств индивидуальной защиты. Удаление вредных пылегазовыделений следует предусматривать с помощью пылегазоприемников, встроенных или сблокированных со сварочными автоматами или полуавтоматами, агрегатами, порталами или манипуляторами.

Пульты управления обслуживающими грузоподъемными и транспортными средствами и средствами ЛНК следует объединять (располагать в непосредственной близости) с пультами управления сварочным оборудованием. Зоны размещения органов управления на пультах должны соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.032 и ГОСТ 12.2.033.

Для работы в аварийных условиях предусматривается система раздельного управления сварочными, контрольными и подъемно-транспортными операциями на линиях. Оборудование и пульта управления на сварочных поточно-механизированных линиях должны располагаться в одной плоскости для того, чтобы избежать необходимости перемещения рабочих и персонала ЛНК по вертикали.

Рабочее место оператора ЛНК у объединенного пульта необходимо оборудовать креслом, конструкция которого должна соответствовать требованиям ГОСТ 21889, или сиденьями со спинками, изготовленными из нетеплопроводных материалов.

Поточные сварочные линии должны располагаться в изолированных участках специально спроектированных цехов и зданий. Для предохранения персонала ЛНК, работающего на соседних рабочих местах от неблагоприятного действия факторов, сопровождающих сварку, участки сварки ограждаются несгораемыми перегородками или конструкциями порталов, консолей и т.д.

Участки поточных и конвейерных линий отделяются проходами от соседних участков, стен, подъездных путей и т.д. Расстояние до проходов от места сварки – не менее 5 м, чтобы обезопасить проходящих от слепящего действия сварочной дуги.

При невозможности выполнения указанных требований, у места сварки устанавливается несгораемая перегородка или ширма.

4.9. ТРЕБОВАНИЯ К ПРОЦЕССАМ КОНТАКТНОЙ СВАРКИ И СПОСОБАМ ЕЕ КОНТРОЛЯ

Необходимость установки машин контактной сварки на фундамент рассчитывается в каждом конкретном случае, в зависимости от статических и динамических нагрузок машин. При установке машин необходимо:

- а) тщательно осмотреть машины для контактной сварки, очистить их от пыли, грязи и консервационной смазки;
- б) проверить мегомметром все токоведущие части машины на обрыв, а также изоляцию обмоток и цепей управления относительно корпуса;

в) подключить машину к воздухопроводу (установить необходимое давление по манометру, открывая вентиль или задвижку);

г) подвести воду для охлаждения машины и прерывателей и обеспечить слив воды в канализацию;

д) заземлить машину и прерыватель, заземление подвести к специальным болтам на корпусах машины и прерывателя;

е) произвести подключение машин и прерывателей согласно схеме, указанной на таблице машины;

ж) удостовериться в герметичности пневматической системы машин;

з) проверить отсутствие утечки воздуха в пневматическом устройстве машины;

и) произвести заливку масла (для заливки применяется одно из минеральных масел: раз в неделю необходимо проверить наличие масла в маслораспределителе).

В системе охлаждения машины каждая ветвь обязательно проверяется на проникновение воды и герметичность всех соединений.

В воздушной и водяной магистралях должны иметься вентили.

Систему охлаждения необходимо продувать сжатым воздухом при длительном перерыве в работе или наличии опасности замерзания воды.

На рабочие части пневмоцилиндра и другие детали, подверженные коррозии, следует нанести антикоррозионную смазку.

Произвести пробный пуск машины без сварки, убедившись в исправной работе всех ее узлов, и возможности регулирования цикла сварки.

При точечной сварке на подвесных машинах следует проверить надежность затяжки всех болтовых соединений. После этого машина может быть подвешена.

Необходимо к подвесному устройству, кроме клещей, подвешивать токоведущие кабели. Запрещается при работе перебрасывать кабели через плечо оператора.

Для предосторожности следует пропустить дополнительную грузовую цепь или трос через второе подъемное кольцо.

Перед началом работы оператор обязан;

1) привести в порядок свое рабочее место;

2) подготовить к работе свои инструменты, приспособления и убедиться в их исправности;

3) проверить исправность воздушной и водяной систем;

4) не пользоваться случайными и неисправными приспособлениями;

5) проверить наличие и исправность установленных на машине предохранительных устройств;

6) проверить исправность блокировочных устройств, шкафов управления, заземления всех узлов и исправность изоляции;

7) проверить работу местной вытяжной вентиляции и глушителей;

8) проверить наличие и исправность штор и откидывающихся прозрачных экранов из оргстекла или откидывающихся щитков;

9) проверить надежность индивидуальных защитных средств.

Для защиты от искр и брызг расплавленного металла сварщик и персонал ЛНК должны пользоваться защитными очками или защитным щитком, спецодеждой и перчатками.

Во время работы оператор и персонал ЛНК обязаны:

- быть внимательным;
- не допускать на рабочее место лиц, не имеющих отношения к работе, не передавать управление машиной посторонним лицам;
- не производить самому смазку, чистку и уборку машины во время ее работы;
- следить за тем, чтобы провода не соприкасались с водой, а также чтобы на них не падали брызги расплавленного металла;
- проверить электроды; в случае прилипания электродов немедленно остановить машину и сообщить мастеру;
- строго соблюдать технологический режим, предусмотренный технологическим процессом сварки;
- не сваривать металл, покрытый грязью, краской, маслом, ржавчиной или толстым слоем окалины, а предварительно хорошо очистить его;
- надежно укрепить в машине или в приспособлении свариваемое изделие:
 - при сварке мелких деталей следить, чтобы руки оператора не прижало работающим электродом;
 - при работе на сварочной машине обеспечивать безопасность рук при работе роликов, электродов и других движущихся частей;
 - не трогать и не проверять руками места сварки, электроды и т.д. при работе машины; не облакачиваться на машину;
 - не прилаживать и не переставлять что-либо на машине или внутри машины во время ее работы;
 - не реже двух раз в смену производить полную очистку сварочного контура от грата, брызг расплавленного металла, окислов, окалины и пр. Все работы по наладке машин производить только при отключенном рубильнике.

При перерывах в работе (обеденный перерыв и пр.) необходимо обязательно выключить рубильник электрической станции, закрыть вентили воды, охлаждающей системы воздуха. В зимнее время необходимо сохранять циркуляцию воды.

При прекращении подачи электроэнергии выключить рубильник сварочной машины.

При обнаружении на машине неисправности электропроводов и нарушений нормальной работы электроаппаратуры (реле времени, электро-

клапаны, пусковые приборы и т.д.) прекратить работу и немедленно вызвать дежурного электромонтера. Самим неисправности не устранять.

При ремонте, осмотрах, смене и зачистке электродов и других подсобных работах машину следует отключить от источников питания электрическим током, сжатым воздухом водой и вывесить табличку «Не включать!».

Запрещается размещать воспламеняющиеся и огнеопасные материалы на расстоянии не менее 5 м от производства сварочных работ.

При возникновении пламени внутри корпуса машины следует немедленно остановить машину, выключить рубильник, открыть дверцы машины и погасить огонь сухим песком или огнетушителем, одновременно вызвав дежурного электрика. Во всех случаях пожара немедленно сообщить о пожаре в пожарную охрану по телефону или через электроизвещатель. До прибытия пожарных продолжать ликвидировать возгорание.

По окончании работы оператор обязан:

1) отключить машину в следующем порядке:

1.1) отключить от цехового щитка питания электроэнергией,

1.2) отключить питание воздухом,

1.3) отключить питание водой;

2) убрать свое рабочее место, сложить детали, сварные узлы, приспособления и инструмент на специально отведенные для них места;

3) убедиться, что после работы не осталось тлеющих предметов (ветоши, изоляционного материала и т. д.);

4) сообщить мастеру и сменщику обо всех неисправностях на рабочем месте, замеченных во время работы.

Сварочные машины должны обслуживаться сварщиком на машинах контактной сварки, слесарем-наладчиком и слесарем-электромонтером.

4.10. ТРЕБОВАНИЯ К ПРОЦЕССАМ СВАРКИ ПОД ФЛЮСОМ И СПОСОБАМ ЕЕ КОНТРОЛЯ

Сварочное оборудование, предназначенное для сварки под флюсом на стационарных постах, должно иметь:

а) приспособление для механизированной засыпки флюса в сварочную ванну;

б) флюсоотсос с бункером-накопителем и фильтром (при возврате воздуха в помещение) для уборки использованного флюса со шва.

Стационарные установки для электродуговой сварки флюсом должны быть оснащены местными отсосами.

Отсосы должны быть расположены непосредственно у места сварки (на расстоянии не более 40 мм от зоны дуги в сторону формирования шва). Рекомендуется применять отсосы щелевидной формы.

Скорость воздушного потока должна быть 4–9 м/с, в зависимости от требуемого объема отсасываемого воздуха.

Стационарные установки для сварки под слоем флюса должны обеспечиваться механизированными устройствами для очистки шва от шлаковой корки с одновременным его сбором. Ручная уборка флюса (в респираторе) допускается только в случаях, когда применение флюсоотсосов не представляется возможным.

В системе сбора и подачи флюса должна быть предусмотрена очистка выбрасываемого воздуха от пыли и газов.

При засыпке флюса в бункер автомата должны быть приняты меры по защите работающего и окружающих рабочих мест от запыления.

Для предупреждения повышенного выделения аэрозоля газов, применяющихся при механизированной и автоматической сварке, флюс должен быть сухим, не загрязненным посторонними веществами (смазывающими маслами, осколками флюсовой корки и т.д.).

При сварке под флюсом автоматами, передвигающимися по рельсовому пути, должны быть обеспечены надежность и правильность закрепления рельсового пути на изделии или на стенде, а также надежность крепления обратных и боковых роликов механизма передвижения автомата.

Рабочие места сварщиков и персонала ЛНК при сварке труб и других крупногабаритных конструкций должны быть оборудованы специальными кабинами с подачей приточного воздуха, тепло- и звукоизоляцией наружных поверхностей и пультами управления сварочным и контролирующим процессом.

4.11. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ГАЗОСВАРОЧНЫХ И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

Переносные ацетиленовые генераторы следует устанавливать на открытых площадках. Допускается временная их работа в хорошо проветриваемых помещениях. Ацетиленовые генераторы необходимо ограждать и размещать не ближе 10 м от мест проведения огневых работ, а также от мест забора воздуха компрессорами и вентиляторами. В местах установки ацетиленового генератора должны быть вывешены плакаты «Вход посторонним воспрещен - огнеопасно», «Не курить», «Не проходить с огнем». При эксплуатации переносных генераторов должны соблюдаться меры безопасности, указанные в паспортах на это оборудование.

По окончании работы карбид кальция в переносном генераторе должен быть выработан. Известковый ил, удаляемый из генератора, должен быть выгружен в приспособленную для этих целей тару и слит в иловую яму или специальный бункер.

Открытые иловые ямы должны быть ограждены перилами, а закрытые иметь негорючие покрытия и быть оборудованы вытяжной вентиляцией и люками для удаления ила.

Курение и применение открытого огня в радиусе менее 10 м от мест хранения ила не разрешается, о чем должны быть вывешены соответствующие запрещающие знаки по ГОСТ 12.4.026.

Закрепление газоподводящих шлангов на присоединительных ниппелях аппаратуры, горелок, резаков и редукторов должно быть надежным и выполнено с помощью хомутов.

Допускается вместо хомутов закреплять шланги не менее чем в двух местах по длине ниппеля мягкой отожженной (вязальной) проволокой.

На ниппели водяных затворов шланги должны плотно надеваться, но не закрепляться.

Карбид кальция должен храниться в сухих и проветриваемых помещениях.

Не разрешается размещать склады для хранения карбида кальция в подвальных помещениях и низких затапливаемых местах. Барабаны с карбидом кальция могут храниться на складах, как в горизонтальном, так и в вертикальном положении.

В механизированных складах допускается хранение барабанов с карбидом кальция в три яруса при вертикальном положении, а при отсутствии механизации – не более трех ярусов при горизонтальном положении и не более двух ярусов при вертикальном положении. Между ярусами барабанов должны быть уложены доски толщиной 40–50 мм, пропитанные огнезащитным составом. Горизонтально уложенные барабаны должны предохраняться от перекатывания. Ширина проходов между уложенными в штабеля барабанами с карбидом кальция должна быть не менее 1,5 м.

В помещениях ацетиленовых установок, где нет промежуточного склада карбида кальция, разрешается хранить одновременно суточную загрузку карбида кальция, причем из этого количества в открытом виде может быть не более одного барабана. Это требование относится и к производству ацетилена на ацетиленовых станциях.

Вскрытые барабаны с карбидом кальция следует защищать водонепроницаемыми крышками.

В местах хранения и вскрытия барабанов с карбидом кальция запрещается курение, пользование открытым огнем и применение искрообразующего инструмента.

Хранение и транспортирование баллонов с газами должно осуществляться только с навинченными на их горловины предохранительными колпаками. При транспортировании баллонов нельзя допускать толчков и ударов. К местам сварочных работ баллоны должны доставляться на специальных тележках, носилках либо санках. Переноска баллонов на плечах и руках не разрешается.

Баллоны с газом при их хранении, транспортировании и эксплуатации должны быть защищены от действия солнечных лучей и других источников тепла. Баллоны, устанавливаемые в помещениях, должны находиться от приборов отопления на расстоянии не менее 1 м, а от источников тепла с открытым огнем и печей – не менее 5 м. Расстояние от горелок (по горизонтали) до перепускных рамповых (групповых) установок должно быть не менее 10 м, а до отдельных баллонов с кислородом или горючих газов – не менее 5 м. Хранение в одном помещении баллонов с кислородом и баллонов с горючими газами, а также карбида кальция, красок, масел и жиров не разрешается.

При обращении с порожними баллонами из-под кислорода или горючих газов необходимо соблюдать такие же меры безопасности, как с наполненными баллонами.

При проведении газосварочных или газорезательных работ запрещается:

- отогревать замерзшие ацетиленовые генераторы, трубопроводы, вентили, редукторы и другие детали сварочных установок открытым огнем или раскаленными предметами;

- допускать соприкосновение кислородных баллонов, редукторов и другого сварочного оборудования с различными маслами, а также промасленной одеждой и ветошью;

- работать от одного предохранительного затвора двум сварщикам;

- загружать карбид кальция завышенной грануляции;

- загружать карбид кальция в мокрые загрузочные устройства;

- производить продувку шланга для горючих газов кислородом и кислородного шланга горючим газом, а также взаимно заменять шланги при работе;

- использовать шланги, длина которых превышает 30 м, а при производстве монтажных работ – 40 м;

- перекручивать, заламывать или зажимать газоподводящие шланги; переносить генератор при наличии в газосборнике ацетилена;

- форсировать работу ацетиленовых генераторов;

- применять инструмент из искрящегося материала для вскрытия барабанов с карбидом кальция.

4.12. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ПЯЛЬНЫХ И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

При проведении паяльных работ рабочее место должно быть очищено от горючих материалов, а находящиеся на расстоянии менее 5 м конструкции из горючих материалов должны быть защищены экранами из негорючих материалов или политы водой (водным раствором пенообразователя и т.п.).

Паяльные лампы необходимо содержать в полной исправности и не реже одного раза в месяц проверять их на прочность и герметичность с занесением результатов и даты проверки в специальный журнал. Кроме того, не реже одного раза в год должны проводиться их контрольные гидравлические испытания.

Каждая паяльная лампа должна иметь паспорт с указанием результатов заводских гидравлических испытаний и допустимого рабочего давления. Предохранительные клапаны должны быть отрегулированы на заданное давление, а манометры на лампах должны находиться в исправном состоянии.

Заправлять паяльные лампы горючим и разжигать их следует в специально отведенных для этих целей местах.

Для предотвращения выброса пламени из паяльной лампы горючее, заправляемое в лампу, должно быть очищено от посторонних примесей и воды.

Во избежание взрыва паяльной лампы запрещается:

- применять в качестве горючего для ламп, работающих на керосине, бензин или смесь бензина с керосином, а для ламп, работающих на бензине, керосин или смесь керосина с бензином;
- повышать давление в резервуаре лампы при накачке воздуха более допустимого рабочего давления, указанного в паспорте лампы;
- заполнять лампу горючим более чем на 3/4 объема ее резервуара;
- отворачивать воздушный винт и наливную пробку, когда лампа горит или еще не остыла;
- ремонтировать лампу, а также выливать из нее или заправлять ее горючим вблизи открытого огня (в том числе горячей спички, сигареты и т.п.).

4.13. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РЕЗКЕ МЕТАЛЛА

Требования безопасности при резке металла соответствуют требованиям, изложенным в п. 4.7–4.10.

Работы по напылению и резке металла с применением пропан-бутана или природного газа, а также применением открытого огня от других источников допускаются на расстоянии (по горизонтали) не менее:

- от групп баллонов (более двух), предназначенных для ведения газопламенных работ, – 10 м;
- от отдельных баллонов с кислородом и горючими газами – 5 м;
- от газопроводов горючих газов, а также газообразных постов, размещенных в металлических шкафах:
 - а) при ручных работах – 3 м;
 - б) при механизированных работах – 1,5 м.

Резка металла с использованием пропан-бутановых смесей разрешается на открытых площадках и в помещениях цехов. Применение пропан-бутановых смесей и жидкого горючего на строящихся и ремонтируемых судах в замкнутых и труднодоступных помещениях не допускается.

Металл, поступающий на сварку или газовую резку, должен быть очищен от краски (особенно на свинцовой основе), масла, окалины и загрязнения для предотвращения разбрызгивания металла и загрязнения воздуха испарением и газами.

При сварке и резке окрашенного и загрязненного металла, его необходимо очистить по линии реза или шва. Ширина очищаемой от краски полосы должна быть не менее 100 мм (по 50 мм на сторону).

Применение для этой цели газового пламени не допускается.

4.14. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ГАЗОВОЙ РЕЗКИ И СВАРКИ В ЗАКРЫТЫХ ПРОСТРАНСТВАХ

Газопламенную обработку материалов (ГОМ) в закрытых (замкнутых) сосудах, замкнутых отсеках металлоконструкций грузоподъемных кранов, пространствах и труднодоступных местах (резервуарах, котлах, цистернах, тоннелях, подвалах и т.п.) выполняют по наряду-допуску на особо опасные работы⁶⁷.

ГОМ, проводимая в замкнутых пространствах и труднодоступных местах, должна выполняться при выполнении следующих условий:

- наличие не менее двух проемов (окон, дверей, люков);
- тщательной очистки воздуха и проверки на содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны перед началом работ;
- проверки значений показателей пожарной опасности в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.004 и правилами пожарной безопасности ППБ 01-2003;
- отсутствие в воздухе концентрации взрывоопасных веществ, превышающей 20 % от нижнего предела взрываемости;
- осуществлении специальной вентиляции с помощью местных отсосов от стационарных и передвижных установок, если общеобменная вентиляция не обеспечивает нормальных условий работы сварщиков и операторов ЛНК;
- установки контрольного поста для наблюдения за работниками и наблюдающим.

При газовой сварке, резке или нагреве поверхностей металла внутри закрытых и труднодоступных помещений (отсеков замкнутых пространств металлоконструкций и секций сосудов, судов, резервуаров, котлов, цистерн и т.п.), помимо общеобменной вентиляции цеха, необходимо наличие непрерывно работающей приточно-вытяжной вентиляции, обеспечиваю-

⁶⁷ НПБ 110-03. Нормы пожарной безопасности: перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите автоматическими установками пожаротушения и автоматической пожарной сигнализацией : [Утверждены приказом МЧС РФ от 18.06.2003 № 315] / Правила, инструкции, нормы пожарной безопасности РФ : сб. норм. док., действующих в обл. пожарной безопасности (с изм. на 1 октября 2007 г.). 10-е изд. Новосибирск : Сибирское унив. изд-во, 2007. С. 213–226.

шей приток свежего и отток загрязненного воздуха из нижней и верхней частей замкнутого пространства или труднодоступного помещения.

При недостаточном количестве кислорода (менее 19 %) в воздухе резервуара или отсека работа в нем не допускается. До проведения газопламенных работ внутри междудонных и бортовых отсеков, нефтяных и угольных ям, а также в резервуарах, являющихся местом скопления вредных газов или нагретого воздуха, должны быть установлены и пущены в ход местные приточные и вытяжные вентиляторы, открыты двери, люки, горловины и иллюминаторы, имеющиеся в этих помещениях.

При ГОМ в помещениях малых объемов (сосудах, отсеках, цистернах и т.д.) рекомендуется применять общеобменную вентиляцию из расчета 4000–5000 м³ воздуха на 1 м³ сжигаемого ацетилена.

Во время работы в замкнутых пространствах и труднодоступных местах сварочный трансформатор, ацетиленовый генератор, баллоны со сжиженным или сжатым газом должны размещаться вне емкостей, в которых производится сварка.

ГОМ в отсеках разрешается проводить только в брезентовой или асбестовой одежде.

Одновременное производство электросварочных и газопламенных работ внутри емкостей не допускается, кроме того, не допускается применение бензорезов при выполнении газопламенных работ в резервуарах, колодцах, трубах и других замкнутых емкостях.

Освещение при производстве сварочных работ внутри металлических емкостей должно осуществляться с помощью светильников, установленных снаружи, или ручных переносных ламп напряжением не более 12 В.

При ГОМ в замкнутых пространствах запрещается:

- применять аппаратуру, работающую на жидком горючем;
- оставлять без присмотра горелки, резаки, рукава во время перерыва или после окончания работы;
- производить сварку и резку сосудов, находящихся под давлением или содержащих взрывчатые или токсичные вещества.

4.15. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ К ОРГАНИЗАЦИИ И ПРОВЕДЕНИЮ ГАЗОСВАРОЧНЫХ И ГАЗОРЕЗАТЕЛЬНЫХ РАБОТ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВИДА И СПОСОБА СВАРКИ И УСЛОВИЙ ТРУДА ПРИ ИХ ВЫПОЛНЕНИИ И КОНТРОЛЕ КАЧЕСТВА

До начала работ, связанных со сваркой или применением огня, должно быть получено разрешение органов местного пожарного надзора с предварительным проведением анализа проб воздуха из верхних точек помещения и подготовленных к ремонту аппаратов с тем, чтобы убедиться в отсутствии взрывоопасной концентрации ацетилена. Содержание ацетилена в пробе не должно превышать 0,3 мг/л.

В случае обнаружения утечек кислорода и ацетилена из трубопроводов и газоразборных постов и при невозможности быстрого устранения неисправностей поврежденный участок должен быть отключен, а помещение тщательно проветрено.

Отогрев замерзших ацетилено- и кислородопроводов должен производиться только паром или горячей водой. Применение открытого огня и электрического подогрева запрещается.

Количество горелок или резаков, установленных на машине, ограничивается пропускной способностью затвора. При ручных газопламенных работах к затвору может быть присоединена только одна горелка или резак.

В помещениях, где производится газопламенная обработка металла, должна быть обеспечена вентиляция для удаления вредных газов, выделяющихся при этих работах.

При неисправности вентиляции производство работ по газовой резке и сварке и контрольных работ ЛНК запрещается.

Питание электроэнергией газорезательных машин в цехах должно соответствовать требованиям действующих правил безопасности и устройства электротехнических установок⁶⁸.

Газоснабжение цехов, мастерских и участков газопламенных работ должно осуществляться:

– по газопроводам от ацетиленовых и кислородных станций, а также от распределительных рамп – при количестве постоянных постов для газовой сварки и резки более 10; если устройство газопроводов нерационально – от кислородных и ацетиленовых баллонов и от переносных ацетиленовых генераторов при количестве постов 10 и менее;

– от других источников газоснабжения (трубопроводов природного газа и других горючих газов, бачков с жидким горючим и т.п.).

Кислородные рампы для питания одного поста с числом баллонов до 6 разрешается устанавливать внутри цеха.

Все цеховые и межцеховые газопроводы должны быть заземлены, электрическое сопротивление между заземляющим устройством и любой точкой газопровода должно соответствовать ПУЭ⁶⁹.

В водяном затворе поста уровень воды или других жидкостей должен постоянно поддерживаться на высоте контрольного краника. При использовании сухого затвора следует проверять его состояние «закрит – открыт». Проверка должна производиться не реже трех раз в смену при выключенной подаче газа в затвор.

⁶⁸ См.: Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей. Сер. 17. Вып. 7. М.: Научно-технический центр по безопасности в промышленности, 2005.– 212 с.; ПОТ РМ-116-2001. Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок (с изм. и доп. 2003 г.). М.: Научно-технический центр по безопасности в промышленности, 2005. Сер. 17, вып. 6. 127 с.

⁶⁹ Правила устройства электроустановок (извлечения). М.: Научно-технический центр по безопасности в промышленности, 2005. 316 с.

Запрещается устанавливать жидкостные затворы открытого типа на газопроводах для природного газа или пропан-бутана. Уровень жидкости в затворе закрытого типа должен постоянно поддерживаться на высоте контрольного краника. Проверка уровня жидкости необходимо проводить не реже трех раз в смену при выключенной подаче газа в затвор.

При питании аппаратуры от газопровода с давлением газа выше 0,15 МПа (1,5 кгс/см²) у каждого рабочего поста на газопроводе нужно устанавливать постовой регулятор давления (редуктор).

Подача воздуха в резак тепловой машины от цеховой магистрали с давлением более 0,5 МПа должна производиться через редуктор.

При питании постов горючим газом и кислородом от баллонов последние должны устанавливаться в вертикальном положении в специальных стойках и прочно прикрепляться к ним хомутами или цепями.

При питании от единичных баллонов между баллонами, редукторами и инструментом (горелкой и резаком) следует устанавливать предохранительное устройство.

На стойках должны быть навесы, предохраняющие баллоны от попадания на них масла (например, с мостового крана). Баллоны должны находиться на расстоянии не менее 1 м от приборов отопления и не менее 5 м от источников тепла с открытым огнем и печей.

На участке и в мастерской газопламенной обработки не должно быть более одного запасного наполненного баллона на каждый пост и более десяти кислородных и пяти ацетиленовых запасных баллонов. При потребности участка с числом постов до 10 в большом количестве газа должно быть организовано вне помещения участка (цеха) рамповое питание или промежуточный склад хранения баллонов.

Отбор кислорода из баллонов должен производиться до остаточного давления газа в баллоне не менее 0,05 МПа (0,5 кг·с/см²).

Перед началом газовой сварки и резки следует произвести проверку:

а) плотности и прочности присоединения газовых шлангов к горелке (резаку) и редукторам;

б) наличия воды в затворе до уровня контрольного крана и плотности всех соединений в затворе на пропуск газа, а так же плотности присоединения шланга к затвору.

Разборку и ремонт вентиля баллонов должен производить завод (цех), наполняющий баллоны газом. В тех случаях, когда из-за неисправности вентиля баллонов газ не может быть использован, баллон подлежит отправке на завод-наполнитель (цех) с надписью мелом «Осторожно», «Полный»⁷⁰.

Запрещается установка стоек с баллонами в проходах и проездах.

⁷⁰ НПБ 160-97. Цвета сигнальные. Знаки пожарной безопасности. Виды, размеры, общие технические требования : [Утверждены Приказом ГУГПС МВД России от 24.07.1997 № 46 и Приказом МЧС России от 18.06.2003 № 316].

Запрещается соприкосновение баллонов, а также шлангов с токоведущими проводами, на что следует обращать особое внимание тех производственных участков, где одновременно применяется электрическая сварка, газопламенная обработка металлов и токоведущие провода приборов ЛНК.

Присоединение редуктора к баллону должно производиться ключом, постоянно находящимся у сварщика (газорезчика). Запрещается подтягивание накидной гайки редуктора при открытом венти́ле баллона.

Для открывания вентиля ацетиленового баллона и для управления редуктором у работника должен быть специальный торцевой ключ. Во время работы этот ключ все время должен находиться на шпинделе вентиля баллона. Использование для этих целей обычных гаечных ключей запрещается.

В случаях обнаружения пропуска газа через сальник ацетиленового вентиля после присоединения редуктора подтягивание сальников необходимо производить при закрытом венти́ле баллона. Запрещается эксплуатация баллона с венти́лем, пропускающим газ. Такой баллон с надписью мелом о неисправности вентиля должен направляться на завод-наполнитель (цех).

Горелки, резаки, шланги, редукторы, вентиля, водяные затворы и прочая аппаратура должны находиться в исправном состоянии. Венти́ли должны надежно перекрывать газ, а сальники не должны его пропускать. Запрещается эксплуатация аппаратуры, имеющей неплотности. При работе, как правило, клапан вентиля ацетиленового баллона должен открываться на 0,7–1,0 оборот с тем, чтобы обеспечить быстрое перекрытие вентиля при возникновении воспламенения или обратного удара.

Шланги должны применяться в соответствии с их назначением. Не допускается использование кислородных шлангов для подачи ацетилена или наоборот. Шланги при газовой сварке должны быть защищены от возможных повреждений. При укладке шлангов не допускается их сплющивание, скручивание и перегибание. Запрещается пользоваться замасленными шлангами. Не должно допускаться попадание на шланги искр, огня или тяжелых предметов, а также воздействие высоких температур. Не реже одного раза в месяц шланги должны подвергаться осмотру и испытанию.

При использовании ручной аппаратуры запрещается присоединение к шлангам вилок, тройников и т.д. для питания нескольких горелок (резаков).

Длина шлангов для газовой сварки и резки не должна превышать 30 м, а при производстве монтажных работ – 40 м. Минимальная длина участка стыкуемых шлангов – не менее 3 м, а количество стыков на шлангах – не более двух. Закрепление шлангов на присоединительных ниппелях аппаратуры (горелок, резаков, редукторов и др.) должно быть надежным: для этой цели необходимо применять специальные хомуты. Допускается обвязывать шланги мягкой отожженной стальной (вязальной) проволокой не менее чем в двух местах по длине ниппеля. Места присоединения шлангов должны тщательно проверяться на плотность перед началом и во время

работы. На ниппели водяных затворов шланги должны плотно надеваться, но не закрепляться.

Применение дефектных шлангов, а также подмотка их изоляционной лентой или другим материалом запрещается. При необходимости ремонта шланга его испорченные места должны быть вырезаны, а отдельные куски соединены специальными ниппелями. Запрещается производить соединение шлангов с помощью отрезков гладких трубок.

Выполнение газопламенных работ (сварки, резки, строжки, газовой выплавки пороков металла и нагрева изделия) должно производиться на расстоянии не менее 10 м от переносных генераторов, 1,5 м – от газопроводов, 3 м – от газоразборных постов при ручных работах и 1,5 м – при машинных. Указанные расстояния относятся к газопламенным работам, когда пламя и искры направлены в сторону, противоположную источникам питания газами. В случае направления пламени и искр в сторону источников питания газами должны быть приняты меры по защите их от искр или воздействия тепла пламени путем установки металлических ширм.

Работы по резке металла с применением пропан-бутана или природного газа, а также с применением открытого огня от других источников допускается на расстоянии (по горизонтали) не менее:

- от групп баллонов (более двух), предназначенных для ведения газопламенных работ, – 10 м;
- от отдельных баллонов с кислородом и горючими газами – 5 м;
- от газопроводов горючих газов, а также газоразборных постов, размещенных в металлических шкафах:
 - а) при ручных работах – 3 м;
 - б) при механизированных работах – 1,5 м.

Резка металла с использованием пропан-бутановых смесей разрешается на открытых площадках и в помещениях цехов.

Металл, поступающий на сварку или газовую резку, должен быть очищен от краски (особенно на свинцовой основе), масла, окалины, загрязнения для предотвращения разбрызгивания металла и загрязнения воздуха испарением и газами. Применение для этой цели газового пламени запрещается.

При зажигании ручной горелки или резака сварщики и резчики должны сначала немного приоткрыть вентиль кислорода, затем открыть вентиль ацетилена и после кратковременной продувки шланга от воздуха зажечь горючую смесь газов.

При длительных перерывах в работе (обеденный перерыв и т.п.), кроме горелок и резаков, должны быть закрыты вентили на кислородных и ацетиленовых баллонах или на газоразборных постах, а нажимные винты редукторов вывернуты до освобождения пружины. При перегреве горелки (резака) работа должна быть приостановлена, а горелка (резак) потушена и

охлаждена до полного остывания. Для охлаждения горелки каждый сварщик (резчик) должен иметь сосуд с чистой холодной водой.

При обратном ударе пламени следует немедленно закрывать вентиль на горелке (резаке), баллонах и водяном затворе. Прежде чем пламя будет зажжено вновь после обратного удара, должно быть проверено состояние затвора, кроме того, после каждого обратного удара обязательно следует проверить шланги.

При временном прекращении работ на газорезательных машинах, при наладке, установке копиров и т.д. подача газов и электрического тока к машине должна прекращаться.

4.16. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ГАЗОПЛАМЕННЫХ РАБОТ И КОНТРОЛЕ ИХ КАЧЕСТВА

При выполнении газопламенных работ необходимо выполнять следующие требования (см. приложение 4.4):

1. В сварочных цехах, на участках должна быть оборудована общеобменная вентиляция, на стационарных рабочих местах – местная вентиляция, обеспечивающая снижение содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны не выше ПДК, согласно ГОСТ 12.1.005.

2. Перед началом ГОМ должна проводиться проверка:

– герметичности присоединения рукавов к горелке, резаку, редуктору, предохранительным устройствам и другой аппаратуре;

– исправности аппаратуры, наличия разрежения в канале для горючего газа инжекторной аппаратуры;

– состояния предохранительных устройств;

– правильности подводки кислорода и горючего газа к горелке, резаку или газорезательной машине;

– правильности и исправности подвода тока и заземления;

– наличия и исправности средств пожаротушения.

3. В случае обнаружения утечек кислорода и горючего газа из трубопроводов и газоразборных постов и при невозможности быстрого устранения неисправностей, поврежденный участок должен быть отключен, а помещение тщательно проветрено.

Отогрев замерзших газопроводов должен производиться только паром или горячей водой. Применение открытого огня и электрического подогрева запрещается.

4. Газоснабжение цехов, мастерских и участков ГОМ должно осуществляться:

– по газопроводам от ацетиленовых и кислородных станций, а также от распределительных рамп – при количестве постоянных постов для газовой сварки и резки более 10. Если устройство газопроводов нерационально – от кислородных и ацетиленовых баллонов и от переносных ацетилено-

вых генераторов при количестве постов 10 и менее;

– от других источников газоснабжения (трубопроводов природного газа и других горючих газов, бачков с жидким горючим и т.п.).

Кислородные рампы для питания одного поста для газовой сварки и резки с числом баллонов до 6 разрешается устанавливать внутри производственного помещения.

Запрещается заполнение кислородом систем и трубопроводов без их предварительного обезжиривания.

5. На газопроводах для природного газа или пропан-бутана запрещается устанавливать жидкостные затворы открытого типа. Уровень жидкости в затворе закрытого типа должен постоянно поддерживаться на высоте контрольного краника. Проверка уровня жидкости должна проводиться не реже трех раз в смену при выключенной подаче газа в затвор.

6. При питании аппаратуры для ГОМ от газопровода с давлением газа выше 0,15 МПа у каждого рабочего поста для газовой сварки и резки на газопроводе нужно устанавливать постовой регулятор давления, который служит для снижения давления газа.

При питании постов для газовой сварки и резки горючим газом и кислородом от баллонов последние должны устанавливаться в вертикальном положении в специальных стойках и прочно прикрепляться к ним хомутами или цепями. На стойках должны быть навесы, предохраняющие баллоны от попадания на них масла (например, с мостового крана). Баллоны должны находиться на расстоянии не менее 1 м от приборов отопления и 5 м от источников тепла с открытым огнем.

7. При питании от единичных баллонов между баллонными редукторами и инструментом (горелкой, резаком и т.д.) следует устанавливать предохранительные устройства, в том числе пламегасящие.

На производственном участке ГОМ не должно быть более одного запасного, наполненного горючим газом и кислородом, баллона на каждый пост и не более десяти кислородных и пяти ацетиленовых запасных баллонов.

При потребности участка ГОМ с числом постов газовой сварки и резки до 10 с большим количеством газа должно быть организовано рамповое питание или промежуточный склад хранения баллонов, находящийся вне территории участка.

4.17. ТРЕБОВАНИЯ К ХРАНЕНИЮ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ГАЗОВЫХ БАЛЛОНОВ

Газовые баллоны надлежит хранить и применять в соответствии с требованиями правил устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением (см. ПБ 03-576-2003).

При хранении баллонов на открытых площадках навесы, защищающие их от воздействия осадков и прямых солнечных лучей, должны быть выполнены из негорючих материалов.

Баллоны с горючим газом, имеющие башмаки, должны храниться в вертикальном положении в специальных гнездах, клетях и других устройствах, исключающих их падение. Баллоны, не имеющие башмаков, должны храниться в горизонтальном положении на рамах или стеллажах. Высота штабеля в этом случае не должна превышать 1,5 м, а клапаны должны быть закрыты предохранительными колпаками и обращены в одну сторону.

Пустые баллоны следует хранить отдельно от баллонов, наполненных газом.

Газовые баллоны разрешается перевозить, хранить, выдавать и получать только лицам, прошедшим обучение обращению с ними и имеющим соответственное удостоверение.

При эксплуатации, хранении и перемещении баллонов с кислородом необходимо обеспечить меры защиты баллонов от соприкосновения с материалами, одеждой работников и обтирочными материалами, имеющими следы масел. Газовые баллоны должны предохраняться от ударов и действия прямых солнечных лучей. От отопительных приборов баллоны устанавливают на расстоянии не менее 1 м.

При перерывах в работе и в конце рабочей смены сварочную аппаратуру отключают. Шланги должны быть отсоединены, а давление в паяльных лампах полностью снято.

По окончании работы баллоны с газом размещают в специально отведенном для хранения баллонов месте, исключающем доступ посторонних лиц.

4.18. ТРЕБОВАНИЯ К ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ

Эксплуатация электрооборудования машин термической резки и процесс напыления (ПН) должны производиться в соответствии с требованиями «Правил устройства электроустановок» (ПУЭ) и межотраслевых ПОТ (РМ-016-2001).

Провода и кабели для питания электрооборудования машин и установок должны иметь надежную изоляцию и защиту от механических повреждений.

Электрооборудование машин термической резки должно иметь заземление. У стационарных машин заземлению подлежат станина или рельсовый путь, у переносных машин – корпус машины. Должны быть заземлены все цеховые и межцеховые газопроводы. Электрическое сопротивление между заземляющим устройством и любой точкой газопровода не должно превышать 100 Ом.

Сварочные цепи источников сварочного тока не должны иметь гальванических соединений с цепями, присоединяемыми к сети.

Отдельные элементы сварочной цепи, а также отрезки сварочных кабелей при наращивании длины необходимо соединять разъемными соединительными муфтами. Запрещается применять соединения сварочной цепи скрутками с оголенным кабелем. Токоведущие кабели сварочной цепи изолируют и защищают от механических повреждений по всей длине.

Цепи управления машин термической резки оснащают минимальной защитой, исключающей (независимо от положения органов управления) самопроизвольное включение машин термической резки при восстановлении внезапно исчезнувшего напряжения. Запрещается производить ремонт машин термической резки под напряжением. Переносные машины термической резки во время их передвижения необходимо отключать от электрической сети.

Органы управления машин термической резки снабжают надписями или символами, указывающими управляемый объект, к которому они относятся, его назначение и состояние: «Включено», «Отключено», «Тормоз», «Ход» и т.д.

Металлические валы ручных приводов, рукоятки и маховики должны быть изолированы от частей машин термической резки, находящихся под напряжением, и иметь электрический контакт с несъемными частями изделия, на которых расположен элемент заземления.

При электросварочных работах необходимо применять оборудование⁷¹, аппараты и приспособления, удовлетворяющие требованиям действующих стандартов и нормативов на соответствующее сварочное оборудование. Напряжение холостого хода источников сварочного тока не должно превышать максимальных значений, указанных в стандартах на соответствующее оборудование.

Для дуговой сварки необходимо применять изолированные гибкие кабели, рассчитанные на надежную работу при максимальных электрических нагрузках с учетом продолжительности цикла сварки.

Соединение сварочных кабелей следует производить опрессовкой, сваркой или пайкой с последующей изоляцией мест соединения. Подключение кабелей к сварочному оборудованию должно осуществляться при помощи опрессованных или припаянных кабельных наконечников.

При прокладке или перемещении сварочных проводов необходимо принимать меры против повреждения их изоляции и соприкосновения с водой, маслом, стальными канатами и горячими трубопроводами. Расстояние от сварочных проводов до горячих трубопроводов и баллонов с кислородом – не менее 0,5 м, а с горючими газами – не менее 1 м.

В электросварочных аппаратах и источниках их питания элементы, находящиеся под напряжением, закрывают оградительными устройствами.

⁷¹ Сварка и свариваемые материалы : справ. : в 3 т. / под ред. В. М. Ямпольского. М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 1998. Т. 3. 574 с.

Электрододержатели, применяемые при ручной дуговой электросварке металлическими электродами, должны соответствовать требованиям действующих стандартов.

Электросварочную установку (преобразователь, сварочный трансформатор и т.п.) присоединяют к источнику питания через рубильник и предохранители или автоматический выключатель, а при напряжении холостого хода более 70 В применяют автоматическое отключение сварочного трансформатора.

Металлические части электросварочного оборудования, не находящиеся под напряжением, а также свариваемые изделия и конструкции на все время сварки заземляют, кроме того, заземляющий болт корпуса сварочного трансформатора соединяют с зажимом вторичной обмотки, к которому подключается обратный провод.

В качестве обратного провода или его элементов могут быть использованы стальные шины и конструкции, если их сечение обеспечивает безопасное по условиям нагрева протекание сварочного тока. Соединение между собой отдельных элементов, применяемых в качестве обратного провода, должно быть надежным и выполняться на болтах, зажимах или сваркой.

Запрещается использовать провода сети заземления, трубы санитарно-технических сетей (водопровод, газопровод и др.), металлические конструкции зданий, технологическое оборудование в качестве обратного провода электросварки. В качестве обратного провода, соединяющего свариваемые изделия с источником сварочного тока, могут служить гибкие провода, а также металлические шины достаточного сечения, сварочные плиты и сама свариваемая конструкция.

Запрещается использование в качестве обратного провода сети заземления металлических строительных конструкций здания, коммуникаций и несварочного технологического оборудования. Соединение между собой отдельных элементов, используемых в качестве обратного провода, должно выполняться сваркой, струбциной или зажимом. При сварке круговых швов допускается соединение обратного провода со сварным изделием при помощи скользящего контакта.

Корпус любой электросварочной установки необходимо заземлять. Машины, в которых осуществление защитного заземления представляет трудности, необходимо оснастить устройствами защитного отключения, обеспечивающего отключение всех фаз сети при появлении в сварочной цепи напряжения сети. Для присоединения заземляющего провода на электросварочном оборудовании должен быть предусмотрен болт, расположенный в доступном месте, с надписью «Земля» (при условном обозначении «Земля»). Запрещается последовательное включение в заземляющий проводник нескольких аппаратов.

Для подвода тока от источника к электрододержателю установки ручной дуговой сварки должен использоваться гибкий провод в резиновой обо-

лочке. Запрещается применение проводов с изоляцией или в оболочке из горючих полимерных материалов. Сварочные провода должны соединяться способом горячей пайки, сварки или при помощи муфт с изолирующей оболочкой. Расстояние от сварочных проводов до горячих трубопроводов и баллонов с кислородом должно быть не менее 0,5 м, а с горючими газами – не менее 1 м.

На установках или автоматических линиях с большим фронтом обслуживания кнопки аварийного отключения должны располагаться друг от друга на расстоянии не более 10 м. Используемые в таких случаях кнопки управления должны иметь защелки, обеспечивающие только принудительное возвращение контактов в первоначальное состояние. Пульты управления оснащаются блокировками, исключающими возможность параллельного управления от различных пультов, сигнализаций, а также аварийными кнопками для включения установки (линии).

Схема присоединения нескольких источников сварочного тока при работе на одну сварочную дугу должна исключать возможность получения между изделием и электродом напряжения, превышающего наибольшее напряжение холостого хода одного из источников сварочного тока.

Все электросварочные установки с источником переменного и постоянного тока при сварке в особо опасных условиях (внутри металлических конструкций, емкостей, колодцев, отсеков строящихся либо ремонтируемых судов, на понтонах и т. д.), а также установки для ручной сварки на переменном токе, применяемом в особо опасных помещениях или вне помещений, должны быть оснащены устройствами отключения холостого хода или ограничения его напряжения до 12 В не позже чем через 1,0 с после размыкания сварочной цепи.

Ограничитель, выполненный в виде отдельной приставки, должен быть заземлен отдельным проводником.

Закрытые пространства резервуаров, котлов, металлических конструкций емкостей, отсеков судов и т.д. при выполнении работ по сварке, наплавке и резке должны освещаться с помощью светильников, установленных снаружи, или ручных переносных ламп напряжением не более 12 В. Трансформатор для переносных ламп следует устанавливать вне свариваемого изделия, а его вторичную обмотку заземлить. Запрещается применение автотрансформаторов для понижения напряжения питания светильников.

Электрододержатели для ручной дуговой сварки и резки металлическими угольными электродами должны удовлетворять требованиям действующих стандартов.

Запрещается оставлять на рабочем месте электросварочный инструмент, находящийся под напряжением. Запрещается производить ремонт электросварочных установок под напряжением.

Передвижные электросварочные установки на время их передвижения необходимо отключить от сети. Присоединение и отсоединение от се-

ти электросварочных установок, а также наблюдение за их исправным состоянием в процессе эксплуатации должен выполнять электротехнический персонал данного предприятия, имеющий квалификационную группу по электробезопасности не ниже III.

В связи с вероятностью воздействия электрического тока весь персонал, обслуживающий электросварочные установки, и персонал ЛНК должен проходить обучение и аттестацию на соответствующую квалификационную группу по электробезопасности.

Электросварщикам, прошедшим специальное обучение, может присваиваться в установленном порядке квалификационная группа по электробезопасности III и выше с правом присоединения и отсоединения электросварочных установок.

При выполнении сварочных работ внутри замкнутых объемов работодатель обязан обеспечить работников резиновыми диэлектрическими калошами, перчатками и резиновым шлемом. При работе лежа необходимо использовать резиновый ковер. Запрещается пользоваться металлическими щитками.

4.19. ПРОТИВОПОЖАРНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ

Производственные и вспомогательные помещения для производства газо- и электросварочных работ, а также рабочие места работников, занятых на ацетиленовых, кислородных и наполнительных установках, должны соответствовать требованиям пожарной безопасности⁷² в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.004 и обеспечиваться первичными средствами пожаротушения в соответствии с требованиями «Правил пожарной безопасности в Российской Федерации» (ППБ 01-03), а также пожарным инвентарем в соответствии с требованиями ГОСТ 12.4.009 и иметь степень огнестойкости согласно классификации производств по пожарной безопасности.

До начала проведения газо- и электросварочных работ, проводимых в помещении, должен быть проведен анализ проб воздуха из верхних точек помещения и подготовленных к ремонту аппаратов с тем, чтобы убедиться в отсутствии взрывоопасной концентрации ацетилена. Содержание ацетилена в пробе не должно превышать 0,3 мг/л.

По окончании газо- и электросварочных работ, наплавке, резке работник не должен покидать рабочее место, не убедившись в отсутствии очага, способного вызвать пожар на месте проведения работы и в смежных помещениях. Все работающие должны быть обучены правилам ликвидации первичных очагов пожара и правильному применению первичных средств пожаротушения.

При выполнении газо- и электросварочных работ сгораемые конструкции должны быть ограждены постоянными или переносными заграждениями,

⁷² Пожарная безопасность : сб. норм. док. М. : Изд-во НЦ ЭНАС, 2007. 496 с. (Нормативная база).

а сгораемые полы должны быть защищены металлическими листами. Переносные ограждения должны быть изготовлены из листовой стали.

Пожароопасные органические растворители в подготовительных отделениях необходимо хранить только в количестве, согласованном с органами пожарного надзора.

Места производства электросварочных и газопламенных работ на данном, а также на нижерасположенных ярусах (при отсутствии несгораемого защитного настила или настила, защищенного несгораемым материалом) должны быть освобождены от сгораемых материалов в радиусе не менее 5 м, а от взрывоопасных материалов и оборудования (газогенераторов, газовых баллонов и т.п.) – не менее 10 м.

4.20. РЕЖИМЫ ТРУДА И ОТДЫХА

Режимы труда и отдыха работников, занятых всеми видами газопламенной обработки металлов и работами по контролю их качества, производством ацетилена и кислорода, определяются правилами внутреннего трудового распорядка организации. Режимы труда и отдыха работников и персонала ЛНК, выполняющих работы в условиях воздействия опасных и вредных производственных факторов, определяются с учетом соответствующих для этих условий нормативно-правовых актов.

4.21. ТРЕБОВАНИЯ К ВЫБОРУ И ПРИМЕНЕНИЮ СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ

Работники, занятые производством газопламенных и электросварочных работ и контролем их качества, должны обеспечиваться средствами индивидуальной защиты, в соответствии с «Правилами обеспечения работников специальной одеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты» (СИЗ). Применяемые средства индивидуальной защиты должны соответствовать требованиям ГОСТ 12.4.011 (см. приложение 4.5).

Выбор конкретных типов средств индивидуальной защиты должен проводиться в зависимости от вида работ и применяемых веществ и материалов. Защитные средства, выдаваемые в индивидуальном порядке, должны находиться во время работы у работника и персонала ЛНК или на их рабочем месте.

Выбор СИЗ сварщиков и операторов ЛНК следует определять в зависимости от уровня загрязнения воздушной среды и поверхностей изделия токсичными веществами, интенсивности шума, вибрации, степени электробезопасности, микроклимата на рабочем месте и характера выполняемой работы.

СИЗ органов дыхания применяются в том случае, когда при помощи вентиляции не обеспечивается требуемая чистота воздуха рабочей зоны, предусмотренная требованиями ГОСТ 12.1.005. Выбор СИЗ лица и органов зрения должен производиться в зависимости от методов, режимов и видов работ,

интенсивности излучения и индивидуальной особенности зрения. Для защиты глаз от излучения, искр и брызг расплавленного металла и пыли должны применяться защитные очки типов «ЗП» и «ЗН». Выбор защитных очков следует производить в соответствии с требованиями ОСТ 21-6-87. Допускается использование светофильтров.

При ручной и механической газовой резке, ручной сварке, газовой строжке, газовой выплавке пороков металла и при нагреве изделий и процессом напыления (ПН) газосварщики и газорезчики должны быть обеспечены защитными очками закрытого типа со стеклами марки «ГС-2», имеющими плотность светофильтров «ГС-3» при использовании горелок (резаков) с расходом ацетилена до 750 л/ч, «ГС-7» – до 2500 л/ч и «ГС-12» – свыше 2500 л/ч. Вспомогательным рабочим и персоналу ЛНК, работающим непосредственно со сварщиком, резчиком или работником, выполняющим ПН, рекомендуется пользоваться защитными очками со стеклами марки «СС-14» со светофильтрами «П-1800».

Для защиты лица при сварке, резке, закалке, зачистке, нагреве и ПН работники должны обеспечиваться щитками, в соответствии с требованиями ГОСТ 12.4.023. Для ГОМ и ПН рекомендуется применять щитки типа:

НФ – с наголовным креплением, корпус щитка – светофильтрующий;

КФ – щитки с креплением на каске, корпус щитка – светофильтрующий;

РФ – щиток с ручкой, корпус щитка – светофильтрующий.

При проведении электросварочных и газопламенных работ воздействующий шум не должен превышать значений, предусмотренных требованиями ГОСТ 12.1.003.

При превышении предельно допустимых норм шума работники должны обеспечиваться СИЗ органов слуха: противошумными наушниками, шлемами или противошумными вкладышами. СИЗ органов слуха следует выбирать в зависимости от частотного спектра шума на рабочем месте. Типы и группы СИЗ органов слуха следует выбирать в соответствии с требованиями ГОСТ 12.4.051.

Работающие сварщики и операторы ЛНК, пользующиеся средствами индивидуальной защиты, должны быть проинструктированы о правилах пользования этими средствами и способах проверки их исправности.

Спецодежда должна быть безвредной, удобной, не стеснять движения работающего, не вызывать неприятных ощущений, защищать от искр и брызг расплавленного металла свариваемого изделия, влаги, производственных загрязнений, механических повреждений, отвечать санитарно-гигиеническим требованиям и условиям труда. Выбор спецодежды в зависимости от методов сварки и условий труда должен производиться в соответствии с рекомендациями ГОСТ 12.4.044, 12.4.045 и 12.4.010.

При выполнении работ по сварке, наплавке, резке, а также когда температура окружающего воздуха выше +50 °С, спецодежда должна обеспечивать эффективную теплозащиту. Для защиты рук при сварке, наплавке, ПН и резке работники должны обеспечиваться рукавицами, рукавицами с крагами или перчатками, изготовленными из искростойкого ма-

териала с низкой электропроводностью. Запрещается использовать рукавицы и спецодежду из синтетических материалов типа лавсана, капрона и т.д., которые не обладают защитными свойствами, разрушаются от излучений сварочной дуги и могут возгораться от искр и брызг расплавленного металла и спекаться при соприкосновении с нагретыми поверхностями.

Для защиты ног от ожогов брызгами расплавленного металла, механических травм, переохлаждения при работе на открытом воздухе зимой, перегревания при сварке изделий с подогревом, а также от поражения электрическим током, особенно при работе в закрытых сосудах, отсеках, работники должны обеспечиваться специальной обувью. Не допускается применять спецобувь с открытой шнуровкой и металлическими гвоздями.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ

1. Опасные и вредные факторы электро- и газосварочных работ.
2. Воздействие на организм человека твердых и газообразных токсических веществ – продуктов сварочных процессов.
3. Требования безопасности при ручной дуговой сварке (РДС) и контроле ее качества.
4. Требования безопасности к процессам сварки в защитных газах и их смесях и контролю ее качества.
5. Требования безопасности к оборудованию для сварки в углекислом газе.
6. Требования безопасности контрольных работ в зоне использования углекислого газа.
7. Требования безопасности к сварке в инертных газах и контролю ее качества.
8. Требования безопасности к процессам сварки и условиям ее контроля на поточно-механизированных линиях.
9. Требования безопасности к процессам контактной сварки и способам контроля ее качества.
10. Требования безопасности к процессам сварки под флюсом и способам контроля ее качества.
11. Требования безопасности при проведении газосварочных работ и способам контроля их качества.
12. Требования безопасности при проведении паяльных работ и способам контроля их качества.
13. Требования безопасности при резке горячекатаного проката и способам контроля качества сборочных деталей.
14. Требования безопасности при контроле качества сварки в закрытых пространствах.
15. Общие требования безопасности к организации и проведению сварочных работ и способам контроля их качества.
16. Требования безопасности при газопламенных работах и способам контроля их качества.
17. Требования безопасности к хранению и эксплуатации газовых баллонов.
18. Требования электробезопасности при контроле качества электро-сварочных работ.
19. Противопожарные требования в зонах производства сварочных и контрольных работ.
20. Требования к выбору и применению СИЗ персонала лабораторий неразрушающего контроля в зонах электрогазосварочных работ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. РМ-020-2001. Межотраслевые правила по охране труда при электро- и газосварочных работах. – СПб. : ДЕАН, 2009. – 80 с.
2. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей. – М. : Научно-технический центр по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России, 2005. – Сер. 17, вып. 7. – 212 с.
3. ПОТ РМ-116-2001. Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок (с изм. и доп. 2003 г.). – М. : Научно-технический центр по безопасности в промышленности, 2005. – Сер. 17, вып. 6. – 127 с.
4. Правила устройства электроустановок (извлечения). – М. : Научно-технический центр по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России, 2005. – 316 с.
5. НПБ 160-97. Цвета сигнальные. Знаки пожарной безопасности. Виды, размеры, общие технические требования : [Утверждены Приказом ГУГПС МВД России от 24.07.1997 г. № 46 и Приказом МЧС России от 18.06.2003 г. № 316].
6. Сварка и свариваемые материалы : в 3 т. Т. 2. Технология и оборудование : справ. / под ред. В. М. Ямпольского. – М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 1998. – 574 с.
7. Пожарная безопасность : сб. норм. док. – М. : НЦ ЭНАС, 2007. – 496 с. – (Нормативная база).
8. Панасенко Н. Н. Производственный контроль промышленной безопасности опасных производственных объектов. Рекомендации по разработке / Н. Н. Панасенко, А. А. Тверигин, Д. В. Карпов. – Астрахань : Изд-во учеб.-метод. отдела АГТУ, 2010. – 157 с.
9. Международные стандарты безопасности на рабочих местах «WWJSSS»/TYE WORLD S WORD FOR SAFETY (август 2000 г.). – 104 с.
10. НПБ 110-03. Нормы пожарной безопасности: перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите автоматическими установками пожаротушения и автоматической пожарной сигнализацией : [Утверждены приказом МЧС РФ от 18.06.2003 № 315] // Правила, инструкции, нормы пожарной безопасности РФ : сб. норм. док., действующих в области пожарной безопасности (с изм. на 1 октября 2007 года). – 10-е изд. – Новосибирск : Сибирское унив. изд-во, 2007. – С. 213–226.
11. ПБ 03-576-03. Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением : [Утверждены постановлением Госгортехнадзора России от 11.06.03 № 91, зарегистрированы Министерством юстиции Российской Федерации 19.06.03 г., рег. № 4776]. – М. : Научно-технический центр по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России, 2003. – 192 с.
12. Федеральный закон от 17 июля 1999 г. № 181-ФЗ «Об основах охраны труда в Российской Федерации» // Собрание законодательства Российской Федерации. – 1999. – № 29. – Ст. 3702.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Обеспечение контроля качества сварных конструкций и деталей грузоподъемных машин, автотранспортных и дорожных машин и др., как правило, входящих в системы технических устройств, применяемых на опасных производственных объектах (ОПО), согласно ФЗ № 116-ФЗ «О промышленной безопасности ОПО» от 21.07.97, неразрушающими методами в условиях их интенсивной эксплуатации остается актуальной проблемой, решение которой зависит от уровня подготовки молодых специалистов.

Задача обеспечения промышленной безопасности в условиях продолжающегося физического и морального износа оборудования на опасных производственных объектах, подконтрольных Ростехнадзору, Ространснадзору и другим надзорным ведомствам и отсутствия средств на его замену и реконструкцию обуславливает повышение роли неразрушающего контроля как одного из основных факторов, определяющих техническое состояние указанных объектов, возможность и сроки их дальнейшей эксплуатации, после исчерпания нормативного срока службы.

Развитие научно-технического прогресса в областях промышленного производства с повышенным уровнем опасности и решение задач по поддержанию высокой эксплуатационной надежности опасных производственных объектов требуют совершенствования и более широкого использования неразрушающих методов контроля.

Активное использование неразрушающего контроля в процессе изготовления, монтажа, строительства, ремонта и эксплуатации технических устройств, зданий и сооружений позволяет предотвратить внеплановые остановки и аварии, что особенно важно для опасных производственных объектов, так как аварии на них наносят большой вред здоровью и жизни людей, окружающей среде и приводят к значительному материальному ущербу.

Одним из основных направлений реализации ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» № 116-ФЗ является создание Ростехнадзором системы экспертизы промышленной безопасности, важным звеном которой является комплексная система обеспечения эффективного и достоверного неразрушающего контроля технических устройств, зданий, сооружений, машин и оборудования, основанная на реализации возможностей современных приборов, средств и методик контроля, введения единых требований к подготовке и аттестации персонала, а также к управлению структурными подразделениями, осуществляющими контрольные операции.

В 1999 г. в России разработана концепция управления системой неразрушающего контроля и основных направлений ее развития, утвержденная Ростехнадзором 28.08.99 и основывающаяся на положениях «Правил проведения экспертизы промышленной безопасности», утвержденных Постановлением Госгортехнадзора России от 06.11.98 № 64, зарегистриро-

ванных Минюстом России 08.12.98 № 1656, а также стандартах серии ГОСТ Р ИСО 9000 и европейских нормах серии EN 45000.

Концепция управления системой неразрушающего контроля предусматривает, среди других, три важных фактора:

1. Создание лаборатории неразрушающего контроля – организации, одним из видов деятельности которой является осуществление неразрушающего контроля, или подразделение организации, осуществляющее неразрушающий контроль технических устройств, зданий, сооружений, машин и оборудования для собственных нужд.

2. Создание независимого органа по аттестации лабораторий – организации, уполномоченной в рамках системы экспертизы промышленной безопасности проводить аттестацию лабораторий неразрушающего контроля согласно требованиям ПБ 03-372-2000 «Правила аттестации и основные требования к лабораториям неразрушающего контроля» (утв. Постановлением Госгортехнадзора России от 02.06.2000 № 29);

3. Аттестация персонала, лабораторий, методических документов и средств неразрушающего контроля – деятельность по подтверждению соответствия персонала, лабораторий, методических документов и средств неразрушающего контроля установленным требованиям промышленной безопасности, обеспечивающих радиационный, акустический (ультразвуковой), акустико-эмиссионный, магнитный, вихретоковой, электрический, оптический, визуально-измерительный, проникающими веществами, вибродиагностический и тепловой методы неразрушающего контроля.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1.1

1. Рекомендуемая форма акта

АКТ ВИЗУАЛЬНОГО И (ИЛИ) ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО КОНТРОЛЯ⁷³

_____ организация

АКТ № _____ от _____
визуального и (или) измерительного контроля (ВИК) _____

1. В соответствии с нарядом-заказом (заявкой) _____
(номер) _____

выполнен _____
(указать вид контроля (визуальный, измерительный))

контроль _____
(наименование и размеры контролируемого объекта, шифр документации, ТУ,
_____ чертежа, плавка (партия), номер объекта контроля)

Контроль выполнен согласно _____
(наименование и (или) шифр технической документации)

2. При контроле выявлены следующие дефекты _____
(характеристика дефектов: форма, размеры,
_____ расположение и (или) ориентация для конкретных объектов)

3. Заключение по результатам визуального и измерительного контроля: _____

Контроль выполнил _____
(уровень квалификации, № квалификационного удостоверения)

_____ (фамилия, инициалы, подпись)

Руководитель работ по визуальному и измерительному контролю _____
(фамилия, инициалы, подпись)

⁷³ *Примечание.* Допускается применение взамен приведенных других форм документов, разрабатываемых организацией в соответствии с требованиями действующей нормативно-технической документации, которые обеспечивают идентификацию и прослеживаемость деталей, узлов, изделий в процессе изготовления (монтажа, ремонта), фиксацию контролируемых параметров, объемов и методов контроля, оформление отчетной и учетной документации по визуальному и измерительному контролю.

Продолжение приложения 1.1

2. Пояснения к оформлению акта визуального и (или) измерительного контроля:

2.1. В п. 1 акта указываются вид контроля (визуальный, измерительный или визуально-измерительный), а также наименование контролируемого объекта (полуфабрикат, заготовка, деталь, конструкция, подготовка кромки детали под сварку, собранное под сварку соединение, готовое сварное соединение, выборка дефектного участка в материале и (или) сварном соединении, изделие), а также наименование и (или) шифры производственно-контрольного документа (программа входного контроля; карта или схема контроля; технологическая карта контроля; карта или схема операционного контроля) и нормативного документа, регламентирующего требования к оценке качества контролируемого объекта при визуальном и измерительном контроле.

При контроле материалов⁷⁴ (полуфабрикатов, заготовок, поковок) в п. 1 акта указываются марка материала, размеры (диаметр, толщина) и номер партии.

При контроле деталей и сборочных единиц в п. 1 акта указываются номер чертежа, размеры, марка материала (только для деталей), ее шифр согласно чертежу (стандарту).

При контроле подготовки кромок деталей, сборки соединения под сварку и готовых сварных соединений в п. 1 акта указываются номера соединений согласно сварочному формуляру или схемы расположения сварных соединений, а также размеры деталей соединения (диаметр, толщина), марка материала и способ сварки (для готовых сварных соединений).

При контроле выборок дефектных мест указываются наименование, марка материала и размеры объекта (диаметр, толщина), а также расположение выборки.

2.2. При заполнении п. 2 акта в нем указываются все отступления от норм НД, выявленные при контроле конкретных объектов (участков, соединений и пр.) в привязке к их номерам согласно сварочному формуляру, схемы расположения или схемы контроля.

В тех случаях, когда объект контроля соответствует требованиям НД, в акте делается отметка «дефекты отсутствуют». При этом указывают номера конкретных объектов в соответствии с документами, приведенными выше.

2.3. Допускается оформление одного акта на партию однотипных полуфабрикатов, заготовок, деталей, конструкций.

⁷⁴ См.: РД 24.090.52-90. Подъемно-транспортные машины. Материалы для сварных металлических конструкций. М. : ВНИИПТМАШ, 1990. 48 с; Сварка и свариваемые материалы : справ. : в 3 т. / под ред. Э. Л. Макарова. М. : Металлургия, 1991. Т. 1. 496 с.

АКТ
визуального и (или) измерительного контроля
качества сварных швов в процессе сварки соединения

_____ (организация)
АКТ № _____ от _____
визуального и (или) измерительного контроля (ВИК) качества сварных швов в процессе
сварки соединения _____
(наименование изделия и номер соединения)

1. Настоящим актом удостоверяется факт выполнения сварщиком _____

_____ (Ф.И.О., клеймо)
соединения _____

_____ (тип (типы) соединений)
(см. сварочный формуляр), выполненного _____

_____ (указать способ сварки и положение)
в соответствии с требованиями технологии сварки _____

_____ (указать шифр технологии)
и недоступного для контроля _____

_____ (указать способ контроля,
_____ предписанный конструкторской документацией)

2. При послыйном визуальном и измерительном контроле с оценкой качества по нормам
_____ для категории _____

_____ (шифр или наименование НД)
установлено, что сварное соединение признано годным и соответствует требованиям

_____ (указать НД или конструкторскую документацию)

Контроль выполнил: _____

_____ (уровень квалификации, № квалификационного удостоверения)

_____ (фамилия, инициалы, подпись)

Руководитель работ по визуальному
и измерительному контролю _____

_____ (фамилия, инициалы, подпись)

Протокол размеров изделия

Протокол размеров оформляется только в том случае, когда это указано в НД или ПКД на контролируемое изделие. Протокол размеров изделия (таблица) должен содержать фактические размеры изделия, выполненные в определенных сечениях, которые задаются «Схемой измерений _____».
(изделие)

Форма протокола размеров определяется при проектно-технологической подготовке контрольных работ. Протокол подписывается лицами, выполнявшими измерения, и руководителем работ по визуальному и измерительному контролю с указанием даты, фамилии и инициалов.

ЖУРНАЛ
учета работ и регистрации результатов
визуального и измерительного контроля

Результаты контроля продукции, изделий и объектов фиксируются в «Журнале учета работ и регистрации результатов визуального и измерительного контроля»⁷⁵, в котором указывают:

- 1) наименование и вид (тип) контролируемого объекта, его номер или шифр;
- 2) расположение и при необходимости размеры контролируемых участков на объекте контроля;
- 3) условия проведения контроля;
- 4) производственно-контрольный документ, его номер;
- 5) способ измерительного контроля и примененные приборы (инструменты);
- 6) марку и номер партии материала объекта контроля, а также обозначение стандарта или технических условий на материал и номер чертежа объекта (последнее только для деталей и сборочных единиц);
- 7) основные характеристики дефектов, выявленных при контроле (форма, размеры, расположение или ориентация относительно базовых осей или поверхностей объекта контроля);
- 8) наименование или шифр НД, согласно которой выполнена оценка качества;
- 9) оценку результатов контроля;
- 10) дату контроля.

Материалы (сведения), внесенные в «Журнал учета работ и регистрации результатов визуального и измерительного контроля», должны быть подписаны руководителем работ по визуальному и измерительному контролю с указанием даты, подписи, Ф.И.О. и условий проведения контрольных работ.

⁷⁵ *Примечание.* Допускается применение взамен приведенных других форм документов, разрабатываемых организацией в соответствии с требованиями действующей нормативно-технической документации, которые обеспечивают идентификацию и прослеживаемость деталей, узлов изделий в процессе изготовления (монтажа, ремонта), фиксацию контролируемых параметров, объемов и методов контроля, оформление отчетной и учетной документации по визуальному и измерительному контролю согласно РД 03-606-2003.

Приложение 1.5

УТВЕРЖДАЮ:

гл. инженер _____
предприятия-разработчика
« ____ » _____ 20 ____ г.
МП

КАРТА
технологического процесса сварки
Лист 1: листов 3

Наименование разработчика _____
адрес, телефон _____
Наименование изделия: _____
Наименование узла: _____
Способ (технология) сварки _____
ГОСТ на сварку, технология по РД 03-615-03 _____
НТД по сварке _____
(наименование, шифр)

Основной материал:
по РД 36-62-00* и РД 22-16-96* _____
(сталь, ГОСТ, обозначение)

Марка (марки, сочетание марок) _____
Толщина, мм _____
(по перечню свариваемых материалов)

Соединение:
Вид соединения _____
(стыковое, угловое и пр., ГОСТ на вид соединения)

Характер сварного шва _____
(односторонний, двусторонний, ГОСТ на характер шва)

Тип соединения _____
(шифр по ГОСТ 5264-80*, ОСТ 26-260.453-92 и др.)

Конструкция соединения	Конструктивные элементы шва
Эскиз и конструктивные размеры соединения, способ входа и схода сварных швов	Эскиз шва, разделка основного металла и их основные разделы и обозначения по ГОСТ, РД и др.

КАРТА
технологического процесса сварки
Лист 2: листов 3

Способ подготовки кромок
(наименование используемого оборудования)

Способ сварки.....
(в сборочном приспособлении, на прихватках, среда обитания)

Требования к прихватке.....
(способ сварки, количество, размеры)

Сварочные материалы.....
(марки, стандарт, ТУ, ГОСТ 9466-75*, РД 03-613-03)

Положение шва при сварке

Подогрев кромок.....
(температура, способ обеспечения и защиты зоны сварного шва)

Сварочное оборудование.....
(тип, марка, технические характеристики согласно РД 03-614-03)

Режим сварки:

Номер валика (слоя) сварного шва	Способ сварки (наплавки)	Диаметр электрода* (присадочной проволоки*), мм	Род тока, полярность	Сила тока, А	Напряжение, В	Скорость сварки, мм/с	Скорость подачи проволоки, м/ч	Дополнительные параметры (тип флюса, расход газа, сварочной проволоки и др.)

Технологические требования к сварке*: _____
отдельный эскиз очередности наложения сварных швов (валиков)
РД 31.44.05.80 и РД 03-615-03
Термическая обработка сварного соединения:
Способ термообработки _____
Режим термообработки _____
Требования по контролю качества сварного соединения: _____

(методы, объемы, нормы оценки качества)

Качество сварочных работ оценивается путем проведения ВИК – измерений ПВК, ВТК и УЗК сварных швов по ГОСТ 14782-86* и РД 31.44.05-80, проведение мехиспытаний образцов (по ГОСТ 6996-66*) лабораторией неразрушающего контроля согласно ПБ 03-372-00.

* *Примечание.* Приводятся требования к последовательности выполнения валиков (слоев) шва, температурному режиму сварки, наличию поворота и перемещению изделия при сварке, толщине корневой части шва, толщине и длине валиков (слоев) шва и т.п.

КАРТА
технологического процесса сварки

Лист 3: листов 3

Основание для разработки карты:

1. РД 03-613-03. Порядок применения сварочных материалов при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для ОПО. – М., 2004. – 51 с.
2. РД 03-614-03. Порядок применения сварочного оборудования при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для ОПО. – М., 2004. – 59 с.
3. РД 03-615-03. Порядок применения сварочных технологий при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для ОПО. – М., 2004. – 32 с.
4. РД 36-62-00. Оборудование грузоподъемное. Общие технические требования.
5. РД 22-16-96. Машины грузоподъемные. Выбор материалов для изготовления, ремонта и реконструкции сварных стальных конструкций.
6. ГОСТ 380-94. Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки.
7. ГОСТ 5264-80. Ручная дуговая сварка. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры.
8. ГОСТ 9087-81. Флюсы сварочные плавные. Технические условия.
9. ГОСТ 9467-75. Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки конструкционных теплоустойчивых сталей. Типы.
10. ГОСТ 19281-89. Сталь низколегированная сортовая и фасонная.
11. ГОСТ 2.602-95. ЕСКД. Ремонтные документы.
12. ПБ 03-372-00. Правила аттестации и основные требования к лабораториям неразрушающего контроля.
13. ГОСТ 9466-75. Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки сталей и наплавки. Классификация, размеры и общие технические условия.
14. ГОСТ 14782-70. Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Методы ультразвуковые.
15. ГОСТ 6996-66. Сварные соединения. Методы определения механических свойств.
16. ГОСТ 2246-70. Проволока стальная сварочная. Технические условия.
17. РД 31.44.05-80. Металлоконструкции крановые. Ремонт. Технические условия.
18. Катаев А. М. Справочная книга сварщика / А. М. Катаев, А. Я. Катаев. – М. : Машиностроение, 1985. – 256 с.
19. Ободянский А. В. Справочное пособие по сварке сталей / А. В. Ободянский, И. А. Золотарев. – Днепропетровск : Промінь, 1973. – 220 с.
20. Бондарь В. Х. Справочник сварщика-строителя / В. Х. Бондарь, Г. Д. Шкуратовский. – Киев : Будівельник, 1982. – 240 с.
21. Сварка в машиностроении : справ. : в 2 т. / под ред. А. И. Акулова. – М. : Машиностроение, 1978. – Т.2. – 462 с.
22. Технология электрической сварки металлов и сплавов плавлением / под ред. Б. Е. Патона. – М. : Машиностроение, 1974. – 768 с.
23. Лесков Г. И. Электрическая сварочная дуга / Г. И. Лесков. – М. : Машиностроение, 1970. – 335 с.
24. Лифшиц Л. С. Металловедение сварки и термическая обработка сварных соединений / Л. С. Лифшиц, А. В. Хакимов. – М. : Машиностроение, 1989. – 243 с.
25. Махненко В. И. Расчетные методы исследования кинетики сварочных напряжений и деформаций / В. И. Махненко. – Киев : Наукова думка, 1976. – 320 с.

26. Металлургия дуговой сварки / И. К. Походня, И. Р. Явдошин, А. П. Пальцевич и др. ; под ред. И. К. Походни. – Киев : Наукова думка, 2004. – 445 с.

27. Новожилов Н. М. Основы дуговой сварки в газах / Н. М. Новожилов. – М. : Машиностроение, 1979. – 230 с.

28. Потапов Н. Н. Основы выбора флюсов при сварке сталей / Н. Н. Потапов. – М. : Машиностроение, 1979. – 169 с.

29. Рыкалин Н. Н. Расчеты тепловых процессов при сварке / Н. Н. Рыкалин. – М. : Машгиз, 1951. – 296 с.

30. Сварка. Резка. Контроль : справ. : в 2 т. / под общ. ред. Н. П. Алешина, Г. Г. Чернышова. – М. : Машиностроение, 2004. – Т. 1. – 624 с.

Составил главный специалист _____
подпись Ф.И.О.

« _____ » _____ 20__ г.

ПЕРЕЧЕНЬ
рекомендуемых нормативных технических и методических документов
по проведению ПВК

1. ПБ 03-372–00. Правила аттестации и основные требования к лабораториям неразрушающего контроля.
2. ПБ 03-440-02. Правила аттестации персонала в области неразрушающего контроля.
3. ПБ 11-493–02. Общие правила безопасности для металлургических и коксо-химических предприятий и производств.
4. ПБ 03-428-02. Правила безопасности при строительстве подземных сооружений.
5. ПБ 03-498–02 Единые правила безопасности при разработке месторождений полезных ископаемых открытым способом.
6. РД 03-606-03. Инструкция по визуальному и измерительному контролю.
7. Правила устройства электроустановок.
8. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей.
9. Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок (ПОТ РМ-016-2001 – РД 153-34.0-03.150-00).
10. ГОСТ 28369-89. Контроль неразрушающий. Облучатели ультрафиолетовые. Общие технические требования и методы испытаний.
11. ГОСТ 2789-73. Шероховатость поверхности. Параметры и характеристики.
12. ГОСТ 18442-80. Контроль неразрушающий. Капиллярные методы. Общие требования.
13. ГОСТ 2424-83. Круги шлифовальные. Технические условия.
14. ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности.
15. ГОСТ 12.3.002–75 ССБТ. Процессы производственные. Общие требования безопасности.
16. ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования.
17. ГОСТ 12.1.010-76 ССБТ. Взрывобезопасность. Общие требования.
18. ГОСТ 12.1.005–88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
19. ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.
20. ГОСТ 12.4.021-75 ССБТ. Системы вентиляционные. Общие требования.
21. ГОСТ 12.2.007.0–75 ССБТ. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности.
22. ГОСТ 12.2.007.14-75 ССБТ. Кабели и кабельная арматура. Требования безопасности.
23. ГОСТ 12.1.003–83 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.
24. ГОСТ 12.4.011-89 ССБТ. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация.
25. ГОСТ 12.4.016–83 ССБТ. Одежда специальная защитная. Номенклатура показателей качества.
26. ГОСТ 12.4.020–82 ССБТ. Средства индивидуальной защиты рук. Номенклатура показателей качества.
27. ГОСТ Р 12.4.013-97 ССБТ. Очки защитные. Общие технические условия.
28. ГОСТ 9411–91. Стекло оптическое цветное. Технические условия.

29. ГОСТ 5949–75. Сталь сортовая и калиброванная коррозионно-стойкая, жаростойкая и жаропрочная. Технические требования.
30. ГОСТ 8505-80. Нефрас-С 50/170. Технические условия.
31. ГОСТ 1571–82. Скипидар живичный. Технические условия.
32. ГОСТ 9940–81. Трубы бесшовные горячедеформированные из коррозионно-стойкой стали. Технические условия.
33. ГОСТ 2603–79. Ацетон. Технические условия.
34. ГОСТ 5962–67. Спирт этиловый ректификованный.
35. ГОСТ 18300–87. Спирт этиловый ректификованный технический. Технические условия.
36. ГОСТ 17299–78. Спирт этиловый технический. Технические условия.
37. ГОСТ 982–80. Масла трансформаторные. Технические условия.
38. ГОСТ 21285–75. Каолин обогащенный для косметической промышленности. Технические условия.
39. ГОСТ 19608–84. Каолин обогащенный для резинотехнических и пластмассовых изделий, искусственных кож и тканей. Технические условия.
40. ГОСТ 83–79. Натрий углекислый. Технические условия.
41. ГОСТ 10689–75. Сода кальцинированная техническая из нефелинового сырья. Технические условия.
42. ГОСТ 11680–79. Ткани хлопчатобумажные бязевой группы.
43. ГОСТ 9412–83. Марля медицинская. Общие технические условия.
44. ГОСТ 3–88. Перчатки хирургические резиновые. Технические условия.
45. СНиП 12-03–2001. Безопасность труда в промышленности. Часть I. Общие требования.
46. СНиП 12-04–2002. Безопасность труда в промышленности. Часть II. Строительное производство.
47. СНиП 23-05–95. Естественное и искусственное освещение.
48. ТУ 24.11.042–93. Дефектоскопические комплекты в аэрозольной упаковке.
49. ТУ 38.401-58-10-90. Керосин осветительный.
50. ТУ 38-101913-82. Бензин авиационный Б-70.
51. ТУ 6-14-37–80. Красители органические. Жирорастворимые темно-красные «Ж».

ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОНТРОЛЬНЫХ ОБРАЗЦОВ ДЛЯ ПВК

Способ 1

1.1. Образец изготавливают из листовой стали марки «40Х13» по ГОСТ 5949 размером 100×30×(3–4) мм.

2.2. Вдоль образца проплавляют шов аргонодуговой сваркой без применения присадочной проволоки в режиме $j_{св}=100$ А ($U=10–15$ В).

3.3. Образец изгибают на любом приспособлении до появления трещин. Ширину раскрытия трещин измеряют с использованием микроскопа.

Способ 2

2.1. Образец изготавливают из листовой стали «ЭИ-962» (1Х12Н2ВМФ) размером 30×70×3 мм. Допускается применение любой азотируемой стали.

2.2. Полученную заготовку рихтуют и шлифуют на глубину 0,1 мм с одной рабочей стороны.

2.3. Заготовку азотируют на глубину 0,3 мм без последующей закалки.

2.4. Рабочую сторону шлифуют на глубину 0,02–0,05 мм. Параметр шероховатости поверхности $Ra < 10$ мкм.

2.5. Образец помещают в приспособление, которое устанавливают в тиски и плавно зажимают до появления характерного хруста азотируемого слоя.

2.6. Ширину раскрытия трещин измеряют с использованием микроскопа.

ПРИГОТОВЛЕНИЕ ИНДИКАТОРНЫХ ПЕНЕТРАНТОВ, ПРОЯВИТЕЛЕЙ И ОЧИСТИТЕЛЕЙ ДЛЯ ПВК

1. Приготовление индикаторных пенетрантов⁷⁶:

1.1. Индикаторный пенетрант «И101»: нориол-А (150 мл) подогревают на водяной бане при температуре 60 °С, добавляют керосин (850 мл) и перемешивают в течение 30 мин.

1.2. Индикаторный пенетрант «И102»: нориол-А (50 мл) добавляют в бензин (950 мл) и тщательно перемешивают до полного растворения.

1.3. Индикаторный пенетрант «И202»: краситель жирорастворимый темно-красный «Ж» (5 г) растворяют в скипидаре (500 мл) на водяной бане при температуре 60 °С в течение 30 мин; краситель жирорастворимый темно-красный «5С» (5 г) растворяют в смеси керосина (200 мл) и бензина (300 мл) на водяной бане при температуре 60 °С в течение 30 мин. Полученные растворы после охлаждения до температуры окружающего воздуха сливают вместе.

1.4. Индикаторный пенетрант «И203»:

1) краситель жирорастворимый темно-красный «Ж» (5 г) растворяют в скипидаре (500 мл) на водяной бане при температуре 60 °С в течение 30 мин; краситель жирорастворимый темно-красный «5С» (5 г) растворяют в смеси бензина (470 мл) с ксилолом (30 мл) на водяной бане при температуре 60 °С в течение 30 мин. Полученные растворы после охлаждения до температуры окружающего воздуха сливают вместе⁷⁷.

2) краситель жирорастворимый темно-красный «Ж» (10 г) растворяют в смеси скипидара (600 мл) и нориола А (100 мл) на водяной бане при температуре 60 °С в течение 30 мин; к полученному раствору добавляют бензин (300 мл).

1.5. Цветные индикаторные пенетранты («И202», «И203», «И204») необходимо отфильтровать (через фильтровальную бумагу, вату или сложенную в два слоя бязь) сразу после охлаждения приготовленного раствора до комнатной температуры.

1.6. Индикаторные пенетранты «И103» (люминесцентный): «И213» (цветной) выпускаются серийно в готовом виде, в розлив – от 1 л и более; могут поставляться комплектно с проявителем «П101» или «П104». Предназначены для нанесения на поверхность кистью или погружением. Предприятие-изготовитель – ОАО НПО «ЦНИИТМАШ».

1.7. Люминесцентные аэрозольные комплекты «СМ – ЛЮМ» и цветные аэрозольные комплекты «СМ» выпускаются серийно в аэрозольных упаковках комплектно: пенетрант и проявитель по ТУ 24.11.042-93. Площадь контроля одним аэрозольным комплектом не менее 3 м². Предприятие-изготовитель – ОАО НПО «ЦНИИТМАШ».

2. Приготовление проявителей:

2.1. Проявитель «П101»: в каолин (250 г) добавляют спирт (1000 мл) и перемешивают до однородной массы.

2.2. Проявитель «П103»: в каолин (200 г) добавляют натрия карбонат безводный (кальцинированную соду) в количестве 20 г и спирт (1000 мл), перемешивают до однородной массы.

⁷⁶ РД-13-06-2006. Методические рекомендации о порядке проведения капиллярного контроля технических устройств и сооружений, применяемых и эксплуатируемых на опасных производственных объектах. – М. : Промышленная безопасность, 2007.

⁷⁷ Допускается использование других дефектоскопических материалов отечественного и зарубежного производства, применимость которых подтверждена аттестацией.

2.3. Проявитель «П₁₀₄»: поставляется в готовом виде в розлив в комплекте с индикаторным пенетрантом «И₂₁₃».

Предприятие-изготовитель – ОАО НПО «ЦНИИТМАШ».

3. Приготовление очистителей:

3.1. Очиститель «М₁₀₁»: порошкообразное синтетическое моющее средство любой марки (5 г) растворяют в воде (1000 мл).

3.2. Очиститель «М₂₀₁»: спирт этиловый.

3.3. Очиститель «М₂₀₃»: вода.

3.4. Очиститель «М₂₀₄»: ацетон.

3.5. При проведении КК указанные в документе наборы дефектоскопических материалов могут быть использованы в аэрозольной упаковке.

3.6. Индикаторные пенетранты необходимо приготавливать в лаборатории в вытяжном шкафу или в другом специально выделенном для этого помещении, оснащенном необходимым оборудованием, с соблюдением правил техники безопасности

**ПЕРЕЧЕНЬ
реактивов и материалов, применяемых для ПВК**

№ п/п	Материал (реактив)	Нормативный документ
1	Керосин осветительный	ТУ 38.401-58-10-90
2	Бензин «Б-70» для промышленно-технических целей. Технические условия	ТУ 38-101913-82
3	Нефрас-С 50/170	ГОСТ 8505
4	Скипидар живичный	ГОСТ 1571
5	Ксилол	ГОСТ 9940
6	Ацетон	ГОСТ 2603
7	Спирт этиловый ректификованный	ГОСТ 5962
8	Спирт этиловый ректификованный, технический	ГОСТ 18300
9	Спирт этиловый технический	ГОСТ 17299
10	Масло трансформаторное	ГОСТ 982
11	Каолин обогащенный для косметической промышленности, сорт I	ГОСТ 21285
12	Каолин для фарфоровой промышленности	ГОСТ 19608
13	Краситель жирорастворимый темно-красный «5С»	ТУ 6-14-922-80
14	Краситель жирорастворимый темно-красный «Ж»	ТУ 6-14-37-80
15	Люминофор нориол-А	ТУ88ГССР01
16	Натрия карбонат безводный	ГОСТ 83
17	Сода кальцинированная	ГОСТ 10689
18	Ткани хлопчатобумажные бязевой группы	ГОСТ 11680
19	Марля медицинская	ГОСТ 9412
20	Перчатки резиновые хирургические	ГОСТ 3-88

ФОРМА ПАСПОРТА НА КОНТРОЛЬНЫЙ ОБРАЗЕЦ ПВК

ПАСПОРТ
на контрольный образец № _____

Образец из стали марки _____ предназначен для оценки чувствительности капиллярного контроля.

На образце имеется _____ поверхностных трещин. Нумерация трещин начинается от клейма. Размеры трещин указаны в таблице 1.

Таблица 1

Номер трещины от клейма	Размеры трещин, мм		Дата очередной переаттестации
	Ширина раскрытия	Длина	
1	2	3	4

Контрольный образец проверен
(дата, кто проверил)

и признан годным для определения чувствительности капиллярного контроля по классу (ГОСТ 18442–80) при проведении капиллярного контроля набором дефектоскопических материалов.

Фотография (эскиз) контрольного образца прилагается. Контрольный образец должен храниться в сухом месте в коробке.

Дата и подпись руководителя
метрологической службы
(Ф.И.О., подпись)

Дата и подпись руководителя
лаборатории неразрушающего контроля
(Ф.И.О., подпись)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ О РЕЗУЛЬТАТАХ КАПИЛЛЯРНОГО КОНТРОЛЯ

Штамп организации,
проводившей контроль.....
(дата)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ № _____

по капиллярному контролю (см. табл. 1) методом.
(цветным, люминесцентным)

Наименование и индекс изделия
Контроль проводился по
(наименование методической документации)

Оценка качества по
(наименование нормативной технической документации)

Класс чувствительности.....

Набор дефектоскопических материалов

Таблица 1

Объект контроля	Участок (по схеме контроля)	Проконтролированные участки (по схеме контроля)	Описание обнаруженных дефектов	Оценка качества
1	2	3	4	5

Примечание. К таблице 1 прикладывается схема контроля с указанием расположения и размеров проконтролированных участков и дефектов.

Контроль проводил
(подпись) (фамилия и инициалы специалиста)

Уровень квалификации, № удостоверения специалиста.....

Дата проведения контроля.....
(дата)

Руководитель лаборатории
неразрушающего контроля.....
(Ф.И.О., подпись)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ О РЕЗУЛЬТАТАХ ВИХРЕТОКОВОГО КОНТРОЛЯ

Штамп организации,
проводившей контроль.....
(дата)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ № _____
по вихретоковому контролю

Наименование и индекс изделия

Тип и заводской номер дефектоскопа.....

Тип и заводской номер преобразователя.....

Контроль проводился по.....
(наименование технической документации)

Настройка пороговой чувствительности дефектоскопа проводилась по образцу.....
.....
(наименование, №)

Наименование и номер по чертежу (эскизу) узла (детали)	Зона контроля	Тип контролируемой поверхности с указанием толщины покрытия (при наличии)	Объем контроля	Описание обнаруженных дефектов, их размеры	Оценка качества
1	2	3	4	5	6

Контроль проводил

(подпись, Ф.И.О. специалиста)

Уровень квалификации, номер квалификационного удостоверения специалиста

Дата проведения контроля

Руководитель лаборатории неразрушающего контроля

(подпись)

(Ф.И.О.)

Титульный лист журнала

ЖУРНАЛ
учета результатов вихретокового контроля

Штамп предприятия
(организации)

Руководитель лаборатории _____
(фамилия и инициалы)

Начат « ____ » _____ 200 ____ г.
Окончен « ____ » _____ 200 ____ г.

Первый лист журнала

Специалисты, допущенные к проведению контроля

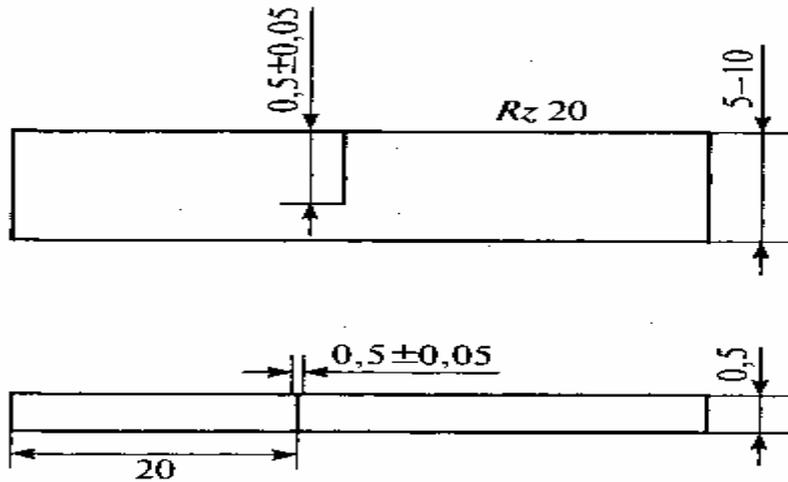
№ п/п	Ф.И.О. специалиста	Уровень квалификации	Дата допуска к контролю	Образец подписи
1	2	3	4	5

Основной лист журнала (см. п. 3.14)

Дата контроля	Характеристика объекта контроля					Параметры контроля		Наименование и номер образца, по которому производилась настройка пороговой чувствительности дефектоскопа	Результаты контроля		Номер и дата оформления заключения	Подпись специалиста, проводившего контроль	Подпись руководителя лаборатории
	Наименование и индекс изделия	Наименование и номер по чертежу (эскизу) узла (детали)	Зона контроля	Тип контролируемой поверхности и сведения от наличия (толщине) покрытия	Объем контроля	Дефектоскоп, тип.зав.№	Преобразователь, тип. Зав. №		Описание дефекта	Оценка качества			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14

ПАСПОРТ
на контрольный образец № _____
для вихретокового контроля

Эскиз контрольного образца



Контрольный образец из материала
 (наименование материала)

предназначен для определения работоспособности и пороговой чувствительности вихретоковых дефектоскопов.

На образце имеются _____ поверхностных дефектов, созданных
 (число)

.....
 (например, электроэрозионным методом)

Показания индикатора дефектоскопа типа на
 (тип дефектоскопа)

этом дефекте:
 (показания)

Условия хранения:
 (образец хранится в отдельной коробке в сухом месте)

Результаты переаттестации

Руководитель лаборатории неразрушающего контроля
 (Ф.И.О., подпись)

Руководитель службы метрологии
 (Ф.И.О., подпись)

Дата изготовления контрольного образца

Дата оформления паспорта

ПЕРЕЧЕНЬ
нормативных технических и методических документов,
ссылки на которые приведены в рекомендациях
по вихретоковому контролю

1. ПБ 03-372-00. Правила аттестации и основные требования к лабораториям неразрушающего контроля
2. ПБ 03-440-02. Правила аттестации персонала в области неразрушающего контроля.
3. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей.
4. Правила устройства электроустановок (ПУЭ, 1986 г.)
5. Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок [ПОТ РМ-016-2001 (РД 153-34.0-03.150-00)].
6. ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.
7. ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования.
8. ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности.
9. ГОСТ 12.3.002-75 ССБТ. Процессы производственные. Общие требования безопасности.
10. СНиП 12-03-01. Безопасность труда в промышленности. Часть 1. Общие требования.
11. СНиП 12-04-2002. Безопасность труда в промышленности. Часть 2. Строительное производство.
12. СП 12-135-2003. Безопасность труда в строительстве. Отраслевые типовые инструкции по охране труда. – Новосибирск : Сибирское унив. изд-во, 2009. – 280 с. – (Строитель).

Приложение 4.1

**Перечень нормативных правовых актов, содержащих государственные
нормативные требования охраны труда и безопасности
при электро- и газосварочных работах и контроле их качества**

№ п/п	Документ	Название документа
1	Федеральный закон от 17 июля 1999 г. № 181-ФЗ, ст. 14	Об основах охраны труда в Российской Федерации // Собрание законодательства Российской Федерации. – 1999. – № 29. – Ст. 3702)
2	ПОТР М-016-2001	Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок : [Утверждены постановлением Минтруда России от 05.01.2001 № 3]
3	ПОТР М-019-2001	Межотраслевые правила по охране труда при производстве ацетилена, кислорода, процессе напыления и газопламенной обработке металлов
4	ГОСТ 12.1.004-91	ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования
5	ГОСТ 12.1.005-88	ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования
6	ГОСТ 12.1.013-78	ССБТ. Строительство. Электробезопасность. Общие требования
7	ГОСТ 12.2.008-75	ССБТ. Оборудование и аппаратура для газопламенной обработки металлов и термического напыления покрытий. Требования безопасности
8	ГОСТ 12.2.022-80	ССБТ. Конвейеры. Общие требования безопасности
9	ГОСТ 12.2.032-78	ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования
10	ГОСТ 12.2.033-78	ССБТ. Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования
11	ГОСТ 12.2.049-80	ССБТ. Оборудование производственное. Общие эргономические требования
12	ГОСТ 12,3.003-86	ССБТ Работы электросварочные. Требования безопасности
13	ГОСТ 12.3.036-84	ССБТ. Газопламенная обработка металлов. Требования безопасности
14	ГОСТ 12.3.039-85	ССБТ. Плазменная обработка металлов. Требования безопасности
15	ГОСТ 12.4.013-85	ССБТ. Очки защитные. Общие технические условия
16	ГОСТ 12.4.023-84	ССБТ. Щитки защитные. Общие технические требования и методы контроля
17	ГОСТ 12.4.026-76	Цвета сигнальные и знаки безопасности
18	ГОСТ 12.4.034-85	ССБТ. Средства индивидуальной защиты органов дыхания. Классификация и маркировка
19	ГОСТ 22613-77	Система «человек – машина». Выключатели и переключатели поворотные. Общие эргономические требования
20	ГОСТ 22614-77	Система «человек – машина». Выключатели и переключатели клавишные и кнопочные. Общие эргономические требования
21	ГОСТ 22615-77	Система «человек – машина». Выключатели и переключатели типа «Тумблер». Общие эргономические требования

№ п/п	Документ	Название документа
22	ГОСТ 22269-76	Система «человек – машина». Рабочее место оператора. Взаимное расположение элементов рабочего места. Общие эргономические требования
23	ГОСТ 21889-76	Система «человек – машина». Кресло человека-оператора. Общие эргономические требования
24	ГОСТ 1077-79Е	Горелки однопламенные универсальные для ацетилоксислородной сварки, пайки и подогрева. Типы, основные параметры и размеры и общие технические требования. (взамен ГОСТ 1077-69)
25	ГОСТ 5191-79Е	Резаки инжекторные для ручной кислородной резки. Типы, основные параметры и общие технические требования (взамен ГОСТ 5191-69)
26	ГОСТ 5583-78 (ИСО 2046-73)	Кислород газообразный технический и медицинский. Технические условия
27	ГОСТ 5457-75	Ацетилен растворенный и газообразный технический. Технические условия
28	ГОСТ 12221-79	Аппаратура для плазменно-дуговой резки металлов. Типы и основные параметры
29	ГОСТ 9356-75	Рукава резиновые для газовой сварки и резки металлов. Технические условия
30	ГОСТ 13961-74	Переходники прямые для соединения трубопроводов по наружному конусу. Конструкция и размеры
31	ОСТ 21-6-87	Светофильтры стеклянные для защиты глаз от вредных излучений на производстве
32	СНиП 2.03.13-88	Полы
33	СНиП 2.04.05-91 (с изменениями, внесенными в 1994 и 1997 гг.)	Отопление, вентиляция и кондиционирование
34	СНиП 23-05-95	Естественное и искусственное освещение
35	СНиП 12.03-2001	Безопасность труда в строительстве
36	СН 2.2.4/2.1.8.562-96	Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданиях. Утверждены постановлением Госкомсанэпиднадзора России от 31.11.1996 № 36
37	СН 2.2.4/2.1.8.566-96	Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. Утверждены постановлением Госкомсанэпиднадзора России от 31.11.1996 № 40
38	СанПиН 2.2.1/2.1.1.567-96	Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов
39	СанПиН 2.2.4.548-96	Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений
40	ПБ-03-576-03	Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением. Утверждены Госгортехнадзором России 11.06.03 № 91
41	ПБ-12-368-00	Правила безопасности в газовом хозяйстве : [Утверждены Госгортехнадзором России 26.05.2000 № 27]

№ п/п	Документ	Название документа
42	ПБ-03-273-99	Правила аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства : [Утверждены Госгортехнадзором России 26.05.2000 № 27]
43	ПУЭ	Правила устройства электроустановок : [Утверждены Главгосэнерго-надзором России 1998 г.]
44	ППБ-01-2003	Правила пожарной безопасности в Российской Федерации : [Утверждены приказом МЧС России от 18.06.2003 № 313, зарегистрированы в Минюсте России 27.06.2003 № 4338]
45	Правила техники безопасности	Правила техники безопасности и гигиены труда при производстве ацетилена и газопламенной обработке металлов : [Утверждены 15.08.1985 Минтяжмашем СССР]
46	Санитарные правила	Санитарные правила по сварке, наплавке и резке металлов : [Утверждены Минздравом СССР 5.03.1973 № 1009-73]
47	ПТБЭ	Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей : [Утверждены Главгосэнергонадзором России 21.12.1984]
48	ПЭЭП	Правила эксплуатации электроустановок потребителей : [Утверждены Главгосэнергонадзором России 1997]

Приложение 4.2

**Предельно допустимые уровни контактного ультразвука
для работающих в сборочно-сварочных цехах**

Среднегеометрические частоты октавных полос, кГц	Пиковые значения виброскорости, м/с	Уровень виброскорости, ДБ
16,0–63,0	$5,0 \cdot 10^{-3}$	100
125,0–500,0	$8,9 \cdot 10^{-3}$	105
$1,0 \cdot 10^3$ – $31,5 \cdot 10^3$	$1,6 \cdot 10^{-2}$	110

Приложение 4.3

Предельно допустимые значения производственно-локальной вибрации

Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц	Предельно допустимые значения			
	виброускорения		виброскорости	
	м/с ²	дБ	м/с·10 ⁻²	дБ
8	1,4	123	2,8	115
16	1,4	123	1,4	109
31,5	2,8	129	1,4	109
63	5,6	135	1,4	109
125	11,0	141	1,4	109
250	22,0	147	1,4	109
500	45,0	152	1,4	109
1000	89,0	159	1,4	109
Корректированные и эквивалентные корректированные значения и их уровни	2,0	126	2,0	112

Примечание. Работа в условиях воздействия вибрации с уровнями, превышающими настоящие санитарные нормы более чем на 12 дБ (в 4 раза) по интегральной оценке или в какой-либо октавной полосе, не допускается.

Приложение 4.4

Опасные и вредные производственные факторы, воздействующие на работающих при газопламенной обработке металлов

Процесс газопламенной обработки металлов	Опасные и вредные производственные факторы											
	Физические					Химические					Психофизические	
	Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны	Высокочастотны	Повышенная температура поверхностей оборудования	Повышенный уровень инфракрасной радиации	Повышенная яркость света	Характер действия на организм человека		Пути проникновения в организм человека через			Физические перегрузки	Нервно-психические перегрузки
токсические						раздражающие	органы дыхания	Желудочно-кишечный тракт	Кожные покровы и слизистые оболочки			
1. Газовая сварка	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2 Газовая резка	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+
3. Газопламенная наплавка	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-	-
4. Газопламенная поверхностная закалка	-	+	+	+	+	-	-	+	-	-	-	-
5. Зачистка и нагрев	-	+	+	-	+	-	-	+	-	-	-	-

Примечание. * При газопламенной обработке материалов, содержащих цинк, медь и т.п. Знак «+» означает наличие фактора; знак «-» означает отсутствие фактора

Приложение 4.5

**Рекомендации для выбора спецодежды сварщиков и персонала ЛНК
в зависимости от условий труда и методов сварки**

Методы сварки	Условия труда	Назначение спецодежды	Рекомендуемые типы спецодежды
Механизированная термическая резка, ручная сварка, резка, наплавка	Производственное помещение, сварка различных металлоконструкций	Спецодежда должна защищать переднюю часть тела сварщика и оператора ЛНК от интенсивных искр и брызг расплавленного металла и от общего загрязнения	Костюм мужской летний для сварщиков (ТУ 8572-017-00302190-93), костюм женский для защиты от повышенных температур ГОСТ 12.4.044, костюм мужской для защиты от повышенных температур ГОСТ 12.4.044, рукавицы специальные ГОСТ 12.4.010
Механизированная термическая резка, ручная сварка, резка, наплавка	На открытом воздухе	Спецодежда должна защищать сварщика и оператора ЛНК от искр и брызг расплавленного металла, общих производственных загрязнений, дождя, снега, ветра и температуры воздуха (от +50 до -50° С) в зависимости от климатических зон	Костюм для сварщиков из кожаного спилка (ТУ 17-08-327-91 или 17-08-122-80)

*Николай Никитович ПАНАСЕНКО,
Денис Ювинальевич МЕРКУЛОВ*

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА СВАРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Учебное пособие

Редактирование, компьютерная правка,
верстка *С.Н. Лычагиной*

Заказ № 2717. Тираж 200 экз. (первый завод – 100 экз.)
Уч.-изд. изд. л. 12,8. Усл.-печ. л. 11,9.

Издательский дом «Астраханский университет»
414056, г. Астрахань, ул. Татищева, 20а
тел. (8512) 48-53-47 (отдел маркетинга), 48-53-45, 48-53-44,
тел./факс 48-53-46
E-mail: asupress@yandex.ru