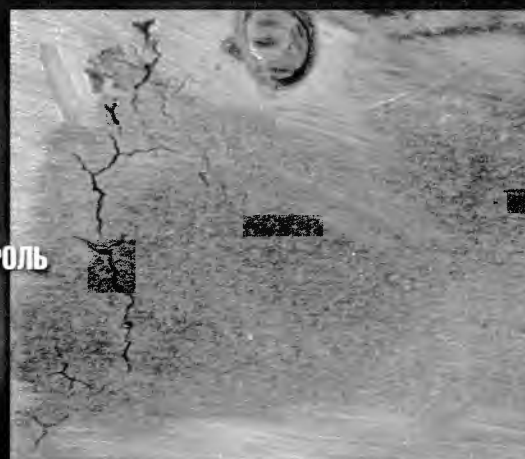


**А.В. Полупан**

# **ВИЗУАЛЬНЫЙ И ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ КОНТРОЛЬ В ДОКУМЕНТАХ И ФОТОГРАФИЯХ**

- СТРУКТУРА И АНАЛИЗ СИСТЕМЫ НОРМАТИВНЫХ И МЕТОДИЧЕСКИХ ДОКУМЕНТОВ
- ДЕЙСТВУЮЩИЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ
- ОБЗОР НЕОПРЕДЕЛЕННЫХ ТЕРМИНОВ И НОРМ
- ФОТОГРАФИИ ДЕФЕКТОВ И СХЕМЫ
- ПЕРЕЧЕНЬ НОРМАТИВНЫХ И МЕТОДИЧЕСКИХ ДОКУМЕНТОВ, РЕГЛАМЕНТИРУЮЩИХ ВИЗУАЛЬНЫЙ И ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ КОНТРОЛЬ

Москва  
Издательский дом "СПЕКТР"  
2013



**А.В. Полупан**

# **ВИЗУАЛЬНЫЙ И ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ КОНТРОЛЬ В ДОКУМЕНТАХ И ФОТОГРАФИЯХ**



**Спектр**

Издательский дом

**Москва  
2013**

ББК 30.82я7  
УДК 681.2 + 620(035)  
П35

Рецензенты:

**В.Н. Коншина,** заместитель заведующего кафедрой «Методы и приборы неразрушающего контроля» ФГБОУ «ВПО «Петербургский государственный университет путей сообщения», канд. техн. наук, доцент;

**М.А. Максименко,** ведущий инженер ФГУП «ЦНИИ КМ «Прометей» (г. Санкт-Петербург).

**Полупан А.В.**

**П53** Визуальный и измерительный контроль в документах и фотографиях: практич. пособие. – М.: Издательский дом «Спектр», 2013. – 108 с.  
ISBN 978-5-4442-0030-8

Рассмотрена структура системы действующих на сегодняшний день российских нормативных и методических документов, затрагивающих вопросы визуального и измерительного контроля. Кратко описаны и проанализированы более 100 документов.

Представлен сводный список наиболее употребительных терминов и определений в области визуального и измерительного контроля, регламентированных различными документами. Некоторые понятия дополнены формализованными критериями, позволяющими более наглядно и четко определить термины. Затронута проблема неопределенности в терминологии и нормах оценки качества, приведены рекомендации по ее преодолению.

Пособие содержит фотографии дефектов со схемами и комментариями, иллюстрирующие термины, рабочие моменты визуального и измерительного контроля, особенности выявления дефектов, а также характерные дефекты, возникающие при производстве и эксплуатации металлических конструкций.

Для специалистов, работающих в области неразрушающего контроля и технического диагностирования.

УДК 681.2 + 620(035)  
ББК 30.82я7

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	4
<b>Глава 1. СТРУКТУРА И АНАЛИЗ СИСТЕМЫ НОРМАТИВНЫХ И МЕТОДИЧЕСКИХ ДОКУМЕНТОВ</b> .....	7
<b>Глава 2. ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ</b> .....	34
2.1. Действующие определения .....	34
2.2. Обзор неопределенных терминов и норм .....	60
<b>Глава 3. ФОТОГРАФИИ ДЕФЕКТОВ И СХЕМЫ</b> .....	66
<b>Перечень нормативных и методических документов, регламентирующих визуальный и измерительный контроль</b> .....	101
<b>Список использованной литературы</b> .....	106



## ВВЕДЕНИЕ

Нередко приходится слышать мнение о тривиальности понятий и подходов, применяемых в ходе визуального и измерительного контроля.

Казалось бы, чего проще: подобрать нормативный документ применительно к конкретному объекту контроля, классифицировать выявленные дефекты в соответствии с принятой классификацией, сравнить параметры дефектов с нормами оценки качества, провести селекцию дефектов на допустимые и недопустимые — и контроль проведен.

Однако при внимательном изучении предметной области приходится признать ошибочность мнения о простоте и тривиальности.

Вряд ли стоит говорить, насколько важны для специалиста визуального и измерительного контроля внимательность, точность и понимание метрологических вопросов. Работа специалиста во многом основана также на знании нормативно-методической базы. К сожалению, полностью охватить вниманием все нормативные и методические документы, касающиеся визуального и измерительного контроля, не представляется возможным, что объясняется двумя причинами:

- 1) большим количеством документов, действующих во многих отраслях;
- 2) высокой динамичностью обновления документов.

Кроме того, особенность данного вида контроля такова, что существует сравнительно небольшое число документов, целиком посвященных ВИК, таких как, например, ПНАЭ Г-7-016-89, РД 03-606-03. Большая часть информации о нормах оценки качества и иных требованиях к контролю размещена во многих разделах и пунктах разнообразных нормативных документов, что является дополнительной трудностью при обобщении и анализе материала. Однако такое обобщение необходимо.

Помимо нормативных и методических документов изданы монографии, учебники и справочники, освещающие различные аспекты визуального и измерительного контроля. Среди них следует назвать академичный справочник-атлас [1], а также работы [2-10].

В справочнике-атласе [1] изложены определения и подробные описания дефектов в литых изделиях из стали, в изделиях из алюминиевых сплавов — слитках, деформированном металле, прокате, прессованных полуфабрикатах, штамповках, поковках, термообрабатываемых изделиях; детально рассмотрены вопросы изучения изломов конструкционных сталей — классификация изломов, причины их воз-

никновения, методы и средства исследования. Справочник подробно иллюстрирован фотографиями и схемами.

В учебном пособии [10] даны общие сведения о качестве отливок, рассмотрена классификация дефектов, описаны дефекты отливок, получаемых специальными способами литья, методы выявления и исправления дефектов отливок. Пособие содержит фотографии внешнего вида отливок с дефектами.

В справочнике [5] изложены основы оптики, светотехники, устройства оптических систем, линейных и угловых измерений, металловедения и термической обработки; особенности контроля в металлургической промышленности — при сварке, пайке, литейном производстве, изготовлении защитных покрытий, в энергетике, химической и нефтехимической отраслях, трубопроводном транспорте, авиации. Показана взаимосвязь систем визуального контроля с другими системами неразрушающего контроля, рассмотрены международные и европейские стандарты, применяемые при визуальном контроле.

В учебном пособии [9] описаны физические основы визуального и измерительного контроля, основы светотехники, оптические средства контроля, методы и средства линейных и угловых измерений, порядок подготовки и проведения контроля, особенности контроля литых изделий, сварных соединений, металлических защитных покрытий, элементов опасных производственных объектов, а также международные и европейские стандарты в области визуального контроля.

В учебном пособии [4] изложены физические основы оптического контроля и описаны оптические средства, применяемые при визуальном контроле; рассмотрены особенности визуального и измерительного контроля применительно к параметрам, определяемым при контроле, ошибкам измерения, необходимому количеству измерений при контроле, допустимой погрешности измерения, приемочным границам, измерению параметров шероховатости поверхности.

В справочниках [6-8] рассмотрены физические основы оптического неразрушающего контроля, структура и элементная база систем контроля, средства контроля микрообъектов, внутренних полостей, особенности голографического контроля; описаны приборы оптической структуроскопии, оптические методы контроля геометрии, особенности применения оптического контроля в промышленности.

В учебном пособии [11] изложены физические основы оптического контроля, методы определения оптических параметров; представлены источники и приемники оптического излучения, методы и средства микроскопии, оптической структуроскопии, эндоскопии, оптические методы и средства контроля геометрических характеристик изделий, особенности применения оптического контроля в промышленности.

В разделе методического пособия [3], посвященном визуальному и измерительному контролю металлических строительных конструкций, рассмотрены характерные повреждения и дефекты для колонн, балок, ригелей, прогонов, ферм; указаны нормы оценки качества металлоконструкций, перенесших деформацию, изменение пространственного положения, коррозионное повреждение, нарушение креплений.

В учебно-практическом пособии [2] в разделе, посвященном визуальному и измерительному контролю арматурных и закладных изделий строительных конструкций, представлены термины и определения, предельные отклонения размеров элементов сварных соединений, нормы оценки качества соединений дуговой, ванной и ванно-шовной сварки.

При этом некоторые стороны рассматриваемой области знаний требуют дальнейшей систематизации. По нашему мнению, иллюстрированное пособие способствовало бы решению прикладных задач визуального и измерительного контроля в различных отраслях техники.

Кроме того, вплоть до настоящего времени недостаточно внимания уделено взаимосвязи нормативно-методических документов, регламентирующих различные аспекты визуального и измерительного контроля. Между тем такой анализ весьма полезен для расширения профессионального кругозора специалиста по контролю.

Следует признать, что в нормативных и методических документах, регламентирующих контроль, иногда встречаются неточные формулировки, которые приводят к неопределенности как отдельных понятий, так и некоторых норм оценки качества.

Преодоление подобной неопределенности имеет исключительное значение для корректной оценки качества, поскольку результаты контроля должны быть описаны специалистом однозначно, без возможности двоякого толкования. Требование однозначности необходимо также потому, что результаты контроля могут затрагивать финансовые или юридические отношения заинтересованных сторон –

заказчика работ, производителя, органов приемки, экспертной организации.

Данное практическое пособие призвано оказать помощь специалистам визуального и измерительного контроля при обучении и в практической работе. Автор не ставит целью исчерпывающую полноту обзора источников, главное стремление – усовершенствовать систему знаний в предметной области, а также скорректировать систему понятий.

В первой главе представлена структура системы российских нормативных и методических документов, затрагивающих вопросы визуального и измерительного контроля и действующих на сегодняшний день в соответствии с официальными источниками, такими, например, как П-01-01–2011, а также [12, 13]. Поскольку круг этих документов весьма широк, рассмотрены лишь приблизительно 110 документов, регламентирующих данный контроль в наиболее важных отраслях техники. Документы систематизированы с помощью взаимосвязующих ссылок. Наиболее существенные информационные связи раскрываются в ходе краткого описания и анализа указанных документов.

Во второй главе представлен сводный список наиболее употребительных терминов и определений в области визуального и измерительного контроля. При этом создается возможность сопоставления различных формулировок для сходных терминов, регламентированных разными документами. Для терминов, допускающих формализованное описание (например, «одиночное включение», «скопление», «группа включений», «цепочка»), записаны формализованные символьные критерии, позволяющие более наглядно и четко определить подобные термины. Многие определения сопровождаются ссылками на иллюстрирующие фотографии из гл. 3. Особое внимание уделено анализу неопределенности в терминологии и нормах оценки качества, приведены рекомендации по ее преодолению.

В третьей главе собраны фотографии со схемами и комментариями. Иллюстративный материал освещает рабочие моменты ВИК и показывает особенности выявления дефектов, а также характерные дефекты, возникающие при производстве и эксплуатации металлических конструкций, в том числе объектов культурного наследия. Глава включает более 100 фотографий.

В работе намеренно не рассматриваются иностранные стандарты, действующие в затрагиваемой области, за исключением тех, на основе которых разработаны отечественные стандарты. Тем, кого

заинтересуют иностранные нормативные документы, рекомендуем обращаться к оригинальным источникам. В ознакомительных целях можно использовать технические переводы некоторых стандартов, опубликованные в сборнике [14], где приведены, в частности, следующие документы: ISO 5817:1992 (EN 25817:1992) – являющийся руководством по определению уровней качества стальных сварных соединений, выполненных дуговой сваркой, в зависимости от дефектов шва; EN 970:1997 – определяющий общие положения визуального неразрушающего контроля сварных швов, выполненных сваркой плавлением; EN 12062:1997 – определяющий уровни приемки при неразрушающем контроле сварных металлических конструкций; EN 13018:2001 – определяющий общие принципы визуального неразрушающего контроля.

Необходимо еще раз отметить, что процесс актуализации документов не прекращается. В период подготовки книги к печати приняты новые стандарты ГОСТ 10922–2012 «Арматурные и закладные изделия, их сварные, вязанные и механические соединения для железобетонных конструкций. Общие технические условия» и ГОСТ 23118–2012 «Конструкции стальные строительные. Общие технические условия». Стандарты вводятся в действие с 1 июля 2013 г. взамен ГОСТ 10922–90 и ГОСТ 23118–99 соответственно. Кроме того, последовательно обновляются строительные нормы и правила СНиП посредством ввода в действие сводов правил СП. Примером является разработка документа СП 70.13330.2012 «Несущие и ограждающие конструкции. Актуализированная редакция СНиП 3.03.01–87».

## Глава 1

### СТРУКТУРА И АНАЛИЗ СИСТЕМЫ НОРМАТИВНЫХ И МЕТОДИЧЕСКИХ ДОКУМЕНТОВ

Все нормативно-методические документы, регламентирующие визуальный и измерительный контроль, условно могут быть разделены на группы, показанные на рис. 1.1.

Объекты визуального и измерительного контроля можно условно разделить по их отраслевой принадлежности, при этом объединяя их в крупные классы (рис. 1.2).

Далее проанализируем нормативные и методические документы, регламентирующие визуальный и измерительный контроль (ВИК) и определяющие особенности контроля для различных классов объектов.

В целях краткости контролем будем называть именно визуальный и измерительный контроль, если иное не оговаривается особым образом.

Для каждого документа показано его назначение, область применения, основное содержание документа относительно организации контроля и норм оценки качества, основные информационные связи в виде ссылок на другие документы, регламентирующие тот или иной аспект контроля.

Рассмотрим основные документы, определяющие неразрушающий контроль качества изделий применительно к визуальному и измерительному контролю (рис. 1.3).



Рис. 1.1. Группы нормативно-методических документов, регламентирующих визуальный и измерительный контроль

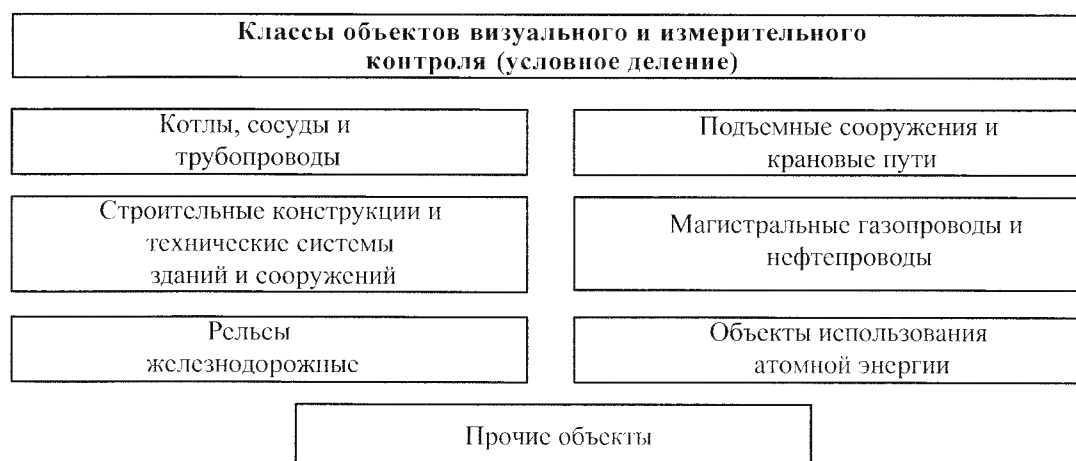


Рис. 1.2. Условная классификация объектов визуального и измерительного контроля

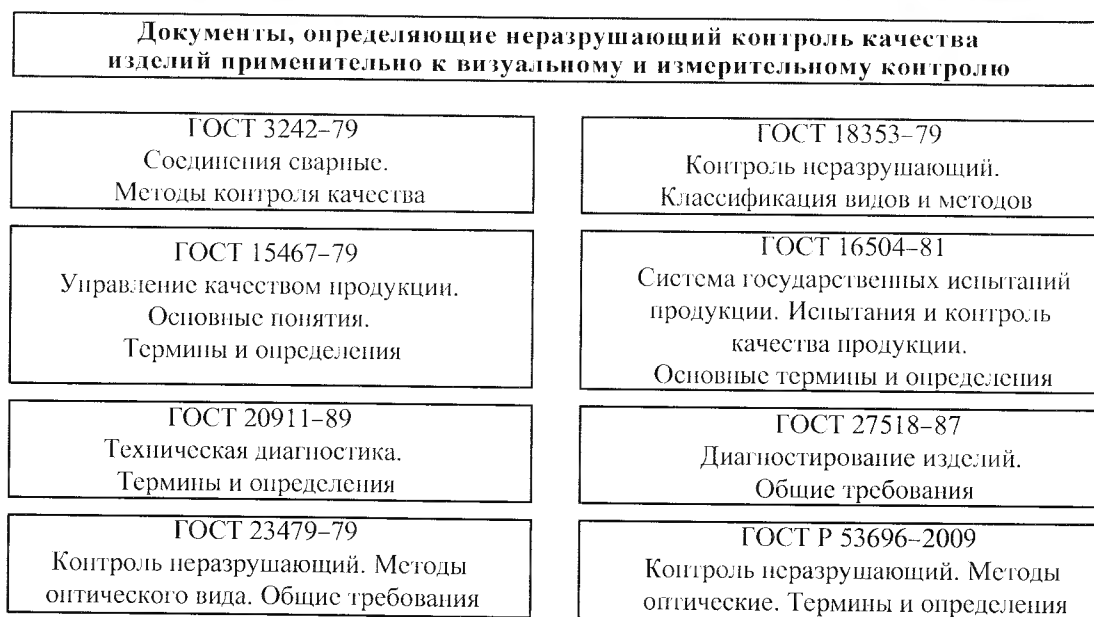


Рис. 1.3. Основные документы, определяющие неразрушающий контроль качества изделий применительно к визуальному и измерительному контролю

**ГОСТ 3242-79. Соединения сварные. Методы контроля качества.** Данный стандарт содержит методы контроля качества и область их применения при обнаружении дефектов сварных соединений металлов и сплавов, выполненных способами сварки, определенными стандартом ГОСТ 19521-74.

Стандартом в качестве вида контроля установлен **технический осмотр**, а в качестве метода – **внешний осмотр и измерение**. Отмечено, что этот метод позволяет выявлять поверхностные дефекты – несплошности, отклонения размера и формы сварного соединения от заданных величин более 0,1 мм, а также поверхностное окисление сварного соединения. Метод позволяет обнаруживать дефекты минимального выявляемого размера при осмотре и измерении сварного соединения с использованием измерительных приборов и оптических приборов с увеличением до 10 крат.

Положения стандарта несколько отличаются от определений ГОСТ 18353-79, в котором в качестве вида контроля фигурирует **оптический неразрушающий контроль**, а в качестве метода – **визуально-оптический метод** (см. разд. 2.2).

**ГОСТ 15467-79. Управление качеством продукции. Основные понятия. Термины и определения.** Определяет применяемые в науке и технике термины и основные понятия в области управления качеством продукции, в частности такие важные понятия, как «дефект» и «брак».

**ГОСТ 16504-81. Система государственных испытаний продукции. Испытания и контроль качества продукции. Основные термины и определения.**

Стандарт устанавливает применяемые в науке, технике и производстве термины и определения основных понятий в области испытаний и контроля качества продукции; в частности, определяет разновидности контроля – органолептический контроль, визуальный контроль, измерительный контроль, технический осмотр (см. также разд. 2.2).

**ГОСТ 18353-79. Контроль неразрушающий. Классификации видов и методов.** Стандартом представлена классификация видов и методов неразрушающего контроля, в основу которой положен физический процесс от момента взаимодействия физического поля или вещества с контролируемым объектом до получения первичной информации.

В частности, стандартом в качестве вида контроля установлен **оптический неразрушающий контроль** (основанный на регистрации параметров оптического излучения, взаимодействующего с контролируемым объектом), а в качестве метода – **визуально-оптический метод** (основанный на получении первичной информации об объекте при визуальном наблюдении или с помощью оптических приборов) (см. также разд. 2.2).

Данный стандарт содержит ссылку на ГОСТ 16504-81 в отношении определения терминов «неразрушающий контроль» и «метод контроля».

**ГОСТ 20911-89. Техническая диагностика. Термины и определения.** Устанавливает применяемые в науке и технике термины и определения основных понятий в области технического диагностирования и контроля технического состояния объектов.

**ГОСТ 23479–79. Контроль неразрушающий. Методы оптического вида. Общие требования.** Распространяется на методы оптического вида неразрушающего контроля объектов и устанавливает общие требования к аппаратуре, контрольным образцам, порядку подготовки и проведения контроля, оформлению результатов (см. также разд. 2.2).

Стандарт содержит ссылку на ГОСТ 15467–79, однако лишь в отношении определения термина «дефект».

**ГОСТ 27518–87. Диагностирование изделий. Общие требования.** Стандарт распространяется на вновь разрабатываемые изделия и их составные части, необходимость технического диагностирования которых установлена в тактико-техническом задании или техническом задании на их разработку, и устанавливает основные положения по техническому диагностированию, показатели и характеристики диагностирования, требования к диагностическому обеспечению изделия.

Имеется ссылка на ГОСТ 20911–89 в отношении определения терминов.

**ГОСТ Р 53696–2009. Контроль неразрушающий. Методы оптические. Термины и опре-**

деления. Настоящий стандарт устанавливает применяемые в науке, технике и производстве термины и определения основных понятий в области оптического неразрушающего контроля качества материалов, полуфабрикатов и изделий. Термины, установленные стандартом, предназначены для применения в документации всех видов, научно-технической, учебной и справочной литературе.

В частности, стандартом в качестве вида контроля установлен **оптический неразрушающий контроль** (основанный на анализе взаимодействия оптического излучения с объектом контроля), а в качестве метода – **визуально-оптический метод** (основанный на наблюдении объекта контроля или его изображения с помощью оптических или оптико-электронных приборов).

Некоторые вопросы, связанные с определениями неразрушающего контроля применительно к ВИК, затронуты также в разд. 2.2.

Рассмотрим основные документы, определяющие терминологию дефектов и конструктивных особенностей сварных соединений, проката, отливок, показанные на рис. 1.4.



Рис. 1.4. Основные документы, определяющие терминологию дефектов и конструктивных особенностей сварных соединений, проката, отливок

**ГОСТ 2601–84. Сварка металлов. Термины и определения основных понятий.** Стандарт устанавливает применяемые в науке, технике и производстве термины и определения основных понятий в области сварки металлов.

Отдельные первоначальные положения данного стандарта были отменены действием вновь принятых стандартов ГОСТ Р ИСО 857-1–2009 и ГОСТ Р ИСО 17659–2009. Поэтому ГОСТ 2601–84 содержит ссылки на эти стандарты, и его следует рассматривать совместно с указанными ГОСТ Р ИСО.

**ГОСТ 30242–97. Дефекты соединений при сварке металлов плавлением. Классификация, обозначение и определения.** Устанавливает классификацию, определения и условные обозначения дефектов швов, зон термического влияния и основного металла при сварке металлов плавлением.

Данный стандарт разработан на основе международного стандарта ISO 6520:1982. Следует отметить, что ISO 6520:1982 в 1998 г. был заменен стандартом ISO 6520-1:1998, на смену которому в 2007 г. принят стандарт ISO 6520-1:2007.

**ГОСТ Р ИСО 6520-1 (Проект). Сварка и родственные процессы. Классификация дефектов геометрии и сплошности в металлических материалах. Часть 1. Сварка плавлением.** Проект данного стандарта подготовлен на основе международного стандарта ISO 6520-1:2007 и находится на стадии разработки.

**ГОСТ Р ИСО 6520-2–2009. Сварка и родственные процессы. Классификация дефектов геометрии и сплошности в металлических материалах. Часть 2. Сварка давлением.** Стандарт разработан на основе международного стандарта ISO 6520-2:2001. Включает классификацию и обозначение дефектов сварных соединений, полученных в процессе сварки давлением, определения терминов и схематические изображения дефектов.

**ГОСТ Р ИСО 857-1–2009. Сварка и родственные процессы. Словарь. Часть 1. Процессы сварки металлов. Термины и определения.** Разработан на основе международного стандарта ISO 857-1:1998. Определяет процессы сварки металлов и относящиеся к ним термины. Текстовая часть сопровождается схемами.

**ГОСТ Р ИСО 17659–2009. Сварка. Термины многоязычные для сварных соединений.** Стандарт, разработанный на основе международного стандарта ISO 17659:2002, описывает с помощью графических изображений наиболее употребительные термины, относящиеся к типам соединений, их подготовке к сварке и сварным швам; содержит подробную графическую иллюстрацию терминов,

относящихся к конструктивным элементам сварных соединений, чем вполне оправдывает название своего прототипа ISO 17659:2002, которое в дословном переводе звучит как «Сварка – многоязычные термины для сварных соединений с иллюстрациями».

**ГОСТ 5272–68. Коррозия металлов. Термины.** Устанавливает применяемые в науке, технике и производстве термины и определения основных понятий в области коррозии металлов.

**ГОСТ 19200–80. Отливки из чугуна и стали. Термины и определения дефектов.** Стандарт устанавливает применяемые в науке, технике и производстве термины и определения основных понятий дефектов в отливках из чугуна и стали.

**ГОСТ 21014–88. Прокат черных металлов. Термины и определения дефектов поверхности.** В стандарте приведены термины и определения дефектов поверхности проката из нелегированных и легированных сталей и сплавов: горячекатаных и кованых прутков круглого, квадратного и шестигранного сечения; горячекатаных профилей, листов и полос, холоднокатаных листов и лент; холоднокатаных и холоднотянутых прутков и профилей, а также дефекты формы листов, лент и рулонов.

**ГОСТ Р ИСО 10042–2009. Сварка. Сварные соединения из алюминия и его сплавов, полученные дуговой сваркой. Уровни качества.** Стандарт, разработанный на основе международного стандарта ISO 10042:2005, устанавливает уровни качества сварных соединений из алюминия и его сплавов, полученных дуговой сваркой. Предназначен для свариваемых деталей толщиной более 5 мм. Охватывает стыковые сварные швы с полным и частичным проплавлением основного металла и угловые сварные швы. Содержит нормы оценки качества.

**РД 03-606–03. Инструкция по визуальному и измерительному контролю.** Устанавливает порядок проведения визуального и измерительного контроля основного 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 Ростехнадзору – Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору Российской Федерации.

Документ содержит определения терминов, детализированные требования к организации и проведению контроля.

Не содержит ссылок на нормативные документы, а также норм оценки качества.



Документы, определяющие конструктивные особенности сварных соединений	
ГОСТ 19521-74 Сварка металлов. Классификация	ГОСТ 2601-84 Сварка металлов. Термины и определения основных понятий
ГОСТ 5264-80 Ручная дуговая сварка. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры	ГОСТ 8713-79 Сварка под флюсом. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры
ГОСТ 11533-75 Автоматическая и полуавтоматическая дуговая сварка под флюсом. Соединения сварные под острыми и тупыми углами. Основные типы, конструктивные элементы и размеры	ГОСТ 11534-75 Ручная дуговая сварка. Соединения сварные под острыми и тупыми углами. Основные типы, конструктивные элементы и размеры
ГОСТ 14771-76 Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры	ГОСТ 14776-79 Дуговая сварка. Соединения сварные точечные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры
ГОСТ 14806-80 Дуговая сварка алюминия и алюминиевых сплавов в инертных газах. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры	ГОСТ 15164-78 Электрошлаковая сварка. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры
ГОСТ 16037-80 Соединения сварные стальных трубопроводов. Основные типы, конструктивные элементы и размеры	ГОСТ 16098-80 Соединения сварные из двухслойной коррозионностойкой стали. Основные типы, конструктивные элементы и размеры
ГОСТ 23518-79 Дуговая сварка в защитных газах. Соединения сварные под острыми и тупыми углами. Основные типы, конструктивные элементы и размеры	

Рис. 1.5. Основные документы, определяющие конструктивные особенности сварных соединений

Основные документы, определяющие конструктивные особенности сварных соединений, представлены на рис. 1.5.

Общей особенностью ГОСТ 5264-80, ГОСТ 8713-79, ГОСТ 11533-75, ГОСТ 11534-75, ГОСТ 14771-76, ГОСТ 14776-79, ГОСТ 14806-80, ГОСТ 15164-78, ГОСТ 16037-80, ГОСТ 16098-80, ГОСТ 23518-79 является то, что все они содержат требования в отношении формы, размеров и их предельных отклонений для конструктивных элементов сварных соединений.

Указанные в этих документах значения геометрических параметров могут использоваться при задании норм оценки качества в ходе ВИК.

**ГОСТ 19521-74. Сварка металлов. Классификация.** Устанавливает классификацию сварки металлов по основным физическим, техническим и технологическим признакам.

**ГОСТ 5264-80. Ручная дуговая сварка. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры.** Стандарт устанавливает основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений из сталей, а также сплавов на железоникелевой и никелевой основах, выполняемых ручной дуговой сваркой. Отмечено, что стандарт не распространяется на сварные соединения стальных трубопроводов, выполняемые по ГОСТ 16037-80.



**ГОСТ 8713–79. Сварка под флюсом. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры.** Распространяется на соединения из сталей, а также сплавов на железоникелевой и никелевой основах, выполняемых сваркой под флюсом, и устанавливает основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений. Отмечено, что стандарт не распространяется на сварные соединения стальных трубопроводов, выполняемые по ГОСТ 16037–80.

**ГОСТ 11533–75. Автоматическая и полуавтоматическая дуговая сварка под флюсом. Соединения сварные под острыми и тупыми углами. Основные типы, конструктивные элементы и размеры.** Настоящий стандарт устанавливает основные типы, конструктивные элементы и размеры соединений конструкций из углеродистых и низколегированных сталей, выполняемых автоматической и полуавтоматической дуговой сваркой под флюсом с расположением свариваемых деталей под острыми и тупыми углами.

**ГОСТ 11534–75. Ручная дуговая сварка. Соединения сварные под острыми и тупыми углами. Основные типы, конструктивные элементы и размеры.** Устанавливает основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений конструкций из углеродистых и низколегированных сталей, выполняемых ручной дуговой сваркой плавящимся электродом во всех пространственных положениях при толщине свариваемого металла до 60 мм включительно с расположением свариваемых деталей под острыми и тупыми углами.

**ГОСТ 14771–76. Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры.** Стандарт устанавливает основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений из сталей, а также сплавов на железоникелевой и никелевой основах, выполняемых дуговой сваркой в защитном газе.

Отмечено, что стандарт не устанавливает основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений стальных трубопроводов, выполняемых по ГОСТ 16037–80.

Указано, что при сварке в углекислом газе электродной проволокой диаметром 0,8...1,4 мм допускается применять основные типы сварных соединений и их конструктивные элементы по ГОСТ 5264–80.

**ГОСТ 14776–79. Дуговая сварка. Соединения сварные точечные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры.** Данный стандарт устанавливает основные типы, конструктивные элементы и размеры точечных сварных соединений из сталей, медных, алюминиевых и никеле-

вых сплавов, выполняемых дуговой сваркой. Содержит определения терминов.

**ГОСТ 14806–80. Дуговая сварка алюминия и алюминиевых сплавов в инертных газах. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры.** Распространяется на сварные соединения из алюминия и алюминиевых сплавов при толщине кромок свариваемых деталей от 0,8 до 60 мм включительно. Стандарт устанавливает основные типы сварных соединений, конструктивные элементы и размеры разделки кромок и сварного шва. Не распространяется на сварные соединения трубопроводов.

**ГОСТ 15164–78. Электрошлаковая сварка. Соединения сварные. Основные типы. Конструктивные элементы и размеры.** Настоящий стандарт устанавливает основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений из сталей; не устанавливает размер зазора между свариваемыми деталями перед сваркой и не распространяется на сварные соединения из коррозионно-стойких сталей.

**ГОСТ 16037–80. Соединения сварные стальных трубопроводов. Основные типы, конструктивные элементы и размеры.** Стандарт распространяется на сварные соединения трубопроводов из сталей и устанавливает основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений труб с трубами и арматурой; не распространяется на сварные соединения, применяемые для изготовления самих труб из листового или полосового материала.

**ГОСТ 16098–80. Соединения сварные из двухслойной коррозионно-стойкой стали. Основные типы, конструктивные элементы и размеры.** Стандарт устанавливает основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений из двухслойной коррозионно-стойкой стали по ГОСТ 10885–85, выполняемых дуговой и электрошлаковой сваркой.

Содержит ссылки на ГОСТ 14771–76 и ГОСТ 15164–78.

**ГОСТ 23518–79. Дуговая сварка в защитных газах. Соединения сварные под острыми и тупыми углами. Основные типы, конструктивные элементы и размеры.** Устанавливает основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений из сталей, а также сплавов на железоникелевой и никелевой основах, выполняемых дуговой сваркой в защитных газах.

Стандарт содержит ссылку на ГОСТ 11534–75.

Рассмотрим документы, регламентирующие визуальный и измерительный контроль котлов, судов и трубопроводов (рис. 1.6).

Документы, регламентирующие ВИК котлов, сосудов, трубопроводов	
ГОСТ Р 50599-93 Сосуды и аппараты стальные сварные высокого давления. Контроль неразрушающий при изготовлении и эксплуатации	ГОСТ Р 52630-2006 Сосуды и аппараты стальные сварные. Общие технические условия
ПБ 03-581-03 Правила устройства и безопасной эксплуатации стационарных компрессорных установок, воздухопроводов и газопроводов	ПБ 03-584-03 Правила проектирования, изготовления и приемки сосудов и аппаратов стальных сварных
ПБ 03-585-03 Правила устройства и безопасной эксплуатации технологических трубопроводов	ПБ 03-605-03 Правила устройства вертикальных цилиндрических стальных резервуаров для нефти и нефтепродуктов
ПБ 10-573-03 Правила устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды	ПБ 10-574-03 Правила устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов
ПБ 03-576-03 Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением	РД 14-001-99 Методические указания по техническому диагностированию и продлению срока службы стальных баллонов, работающих под давлением
Правила устройства и безопасной эксплуатации паровых котлов с давлением пара не более 0,07 МПа (0,7 кгс/см <sup>2</sup> ), водогрейных котлов и водоподогревателей с температурой нагрева воды не выше 388 К	РД 153-34.1-003-01 (РТМ-1с) Сварка, термообработка и контроль трубных систем котлов и трубопроводов при монтаже и ремонте энергетического оборудования
СО 153-34.17.439-2003 Инструкция по продлению срока службы сосудов, работающих под давлением	СО 153-34.17.469-2003 Инструкция по продлению срока безопасной эксплуатации паровых котлов с рабочим давлением до 4,0 МПа включительно и водогрейных котлов с температурой воды выше 115 °С
РД 34.21.526-95 Типовая инструкция по эксплуатации металлических резервуаров для хранения жидкого топлива и горячей воды	РД 34.40.601-97 Методические указания по обследованию баков-аккумуляторов горячей воды
РД 38.13.004-86 Эксплуатация и ремонт технологических трубопроводов под давлением до 10,0 МПа (100 кгс/см <sup>2</sup> ) (РД 39-132-94 – см. в тексте)	И № 23 СД-80 Инструкция по дефектоскопии гибов трубопроводов из перлитной стали

Рис. 1.6. Основные документы, регламентирующие визуальный и измерительный контроль котлов, сосудов и трубопроводов

**ГОСТ Р 50599–93. Сосуды и аппараты стальные сварные высокого давления. Контроль неразрушающий при изготовлении и эксплуатации.** Стандарт распространяется на стальные сварные сосуды и аппараты, предназначенные для эксплуатации под внутренним избыточным давлением свыше 100 до 1300 кгс/см<sup>2</sup> при температуре стенки не ниже –40 и не выше +525 °С.

Устанавливает методы неразрушающего контроля сосудов и аппаратов в процессе их изготовления и эксплуатации, основные требования к проведению контроля.

Содержит нормы оценки качества.

Имеются ссылки на ГОСТ 2601–84, ГОСТ 3242–79.

**ГОСТ Р 52630–2006. Сосуды и аппараты стальные сварные. Общие технические условия.** Распространяется на стальные сварные сосуды и аппараты, работающие под давлением не более 160 кгс/см<sup>2</sup>, вакуумом с остаточным давлением не ниже 665 Па или без давления (под налив) и при температуре стенки не ниже –70 °С, предназначенные для применения в технологических установках химической, нефтехимической, нефтеперерабатывающей, нефтяной, газовой и других смежных отраслях промышленности.

Устанавливает основные технические требования к конструкции, материалам, изготовлению (доизготовлению), методам испытаний, приемке и поставке, реконструкции, ремонту, монтажу сосудов и аппаратов.

Содержит нормы оценки качества; имеется ссылка на ГОСТ 3242–79.

**ПБ 03-581–03. Правила устройства и безопасной эксплуатации стационарных компрессорных установок, воздухопроводов и газопроводов.** Применяются при проектировании, изготовлении, монтаже, эксплуатации, экспертизе промышленной безопасности стационарных компрессорных установок в производствах, использующих сжатые воздух и инертные газы.

Распространяются на проектируемые, вновь изготавливаемые и реконструируемые стационарные поршневые, ротационные и винтовые маслянозаполненные и сухие компрессорные установки, а также на действующие стационарные компрессорные установки мощностью от 14 кВт и выше, воздухопроводы и газопроводы, работающие на воздухе и инертных газах с давлением от 2 до 400 кгс/см<sup>2</sup>.

Документ содержит самые общие указания об организации наружного и внутреннего осмотра оборудования и не содержит норм оценки качества.

**ПБ 03-584–03. Правила проектирования, изготовления и приемки сосудов и аппаратов**

**стальных сварных.** Применяются при проектировании, изготовлении, монтаже, эксплуатации, модернизации, ремонте и консервации стальных сварных сосудов и аппаратов на опасных производственных объектах, а также при проведении экспертизы промышленной безопасности стальных сварных сосудов и аппаратов.

Распространяются на проектируемые, вновь изготавливаемые и модернизируемые стальные сварные сосуды и аппараты, работающие под давлением не более 160 кгс/см<sup>2</sup>, вакуумом с остаточным давлением не ниже 665 Па, внутренним давлением 0,7 кгс/см<sup>2</sup> и менее (под налив) и при температуре стенки не ниже –70 °С, а также на действующие стальные сварные сосуды и аппараты, эксплуатируемые на опасных производственных объектах.

Документ содержит требования к организации контроля.

Приведены нормы оценки качества деталей, сборочных единиц и сварных соединений.

**ПБ 03-585–03. Правила устройства и безопасной эксплуатации технологических трубопроводов.** Применяются при проектировании, изготовлении, монтаже, эксплуатации, модернизации, ремонте и консервации, а также при проведении экспертизы промышленной безопасности технологических трубопроводов на опасных производственных объектах.

Документ распространяется на проектируемые, вновь изготавливаемые и модернизируемые стальные технологические трубопроводы, предназначенные для транспортирования газообразных, парообразных и жидких сред в диапазоне от остаточного давления (вакуума) 0,01 кгс/см<sup>2</sup> до давления 3200 кгс/см<sup>2</sup> и в диапазоне рабочих температур от –196 до +700 °С.

Содержат требования к организации контроля.

Приведены нормы оценки качества деталей, сборочных единиц и сварных соединений.

В документе нет прямых ссылок на другие документы, однако указывается, что по результатам визуального осмотра и измерений сварных швов форма и размеры шва должны быть стандартными (п. 7.3.4). Это можно рассматривать как косвенную ссылку на стандарты: ГОСТ 5264–80, ГОСТ 8713–79, ГОСТ 11533–75, ГОСТ 11534–75, ГОСТ 14771–76, ГОСТ 16037–80, ГОСТ 23518–79 – в отношении размеров и их предельных отклонений для конструктивных элементов сварных соединений.

**ПБ 03-605–03. Правила устройства вертикальных цилиндрических стальных резервуаров для нефти и нефтепродуктов.** Устанавливают общие технические требования к конструкции, устройству, изготовлению, монтажу, испытаниям вер-

тикальных стальных резервуаров для нефти и нефтепродуктов.

Документ распространяется на вновь проектируемые вертикальные цилиндрические стальные резервуары объемом от 100 до 50 000 м<sup>3</sup> для нефти и нефтепродуктов со стационарными или плавающими крышами; содержит требования к организации контроля.

Приведены нормы оценки качества деталей, сборочных единиц и сварных соединений.

**ПБ 10-573-03. Правила устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды.** Устанавливают требования к проектированию, конструкции, материалам, изготовлению, монтажу, ремонту и эксплуатации трубопроводов, транспортирующих водяной пар с рабочим давлением более 0,7 кгс/см<sup>2</sup> или горячую воду с температурой свыше 115 °С.

Содержат определения терминов, требования к организации контроля, определяют выявляемые дефекты.

Имеются нормы оценки качества деталей, сборочных единиц и сварных соединений.

**ПБ 10-574-03. Правила устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов.** Устанавливают требования к проектированию, конструкции, материалам, изготовлению, монтажу, наладке, ремонту и эксплуатации паровых котлов, автономных пароперегревателей и экономайзеров с рабочим давлением более 0,7 кгс/см<sup>2</sup>, водогрейных котлов и автономных экономайзеров с температурой воды выше 115 °С.

Распространяются на паровые котлы, в том числе котлы-бойлеры, а также автономные пароперегреватели и экономайзеры; водогрейные и пароводогрейные котлы; энерготехнологические котлы – паровые и водогрейные, в том числе содорегенерационные котлы; котлы-утилизаторы; котлы передвижных и транспортабельных установок и энергопоездов; котлы паровые и жидкостные, работающие с высокотемпературными органическими теплоносителями; трубопроводы пара и горячей воды в пределах котла.

Документ содержит определения терминов, требования к организации контроля.

Имеются нормы оценки качества деталей, сборочных единиц и сварных соединений.

**ПБ 03-576-03. Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением.** Устанавливают требования к проектированию, устройству, изготовлению, реконструкции, наладке, монтажу, ремонту, техническому диагностированию и эксплуатации сосудов, цистерн,

бочек, баллонов, барокамер, работающих под избыточным давлением более 0,7 кгс/см<sup>2</sup>. Требования к монтажу и ремонту аналогичны требованиям к изготовлению сосудов.

Документ содержит требования к организации контроля.

Приведены нормы оценки качества деталей, сборочных единиц и сварных соединений.

**Правила устройства и безопасной эксплуатации паровых котлов с давлением пара не более 0,07 МПа (0,7 кгс/см<sup>2</sup>), водогрейных котлов и водоподогревателей с температурой нагрева воды не выше 388 К (115 °С).** Определяют требования к конструкции, изготовлению, монтажу, ремонту, наладке и эксплуатации паровых и водогрейных котлов, водоподогревателей (бойлеров).

Распространяются на паровые котлы с избыточным давлением пара не выше 0,7 кгс/см<sup>2</sup>; водогрейные котлы с температурой нагрева воды не выше 115 °С; водоподогреватели (бойлеры) с температурой нагрева воды не выше 115 °С, обогреваемые паром с избыточным давлением не выше 0,7 кгс/см<sup>2</sup> или водой с температурой не выше 115 °С; котлы и водоподогреватели передвижных и транспортабельных установок, паровые и водогрейные котлы-утилизаторы с указанными выше параметрами.

Документ содержит требования к проведению контроля и определяет выявляемые дефекты, однако не содержит норм оценки качества.

**РД 14-001-99. Методические указания по техническому диагностированию и продлению срока службы стальных баллонов, работающих под давлением.** Распространяются на стальные баллоны, включенные в перечень сосудов «Правил устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением». Устанавливают требования по проведению технического диагностирования и продлению срока службы баллонов, выработавших установленный ресурс, а также после аварии и восстановительных ремонтов.

Документ содержит требования к организации и проведению контроля.

Приведены нормы оценки качества деталей, сборочных единиц, сварных соединений.

Имеются ссылки на ГОСТ 20911-89, ГОСТ Р 50599-93, «Инструкцию по визуальному и измерительному контролю» (современный документ – РД 03-606-03), «Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением» (современный документ – ПБ 03-576-03).

**РД 153-34.1-003-01. Сварка, термообработка и контроль трубных систем котлов и трубопро-**

**водов при монтаже и ремонте энергетического оборудования (РГМ-1с).** Документ предназначен для организаций, осуществляющих монтаж и ремонт трубопроводов и трубных систем паровых и водогрейных котлов независимо от параметров рабочей среды, а также изготовление трубопроводов с рабочим давлением до 22 кгс/см<sup>2</sup> и температурой не более 425 °С и отдельных элементов котлов (в частности, водяных экономайзеров и пароперегревателей) с использованием сварочных технологий.

Определяет технологию сборочно-сварочных работ, термической обработки сварных стыков труб, охватывая все виды сварки, применяемые при монтаже и ремонте энергетического оборудования и трубных систем котлов и трубопроводов.

Включены определения терминов, требования к организации и проведению контроля.

Приведены нормы оценки качества деталей, сборочных единиц и сварных соединений.

Имеются ссылки на ГОСТ 2601–84, ПБ 10-574–03, ПБ 10-574–03, «Правила устройства и безопасной эксплуатации паровых котлов с давлением пара не более 0,07 МПа (0,7 кгс/см<sup>2</sup>), водогрейных котлов и водоподогревателей с температурой нагрева воды не выше 388 К (115 °С)», СНиП 3.05.03–85, СНиП 3.05.04–85\*, «Инструкцию по визуальному и измерительному контролю» (современный документ – РД 03-606–03).

**СО 153-34.17.439–2003. Инструкция по продлению срока службы сосудов, работающих под давлением.** Регламентирует проведение технического диагностирования, методы и объемы контроля, нормы и критерии оценки качества основных элементов сосудов по истечении назначенного (расчетного) срока службы, а также после аварии.

Содержит определения терминов, требования к организации и проведению контроля; определяет выявляемые дефекты.

Приведены нормы оценки качества деталей, сборочных единиц, сварных и вальцовочных соединений.

Имеются ссылки на документы: ГОСТ 5272–68, ГОСТ 15467–79, ПБ 03-384–00, ПБ 03-576–03.

**СО 153-34.17.469–2003. Инструкция по продлению срока безопасной эксплуатации паровых котлов с рабочим давлением до 4,0 МПа включительно и водогрейных котлов с температурой воды выше 115 °С.** Распространяется на паровые котлы с рабочим давлением более 0,7 до 40 кгс/см<sup>2</sup> включительно и температурой рабочей среды до 450 °С, а также на водогрейные котлы и автономные экономайзеры с температурой воды выше 115 °С, указанные в ПБ 10-574–03.

Документ устанавливает периодичность, основные технические требования к продлению срока безопасной эксплуатации котлов; определяет зоны, методы и объемы технического диагностирования, нормы и критерии оценки качества элементов котлов в пределах и по истечении назначенного срока службы, а также после аварии.

Включает в себя определения терминов, требования к организации и проведению контроля.

Содержит нормы оценки качества деталей, сборочных единиц, сварных, заклепочных и вальцовочных соединений.

Имеются ссылки на документы: ГОСТ 2601–84, ГОСТ 5272–68, ГОСТ 20911–89, ГОСТ 15467–79, ПБ 10-574–03.

**РД 34.21.526–95. Типовая инструкция по эксплуатации металлических резервуаров для хранения жидкого топлива и горячей воды. Строительные конструкции.** Описывает конструкции металлических резервуаров для хранения мазута и горячей воды, требования по приемке в эксплуатацию и испытанию резервуаров на герметичность и прочность. Содержит основные положения по техническому обслуживанию резервуаров и их обследование с оценкой состояния основных элементов, а также указания по ремонту.

Включает в себя требования к организации и проведению контроля.

Приведены нормы оценки качества деталей, сборочных единиц и сварных соединений.

Имеются ссылки на ГОСТ 5264–80, ГОСТ 8713–79, ГОСТ 14771–76, СНиП 3.03.01–87.

**РД 34.40.601–97. Методические указания по обследованию баков-аккумуляторов горячей воды.** Определяет порядок и объемы контроля технического состояния находящихся в эксплуатации металлических баков-аккумуляторов горячей воды; единую методику оценки их состояния.

Документ содержит требования к организации и проведению контроля.

Приведены нормы оценки качества деталей, сборочных единиц и сварных соединений.

Даны ссылки на ГОСТ 3242–79, СНиП 3.03.01–87, РД 34.21.526–95.

**РД 38.13.004–86. Эксплуатация и ремонт технологических трубопроводов под давлением до 10,0 МПа (100 кгс/см<sup>2</sup>).** Документ включает в себя общие положения и основные технические требования по эксплуатации, ревизии, ремонту и отбраковке технологических трубопроводов. Распространяется на стальные технологические трубопроводы, применяемые в нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности, для транс-

портировки жидких и газообразных веществ с рабочим давлением от 0,01 до 100 кгс/см<sup>2</sup> и рабочей температурой от -196 до +700 °С. При этом к технологическим относят трубопроводы в пределах промышленных предприятий, по которым транспортируют сырье, полуфабрикаты и готовые продукты, пар, воду, топливо, реагенты и другие вещества, обеспечивающие ведение технологического процесса и эксплуатацию оборудования, а также межзаводские нефтепродуктопроводы и газопроводы, находящиеся на балансе предприятия. Данный документ устанавливает также условия выбора и применения труб, деталей трубопроводов, арматуры и основных материалов, соблюдение которых обязательно для всех предприятий нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности.

Приведены нормы оценки качества.

Имеются ссылки на документы: ГОСТ 3242-79, ГОСТ 16037-80, ГОСТ 18353-79, ГОСТ 23479-79, СНиП 3.05.05-84, СНиП III-42-80\*, «Правила устройства и безопасной эксплуатации стационарных компрессорных установок, воздухопроводов и газопроводов» (современный документ – ПБ 03-581-03).

В 1994 г. выпущен документ РД 39-132-94, отменяющий действие РД 38.13.004-86. Однако РД 39-132-94 охватывает несколько иную область объектов контроля – только нефтепромысловые трубопроводы нефти, газа и попутно добываемой пластовой воды.

**И № 23 СД-80. Инструкция по дефектоскопии гибов трубопроводов из перлитной стали.** Определяет методы дефектоскопии гибов необогреваемых труб в пределах котлов, стационарных трубопроводов пара и горячей воды, трубопроводов в пределах турбины и других труб, выполненных из сталей перлитного класса с наружным диаметром 57 мм и более, толщиной стенки 3,5 мм и более. Не распространяется на литые колена.

Инструкция предназначена для выявления дефектов типа пор, риск, закатов, расслоений, трещин, коррозионных язв, раковин.

Приведены нормы оценки качества.

Рассмотрим документы, регламентирующие визуальный и измерительный контроль подъемных сооружений и крановых путей (рис. 1.7).

**ПБ 10-77-94. Правила устройства и безопасной эксплуатации эскалаторов.** Устанавливают требования к устройству, проектированию, изготовлению, монтажу, модернизации (реконструкции), ремонту и эксплуатации тоннельных и поэтажных эскалаторов.

Содержат требования к организации и проведению контроля.

Приведены нормы оценки качества сварных соединений.

Имеются ссылки на ГОСТ 2601-84, ГОСТ 3242-79.

**ПБ 10-157-97. Правила устройства и безопасной эксплуатации кранов-трубоукладчиков (с изменениями РДИ 10-371(157)-00).** Устанавливают требования к проектированию, устройству, изготовлению, ремонту, реконструкции и эксплуатации кранов-трубоукладчиков, их узлов и механизмов, а также грузозахватных органов и приспособлений. Документ распространяется на гусеничные и пневмоколесные краны-трубоукладчики, а также съемные грузозахватные приспособления (стропы, захваты, траверсы, троллейные подвески и т.п.); содержит требования к организации и проведению контроля.

Приведены нормы оценки качества сварных соединений, других металлических конструкций, канатов.

**ПБ 10-257-98. Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов-манипуляторов.** Устанавливают требования к проектированию, устройству, изготовлению, доизготовлению, реконструкции, ремонту и эксплуатации грузоподъемных кранов-манипуляторов, их узлов и механизмов, а также грузозахватных органов и приспособлений. Под доизготовлением понимается привязка, изготовление опорных рам и монтаж краноманипуляторной установки на транспортном средстве.

Документ распространяется на краны-манипуляторы – автомобильные, пневмоколесные, короткобазовые, гусеничные, на специальном шасси, на шасси колесного и гусеничного тракторов, рельсовые, железнодорожные, переставные, прицепные, самоустанавливающиеся, устанавливаемые на фундаменте; грузозахватные органы – крюки, рейфферы, электромагниты и т.п., применяемые на кранах-манипуляторах; съемные грузозахватные приспособления – стропы, захваты, траверсы и т.п.

Включены требования к организации и проведению контроля.

Приведены нормы оценки качества сварных соединений, других металлических конструкций, канатов.

В документе нет прямых ссылок на другие документы, однако указывается, что сварка несущих металлоконструкций кранов-манипуляторов должна выполняться в соответствии с государственными стандартами (п. 3.4.1). Это можно рассматривать как косвенную ссылку на стандарты: ГОСТ 5264-80, ГОСТ 8713-79, ГОСТ 11533-75, ГОСТ 11534-75, ГОСТ 14771-76, ГОСТ 23518-79 – в отношении размеров и их предельных отклонений для конструктивных элементов сварных соединений.



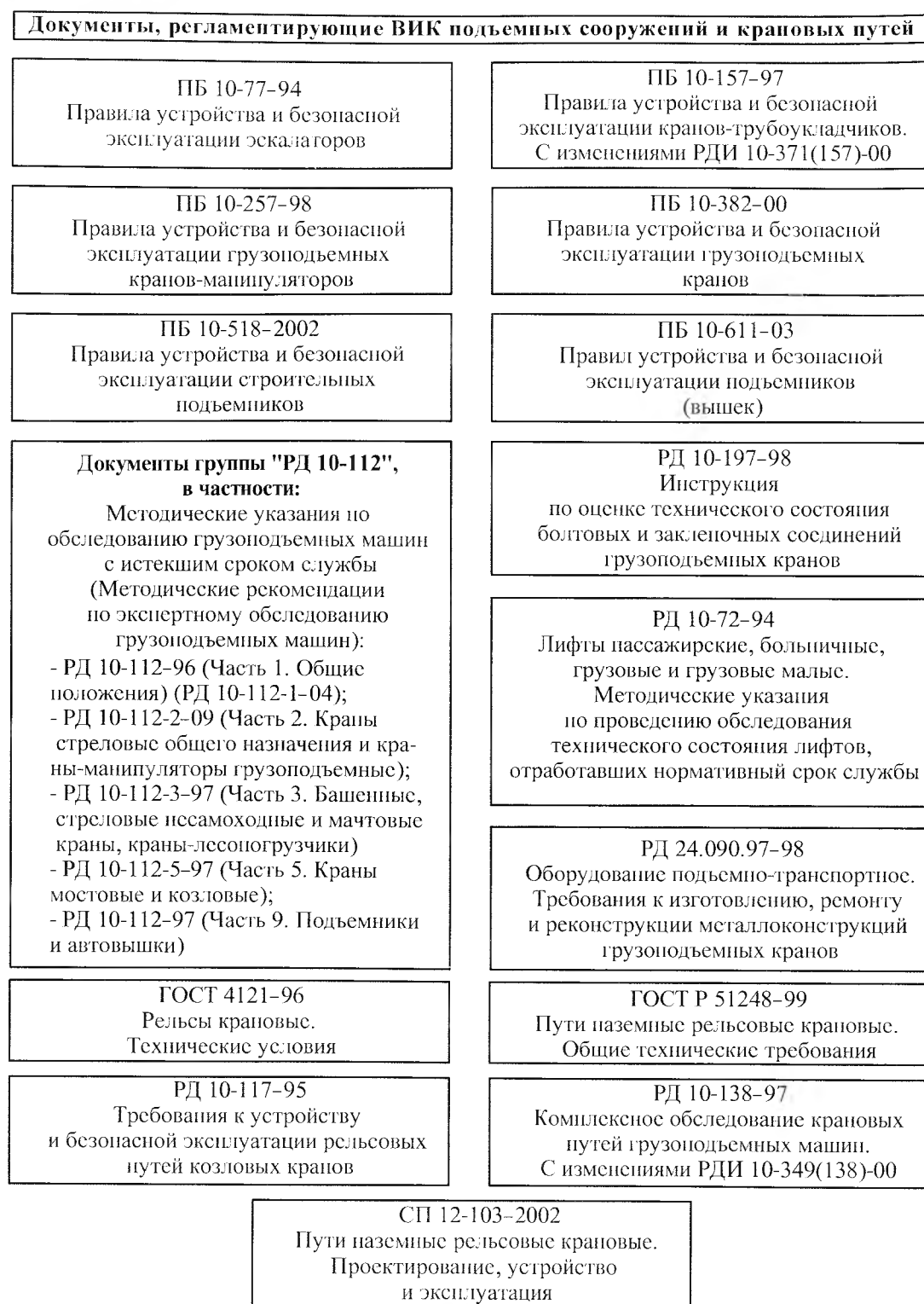


Рис. 1.7. Основные документы, регламентирующие визуальный и измерительный контроль подъемных сооружений и крановых путей

**ПБ 10-382-00. Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов.** Устанавливают требования к проектированию, устройству, изготовлению, реконструкции, ремонту,

монтажу, установке и эксплуатации грузоподъемных кранов, их узлов и механизмов, приборов безопасности, а также грузозахватных органов, грузозахватных приспособлений и тары.

Распространяются на грузоподъемные краны всех типов, включая мостовые краны-штабелеры с машинным приводом; грузовые электрические тележки, передвигающиеся по надземным рельсовым путям совместно с кабиной управления; краны-экскаваторы, предназначенные для работы только с крюком, подвешенным на канате, или электромагнитом; электрические тали; крановые подъемники; грузозахватные органы (крюки, грейферы, грузоподъемные электромагниты, клешневые захваты и т.п.); грузозахватные приспособления (стропы, захваты, траверсы и т.п.); тару, за исключением специальной тары, применяемой в металлургическом производстве (ковши, мульды, изложницы и т.п.) и в морских и речных портах.

Документ содержит требования к организации и проведению контроля кранов и крановых путей.

Приведены нормы оценки качества сварных соединений, других металлических конструкций, канатов.

Имеются ссылки на ГОСТ Р 51248–99, РД 10-117–96, РД 10-138–97, РД 24.090.97–98. Кроме того, указывается, что сварка расчетных металлоконструкций кранов должна выполняться в соответствии с требованиями государственных стандартов (п. 3.4.1). Это можно рассматривать как косвенную ссылку на стандарты: ГОСТ 5264–80, ГОСТ 8713–79, ГОСТ 11533–75, ГОСТ 11534–75, ГОСТ 14771–76, ГОСТ 23518–79 – в отношении размеров и их предельных отклонений для конструктивных элементов сварных соединений.

**ПБ 10-518–2002. Правила устройства и безопасной эксплуатации строительных подъемников.** Устанавливают требования к проектированию, устройству, изготовлению, монтажу и эксплуатации строительных подъемников, используемых при возведении, отделке и ремонте зданий и сооружений. Распространяются на грузовые и грузопассажирские подъемники с канатным или реечным приводом, на фасадные подъемники с канатным приводом (люльки, платформы).

Включены требования к организации и проведению контроля; определены выявляемые дефекты; приведены нормы оценки качества канатов.

Документ не содержит норм оценки качества сварных соединений и других металлических конструкций.

Нет прямых ссылок на другие документы, однако указывается, что сварка расчетных металлоконструкций должна выполняться в соответствии с требованиями государственных стандартов (п. 3.4.1). Это можно рассматривать как косвенную ссылку на стандарты: ГОСТ 5264–80, ГОСТ 8713–79, ГОСТ

11533–75, ГОСТ 11534–75, ГОСТ 14771–76, ГОСТ 23518–79 – в отношении размеров и их предельных отклонений для конструктивных элементов сварных соединений.

**ПБ 10-611–03. Правила устройства и безопасной эксплуатации подъемников (вышек).** Устанавливают требования к проектированию, устройству, изготовлению, ремонту, реконструкции и эксплуатации подъемников (вышек) для перемещения людей с инструментами и материалами и проведения работ в пределах зоны обслуживания.

Документ распространяется на самоходные, в том числе автомобильные подъемники; подъемники на спецшасси; гусеничные, железнодорожные, пневмоколесные, прицепные, передвижные подъемники; подъемники мачтового типа на специальном шасси.

Включены требования к организации и проведению контроля, определяются выявляемые дефекты сварных соединений.

Имеются нормы оценки качества металлических конструкций. Нормы оценки качества канатов приведены со ссылкой на ПБ 10-382–00.

**РД 10-72–94. Лифты пассажирские, больничные, грузовые и грузовые малые. Методические указания по проведению обследования технического состояния лифтов, отработавших нормативный срок службы.** Документ распространяется на лифты пассажирские, больничные, грузовые и грузовые малые. Устанавливает периодичность, методы обследования технического состояния лифтов, отработавших нормативный срок службы, а также порядок организации этих работ и оформления результатов обследования.

Содержит требования к организации и проведению контроля, определяет выявляемые дефекты.

Приведены нормы оценки качества металлических конструкций.

**Документы группы РД 10-112.** Под этим условным названием обобщены методические указания и рекомендации по экспертному обследованию грузоподъемных машин. Отдельные документы этой группы были выпущены взамен предшествующих изданий. Методические указания подготовлены в виде отдельных книг-частей для машин различного типа.

Рассмотрим подробнее некоторые из этих документов.

• **РД 10-112–96. Методические указания по обследованию грузоподъемных машин с истекшим сроком службы. Часть 1. Общие положения.** Документ устанавливает общие требования к периодичности, организации и методам обследо-



ния грузоподъемных машин с истекшим нормативным сроком службы для определения возможности их дальнейшей эксплуатации.

Содержит требования к организации и проведению контроля металлических конструкций.

В соответствии с приказом Ростехнадзора от 28.07.2011 № 435 «Об утверждении раздела I «Технологический, строительный, энергетический надзор «Перечня нормативных правовых актов и нормативных документов, относящихся к сфере деятельности Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору по состоянию на 1 июля 2011 г.» (П-01-01-2011) документ продолжает оставаться в перечне документов, относящихся к сфере деятельности Ростехнадзора, несмотря на то что с учетом данных методических указаний и взамен них разработаны «Рекомендации по экспертному обследованию грузоподъемных машин. Общие положения (РД 10-112-1-04)» во исполнение решения секции Научно-технического совета по подъемным сооружениям Федеральной службы по технологическому надзору (протокол от 26.04.2004 г.).

• **РД 10-112-2-09. Методические рекомендации по экспертному обследованию грузоподъемных машин. Часть 2. Краны стреловые общего назначения и краны-манипуляторы грузоподъемные.** Распространяются на стреловые краны общего назначения всех типов (автомобильные, пневмоколесные, гусеничные, короткобазовые, на специальных шасси автомобильного типа, на шасси повышенной проходимости и др.), попадающие под действие ПБ 10-382-00, а также грузоподъемные краны-манипуляторы общего назначения на тех же типах ходовых устройств, попадающие под действие ПБ 10-257-98. Документ распространяется на краны отечественного и зарубежного производства и действует совместно с РД 10-112-1-04.

Включены требования к организации и проведению контроля, определяются выявляемые дефекты металлических конструкций.

Приведены нормы оценки качества металлических конструкций.

Имеются ссылки на ПБ 10-382-00, ПБ 10-257-98, РД 10-197-98, РД 10-112-1-04.

• **РД 10-112-3-97. Методические указания по обследованию грузоподъемных машин с истекшим сроком службы. Часть 3. Башенные, стреловые самоходные и мачтовые краны, краны-лесопогрузчики.** Документ действует совместно с РД 10-112-96 и устанавливает конкретные требования к обследованию указанных кранов.

Содержит требования к организации и проведению контроля, определяет выявляемые дефекты металлических конструкций.

Приведены нормы оценки качества металлических конструкций, канатов, крановых путей.

Даны ссылки на «Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов» (современный документ – ПБ 10-382-00).

• **РД 10-112-5-97. Методические указания по обследованию грузоподъемных машин с истекшим сроком службы. Часть 5. Краны мостовые и козловые.** Устанавливают требования к периодичности, организации и методам обследования грузоподъемных кранов мостового типа общего назначения с истекшим сроком службы (мостовых, козловых, полукозловых, козловых контейнерных кранов и мостовых перегружателей) для определения возможности их дальнейшей эксплуатации. Могут быть использованы также для обследования грузовых тележек с механизмами подъема, передвигающихся по рельсам, самоходных тележек для развоза металла и электрических талей, передвигающихся по монорельсам.

Содержат требования к организации и проведению контроля, определяют выявляемые дефекты металлических конструкций.

Приведены нормы оценки качества металлических конструкций.

Даны ссылки на «Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов» (современный документ – ПБ 10-382-00), РД 10-112-96, РД 10-138-97.

• **РД 10-112-97. Методические указания по проведению обследования технического состояния подъемников (вышек) с истекшим сроком службы с целью определения возможности их дальнейшей эксплуатации. Часть 9. Подъемники и автовышки.** Документ устанавливает требования к периодичности, организации и методам обследования подъемников (вышек) с истекшим нормативным сроком службы для определения возможности их дальнейшей эксплуатации. Содержит требования к организации и проведению контроля, определяет выявляемые дефекты металлических конструкций.

Приведены нормы оценки качества металлических конструкций.

Имеются ссылки на «Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов» (современный документ – ПБ 10-382-00), РД 10-112-96.

**ГОСТ 4121-96. Рельсы крановые. Технические условия.** Стандарт распространяется на стальные крановые рельсы специальных профилей типов КР70, КР80, КР100, КР120, КР140, применяемые для путей грузоподъемных кранов. Содержит требования в отношении размеров и их предельных отклонений для конструктивных элементов рельсов.

Даны нормы оценки качества.

**ГОСТ Р 51248-99. Пути наземные рельсовые крановые. Общие технические требования (в источнике [13] указано название «Наземные рельсовые крановые пути. Общие технические требования»).** Стандарт распространяется на наземные рельсовые пути, предназначенные для передвижения башенных и козловых грузоподъемных кранов, и устанавливает требования по проектированию, устройству и эксплуатации путей.

Включает в себя требования в отношении размеров и их предельных отклонений для металлических конструкций путей.

Содержит нормы оценки качества металлических конструкций путей.

Даны ссылки на «Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов» (современный документ – ПБ 10-382-00).

**РД 10-117-95. Требования к устройству и безопасной эксплуатации рельсовых путей козловых кранов.** Документ регламентирует порядок и нормы проектирования, устройства и эксплуатации рельсовых путей козловых кранов с вертикальной нагрузкой от колеса на рельс до 325 кН; распространяется на рельсовые пути с деревянными и железобетонными полушпалами, а также на пути с продольными железобетонными подрельсовыми опорными элементами (плиты, балки и монолитные железобетонные основания).

Включены требования к организации и проведению контроля, определяются выявляемые дефекты металлических конструкций крановых путей.

Приведены нормы оценки качества металлических конструкций путей.

Имеются ссылки на «Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов» (современный документ – ПБ 10-382-00).

**РД 10-138-97. Комплексное обследование крановых путей грузоподъемных машин. С изменениями РДИ 10-349(138)-00.** Служит руководством по обследованию крановых путей и подкрановых строительных конструкций, выполняемому при обследовании грузоподъемных машин в период эксплуатации и с истекшим сроком службы согласно РД 10-112-96.

Документ устанавливает порядок обследования крановых путей грузоподъемных машин всех типов, кроме железнодорожных кранов. Распространяется также на строительные конструкции надземных и наземных крановых путей.

Документ не распространяется на рельсовые крановые пути башенных кранов, находящихся в эксплуатации менее 12 месяцев, поскольку обследование указанных путей проводят по «Правилам устройства и безопасной работы грузоподъемных кранов» (современный документ – ПБ 10-382-00) и ГОСТ Р 51248-99.

Содержатся требования к организации и проведению контроля, определяются выявляемые дефекты металлических конструкций крановых путей.

Приведены нормы оценки качества металлических конструкций путей.

Даны ссылки на ГОСТ 5264-80, ГОСТ 11534-85, «Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов» (современный документ – ПБ 10-382-00), РД-10-117-95, ГОСТ Р 51248-99.

**РД 10-197-98. Инструкция по оценке технического состояния болтовых и заклепочных соединений грузоподъемных кранов.** Разработана в развитие «Правил устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов» (современный документ – ПБ 10-382-00), РД 10-112-96. Конкретизирует РД 10-112-96 в области контроля состояния болтовых и заклепочных соединений. Распространяется на грузоподъемные машины с истекшим сроком службы и устанавливает порядок работ по сбору, обработке, систематизации данных, алгоритмы диагностирования, методы и средства диагностирования.

Содержит требования к организации и проведению контроля, определяет выявляемые дефекты соединений.

Приведены нормы оценки качества болтовых и заклепочных соединений.

**РД 24.090.97-98. Оборудование подъемно-транспортное. Требования к изготовлению, ремонту и реконструкции металлоконструкций грузоподъемных кранов.** Документ распространяется на конструкции металлические сварные и конструкции, собранные с применением заклепочных и болтовых соединений, из углеродистых и низколегированных сталей для грузоподъемных кранов, в том числе кранов мостового типа (подвесных и опорных), консольных, порталных и стреловых железнодорожных кранов; устанавливает технические требования к изготовлению, ремонту и реконструкции металлических конструкций названных кранов; требования к организации и проведению контроля.

Приведены нормы оценки качества элементов металлических конструкций и сварных соединений.

Даны ссылки на «Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов» (современный документ – ПБ 10-382-00), а также на ГОСТ 5264-80, ГОСТ 8713-79, ГОСТ 11533-75, ГОСТ 14771-76, ГОСТ 23518-79 в отношении размеров и их предельных отклонений для конструктивных элементов сварных соединений.

**СП 12-103-2002. Пути наземные рельсовые крановые. Проектирование, устройство и эксплуатация.** Документ распространяется на наземные рельсовые крановые пути башенных и стреловых кранов на рельсовом ходовом устройстве с нагрузкой колеса на рельс до 325 кН; устанавливает требования к проектированию, устройству и безопасной эксплуатации крановых путей, а также по обеспечению безопасности при эксплуатации кранов на крановых путях. Документ разработан в развитие ГОСТ Р 51248-99, ПБ 10-382-00.

Включает в себя рекомендации по проектированию, устройству и эксплуатации наземных рельсовых крановых путей.

Содержит требования к организации и проведению контроля.

Приведены нормы оценки качества металлических конструкций путей.

Даются ссылки на ГОСТ 7173-54, ГОСТ Р 51248-99, ПБ 10-382-00, РД 10-138-97.

Рассмотрим документы, регламентирующие визуальный и измерительный контроль строительных конструкций и технических систем зданий и сооружений (рис. 1.8).

Следует отметить, что ГОСТ 23118-99 и СП 53-101-98 регламентируют контроль при заводском изготовлении металлоконструкций, а СНиП 3.03.01-87 и РД 34.15.132-96 – при их монтаже. Документы СНиП 3.05.01-85, СНиП 3.05.03-85, СНиП 3.05.04-85\* и СНиП 3.05.05-84 определяют контроль при монтаже технических систем, а ГОСТ 10922-90 и ГОСТ 14098-91 – контроль качества сварных соединений арматурных закладных изделий при изготовлении и монтаже железобетонных конструкций.



Рис. 1.8. Основные документы, регламентирующие визуальный и измерительный контроль строительных конструкций и технических систем зданий и сооружений

**ГОСТ 10922–90. Арматурные и закладные изделия сварные, соединения сварные арматуры и закладных изделий железобетонных конструкций. Общие технические условия.** Стандарт распространяется на сварные арматурные и закладные изделия железобетонных конструкций и сварные соединения арматуры и закладных изделий, выполняемые при изготовлении и монтаже сборных и возведении монолитных железобетонных конструкций; устанавливает требования к арматурным изделиям из стержневой арматурной стали и арматурной проволоки диаметром 3 мм и более.

Содержит требования к организации контроля и нормы оценки качества.

Имеется ссылка на стандарт ГОСТ 14098–91 в отношении размеров и их предельных отклонений для конструктивных элементов сварных соединений арматуры.

В настоящее время взамен ГОСТ 10922–90 вводится стандарт ГОСТ 10922–2012 «Арматурные и закладные изделия, их сварные, вязанные и механические соединения для железобетонных конструкций. Общие технические условия».

**ГОСТ 14098–91. Соединения сварные арматуры и закладных изделий железобетонных конструкций. Типы, конструкции и размеры.** Стандарт распространяется на сварные соединения стержневой арматуры и арматурной проволоки диаметром 3 мм и более, сварные соединения стержневой арматуры с прокатом толщиной от 4 до 30 мм, выполняемые при изготовлении арматурных и закладных изделий железобетонных конструкций, а также при монтаже сборных и возведении монолитных железобетонных конструкций; устанавливает типы, конструкцию и размеры указанных сварных соединений, выполняемых контактной и дуговой сваркой.

Содержит определения терминов, ссылки на стандарты: ГОСТ 2601–84, ГОСТ 5264–80, ГОСТ 8713–79, ГОСТ 10922–90.

**ГОСТ 23118–99. Конструкции стальные строительные. Общие технические условия.** Стандарт распространяется на стальные строительные конструкции из стали классов прочности не выше С440 для зданий и сооружений различного назначения, предназначенные для применения в любых климатических районах с сейсмичностью до 9 баллов включительно и устанавливает общие требования к этим конструкциям при заводском изготовлении.

Содержит определения терминов, требования к объему контроля; нормы оценки качества; ссылки на стандарты: ГОСТ 5264–80, ГОСТ 8713–79, ГОСТ

11533–75, ГОСТ 11534–75, ГОСТ 14771–76, ГОСТ 23518–79 – в отношении размеров и их предельных отклонений для конструктивных элементов сварных соединений.

**СП 53-101–98. Система нормативных документов в строительстве. Свод правил по проектированию и строительству. Изготовление и контроль качества стальных строительных конструкций.** Документ разработан в развитие ГОСТ 23118–99 и включает в себя общие положения по заводскому изготовлению и контролю качества стальных строительных конструкций зданий и сооружений промышленного, общественного и жилого назначения.

Приведены определения терминов, требования к объему контроля; нормы оценки качества (причем отличающиеся от норм стандарта ГОСТ 23118–99).

Имеются ссылки на стандарты: ГОСТ 5264–80, ГОСТ 8713–79, ГОСТ 11533–75, ГОСТ 11534–75, ГОСТ 14771–76, ГОСТ 23518–79 – в отношении размеров и их предельных отклонений для конструктивных элементов сварных соединений, выполненных при изготовлении конструкций.

**СНиП 3.03.01–87. Несущие и ограждающие конструкции.** Документ распространяется на производство и приемку работ, выполняемых при строительстве и реконструкции предприятий, зданий и сооружений, во всех отраслях народного хозяйства, в частности при сварке монтажных соединений строительных стальных конструкций (в том числе многоэтажных зданий, транспортерных галерей, резервуарных конструкций, антенных сооружений связи и башен вытяжных труб), соединений арматуры и закладных изделий монолитных железобетонных конструкций. Содержит требования к объему контроля.

Приведены нормы оценки качества.

Даны ссылки на стандарты: ГОСТ 5264–80, ГОСТ 8713–79, ГОСТ 11533–75, ГОСТ 11534–75, ГОСТ 14771–76, ГОСТ 15164–78, ГОСТ 23518–79 – в отношении размеров и их предельных отклонений для конструктивных элементов сварных соединений, выполненных при монтаже, а также ссылки на стандарты ГОСТ 10922–75 и ГОСТ 14098–85 – в отношении контроля сварных соединений арматуры.

**СНиП 3.05.01-85. Внутренние санитарно-технические системы.** Документ регламентирует монтаж внутренних систем холодного и горячего водоснабжения, отопления, канализации, водосточков, вентиляции, кондиционирования воздуха (в том числе трубопроводов к вентиляционным установкам), котельных с давлением пара до 0,7 кгс/см<sup>2</sup>

и температурой воды до 115 °С при строительстве и реконструкции предприятий, зданий и сооружений, а также изготовление воздухопроводов, узлов и деталей из труб.

Содержит нормы оценки качества.

Приведена ссылка на стандарт ГОСТ 16037–80 в отношении размеров и их предельных отклонений для конструктивных элементов сварных соединений стальных трубопроводов.

**СНиП 3.05.03–85. Тепловые сети.** Документ распространяется на строительство новых, расширение и реконструкцию действующих тепловых сетей, транспортирующих горячую воду температурой не выше 200 °С и давлением не выше 25 кгс/см<sup>2</sup> и пар температурой не выше 440 °С и давлением не выше 64 кгс/см<sup>2</sup>.

Приведены требования к организации контроля.

Содержит нормы оценки качества.

Дана ссылка на стандарт ГОСТ 16037–80 в отношении размеров и их предельных отклонений для конструктивных элементов сварных соединений стальных трубопроводов.

**СНиП 3.05.04–85\*. Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации.** Документ регламентирует строительство новых, расширение и реконструкцию действующих наружных сетей (трубопроводов) и сооружений водоснабжения и канализации населенных пунктов и объектов народного хозяйства.

Приведены требования к организации контроля.

Содержит нормы оценки качества.

Дана ссылка на стандарт ГОСТ 16037–80 в отношении размеров и их предельных отклонений для конструктивных элементов сварных соединений стальных трубопроводов.

**СНиП 3.05.05–84. Технологическое оборудование и технологические трубопроводы.** Регламентирует производство и приемку работ по монтажу технологического оборудования и технологических трубопроводов, предназначенных для получения, переработки и транспортирования исходных, промежуточных и конечных продуктов при абсолютном давлении от 0,01 кгс/см<sup>2</sup> до 1000 кгс/см<sup>2</sup> включительно, а также трубопроводов для подачи теплоносителей, смазки и других веществ, необходимых для работы оборудования.

Приведены требования к организации контроля, объему контроля.

Содержит нормы оценки качества.

Дана ссылка на ГОСТ 3242–79, а также ГОСТ 16037–80 в отношении размеров и их предельных отклонений для конструктивных элементов сварных соединений стальных трубопроводов.

**РД 34.15.132–96. Сварка и контроль качества сварных соединений металлоконструкций зданий при сооружении промышленных объектов. Руководящий документ.** Определяет организацию и технологию сборочно-сварочных работ при укрупнении и монтаже металлоконструкций, изготовленных из углеродистых и низколегированных сталей, в ходе сооружения металлических конструкций зданий промышленных объектов, а также объем, порядок контроля и нормы оценки качества сварных соединений.

Нормы оценки качества в данном документе указаны со ссылкой на СНиП 3.03.01–87.

Содержит ссылки на стандарты ГОСТ 5264–80, ГОСТ 8713–79, ГОСТ 11534–75, ГОСТ 14771–76 в отношении размеров и их предельных отклонений для конструктивных элементов сварных соединений.

Документы, регламентирующие визуальный и измерительный контроль газопроводов и нефтепроводов, представлены на рис. 1.9.

**ГОСТ 20295–85. Трубы стальные сварные для магистральных газонефтепроводов. Технические условия.** Стандарт распространяется на стальные сварные прямошовные и спиралешовные трубы диаметром 114–1420 мм, применяемые для сооружения магистральных газонефтепроводов, нефтепродуктопроводов, технологических и промысловых трубопроводов.

Содержит требования к организации и проведению контроля; нормы оценки качества в виде требований к геометрическим параметрам труб и готовых сварных соединений, определения допустимости различных наружных дефектов.

**ГОСТ Р 52079–2003. Трубы стальные сварные для магистральных газопроводов, нефтепроводов и нефтепродуктопроводов. Технические условия.** Распространяется на стальные сварные прямошовные и спиралешовные трубы диаметром 114...1420 мм, применяемые для строительства и ремонта магистральных газопроводов, нефтепроводов и нефтепродуктопроводов, транспортирующих некоррозионно-активные продукты (природный газ, нефть и нефтепродукты) при избыточном рабочем давлении до 100 кгс/см<sup>2</sup> и температуре окружающей среды до –60 °С.

Содержит определения терминов, требования к организации и проведению контроля.

Включены требования к геометрическим параметрам деталей и сборочных единиц, подготовленных к сварке.

**СНиП 2.05.06–85\*. Магистральные трубопроводы.** Документ регламентирует проектирование новых и реконструируемых магистральных

Документы, регламентирующие ВИК газопроводов и нефтепроводов	
СНиП 2.05.06-85* Магистральные трубопроводы	СНиП III-42-80* Магистральные трубопроводы
ВСН 006-89 Строительство магистральных и промышленных трубопроводов. Сварка (применительно к трубопроводам для сероводородосодержащих сред)	ВСН 012-88 Строительство магистральных и промышленных трубопроводов. Контроль качества и приемка работ. Часть I (применительно к приемке труб)
ГОСТ 20295-85 Трубы стальные сварные для магистральных газонефтепроводов. Технические условия	ГОСТ Р 52079-2003 Трубы стальные сварные для магистральных газопроводов, нефтепроводов и нефтепродуктопроводов. Технические условия
СТО Газпром 2-2.2-115-2007 Инструкция по сварке магистральных газопроводов с рабочим давлением до 9,8 МПа включительно	СТО Газпром 2-2.3-116-2007 Инструкция по технологии производства работ на газопроводах врезкой под давлением
СТО Газпром 2-2.2-136-2007 Инструкция по технологиям сварки при строительстве и ремонте промышленных и магистральных газопроводов. Часть I	СТО Газпром 2-2.3-137-2007 Инструкция по технологиям сварки при строительстве и ремонте промышленных и магистральных газопроводов. Часть II
СТО Газпром 2-2.1-249-2008 Магистральные газопроводы	СТО Газпром 2-2.3-251-2008 Сборка, сварка, термическая обработка и контроль качества при ремонте и модернизации корпусного технологического оборудования ОАО "Газпром"
СТО Газпром 2-2.3-325-2009 Неразрушающий контроль тройников и тройниковых соединений технологических трубопроводов компрессорных станций. Нормы оценки и методы проведения работ	СТО Газпром 2-2.4-083-2006 Инструкция по неразрушающим методам контроля качества сварных соединений при строительстве и ремонте промышленных и магистральных газопроводов
СТО Газпром 2-2.3-407-2009 Инструкция по отбраковке и ремонту технологических трубопроводов газа компрессорных станций	РД 19.100.00-КТН-001-10 Неразрушающий контроль сварных соединений при строительстве и ремонте магистральных трубопроводов
РД 25.160.00-КТН-011-10 Сварка при строительстве и капитальном ремонте магистральных нефтепроводов	РД 23.040.00-КТН-090-07 Классификация дефектов и методы ремонта дефектов и дефектных секций действующих магистральных нефтепроводов

Рис. 1.9. Основные документы, регламентирующие визуальный и измерительный контроль газопроводов и нефтепроводов



трубопроводов и ответвлений от них условным диаметром до 1400 мм включительно с избыточным давлением среды свыше 12 до 100 кгс/см<sup>2</sup> для транспортирования нефти, нефтепродуктов, природного, нефтяного и искусственного углеводородных газов, сжиженных углеводородных газов, нестабильного бензина и конденсата нефтяного газа и других сжиженных углеводородов.

Содержит требования к геометрическим параметрам деталей и сварных соединений; нормы оценки качества труб, подготовленных к сварке, и сварных соединений.

**СНиП III-42-80\*. Магистральные трубопроводы.** Регламентирует строительство новых и реконструкцию действующих магистральных трубопроводов и ответвлений от них условным диаметром до 1400 мм включительно с избыточным давлением среды не более 100 кгс/см<sup>2</sup> для транспортирования нефти, нефтепродуктов, природного и попутного, естественного и искусственного углеводородных газов, сжиженных углеводородных газов, а также нестабильного бензина и нестабильного конденсата и других сжиженных углеводородов.

Содержит требования к организации и проведению контроля, к геометрическим параметрам деталей, сборочных единиц и сварных соединений.

Приведены нормы оценки качества труб, подготовленных к сварке, и сварных соединений.

Даны ссылки на СНиП 2.05.06-85\*.

**ВСН 006-89. Строительство магистральных и промысловых трубопроводов. Сварка.** После отмены действия ряда пунктов стандартом СТО Газпром 2-2.2-136-2007 документ содержит требования, действующие только в отношении сварки трубопроводов, транспортирующих сероводородсодержащие среды.

Документ распространяется на сварку кольцевых стыков бесшовных, электросварных прямошовных и спиралешовных труб из горячекатаных, нормализованных и термически упрочненных низкоуглеродистых и низколегированных сталей с нормативным пределом прочности до 60 кгс/мм<sup>2</sup> и термоупрочненных до 65 кгс/мм<sup>2</sup> диаметром от 57 до 1420 мм с толщиной стенки 5...32 мм.

Регламентирует ручную электродугую сварку, автоматическую сварку под флюсом, сварку порошковой проволокой с принудительным формированием шва, автоматическую и полуавтоматическую сварку в защитных газах, ручную аргонодугую сварку корневого шва, стыковую сварку оплавлением, сварку вращающейся магнитоуправляемой дугой, индукционную пайку, разделительную и поверхностную резку трубопроводов.

Содержит требования к геометрическим параметрам деталей, сборочных единиц и сварных соединений.

Приведены нормы оценки качества сварных соединений.

В отношении требований к организации и проведению контроля, норм оценки качества имеется ссылка на СНиП III-42-80\*.

**ВСН 012-88. Строительство магистральных и промысловых трубопроводов. Контроль качества и приемка работ. Часть I.** После отмены действия ряда разделов стандартом СТО Газпром 2-2.4-083-2006 документ содержит требования, действующие только в отношении приемки, отбраковки и освидетельствования труб, деталей трубопроводов и запорной арматуры.

Включены требования к организации и проведению контроля.

Приведены нормы оценки качества труб, деталей трубопроводов и запорной арматуры.

Имеются ссылки на СНиП 2.05.06-85\*, СНиП III-42-80\*, ВСН-006-89.

**СТО Газпром 2-2.4-083-2006. Инструкция по неразрушающим методам контроля качества сварных соединений при строительстве и ремонте промысловых и магистральных газопроводов.** Регламентирует контроль качества сварных соединений объектов промысловых и магистральных газопроводов из стальных труб, рекомендованных к применению документами ОАО «Газпром», диаметром до 1420 мм включительно, с избыточным давлением транспортируемой среды свыше 12 до 100 кгс/см<sup>2</sup> включительно. Требования документа распространяются также на контроль качества сварных соединений трубопроводов, транспортирующих стабильный и нестабильный конденсат.

Документ устанавливает порядок проведения неразрушающего контроля, методы, объемы и нормы оценки качества сварных соединений, выполненных дуговой сваркой, в том числе вновь сваренных при строительстве, капитальном ремонте и реконструкции и находящихся в эксплуатации.

Является основополагающим документом при проведении контроля в отрасли. Содержит определения терминов, требования к организации и проведению контроля.

Включены нормы оценки качества деталей, сборочных единиц и сварных соединений.

Содержит ссылки на ГОСТ 2601-84, ГОСТ 16504-81, ГОСТ 23479-79, ГОСТ Р 52079-2003, СНиП 2.05.06-85\*, ПБ 03-440-02, РД 03-606-03.

**СТО Газпром 2-2.2-115-2007. Инструкция по сварке магистральных газопроводов с рабочим**

давлением до 9,8 МПа включительно. Распространяется на сварку кольцевых сварных соединений труб, соединительных деталей трубопроводов, а также запорной и распределительной арматуры при строительстве магистральных газопроводов, изготовленных из трубных сталей с нормативным пределом прочности до 60 кгс/см<sup>2</sup> включительно, с наружным диаметром от 1020 до 1420 мм, с толщиной стенки от 18 до 32 мм, транспортирующих природный газ с рабочим избыточным давлением от 85 до 100 кгс/см<sup>2</sup>.

Регламентирует требования к порядку выполнения сборочно-сварочных работ, применению сварочных материалов и оборудования; требования к сварным соединениям, выполненным автоматической сваркой в среде защитных газов проволокой сплошного сечения и порошковой проволокой; автоматической сваркой под флюсом для толщин от 18 до 27 мм; механизированной сваркой в среде углекислого газа проволокой сплошного сечения с использованием источников тока со специальными характеристиками и самозащитной порошковой проволокой для толщин от 18 до 21 мм; ручной дуговой сваркой покрытыми электродами.

Содержит требования к геометрическим параметрам деталей, сборочных единиц и сварных соединений.

Включает в себя нормы оценки качества сварных соединений.

В отношении требований к организации и проведению контроля, норм оценки качества содержит также ссылку на СТО Газпром 2-2.4-083-2006.

Даны ссылки на ПБ 03-440-02, ПБ 03-585-03, РД 03-606-03.

**СТО Газпром 2-2.3-116-2007. Инструкция по технологии производства работ на газопроводах врезкой под давлением.** Предназначена для выполнения работ на газопроводах из стальных электросварных прямошовных и спиралешовных труб из малоуглеродистых и низколегированных трубных сталей с нормативным пределом прочности до 60 кгс/мм<sup>2</sup> включительно, условным диаметром до 1400 мм включительно, фактической толщиной стенки не менее 6,5 мм, избыточным давлением среды свыше 12 до 100 кгс/см<sup>2</sup> включительно, находящихся в эксплуатации и транспортирующих природный газ, стабильный и нестабильный конденсат, широкие фракции легких углеводородов.

Регламентирует организацию и технологию работ по врезке отводов, перемычек, лупингов, переходов и выборочному капитальному ремонту (замене) дефектных участков линейной части, запорно-регулирующей арматуры, соединительных дета-

лей трубопроводов без прекращения транспорта газа с врезкой байпаса и перекрытием полости трубы с применением специальной технологии сварки (приварки) и врезки под давлением с использованием специального оборудования.

Приведены требования к геометрическим параметрам деталей, сборочных единиц, труб, подготовленных к сварке, и сварных соединений.

Содержит нормы оценки качества труб, подготовленных к сварке, и сварных соединений.

В отношении требований к организации и проведению контроля, норм оценки качества имеется ссылка на СТО Газпром 2-2.4-083-2006.

Даны также ссылки на ГОСТ 2601-84, ГОСТ 15467-79, ГОСТ 16037-80, СТО Газпром 2-2.3-137-2007, СНиП 2.05.06-85\*, СНиП III-42-80\*, ПБ 03-440-02.

**СТО Газпром 2-2.2-136-2007. Инструкция по технологиям сварки при строительстве и ремонте промышленных и магистральных газопроводов.**

**Часть 1.** Устанавливает требования к сварным соединениям, порядку выполнения сборочно-сварочных работ, применению сварочных материалов и сварочного оборудования при строительстве, реконструкции и капитальном ремонте промышленных и магистральных газопроводов следующими способами: ручной дуговой сваркой покрытыми электродами; ручной аргонодуговой сваркой неплавящимся электродом; механизированной сваркой плавящимся электродом в среде активных газов и смесях; механизированной сваркой самозащитной порошковой проволокой; автоматической сваркой плавящимся электродом и порошковой проволокой в среде инертных газов и смесях; автоматической сваркой под флюсом.

Распространяется на сварку кольцевых соединений труб, соединительных деталей трубопроводов, запорной и регулирующей арматуры из сталей с нормативным пределом прочности до 60 кгс/мм<sup>2</sup> включительно, условным диаметром от 20 до 1400 мм с толщиной стенки от 2 до 32 мм включительно.

Включает в себя требования к геометрическим параметрам деталей, сборочных единиц и сварных соединений.

Приведены нормы оценки качества труб, подготовленных к сварке.

В отношении требований к организации и проведению контроля, норм оценки качества дана ссылка на СТО Газпром 2-2.4-083-2006.

Содержит также ссылки на ГОСТ 2601-84, ГОСТ 16037-80, ГОСТ 16504-81, ГОСТ Р 52079-2003, СТО Газпром 2-2.2-115-2007, СНиП 03.05.05-84, ВСН 012-88, ПБ 03-440-02, ПБ 03-585-03, РД 03-606-03.



**СТО Газпром 2-2.3-137-2007. Инструкция по технологиям сварки при строительстве и ремонте промышленных и магистральных газопроводов. Часть II.** Устанавливает требования к сварным соединениям, порядку выполнения сварочно-монтажных работ при проведении ремонтно-восстановительных работ на промышленных и магистральных газопроводах, выполняемых с применением ручной, механизированной дуговой сварки на участках газопроводов, временно выведенных из эксплуатации или находящихся в эксплуатации под давлением с транспортировкой или без транспортировки продукта. Регламентирует ремонт участков газопроводов с дефектами труб и сварных соединений методом замены или прокладки лупингов, сваркой (наплавкой, заваркой), вваркой заплат или приваркой патрубков, стальными сварными муфтами.

Документ распространяется на сварку элементов из сталей с нормативным пределом прочности до 60 кгс/мм<sup>2</sup> включительно, условным диаметром от 20 до 1400 мм с толщиной стенки от 2 до 32 мм включительно.

Содержит требования к геометрическим параметрам деталей, сборочных единиц и сварных соединений.

В отношении требований к организации и проведению контроля, норм оценки качества дана ссылка на СТО Газпром 2-2.4-083-2006.

Имеются также ссылки на ГОСТ 2601-84, ГОСТ 5272-68, ГОСТ 16504-81, ГОСТ 21014-88, ГОСТ Р 52079-2003, СНиП 2.05.06-85\*, СНиП 03.05.05-84, ПБ 03-440-02, ПБ 03-585-03, РД 03-606-03.

**СТО Газпром 2-2.1-249-2008. Магистральные газопроводы.** Документ регламентирует вновь проектируемые и реконструируемые магистральные газопроводы и ответвления от них условным диаметром до 1400 мм включительно с избыточным давлением среды свыше 12 до 250 кгс/см<sup>2</sup> для транспортирования природного газа из районов добычи или хранения до мест потребления; товарного, импульсного, топливного и пускового газа в пределах компрессорных и дожимных станций, станций подземного хранения газа, газораспределительных и газоизмерительных станций, станций охлаждения газа и пунктов редуцирования газа.

Содержит нормы оценки качества труб в отношении формы, размеров и их предельных отклонений. При этом нормы отличаются от норм, указанных в документах СНиП 2.05.06-85\*, СНиП III-42-80\*.

Даны ссылки на СНиП 2.05.06-85\*, СНиП III-42-80\*.

**СТО Газпром 2-2.3-251-2008. Сборка, сварка, термическая обработка и контроль качества при ремонте и модернизации корпусного технологического оборудования ОАО «Газпром».** Документ регламентирует технологические процессы сборки, ручной и механизированной дуговой сварки и термической обработки, а также контроль качества сварных соединений при ремонте и модернизации корпусного технологического оборудования ОАО «Газпром» – стальных сосудов и аппаратов, работающих под давлением не более 160 кгс/см<sup>2</sup> или без давления и при температуре стенки не ниже -70 °С.

Содержит требования к геометрическим параметрам деталей, сборочных единиц и сварных соединений.

Включает в себя нормы оценки качества сварных соединений.

Имеются ссылки на ГОСТ 3242-79, ГОСТ 5264-80, ГОСТ 11534-75, ГОСТ 14771-76, ГОСТ 16037-80, ГОСТ 21014-88, ГОСТ 23518-79, ПБ 03-440-02, ПБ 03-576-03, ПБ 03-584-03, РД 03-606-03.

**СТО Газпром 2-2.3-325-2009. Неразрушающий контроль тройников и тройниковых соединений технологических трубопроводов компрессорных станций. Нормы оценки и методы проведения работ.** Документ предназначен для диагностического обследования методами неразрушающего контроля тройников и тройниковых соединений технологических трубопроводов компрессорных станций магистральных трубопроводов ОАО «Газпром». Распространяется также на тройники трубопроводной обвязки дожимных компрессорных станций, компрессорных станций подземных хранилищ газа, станций охладителей газа, установок предварительной подготовки газа, установок комплексной подготовки газа, а также газосборных сетей ОАО «Газпром».

Устанавливает объем и требования к диагностированию равнопроходных и переходных сварных тройников, предназначенных для транспортирования неагрессивной газовой среды, а также для обеспечения осмотра внутренних полостей трубопроводов.

Определяет порядок проведения контроля.

В отношении норм оценки качества деталей тройников содержит ссылки на ВСН 012-88 и СНиП 2.05.06-85\*, а в отношении норм оценки качества сварных соединений – ссылку на СТО Газпром 2-2.4-083-2006.

Имеются также ссылки на ГОСТ 2601-80, ГОСТ 16037-80, ГОСТ 20911-89, ГОСТ 23479-79, ГОСТ Р 52079-2003, СТО Газпром 2-2.2-136-2007, ПБ 03-585-03, РД 03-606-03.

**СТО Газпром 2-2.3-407–2009. Инструкция по отбраковке и ремонту технологических трубопроводов газа компрессорных станций.** Распространяется на технологические трубопроводы основного назначения, соединяющие узел подключения и площадку компрессорных и дожимных компрессорных станций ОАО «Газпром» диаметром до 1420 мм включительно с рабочим давлением среды от 12 до 100 кгс/см<sup>2</sup>, спроектированные в соответствии с требованиями СНиП 2.05.06–85\*.

Документ устанавливает критерии браковки дефектных труб, требования к технологиям ремонта дефектных труб, критерии и порядок выбора технологий ремонта трубопроводов компрессорных станций контролируемой шлифовкой, муфтами, наплавкой, заменой участка трубопровода.

В отношении норм оценки качества сварных соединений и наплавки содержит ссылку на СТО Газпром 2-2.4-083–2006.

Имеются также ссылки на ГОСТ 21014–88, СТО Газпром 2-2.3-137–2007, СТО Газпром 2-2.1-249–2008, СНиП 2.05.06–85\*, СНиП III-42–80\*, ПБ 03-440–02.

**РД 19.100.00-КТН-001–10. Неразрушающий контроль сварных соединений при строительстве и ремонте магистральных трубопроводов.** Предназначен для применения на объектах ОАО «АК «Транснефть» при подготовке и выполнении неразрушающего контроля сварных соединений магистральных нефтепроводов при строительстве и ремонте.

Содержит нормы оценки качества.

**РД 25.160.00-КТН-011–10. Сварка при строительстве и капитальном ремонте магистральных нефтепроводов.** Определяет технологию сварки объектов магистральных нефтепроводов ОАО «АК «Транснефть» при строительстве и капи-

тальном ремонте.

Даны ссылки на ГОСТ 20295–85, СНиП III-42–80\*, РД 03-606–03.

**РД 23.040.00-КТН-090–07. Классификация дефектов и методы ремонта дефектов и дефектных секций действующих магистральных нефтепроводов.** Устанавливает методы ремонта секций трубопроводов, содержащих дефекты, которые были обнаружены с помощью внутритрубной диагностики и другими методами неразрушающего контроля, а также при ликвидации аварий.

Требования документа обязательны при эксплуатации, реконструкции, выборочном, капитальном и аварийном ремонтах, диагностике линейной части нефтепроводов, технологических нефтепроводов нефтеперекачивающих станций и нефтебаз ОАО «АК «Транснефть».

Регламентирует классификацию по типам и параметрам дефектов, подлежащих устранению; предельные сроки эксплуатации секций с дефектами; методы ремонта дефектов и дефектных секций в зависимости от типа, параметров и взаимного расположения дефектов. Содержит определения терминов.

Даны ссылки на ГОСТ 16037–80, ГОСТ 21014–88, СНиП 2.05.06–85\*, СНиП III-42–80\*, «Неразрушающий контроль сварных соединений при строительстве и ремонте магистральных трубопроводов» (современный документ – РД 19.100.00-КТН-001–10), «Сварка при строительстве и капитальном ремонте магистральных нефтепроводов» (современный документ – РД 25.160.00-КТН-011–10).

Документы, регламентирующие визуальный и измерительный контроль железнодорожных рельсов при изготовлении и эксплуатации, представлены на рис. 1.10.

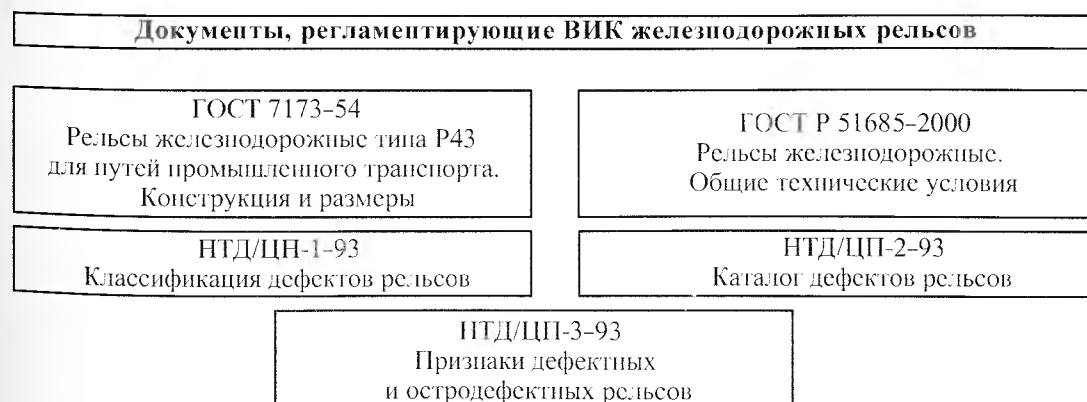


Рис. 1.10. Основные документы, регламентирующие визуальный и измерительный контроль железнодорожных рельсов

**ГОСТ 7173–54. Рельсы железнодорожные типа Р43 для путей промышленного транспорта. Конструкция и размеры.** Стандарт распространяется на железнодорожные рельсы типа Р43. Устанавливает для рельсов форму, размеры и их допустимые отклонения. Содержит требования к проведению контроля.

Приведены нормы оценки качества в отношении геометрических параметров и поверхностных дефектов рельсов.

**ГОСТ Р 51685–2000. Рельсы железнодорожные. Общие технические условия.** Стандарт распространяется на железнодорожные рельсы типов Р50, Р65, Р65К (для наружных нитей кривых участков пути), Р75, предназначенные для звеньев и бесстыкового пути железных дорог и для производства стрелочных переводов.

Устанавливает для рельсов форму, размеры и их допустимые отклонения. Содержит требования к проведению контроля.

Приведены нормы оценки качества в отношении геометрических параметров и поверхностных дефектов рельсов.

**Классификация дефектов рельсов НТД/ЦП-1-93.** Документ определяет структуру кодового обозначения дефектов рельсов, связывает наименование дефекта с основной причиной его образования и схематическим изображением. Указано, что классификация предназначена для статистического учета, анализа уровня эксплуатационной стойкости и надежности рельсов.

**Каталог дефектов рельсов НТД/ЦП-2-93.** Содержит схематические и фотографические изображения дефектов, указывает причины появления и развития, способы выявления дефектов, указания по эксплуатации рельсов с выявленными дефектами.

**Признаки дефектных и остродефектных рельсов НТД/ЦП-3–93.** Документ определяет нормы оценки качества, позволяющие отнести рельсы к категории дефектных либо остродефектных в зависимости от вида их повреждения и дефектов. При этом остродефектным считается рельс, представляющий прямую угрозу безопасности движения из-за возможного разрушения под поездом или схода колес с рельса из-за его повреждения. Дефектным считается рельс, у которого в процессе эксплуатации произошло ухудшение технических свойств, однако обеспечивается безопасный пропуск поездов, хотя и при ограничении скорости их движения.

Документы, регламентирующие ВИК объектов использования атомной энергии, представлены на рис. 1.11.

**ПНАЭ Г-7-008–89. Правила устройства и безопасной эксплуатации оборудования и трубо-**

**проводов атомных энергетических установок.** Распространяется на работающие под давлением (включая гидростатическое) и вакуумом сосуды (в том числе корпуса реакторов и их страховочные корпуса и кожухи, парогенераторы и теплообменники), на корпуса насосов и арматуру и на трубопроводы систем атомных станций с водо-водяными и водографитовыми реакторами, реакторами на быстрых нейтронах с жидкометаллическим теплоносителем и установок с исследовательскими или опытными реакторами указанных типов.

Документ содержит обязательные требования к устройству и эксплуатации оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок, обеспечивающие их надежность и безопасность, а также требования к организации и проведению контроля.

Приведены нормы оценки качества деталей, сборочных единиц и сварных соединений.

Даны ссылки на «Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением» (современный документ – ПБ 03-576–03) и «Правила устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды» (современный документ – ПБ 10-573–03).

**ПНАЭ Г-7-009–89. Оборудование и трубопроводы атомных энергетических установок. Сварка и наплавка. Основные положения.** Документ регламентирует сварку и наплавку оборудования и трубопроводов, попадающих под действие документа ПНАЭ Г-7-008–89; устанавливает основные требования к сварочному оборудованию, материалам, подготовке и сборке под сварку, сварке, наплавке, термической обработке сварных соединений и наплавленных деталей, а также к основным рекомендуемым типам сварных соединений.

Включает в себя требования к сварке деталей из перлитных, аустенитных, высокохромистых сталей, из сталей различных структурных классов между собой, из двухслойных сталей, на наплавку антикоррозионного покрытия, на выполнение усиливающих наплавов.

Содержит требования в отношении формы, размеров и их предельных отклонений для конструктивных элементов сварных соединений.

Приведены ссылки на ПНАЭ Г-7-008–89.

**ПНАЭ Г-7-010–89. Оборудование и трубопроводы атомных энергетических установок. Сварные соединения и наплавки. Правила контроля.** Документ устанавливает требования к контролю сварных соединений и наплавленных деталей, сборочных единиц, изделий оборудования и трубопроводов атомных электростанций, станций теплоснабжения, теплоэлектроцентралей, опытных

## Документы, регламентирующие ВИК объектов использования атомной энергии

<p>ПНАЭ Г-7-008-89 Правила устройства и безопасной эксплуатации оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок</p>	<p>ПНАЭ Г-7-009-89 Оборудование и трубопроводы атомных энергетических установок. Сварка и наплавка. Основные положения</p>
<p>ПНАЭ Г-7-010-89 Оборудование и трубопроводы атомных энергетических установок. Сварные соединения и наплавки. Правила контроля</p>	<p>ПНАЭ Г-7-016-89 Унифицированные методики контроля основных материалов (полуфабрикатов), сварных соединений и наплавки оборудования и трубопроводов АЭУ. Визуальный и измерительный контроль</p>
<p>ПНАЭ Г-7-023-90 Оборудование и трубопроводы атомных энергетических установок. Сварные соединения алюминиевых сплавов. Правила контроля</p>	<p>ПНАЭ Г-7-025-90 Стальные отливки для атомных энергетических установок. Правила контроля</p>
<p>НП-043-03 Требования к устройству и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов для объектов использования атомной энергии</p>	<p>НП-044-03 Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением, для объектов использования атомной энергии</p>
<p>НП-045-03 Правила устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды для объектов использования атомной энергии</p>	<p>НП-046-03 Правила устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов для объектов использования атомной энергии</p>

Рис. 1.11. Основные документы, регламентирующие визуальный и измерительный контроль объектов использования атомной энергии

и исследовательских ядерных реакторов и установок, на которые распространяются требования документа ПНАЭ Г-7-008-89.

Является руководящим документом при проектировании, конструировании, изготовлении, монтаже оборудования и трубопроводов, устанавливающим порядок, виды, объемы и методы контроля и нормы оценки качества сварных соединений и наплавленных деталей (изделий), выполненных в соответствии с требованиями документа ПНАЭ Г-7-009-89, а также основополагающим документом при проведении контроля в отрасли.

Содержит определения терминов, требования к организации и проведению контроля.

Приведены нормы оценки качества деталей, сборочных единиц и сварных соединений.

**ПНАЭ Г-7-016-89. Унифицированные методики контроля основных материалов (полуфабрикатов), сварных соединений и наплавки оборудования и трубопроводов АЭУ. Визуальный и**

**измерительный контроль.** Устанавливает методику контроля основных материалов (полуфабрикатов, деталей, сборочных единиц), сварных соединений и наплавленных поверхностей оборудования и трубопроводов, на которые распространяются требования документа ПНАЭ Г-7-008-89.

Содержит требования к организации и проведению контроля.

В документе не приведены нормы оценки качества.

Даны ссылки на ПНАЭ Г-7-008-89, ПНАЭ Г-7-009-89, ПНАЭ Г-7-010-89.

**ПНАЭ Г-7-023-90. Оборудование и трубопроводы атомных энергетических установок. Сварные соединения алюминиевых сплавов. Правила контроля.** Применяется при проектировании, конструировании, изготовлении и монтаже металлоконструкций, трубопроводов и оборудования, на которые распространяется документ ПНАЭ Г-7-008-89; дополняет документ ПНАЭ Г-7-010-89 и действует совместно с ним.

Устанавливает требования к контролю сварных соединений металлоконструкций и трубопроводов из алюминия и алюминиевых сплавов толщиной от 1 до 30 мм с рабочей средой температурой до 1000 °С применительно к атомной энергетике.

Регламентирует порядок, виды, объем и методы контроля. Содержит требования к организации и проведению контроля.

Включает в себя нормы оценки качества сварных соединений алюминиевых сплавов, выполненных дуговой сваркой в среде защитных газов.

Даны ссылки на ПНАЭ Г-7-008-89, ПНАЭ Г-7-010-89.

**ПНАЭ Г-7-025-90. Стальные отливки для атомных энергетических установок. Правила контроля.** Документ устанавливает требования по контролю стальных отливок (включая заготовки электрошлаковой выплавки), используемых для изготовления оборудования и трубопроводов атомных электростанций, станций теплоснабжения, теплоэлектроцентралей, опытных и исследовательских ядерных реакторов и установок, на которые распространяется документ ПНАЭ Г-7-008-89. Обязателен для организаций и предприятий, осуществляющих проектирование, конструирование, изготовление, монтаж и ремонт указанного оборудования и трубопроводов.

Содержит требования к организации и проведению контроля.

Включает в себя нормы оценки качества стальных отливок.

Даны ссылки на ПНАЭ Г-7-008-89, ПНАЭ Г-7-009-89, ПНАЭ Г-7-010-89.

**НП-043-03. Требования к устройству и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов для объектов использования атомной энергии.** Распространяются на грузоподъемные краны объектов использования атомной энергии грузоподъемностью 1 т и более, попадающие под действие ПБ 10-382-00, используемые в технологическом процессе этих объектов или расположенные на охраняемой территории этих объектов.

Документ устанавливает требования, учитывающие особенности объектов использования атомной энергии как возможных источников радиационного воздействия на персонал, население и окружающую среду и направленные на обеспечение ядерной и радиационной безопасности объектов, которые должны выполняться при проектировании, изготовлении и эксплуатации кранов.

В отношении требований к организации и проведению контроля кранов и крановых путей, норм оценки качества сварных соединений, других ме-

таллических конструкций, канатов документ переадресует читателя к ПБ 10-382-00.

**НП-044-03. Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением, для объектов использования атомной энергии.** Документ устанавливает требования к проектированию, устройству, изготовлению, монтажу, наладке, эксплуатации, ремонту и реконструкции в процессе эксплуатации на объектах использования атомной энергии сосудов, цистерн, бочек, баллонов, барокамер, работающих под избыточным давлением более 0,7 кгс/см<sup>2</sup> и используемых в технологических процессах объектов или расположенных и эксплуатируемых на их территории.

Документ НП-044-03 аналогичен документу ПБ 03-576-03 в отношении требований к организации и проведению контроля, норм оценки качества деталей, сборочных единиц и сварных соединений. Кроме того, НП-044-03 определяет дополнительные требования к организации и проведению контроля с учетом радиационной опасности объектов контроля.

**НП-045-03. Правила устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды для объектов использования атомной энергии.** Документ распространяется на трубопроводы, включая редукционные, редукционно-охладительные и быстродействующие редукционно-охладительные установки и коллекторы, которые являются частью трубопроводов, транспортирующих водяной пар с избыточным рабочим давлением более 0,7 кгс/см<sup>2</sup> или горячую воду с температурой свыше 115 °С.

Устанавливает требования к проектированию, конструкции, материалам, изготовлению, монтажу, наладке, эксплуатации, ремонту и реконструкции в процессе эксплуатации на объектах использования атомной энергии трубопроводов пара и горячей воды, используемых в технологических процессах объектов или расположенных и эксплуатируемых на их территории.

Документ НП-045-03 аналогичен документу ПБ 10-573-03 в отношении требований к организации и проведению контроля, норм оценки качества деталей, сборочных единиц и сварных соединений.

**НП-046-03. Правила устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов для объектов использования атомной энергии.** Документ распространяется на паровые котлы, в том числе котлы-бойлеры, а также автономные пароперегреватели и экономайзеры с избыточным рабочим давлением более 0,7 кгс/см<sup>2</sup>; водогрейные

котлы и автономные экономайзеры с температурой воды выше 115 °С; энерготехнологические паровые и водогрейные котлы; паровые и водогрейные котлы-утилизаторы; трубопроводы пара и горячей воды в пределах котла.

Устанавливает требования к проектированию, конструкции, материалам, изготовлению, монтажу, наладке, эксплуатации, ремонту и реконструкции в процессе эксплуатации на объектах использования атомной энергии паровых котлов, автономных пароперегревателей и экономайзеров, используемых в технологических процессах объектов или расположенных и эксплуатируемых на их территории.

Документ НП-046-03 аналогичен документу ПБ 10-574-03 в отношении требований к организации и проведению контроля, норм оценки качества деталей, сборочных единиц и сварных соединений.

Практически нельзя перечислить с достаточной детализацией все возможные объекты контроля, поскольку в любой технической отрасли в той или иной степени предъявляются требования к визуальному и измерительному контролю изделий. По этой же причине нет возможности упомянуть все отрас-

левые стандарты, стандарты предприятий, инструкции, содержащие требования к визуальному и измерительному контролю изделий (пусть даже весьма ответственного назначения), не говоря уже о конструкторских документах – технических условиях и чертежах.

В качестве частного примера приведем ведомственный стандарт «ОСТ 92-1114-80. Соединения сварные. Общие технические требования», регламентирующий ВИК при производстве изделий аэрокосмического назначения. Стандарт распространяется на сварные соединения деталей, сборочных единиц и изделий из сплавов на основе железа, никеля, алюминия, магния, меди, титана, ниобия и устанавливает технические требования к соединениям, выполненным сваркой плавлением и контактной сваркой. Данный документ также содержит требования к проведению контроля и нормы оценки качества.

Не остается сомнений, что краткость обзора документов будет компенсирована глубиной компетенции специалистов каждой конкретной области, знающих в совершенстве тонкости отраслевой нормативной базы.



## Глава 2

### ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

#### 2.1. ДЕЙСТВУЮЩИЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В данном разделе приведены термины, наиболее часто применяемые в ходе визуального и измерительного контроля, и их определения в соответствии с действующими нормативно-методическими документами. Несомненный интерес представляет сопоставление терминов, определяемых различными источниками. И поскольку термины расположены в алфавитном порядке, это дает возможность установить различия и совпадения трактовки созвучных терминов, используемых разными документами.

Материал излагается по следующему принципу. Термины, наименования которых состоят из нескольких слов, расположены по алфавиту основных (главных) слов (обычно это имя существительное). Термины, имеющие в своем составе два имени существительных, помещены в списке по слову, стоящему в именительном падеже. Название термина выделено полужирным шрифтом; в скобках (также полужирным шрифтом) может быть указан термин-синоним либо ссылка на другой термин со сходным смыслом. Далее следует обозначение документа-источника обычным шрифтом в скобках, за ним в скобках – номер рисунка из гл. 3, иллюстрирующего данное определение. Затем в кавычках дается определение термина так, как оно определено в первоисточнике. Если в источнике определение термина сопровождается схемой, она также может быть показана вслед за определением.

При необходимости некоторые термины и определения снабжены комментариями, следующими за определением. Те определения, которые могут быть выражены формализованно, сопровождаются записью символического критерия, например определения терминов «одиночное включение», «скопление», «группа включений», «цепочка». В таких случаях применение формализованного критерия – руководящего правила – призвано повысить наглядность и четкость определений.

Рассмотрим некоторые примеры.

*Пример 1.* Термин «закат», иллюстрируемый схемой в ГОСТ 21014–88 и рис. 3.68 гл. 3, описан без комментариев по ГОСТ 21014–88 следующим образом:

**Закат** (ГОСТ 21014–88) (рис. 3.68) – «дефект поверхности, представляющий собой прикатанный продольный выступ, образовавшийся в результате закатывания уса, подреза, грубых следов зачистки и глубоких рисок».



*Пример 2.* Термин «включение шлаковое», имеющий синоним «включение сварного шва шлаковое», проиллюстрирован рис. 3.4, 3.25, 3.26, 3.28 и описан в соответствии с определением документа ГОСТ 2601–84 без комментариев следующим образом:

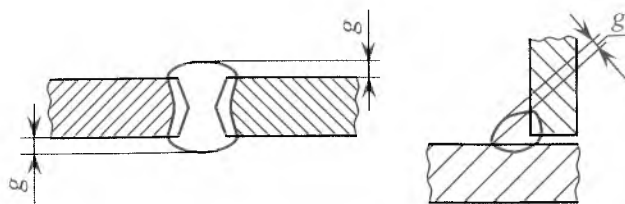
**Включение шлаковое (Включение сварного шва шлаковое)** (ГОСТ 2601–84) (рис. 3.4, 3.25, 3.26, 3.28) – «дефект в виде вкрапления шлака в сварном шве».

*Пример 3.* Термин «зазор конструктивный», определяемый документом РД 03-606-03 под основным названием «непровар конструктивный», описан следующим образом:

**Зазор конструктивный (см. Непровар конструктивный)** (РД 03-606-03).

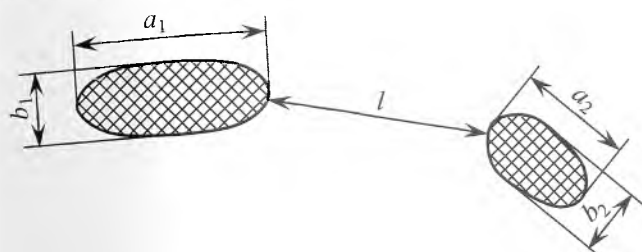
*Пример 4.* Термин «выпуклость сварного шва», имеющий синоним «выпуклость шва» и недопустимую для использования форму «усиление шва», проиллюстрированный схемой в стандарте ГОСТ 2601–84, описан следующим образом:

**Выпуклость сварного шва (Выпуклость шва) (недопустим термин – «усиление шва»)** (ГОСТ 2601–84) – «выпуклость шва, определяемая расстоянием между плоскостью, проходящей через видимые линии границы сварного шва с основным металлом и поверхностью сварного шва, измеренным в месте наибольшей выпуклости».



Пример 5. Термин «включение одиночное» проиллюстрирован рис. 3.4, 3.26, 3.27, 3.29–3.33, 3.36 и описан в соответствии с определением документа РД 03-606-03 с формулировкой символического критерия:

**Включение одиночное** (РД 03-606-03) (рис. 3.4, 3.26, 3.27, 3.29–3.33, 3.36) – «включение, минимальное расстояние  $l$  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)».

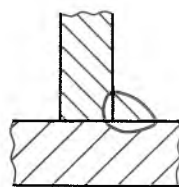


Запишем формализованный критерий включения одиночного:

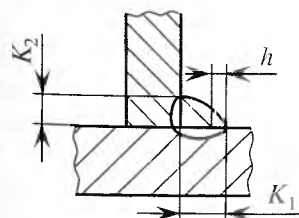
$$\left. \begin{aligned} l &\geq \max\{b_1, b_2\} \\ l &\geq 3 \min\{a_1, a_2\} \end{aligned} \right\}.$$

Перейдем непосредственно к терминам и определениям.

**Асимметрия углового шва** (РД 03-606-03) – «несоответствие фактического значения катета шва проектному значению».

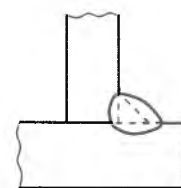


**Асимметрия углового шва** (ГОСТ 23118-99) – «разнокатетность углового шва, если она не предусмотрена рабочей документацией».



$$h = K_1 - K_2$$

**Асимметрия углового шва чрезмерная** (ГОСТ 30242-97) – «чрезмерное превышение размеров одного катета над другим».



**Брак** (ГОСТ 15467-79) – «продукция, передача которой потребителю не допускается из-за наличия дефектов».

**Брак** (РД 03-606-03) – «объект контроля, содержащий недопустимый дефект».

**Брызги вольфрамовые** (ГОСТ 30242-97) – «частицы вольфрама, выброшенные из расплавленной зоны электрода на поверхность основного металла или затвердевшего металла сварного шва».

**Брызги металла** (ГОСТ 2601-84) (рис. 3.28, 3.40) – «дефект в виде затвердевших капель на поверхности сварного соединения».

**Брызги металла** (ГОСТ 30242-97) (рис. 3.28, 3.40) – «капли наплавленного или присадочного металла, образовавшиеся во время сварки и прилипшие к поверхности затвердевшего металла сварного шва или околошовной зоны основного металла».

**Брызги металла** (РД 03-606-03) (рис. 3.28, 3.40) – «дефект в виде затвердевших капель расплавленного металла на поверхности сваренных или наплавленных деталей с образованием или без образования кристаллической связи с основным металлом».

**Брызги металла** (ПНАЭ Г-7-010-89) (рис. 3.28, 3.40) – «дефект в виде затвердевших капель металла на поверхности сваренных или наплавленных деталей».

**Брызги расплавленного металла** (ГОСТ 23118-99) (рис. 3.28, 3.40) – «прилипшие брызги к поверхности металла».

**Валик** (РД 03-606-03) – «металл сварного шва, наплавленный или переплавленный за один проход».

**Валик (Проход)** (ГОСТ Р ИСО 857-1-2009) – «валик, полученный при сварке без поперечных колебаний сварочной проволоки или сварочного инструмента».

**Валик уширенный** (ГОСТ Р ИСО 857-1-2009) – «валик, полученный при сварке с поперечными колебаниями сварочной проволоки или сварочного инструмента».

**Ванна сварочная** (ГОСТ 2601-84) – «часть металла свариваемого шва, находящаяся при сварке плавлением в жидком состоянии».

**Вид контроля** (ГОСТ 16504-81) – «классификационная группировка контроля по определенному признаку».



**Вид неразрушающего контроля** (ГОСТ 18353–79) – «условная группировка методов неразрушающего контроля, объединенная общностью физических принципов, на которых они основаны».

**Видимость дефекта** (ГОСТ Р 53696–2009) – «отношение фактического контраста дефекта к его пороговому значению в заданных условиях».

**Включение** (РД 03-606–03) (рис. 3.4, 3.17, 3.20, 3.25–3.34, 3.36–3.44) – «полость в металле, заполненная газом, шлаком или инородным металлом; обобщенное наименование пор, шлаковых и вольфрамовых включений».

**Включение** (ПБ 10-573–03; ПБ 10-574–03) (рис. 3.4, 3.17, 3.25, 3.26, 3.28–3.33, 3.37, 3.38, а, 3.39–3.42, 3.44) – «обобщенное наименование пор, шлаковых и вольфрамовых включений».

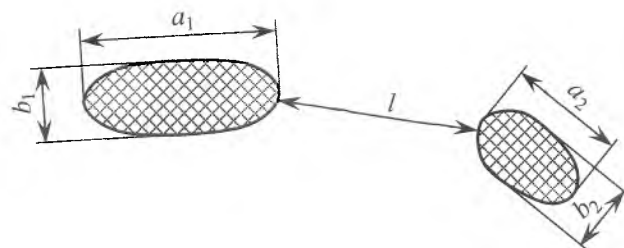
**Включение** (ПНАЭ Г-7-010–89) (рис. 3.4, 3.17, 3.20, 3.25–3.34, 3.36–3.44) – «полость в металле шва или в наплавленном металле, заполненная газом, шлаком или инородным металлом (пора, шлаковое или вольфрамовое включение)».

**Включение вольфрамовое** (РД 03-606–03) – «внедрившаяся в металл шва нерасплавленная частица (осколок) неплавящегося вольфрамового электрода».

**Включение вольфрамовое** (ПНАЭ Г-7-010–89) – «внедрившаяся в металл шва или в наплавленный металл нерасплавленная частица (осколок) вольфрамового электрода».

**Включение металлическое** (ГОСТ 30242–97) (рис. 3.20, 3.27) – «частица инородного металла, попавшая в металл сварного шва. Различают частицы из: вольфрама; меди; другого металла».

**Включение одиночное** (РД 03-606–03) (рис. 3.4, 3.26, 3.27, 3.29–3.33, 3.36) – «включение, минимальное расстояние  $l$  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)».



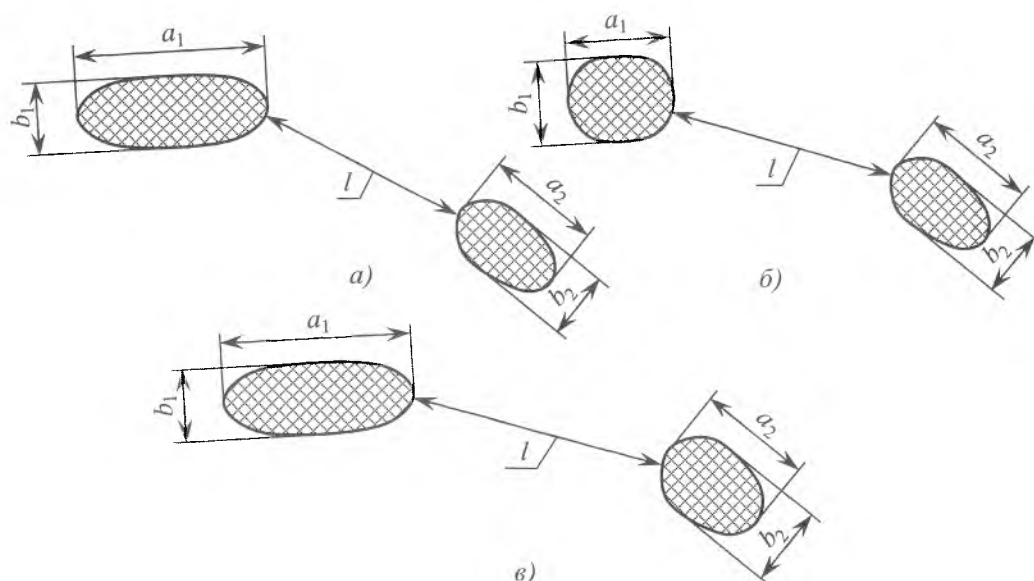
Запишем формализованный критерий включения одиночного

$$\left. \begin{aligned} l &\geq \max \{b_1, b_2\} \\ l &\geq 3 \min \{a_1, a_2\} \end{aligned} \right\}.$$

**Включение одиночное** (ПНАЭ Г-7-010–89) (рис. 3.4, 3.26, 3.27, 3.29–3.33, 3.36) – «включение, минимальное расстояние  $l$  от края которого до края любого другого соседнего включения не менее максимальной ширины каждого из рассматриваемых включений, но не менее трехкратного максимального размера включения с меньшим значением этого показателя (из двух рассматриваемых)».

Условия одиночности двух рассматриваемых включений:

- а)  $l \geq b_1; l \geq 3a_2; a_1 > a_2; b_1 > b_2$ ;
- б)  $l \geq 3a_1$  (так как  $b_1 < a_1; a_1 < a_2; b_1 > b_2$ );
- в)  $l \geq 3a_2$  (так как  $b_2 < a_2; a_1 > a_2; b_1 < b_2$ )».



Запишем формализованный критерий включения одиночного:

$$\left. \begin{aligned} l &\geq \max \{b_1, b_2\} \\ l &\geq 3 \min \{a_1, a_2\} \end{aligned} \right\}.$$

**Включение одиночное** (РТМ-1с; ПБ 10-573-03; ПБ 10-574-03) (рис. 3.4, 3.26, 3.29-3.33) – «включение, минимальное расстояние от края которого до края любого другого соседнего включения не менее трехкратной максимальной ширины каждого из двух рассматриваемых включений, но не менее трехкратного максимального размера включения с меньшим значением этого показателя (из двух рассматриваемых)».

Запишем формализованный критерий включения одиночного:

$$\left. \begin{aligned} l &\geq 3 \max \{b_1, b_2\} \\ l &\geq 3 \min \{a_1, a_2\} \end{aligned} \right\}.$$

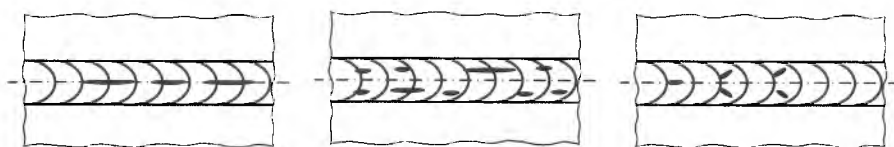
**Включение окисное** (РД 03-606-03) – «окисел металла, попавший в металл шва во время затвердевания».

**Включение оксидное** (ГОСТ 30242-97) – «оксид металла, попавший в металл сварного шва во время затвердевания».

**Включение остроугольное** (см. **Включение твердое**) (ГОСТ 30242-97) (рис. 3.26) – «включение, имеющее хотя бы один острый угол».

**Включение твердое** (ГОСТ 30242-97) (рис. 3.4, 3.20, 3.25-3.28) – «твердые инородные вещества металлического или неметаллического происхождения в металле сварного шва. Включения, имеющие хотя бы один острый угол, называются остроугольными включениями».

**Включение флюсовое** (ГОСТ 30242-97) – «флюс, попавший в металл сварного шва. В зависимости от условий образования такие включения могут быть: линейными; разобщенными; прочими».

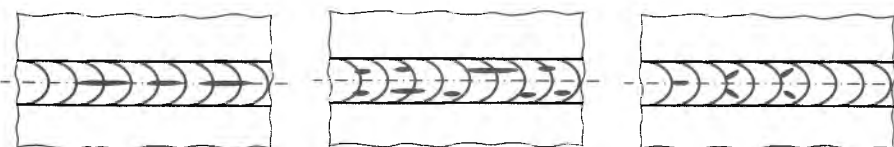


**Включение флюсовое** (РД 03-606-03) – «полость в металле сварного шва, заполненная нерасплавившимся флюсом, попавшим в металл шва во время затвердевания».

**Включение шлаковое (Включение сварного шва шлаковое)** (ГОСТ 2601-84) (рис. 3.4, 3.25,

3.26, 3.28) – «дефект в виде вкрапления шлака в сварном шве».

**Включение шлаковое** (ГОСТ 30242-97) (рис. 3.4, 3.25, 3.26, 3.28) – «шлак, попавший в металл сварного шва. В зависимости от условий образования такие включения могут быть: линейными; разобщенными; прочими».



**Включение шлаковое (Включение сварного шва шлаковое)** (РД 03-606-03) (рис. 3.4, 3.25, 3.26, 3.28) – «полость в металле, в том числе сварном шве, заполненная шлаком».

**Включение шлаковое** (ИНАЭ Г-7-010-89) (рис. 3.4, 3.25, 3.26, 3.28) – «заполненная шлаком полость в металле шва или в наплавленном металле».

**Включения недопустимые** (ИНАЭ Г-7-010-89) – «одиночные включения, превышающие установленные нормы по размерам, количеству или суммарной приведенной площади, а также все неодиночные включения, т.е. включения минималь-

ные расстояния между которыми меньше указанных для одиночных включений».

**Включения меди, вольфрама и другого металла** (ГОСТ 23118-99) (рис. 3.20, 3.27) – «инородные металлические включения».

**Включения неметаллические в основном металле трубы** (ГОСТ Р 52079-2003) – «дефект металлургического происхождения внутри стенки трубы различной формы в виде неметаллических включений (оксиды, сульфиды, графит, шлак и т.п.)».

**Включения твердые** (ГОСТ 30242-97) (рис. 3.4, 3.20, 3.25-3.28) – «группа, объединяющая включе-

ния следующего вида: шлаковое, флюсовое, оксидное, металлическое».

**Включения шлаковые (неметаллические) в сварном соединении труб** (ГОСТ Р 52079–2003) – «дефект сварных швов в виде микро- и макроскопических соединений металла (оксиды, сульфиды, нитриды и др.), а также включения инородных частиц (шлаки), попадающих извне в сварочную ванну».

**Вмятина** (СТО Газпром 2-2.3-137–2007) – «нарушение формы сечения трубы в виде местного плавного изменения формы поверхности, образующегося при действии на наружную поверхность газопровода сосредоточенной или распределенной поперечной нагрузки».

**Вмятина (отпечаток) в основном металле трубы** (ГОСТ Р 52079–2003) – «дефект в виде углубления произвольной формы на поверхности трубы вследствие наличия дефектов на валках или инструменте».

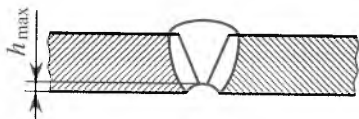
**Вмятины** (ГОСТ 21014–88) – «дефект поверхности в виде произвольно расположенных углублений различной формы, образовавшихся вследствие повреждения и ударов поверхности при транспортировке, правке, складировании и других операциях».

**Внешний осмотр и измерение** (ГОСТ 3242–79) – «метод контроля качества сварных соединений для выявления поверхностных дефектов».

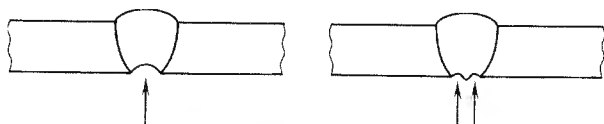
**Вогнутость корня шва** (ГОСТ 2601–84) – «дефект в виде углубления на поверхности обратной стороны сварного одностороннего шва».



**Вогнутость корня шва** (РД 03-606–03) – «дефект в виде углубления на поверхности обратной стороны сварного одностороннего шва (оценивается по максимальной глубине  $h_{\max}$  расположения поверхности корня шва от уровня расположения поверхностей сваренных деталей)».

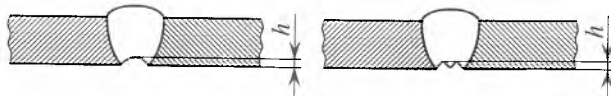


**Вогнутость корня шва** (ГОСТ 30242–97) – «неглубокая канавка со стороны корня одностороннего сварного шва, образовавшаяся вследствие усадки».

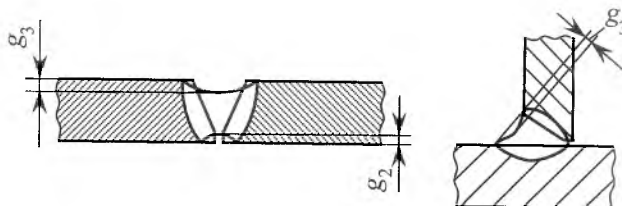


**Вогнутость корня шва** (ПНАЭ Г-7-010–89) – «углубление на поверхности сварного соединения с односторонним швом в месте расположения его корня (оценивается по максимальной глубине расположения поверхности корня шва от уровня расположения поверхностей сваренных деталей)».

**Вогнутость корня шва (утяжка)** (ГОСТ 23118–99) – без определения.

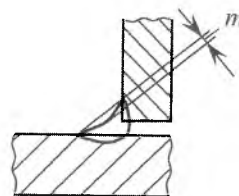


**Вогнутость сварного шва** (РД 03-606–03) – «максимальное расстояние между плоскостью, проходящей через видимые линии границы сварного шва с основным металлом и поверхностью шва, измеренное в любом поперечном сечении по длине шва».

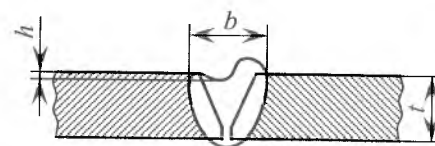


**Вогнутость углового шва** (ПНАЭ Г-7-010–89) – «максимальное расстояние от поверхности шва до линии, соединяющей края его поверхности в одном поперечном сечении (оценивается по максимальной глубине расположения поверхности шва под указанной линией)».

**Вогнутость шва (Вогнутость углового шва) (недопустим термин «ослабление шва»)** (ГОСТ 2601–84) – «вогнутость, определяемая расстоянием между плоскостью, проходящей через видимые линии границы углового шва с основным металлом и поверхностью шва, измеренным в месте наибольшей вогнутости».



**Вогнутость шва** (см. Неполное заполнение разделки кромок) (ГОСТ 23118–99) (рис. 3.5–3.7)



**Возобновление** (ГОСТ 30242-97) – «местная неровность поверхности в месте возобновления сварки».

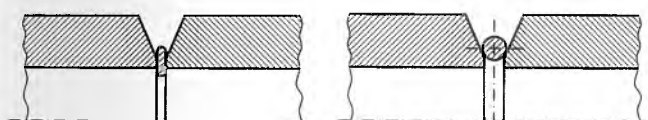


**Возобновление горения дуги плохое** (ГОСТ 23118-99) – «местная неровность поверхности шва в месте повторного зажигания дуги».

**Возобновление шва плохое** (РД 03-606-03) – «местная неровность поверхности в месте возобновления сварки».

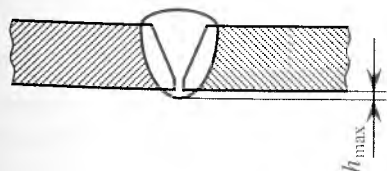


**Вставка расплавляемая** (РД 03-606-03) – «стальная проволочная вставка заданной формы, ширины и толщины, устанавливаемая между кромками свариваемых деталей и расплавляемая при сварке».



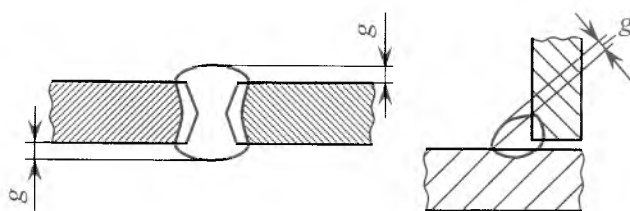
**Выборка** (СТО Газпром 2-2.3-137-2007) – «специальная разделка участка с поверхностными, внутренними или сквозными дефектами металла труб и сварных швов, выполняемая механическими способами с заданной конфигурацией».

**Выпуклость корня шва (Превышение проплавления)** (РД 03-606-03) – «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)».

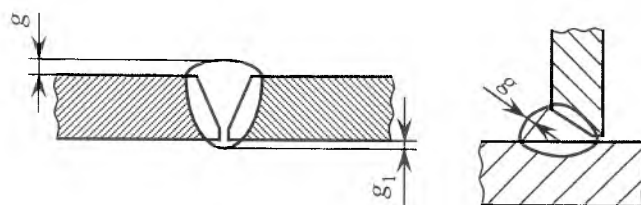


**Выпуклость (Превышение проплавления) корня шва** (ПНАЭ Г-7-010-89) – «часть одностороннего сварного шва со стороны его корня, выступающая над уровнем расположения поверхностей сваренных деталей (оценивается по максимальной высоте расположения поверхности корня шва над указанным уровнем)».

**Выпуклость сварного шва (Выпуклость шва)** (недопустим термин «усиление шва») (ГОСТ 2601-84) – «выпуклость шва, определяемая расстоянием между плоскостью, проходящей через видимые линии границы сварного шва с основным металлом и поверхностью сварного шва, измеренным в месте наибольшей выпуклости».



**Выпуклость сварного шва** (РД 03-606-03) – «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)».



**Выпуклость стыкового шва** (ПНАЭ Г-7-010-89) (рис. 3.8, 3.9) – «часть стыкового сварного шва, выступающего над уровнем расположения поверхностей сваренных деталей (оценивается по максимальной высоте расположения поверхности шва над указанной линией)».

**Выпуклость углового шва** (ПНАЭ Г-7-010-89) – «часть углового сварного шва, выступающая над линией, соединяющей края его поверхности в одном поперечном сечении (оценивается по максимальной высоте расположения поверхности над указанной линией)».

**Высота грата в сварном соединении труб** (ГОСТ Р 52079-2003) – «величина выступа в зоне сварного шва относительно образующей поверхности трубы. Грат является следствием пластических деформаций нагретых кромок – осадки».

**Высота остатка грата в сварном соединении труб** (ГОСТ Р 52079-2003) – «величина выступа в зоне сварного шва относительно образующей поверхности трубы после удаления наружного или внутреннего грата».

**Глубина проплавления** (ГОСТ 2601–84) – «наибольшая глубина расплавления основного металла в сечении шва или наплавленного валика».

**Гофр** (СТО Газпром 2-2.3-137–2007) – «нарушение формы сечения трубы в результате потери местной устойчивости стенки трубы, когда при изгибе газопровода в сжатой зоне развиваются чрезмерные пластические деформации».

Примечание. Гофр вытянут в окружном направлении и имеет малую длину по оси газопровода. Гофр может иметь, кроме основной волны, дополнительные (вторичные) волны меньшей высоты.

**Грат (Грат при сварке)** (ГОСТ 2601–84) – «металл, выдавленный за счет осадки при сварке».

**Грат в сварном соединении труб** (ГОСТ Р 52079–2003) – «следствие пластических деформаций нагретых кромок – осадки».

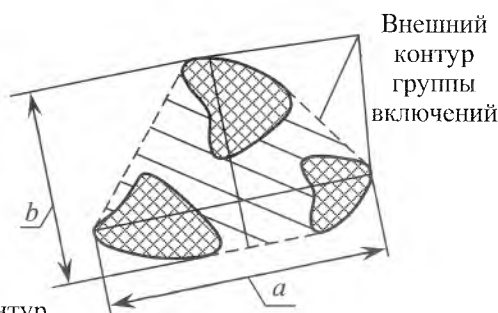
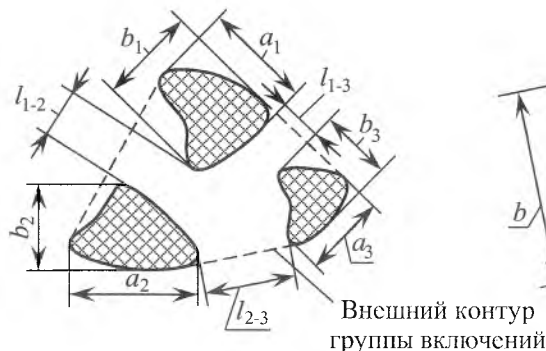
**Группа включений** (РТМ-1с; ПБ 10-573-03; ПБ 10-574-03) – «два или несколько включений, минимальное расстояние между краями которых менее максимальной ширины хотя бы одного из двух рассматриваемых соседних включений. Внешний контур группы включений ограничивается

внешними краями включений, входящих в рассматриваемую группу, и касательными линиями, соединяющими указанные края. При оценке качества сварных соединений группа включений рассматривается как одно сплошное включение».

Запишем формализованный критерий группы включений. Для любых двух соседних включений с максимальной шириной  $b_1$  и  $b_2$  соответственно и минимальным расстоянием  $l$  между краями включений

$$l < \max \{b_1, b_2\}.$$

**Группа включений** (ПНАЭ Г-7-010–89) – «два или несколько включений, минимальное расстояние между краями которых менее максимальной ширины хотя бы одного из двух рассматриваемых соседних включений; при этом внешний контур рассматриваемой группы включений ограничивается внешними краями включений, входящих в рассматриваемую группу, и касательными линиями, соединяющими указанные края ( $a$  – максимальный размер группы включений;  $b$  – максимальная ширина группы включений)».



Запишем формализованный критерий группы включения. Для любых двух соседних включений с максимальной шириной  $b_1$  и  $b_2$  соответственно и минимальным расстоянием  $l$  между краями включений

$$l < \max \{b_1, b_2\}.$$

**Дефект** (ГОСТ 15467–79) – «каждое отдельное несоответствие продукции установленным требованиям».

**Дефект** (ГОСТ Р 52079–2003) – «отклонение от предусмотренного нормативными документами качества труб».

**Дефект** (РД 03-606-03) – «каждое отдельное несоответствие продукции требованиям, установленным нормативной документацией».

**Дефект** (ПНАЭ Г-7-010–89) – «недопустимое отклонение от требований, установленных настоя-

щим документом (ПНАЭ Г-7-010–89)».

**Дефект** (СТО Газпром 2-2.4-083–2006) – «каждое отдельное несоответствие продукции (труб, сварных соединений) требованиям, установленным нормативной документацией».

**Дефект-аналог расчетный** (СТО Газпром 2-2.4-083–2006) – «математическая модель исходного дефекта, используемая при проведении оценки его допустимости. В расчетном дефекте-аналоге характеристики исходного дефекта (такие как тип дефекта, его расположение и размеры) учтены в форме, адаптированной к алгоритмам оценки».

**Дефект групповой** (СТО Газпром 2-2.4-083–2006) – «несколько близко расположенных единичных дефектов, принимаемых после схематизации как один новый единичный дефект большего размера».

**Дефект групповой** (СТО Газпром 2-2.3-137-2007) – «два или несколько дефектов основного металла труб газопроводов, если расстояние между соседними дефектами не превышает:

– половины длины наибольшего дефекта, при длине наибольшего дефекта меньше пяти толщин стенки трубы;

– половины пяти толщин стенки трубы, при длине наибольшего дефекта больше пяти толщин стенки трубы,

при условии

$$e < 0,5 \max(A, B, 5S),$$

где  $e$  – расстояние между дефектами, мм;  $A$  – наименьшее из значений длины ( $l_1$ ) или ширины ( $b_1$ ) одного дефекта, мм:  $A = \min(l_1, b_1)$ ;  $B$  – наименьшее из значений длины ( $l_2$ ) или ширины ( $b_2$ ) другого дефекта, мм:  $B = \min(l_2, b_2)$ ;  $S$  – толщина стенки трубы, мм;  $\max(A, B, 5S)$  – максимальное значение из величин  $A$  или  $B$ , или  $5S$ , мм».

Запишем критерий группового дефекта:

– при  $\max\{l_1, l_2\} < 5S$

$$e \leq 0,5 \max\{l_1, l_2\};$$

– при  $\max\{l_1, l_2\} > 5S$

$$e < 2,5S$$

$$e < 0,5 \max\{\min\{l_1, b_1\}, \min\{l_2, b_2\}, 5S\}.$$

**Дефект допустимый** (СТО Газпром 2-2.4-083-2006) – «дефект или совокупность дефектов, вид, количество и геометрические параметры которого (которых) не превышают принятые нормы».

**Дефект единичный отдельно расположенный** (Дефекты несквозные поверхностные единичные) (СТО Газпром 2-2.3-137-2007) – «отдельно расположенные одиночные дефекты, расстояние между которыми не менее 300 мм при максимальном размере дефекта до 50 мм включительно, не менее 500 мм при максимальном размере дефекта свыше 50 до 80 мм».

**Дефект значительный** (ГОСТ 15467-79) – «дефект, который существенно влияет на использование продукции по назначению и (или) на ее долговечность, но не является критическим».

**Дефект коррозионный** (СТО Газпром 2-2.3-137-2007) – «дефект в виде сплошной или местной коррозии, вызванный воздействием среды на поверхность металла».

**Дефект критический** (ГОСТ 15467-79) – «дефект, при наличии которого использование продукции по назначению практически невозможно или недопустимо».

**Дефект малозначительный** (ГОСТ 15467-79) – «дефект, который существенно не влияет на ис-

пользование продукции по назначению и ее долговечность».

**Дефект наружный в основном металле трубы** (ГОСТ Р 52079-2003) – «дефект в основном металле трубы, выходящий на внутреннюю или наружную поверхность».

**Дефект наружный в сварном соединении труб** (ГОСТ Р 52079-2003) – «дефект в сварном соединении труб, расположенный на внутренней или наружной поверхностях сварного соединения трубы».

**Дефект недопустимый** (СТО Газпром 2-2.4-083-2006) – «дефект или совокупность дефектов, вид, количество и геометрические параметры которого (которых) превышают принятые нормы».

**Дефект неустраняемый** (ГОСТ 15467-79) – «дефект, устранение которого технически невозможно или экономически нецелесообразно».

**Дефект поверхностный** (СТО Газпром 2-2.4-083-2006) – «дефект, характеризующийся локальным нарушением целостности металла, расположенный на внешней или внутренней поверхности трубы (непровар в корне, подрез, поверхностная трещина и т.д.)».

**Дефект сквозной** (СТО Газпром 2-2.4-083-2006) – «дефект, характеризующийся локальным нарушением целостности металла, имеющий одновременный выход на внешнюю и внутреннюю поверхности трубы (сквозной свищ, прожог сварного шва и т.д.)».

**Дефект устранимый** (ГОСТ 15467-79) – «дефект, устранение которого технически возможно и экономически целесообразно».

**Дефекты длинные** (ГОСТ 23118-99) – «один или несколько дефектов суммарной длиной более 25 мм на каждые 100 мм шва или минимум 25 % длины шва менее 100 мм».

**Дефекты короткие** (ГОСТ 23118-99) – «один или несколько дефектов суммарной длиной не более 25 мм на каждые 100 мм шва или максимум 25 % длины шва менее 100 мм».

**Дефекты КРН (коррозионного растрескивания под напряжением)** (СТО Газпром 2-2.3-137-2007) (рис. 3.69–3.71) – «дефекты металла трубы в виде трещин, развивающихся при одновременном воздействии коррозионной среды и внешних или внутренних растягивающих напряжений (коррозионное растрескивание под напряжением)».

**Дефекты несквозные поверхностные единичные** (см. Дефект единичный отдельно расположенный) (СТО Газпром 2-2.3-137-2007).

**Дефекты одиночные (поры газовые или включения шлаковые) в сварном соединении труб** (ГОСТ Р 52079-2003) – «дефекты, которые по своему расположению не образуют цепочку или скопление».



**Дефекты поверхностные** (СТО Газпром 2-2.3-137-2007) – «дефекты, характеризующиеся локальным нарушением целостности металла, расположенные на внешней или внутренней поверхности трубы, сварных швов».

**Диаметр дефекта** (СТО Газпром 2-2.4-083-2006) – «максимальный линейный размер дефекта сферической формы».

**Длина дефекта** (СТО Газпром 2-2.4-083-2006) – «линейный размер проекции дефекта вдоль шва на плоскость, перпендикулярную оси трубопровода».

**Длина дефекта вдоль шва** (СТО Газпром 2-2.4-083-2006) – «линейный продольный (вдоль оси шва) размер проекции дефекта на плоскость, перпендикулярную оси трубопровода (для вытянутых в кольцевом направлении дефектов)».

**Длина дефекта поперек шва** (СТО Газпром 2-2.4-083-2006) – «линейный поперечный (поперек оси шва) размер проекции дефекта на плоскость, проходящую через дефект и ось трубопровода (для дефектов, вытянутых в направлении оси трубы)».

**Забойина** (СТО Газпром 2-2.3-137-2007) (рис. 3.16) – «дефект поверхности, появляющийся в результате динамического воздействия поверхности труб с твердым телом, имеющим острые края, без касательного по отношению к поверхности стенки трубы перемещения и заметного остаточного местного изгиба тела трубы».

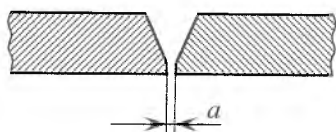
**Задир (Продир)** (СТО Газпром 2-2.3-407-2009) – «дефект поверхности в виде широких продольных углублений, образующихся от резкого трения о детали прокатного и подъемно-транспортного оборудования, а также в результате осевых перемещений трубопровода относительно опор под воздействием эксплуатационных нагрузок».

**Задиры поверхности металла** (ГОСТ 23118-99) (рис. 3.45) – «повреждения поверхности, вызванные удалением временных приспособлений».

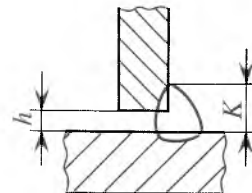
**Задир поверхности основного металла** (РД 03-606-03) (рис. 3.45) – «повреждение поверхности, вызванное удалением путем отрыва временного технологического крепления».

**Задиры поверхностные** (ГОСТ 30242-97) (рис. 3.45) – «повреждение поверхности, вызванное удалением временно приваренного приспособления».

**Зазор (в сварном соединении)** (РД 03-606-03) – «расстояние между собранными под сварку деталями в поперечном сечении их кромок».



**Зазор в тавровом соединении неудовлетворительный** (ГОСТ 23118-99) – «чрезмерный или недостаточный зазор между деталями».



**Зазор конструктивный** (см. Непровар конструктивный) (РД 03-606-03).

**Закат** (ГОСТ 21014-88) (рис. 3.68) – «дефект поверхности, представляющий собой прикатанный продольный выступ, образовавшийся в результате закатывания уса, подреза, грубых следов зачистки и глубоких рисок».



**Закат в основном металле трубы** (ГОСТ Р 52079-2003) (рис. 3.68) – «дефект поверхности, представляющий собой прикатанный продольный выступ, образовавшийся в результате закатывания уса, подреза и глубоких рисок».

**Запавание между валиками шва** (см. Углубление между валиками шва) (РД 03-606-03).

**Заплата** (СТО Газпром 2-2.3-137-2007) – «элемент трубы овальной или круглой формы, предназначенный для герметизации технологических отверстий или ремонта дефектов основного металла трубы путем сварки встык».

**Заусенец (недопустимы термины «выступ», «завал кромки», «смятие торца»)** (ГОСТ 21014-88) – «дефект поверхности, представляющий собой острый, в виде гребня, выступ, образовавшийся при резке металла».

**Знаки шлифовки и резки** (ГОСТ 23118-99) – «местные повреждения вследствие шлифовки и резки».

**Зона сплавления (Зона сплавления при сварке)** (ГОСТ 2601-84; ГОСТ Р 52079-2003; РД 03-606-03) – «зона частично оплавившихся зерен на границе основного металла и металла шва».

**Зона термического влияния (Зона термического влияния при сварке) (недопустим термин «зона переходная»)** (ГОСТ 2601-84) – «участок основного металла, не подвергшийся расплавлению, структура и свойства которого изменились в результате нагрева при сварке или наплавке».

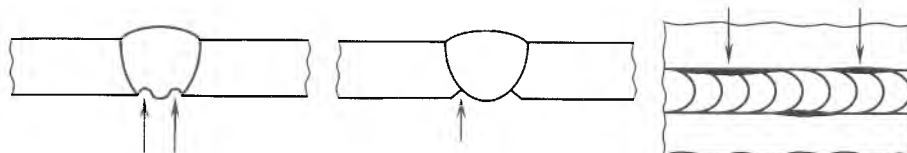
**Зона термического влияния (Зона термического влияния при сварке)** (РД 03-606-03) – «участок основного металла от линии сплавления до

зоны, в которой происходит изменение структуры и свойств металла, в результате нагрева при сварке или наплавке».

**Зона термического влияния** (ГОСТ Р 52079–2003) – «участок основного металла, не подверг-

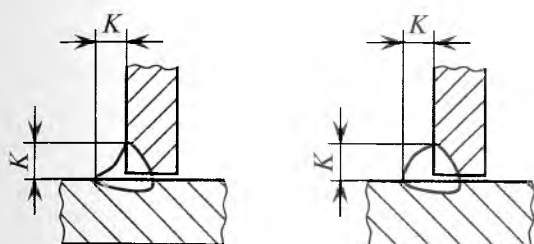
шийся расплавлению, структура и свойства которого изменились в результате нагрева при сварке».

**Канавка усадочная** (ГОСТ 30242–97) – «подрез со стороны корня одностороннего сварного шва, вызванный усадкой по границе сплавления».



**Катет углового шва** (ГОСТ Р ИСО 17659–2009) – «сторона наибольшего равнобедренного треугольника, который можно вписать в сечение шва».

**Катет углового шва** (РД 03-606–03) – «кратчайшее расстояние от поверхности одной из свариваемых частей до границы углового шва на поверхности второй свариваемой части».



**Конец шва** (ГОСТ Р ИСО 857-1–2009) – «точка на изделии, где шов прерывается или прерван».

**Конструкция сварная** (ГОСТ 2601–84; РД 03-606–03) – «металлическая конструкция, изготовленная сваркой отдельных деталей».

**Контраст дефекта** (ГОСТ Р 53696–2009) – «отношение разности энергетических яркостей дефекта и окружающего его фона к одной из них либо их сумме».

**Контроль качества продукции** (ГОСТ 15467–79) – «проверка соответствия показателей качества продукции установленным требованиям».

**Контроль визуальный** (ГОСТ 16504–81; РД 03-606–03) – «органолептический контроль, осуществляемый органами зрения».

**Контроль измерительный** (ГОСТ 16504–81; РД 03-606–03) – «контроль, осуществляемый с применением средств измерений».

**Контроль неразрушающий** (ГОСТ Р 52079–2003) – «контроль сплошности металла физическими методами, не разрушающими металл».

**Контроль неразрушающий оптический** (Контроль оптический) (ГОСТ Р 53696–2009) – «неразрушающий контроль, основанный на анализе взаимодействия оптического излучения с объектом контроля».

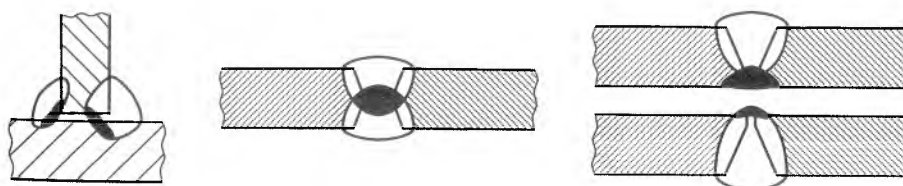
**Контроль оптический неразрушающий** (ГОСТ 18353–79) – «вид неразрушающего контроля, основанный на регистрации параметров оптического излучения, взаимодействующего с контролируемым объектом».

**Контроль органолептический** (ГОСТ 16504–81; РД 03-606–03) – «контроль, при котором первичная информация воспринимается органами чувств».

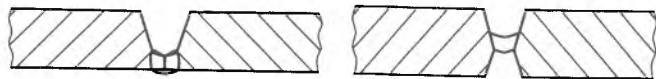
**Контроль технический** (ГОСТ 16504–81) – «проверка соответствия объекта установленным техническим требованиям».

**Контур скопления внешний** (РТМ-1с; ПБ 10-573–03; ПБ 10-574–03; ПНАЭ Г-7-010–89) – «контур, ограниченный внешними краями включений, входящих в скопление, и касательными линиями, соединяющими указанные края».

**Корень шва** (ГОСТ 2601–84) – «часть сварного шва, наиболее удаленная от его лицевой поверхности».



**Корень шва** (РД 03-606-03) – «часть сварного шва, наиболее удаленная от его лицевой поверхности».



**Коррозия местная** (ГОСТ 5272-68) (рис. 3.49) – «коррозия, охватывающая отдельные участки поверхности металла».

**Коррозия ножевая** (ГОСТ 5272-68) (рис. 3.48) – «локализованный вид коррозии металла в зоне сплавления сварных соединений в сильно агрессивных средах».

**Коррозия пятнами** (ГОСТ 5272-68) – «местная коррозия металла в виде отдельных пятен».

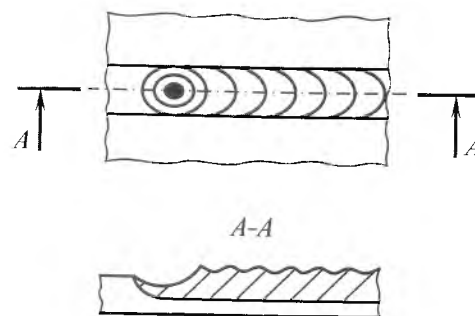
**Коррозия сплошная** (СТО Газпром 2-2.3-137-2007) – «коррозия, охватывающая всю поверхность металла».

**Коррозия точечная (Пигтинг)** (ГОСТ 5272-68) (рис. 3.47) – «местная коррозия металла в виде отдельных точечных поражений».

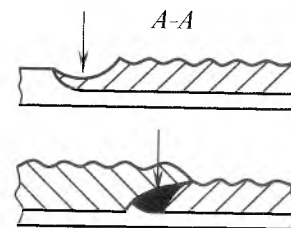
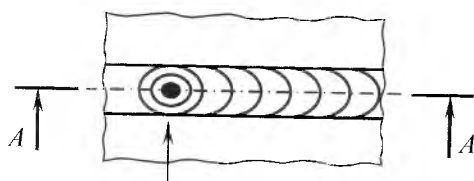
**Кратер** (ГОСТ 2601-84) (рис. 3.4, 3.16-3.20, 3.27, 3.30, 3.34, 3.65) – «углубление, образующееся

в конце валика под действием давления дуги и объемной усадки металла шва».

**Кратер (Раковина сварного шва усадочная)** (РД 03-606-03) (рис. 3.4, 3.16-3.20, 3.27, 3.30, 3.34, 3.65) – «дефект в виде полости или впадины, образовавшийся при усадке расплавленного металла при затвердевании (располагается, как правило, в местах обрыва дуги или окончания сварки)».



**Кратер** (ГОСТ 30242-97) (рис. 3.4, 3.16-3.20, 3.27, 3.30, 3.34, 3.65) – «усадочная раковина в конце валика сварного шва, не заваренная до или во время выполнения последующих проходов».



**Кромка сварного шва** (ПНЭ Г-7-010-89) – «торцевая поверхность детали после механической обработки до заданных чертежом размеров разделки сварного шва».

**Место возобновления шва** (ГОСТ Р ИСО 857-1-2009) – «точка на изделии, где сварка возобновляется или возобновлена».

**Металл наплавленный** (ГОСТ 2601-84) – «переплавленный присадочный металл, введенный в сварочную ванну или наплавленный на основной металл».

**Металл наплавленный** (ПНАЭ Г-7-010-89) – «металл, полученный при плавлении присадочных материалов в процессе наплавки (сварки) в слоях (валиках), практически не разбавленных основным металлом».

**Металл основной** (ГОСТ 2601-84) – «металл подвергающихся сварке соединяемых частей».

**Металл основной** (РД 03-606-03) – «металл деталей, соединяемых сваркой».

**Металл присадочный** (ГОСТ 2601-84) – «металл для введения в сварочную ванну в дополнение к расплавленному основному металлу».

**Металл шва** (ГОСТ 2601-84; ГОСТ Р 52079-2003) – «сплав, образованный расплавленным основным и наплавленным металлами или только переплавленным основным металлом».

**Металл шва** (ПНАЭ Г-7-010-89) – «металл, полученный при плавлении присадочных материалов в процессе выполнения сварного соединения и разбавленный основным металлом за счет его расплавления в зоне свариваемых кромок».

**Метод визуально-оптический (Метод оптического излучения визуально-оптический)** (ГОСТ Р 53696-2009) – «метод оптического неразрушающего контроля, основанный на наблюдении объекта контроля или его изображения с помощью оптических или оптико-электронных приборов».

**Метод визуально-оптический** (ГОСТ 18353-79) – «метод неразрушающего контроля, основанный на получении первичной информации об объ-

и объекте при визуальном наблюдении или с помощью оптических приборов».

**Метод контроля** (ГОСТ 16504–81) – «правила применения определенных принципов и средств контроля».

**Метод неразрушающего контроля** (ГОСТ 16504–81) – «метод контроля, при котором не должна быть нарушена пригодность объекта к применению».

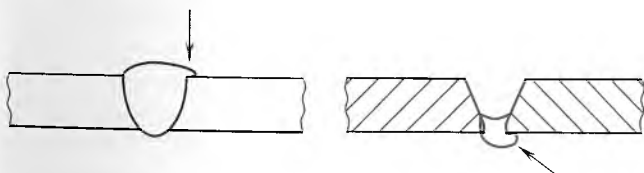
**Метод отраженного оптического излучения** (ГОСТ Р 53696–2009) – «метод оптического неразрушающего контроля, основанный на регистрации параметров оптического излучения, отраженного от объекта контроля».

**Микротрещина (Микротрещина сварного соединения)** (ГОСТ 2601–84) – «трещина сварного соединения, обнаруженная при пятидесятикратном и более увеличении».

**Микротрещина** (ГОСТ 30242–97) – «трещина, имеющая микроскопические размеры, которую обнаруживают физическими методами не менее чем при пятидесятикратном увеличении».

**Наварка** (ГОСТ 2601–84) – «нанесение слоя металла на поверхность изделия посредством сварки с применением давления».

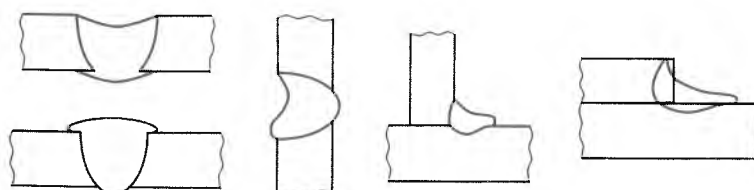
**Наплав** (ГОСТ 30242–97) – «избыток наплавленного металла сварного шва, натекий на поверхность основного металла, но не сплавленный с ним».



**Наплавка** (СТО Газпром 2-2.3-407–2009) – «нанесение слоя металла на деталь методами газовой, дуговой, электрошлаковой или другой сварки для образования более прочного поверхностного слоя, а также для восстановления формы поверхности».

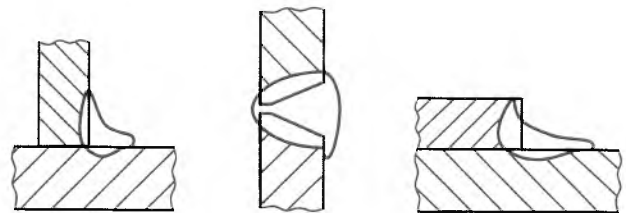
**Наплавка (сваркой)** (ГОСТ Р ИСО 857-1–2009) – «создание сваркой слоя металла на детали для получения желаемых свойств или размеров».

**Наплыв (Наплыв на сварном соединении) (недопустим термин «стёк»)** (ГОСТ 2601–84) –



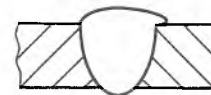
«дефект в виде натека металла шва на поверхность основного металла или ранее выполненного валика без сплавления с ним».

**Наплыв** (РД 03-606–03) (рис. 3.21) – «дефект в виде металла, натекающего в процессе сварки (наплавки) на поверхность сваренных (наплавленных) деталей или ранее выполненных валиков и несплавившегося с ними».



**Наплыв** (ПНАЭ Г-7-010–89) (рис. 3.21) – «дефект в виде металла, натекающего в процессе сварки (наплавки) на поверхность сваренных (наплавленных) деталей или ранее выполненных валиков и несплавившегося с ним».

**Напльвы** (ГОСТ 23118–99) – без определения.



**Нарушение формы** (ГОСТ 30242–97) – «группа, объединяющая дефекты следующего вида: подрез непрерывный, канавка усадочная, превышение выпуклости стыкового шва, превышение выпуклости углового шва, превышение проплава, неправильный профиль сварного шва, наплав, смещение линейное, смещение угловое, натёк, прожог, неполностью заполненная разделка кромок, чрезмерная асимметрия углового шва, неравномерная ширина шва, неровная поверхность, вогнутость корня шва, пористость в корне сварного шва, возобновление».

**Нарушение формы шва** (ГОСТ Р 52079–2003) – «дефект сварного шва в виде неравномерности его высоты, неполноты заполнения с резким переходом к основному металлу и др.».

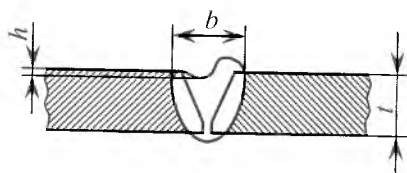
**Натёк** (ГОСТ 30242–97) – «металл сварного шва, осевший вследствие действия силы тяжести и не имеющий сплавления с соединяемой поверхностью».

В зависимости от условий это может быть: натёк при горизонтальном положении сварки; натёк в нижнем или потолочном положении сварки; натёк в угловом сварном шве; натекание в шве нахлесточного соединения».

**Начало шва** (ГОСТ Р ИСО 857-1-2009) – «точка на изделии, где шов начинается или начинался».

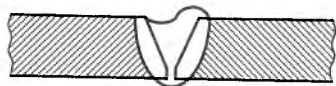
**Неоднородность механическая (Неоднородность сварного соединения механическая)** (ГОСТ 2601-84) – «различие механических свойств отдельных участков сварного соединения».

**Неполное заполнение разделки кромок (Вогнутость шва)** (ГОСТ 23118-99) (рис. 3.5-3.7) – без определения.

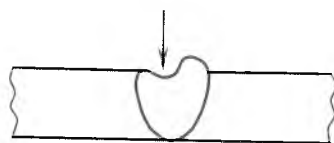


**Неполное проплавление (см. Непровар)** (ГОСТ 23118-99).

**Не полностью заполненная разделка кромок** (РД 03-606-03) (рис. 3.5-3.7) – «продольная непрерывная или прерывистая вогнутость на поверхности сварного шва из-за недостаточности присадочного металла».

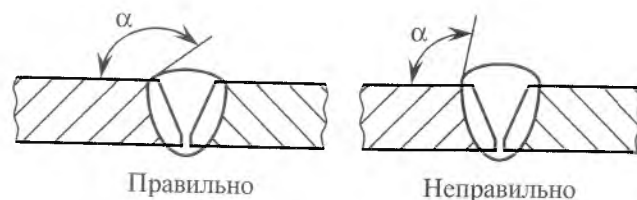


**Не полностью заполненная разделка кромок** (ГОСТ 30242-97) (рис. 3.5-3.7) – «продольная непрерывная или прерывистая канавка на поверхности сварного шва из-за недостаточности присадочного металла при сварке».

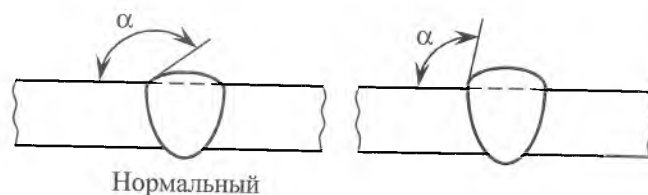


**Неправильный профиль сварного шва** (РД 03-606-03) – «слишком малый угол ( $\alpha$ ) между по-

верхностью основного металла и плоскостью касательной к поверхности сварного шва».

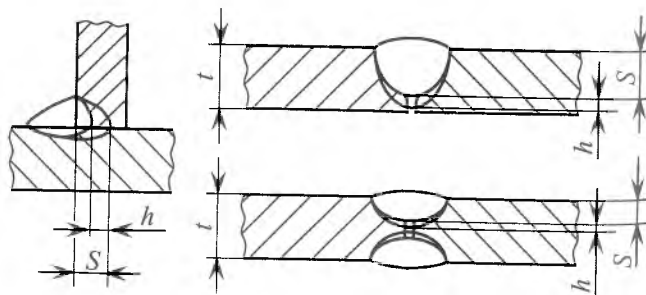


**Неправильный профиль сварного шва** (ГОСТ 30242-97) – «угол  $\alpha$  между поверхностью основного металла и плоскостью, касательной к поверхности сварного шва, менее установленного значения».

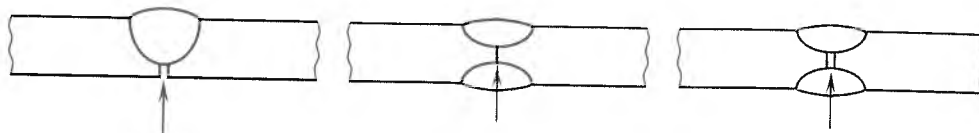


**Непровар** (ГОСТ 2601-84) (рис. 3.46) – «дефект в виде несплавления в сварном соединении вследствие неполного расплавления кромок или поверхностей ранее выполненных валиков сварного шва».

**Непровар (Неполное проплавление)** (ГОСТ 23118-99) – без определения.



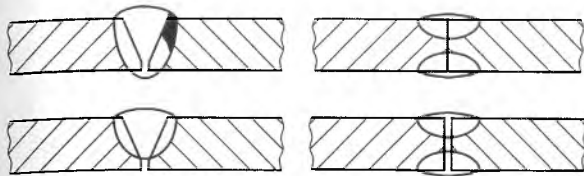
**Непровар** (ГОСТ 30242-97) – «несплавление основного металла по всей длине шва или на участке, возникающее вследствие неспособности расплавленного металла проникнуть в корень соединения».



**Непровар** (ГОСТ Р 52079-2003) (рис. 3.46) – «дефект в виде несплавления в сварном соединении. Образуется вследствие неполного расплавления

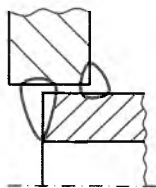
металла кромок, отсутствия осадки и т.д. При непроваре может наблюдаться «слипание» кромок или сквозное отверстие в зоне шва».

**Непровар (Неполный провар) (РД 03-606-03)** (рис. 3.46) – «дефект в виде несплавления в сварном соединении вследствие неполного расплавления кромок основного металла или поверхностей ранее выполненных валиков сварного шва».



**Непровар (ПНАЭ Г-7-010-89) (рис. 3.46)** – «несплавление в сварном соединении или наплавленной детали между основным металлом и металлом шва (наплавленным металлом) или между отдельными валиками».

**Непровар конструктивный (Зазор конструктивный) (РД 03-606-03)** – «непровар (зазор) в сварном соединении, предусмотренный конструкторской документацией на сварной узел».



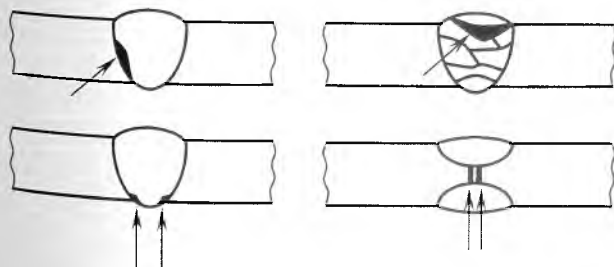
**Неравномерная поверхность шва (РД 03-606-03) (рис. 3.11, 3.12)** – «чрезмерная неровность наружной поверхности шва».

**Неравномерная ширина шва (ГОСТ 30242-97) (рис. 3.13)** – «отклонение ширины от установленного значения вдоль сварного шва».

**Неравномерная ширина шва (РД 03-606-03) (рис. 3.13)** – «чрезмерное колебание ширины шва».

**Неровная поверхность (ГОСТ 30242-97) (рис. 3.11, 3.12)** – «грубая неравномерность формы поверхности усиления шва по длине».

**Несплавление (ГОСТ 30242-97)** – «отсутствие соединения между металлом сварного шва и основным металлом или между отдельными валиками сварного шва. Различают несплавления: по боковой стороне; между валиками; в корне сварного шва».



**Несплошность (РД 03-606-03; ПНАЭ Г-7-010-89)** – «обобщенное наименование трещин, отслоений, прожогов, свищей, пор, несплошностей и включений».

**Несплошность (РТМ-1с)** – «обобщенное наименование всех нарушений сплошности и формы сварного соединения (трещина, несплошность, включение, вогнутость и др.)».

Понятие «несплошность», определяемое документом РТМ-1с, шире, чем в документах РД 03-606-03 и ПНАЭ Г-7-010-89, поскольку наряду с нарушениями сплошности включает в себя нарушения формы сварного соединения. Нарушение формы сварного соединения весьма широкое понятие, которое, включает в себя, в частности, неравномерную поверхность и неравномерную ширину шва, отклонение вогнутости, выпуклости и ширины шва от нормативных значений.

**Область дефектная (см. Участок дефектный) (СТО Газпром 2-2.3-137-2007).**

**Ожог или оплавление основного металла (ГОСТ 23118-99)** – «местные повреждения вследствие зажигания дуги вне шва».

**Окисление поверхностное (Окисление сварного соединения поверхностное) (ГОСТ 2601-84) (рис. 3.27, 3.30)** – «дефект в виде окалины или пленки окислов на поверхности сварного соединения».

**Оплавление (см. Ожог основного металла) (ГОСТ 23118-99).**

**Оптический неразрушающий контроль (Оптический контроль) (ГОСТ Р 53696-2009)** – «неразрушающий контроль, основанный на анализе взаимодействия оптического излучения с объектом контроля».

**Осадка (Осадка при сварке) (ГОСТ 2601-84)** – «операция местной пластической деформации свариваемых частей при сварке с применением давления».

**Осадка в сварном соединении труб (ГОСТ Р 52079-2003)** – «пластические деформации нагретых кромок».

**Осадка стержней в крестообразных соединениях (ГОСТ 14098-91)** – «величина вдавливания стержней друг в друга на участке, нагретом при контактной сварке до пластического состояния».

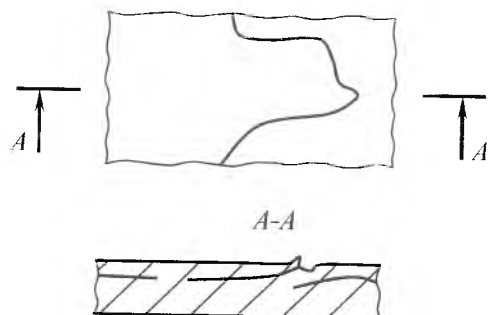
**Осмотр технический (ГОСТ 16504-81)** – «контроль, осуществляемый в основном при помощи органов чувств и, в случае необходимости, средств контроля, номенклатура которых установлена соответствующей документацией».

**Осмотр технический (ГОСТ 3242-79)** – без определения. (Это вид контроля качества сварных соединений для выявления поверхностных дефектов.)

**Отпечаток в основном металле трубы (см. Вмятина в основном металле трубы) (ГОСТ Р 52079-2003).**



**Отслоение** (РД 03-606-03) – «дефект в виде нарушения сплошности сплавления наплавленного металла с основным металлом».



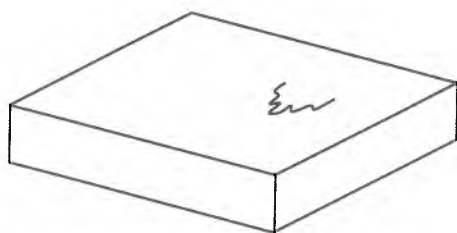
**Отслоение** (ПНАЭ Г-7-010-89) – «дефект в виде нарушения сплошности сплавления наплавленного металла с основным на деталях (изделиях) с наплавленным антикоррозионным покрытием или с предварительно наплавленными кромками, а также на других наплавленных деталях».

**Перелом осей деталей** (см. **Смещение угловое**) (РД 03-606-03).

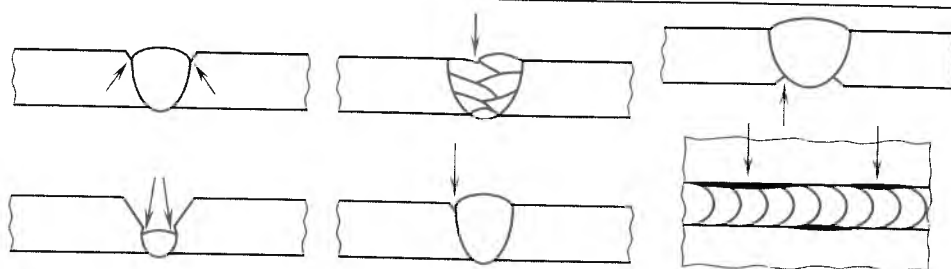
**Питтинг** (см. **Коррозия точечная**) (ГОСТ 5272-68) (рис. 3.47).

**Плена в основном металле трубы** (ГОСТ Р 52079-2003) – «дефект в виде отслоения металла языкообразной формы от основного тела трубы. Образуется вследствие раскатки рванин».

**Плена прокатная (недопустимы термины «корка», «отслоение», «чешуя»)** (ГОСТ 21014-88) – «дефект поверхности, представляющий собой отслоение языкообразной формы, соединенное с основным металлом одной стороной, образовавшееся вследствие раскатки или расковки рванин, подрезов следов глубокой зачистки дефектов или сильной выработки валков, а также грубых механических повреждений».



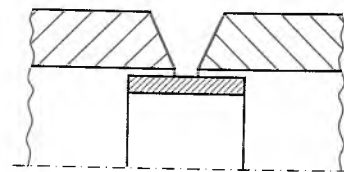
**Плены прокатные** (РД 03-606-03) – «отслоения металла языкообразной формы, соединенные с основным металлом и образованные вследствие раскатки или расковки рванин».



**Поджог** (ГОСТ Р 52079-2003) – «дефект сварного соединения в виде местного (локального) подплавления поверхности металла, иногда сопровождающегося возникновением трещин».

Определение термина включает в себя неопределенность, которая подробно обсуждается в разд. 2.2.

**Подкладка (Остающаяся подкладная пластина (кольцо))** (РД 03-606-03) – «стальная пластина или кольцо заданной формы, ширины и толщины, устанавливаемые при сварке плавлением под кромки свариваемых деталей».



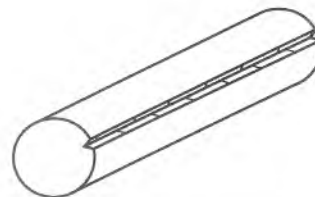
**Подрез (Подрез зоны сплавления)** (ГОСТ 2601-84; ГОСТ Р 52079-2003) (рис. 3.22-3.24) – «дефект в виде углубления по линии сплавления сварного шва с основным металлом».

**Подрез** (РД 03-606-03) (рис. 3.22-3.24) – «острые конусообразные углубления на границе поверхности сварного шва с основным металлом».



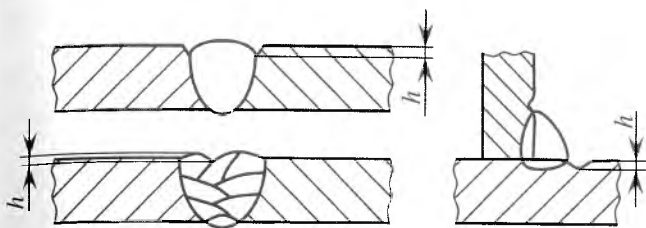
**Подрез** (ПНАЭ Г-7-010-89) – «острое углубление на границе поверхности сварного шва с основным металлом или на границе поверхностей двух соседних валиков».

**Подрез** (ГОСТ 21014-88) – «дефект поверхности в виде продольного углубления, расположенного по всей длине или на отдельных участках поверхности проката и образовавшегося вследствие неправильной настройки привалковой арматуры или одностороннего перекрытия калибра».



**Подрез непрерывный** (ГОСТ 30242-97) – «углубление продольное на наружной поверхности валика сварного шва, образовавшееся при сварке».

**Подрезы** (ГОСТ 23118-99) – без определения.



**Поле светлое** (ГОСТ Р 53696-2009) (рис. 3.56–3.58) – «освещение объекта контроля, при котором яркость его дефектов меньше яркости поверхности, на которой они расположены».

**Поле темное** (ГОСТ Р 53696-2009) (рис. 3.56–3.58) – «освещение объекта контроля, при котором яркость его дефектов больше яркости поверхности, на которой они расположены».

**Полость газовая** (ГОСТ 30242-97) (рис. 3.29) – «полость произвольной формы, образованная газами, задержанными в расплавленном металле, которая не имеет углов».

**Полость продолговатая** (ГОСТ 30242-97) – «несплошность, вытянутая вдоль оси сварного шва. Длина несплошности не менее чем в два раза превышает высоту».

**Пора** (Пора в сварном шве) (недопустим термин «включение газовое») (ГОСТ 2601-84) (рис. 3.28, 3.30–3.33) – «дефект сварного шва в виде полости округлой формы, заполненной газом».

**Пора** (РД 03-606-03) (рис. 3.28, 3.30–3.33) – «заполненная газом полость округлой формы».

**Пора** (ПНАЭ Г-7-010-89) (рис. 3.28, 3.30–3.33) – «заполненная газом полость округлой формы в металле шва или в наплавленном металле».

**Пора газовая** (ГОСТ 30242-97) (рис. 3.28, 3.30–3.33) – «газовая полость обычно сферической формы».

**Пора поверхностная** (ГОСТ 30242-97) (рис. 3.28, 3.30–3.32) – «газовая пора, которая нарушает сплошность поверхности сварного шва».

**Пористость в корне сварного шва** (ГОСТ 30242-97) – «наличие пор в корне сварного шва вследствие возникновения пузырьков во время затвердевания металла».

**Пористость линейная** (см. Цепочка пор) (РД 03-606-03) (рис. 3.38, а).

**Пористость равномерно распределенная** (ГОСТ 30242-97) (рис. 3.40, 3.41) – «группа газовых пор, распределенных равномерно в металле сварного шва. Следует отличать от цепочки пор».

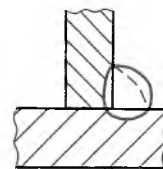
**Поры** (ГОСТ 30242-97) – «группа, объединяющая дефекты следующего вида: полость газовая, пора газовая, пористость равномерно распределенная, скопление пор, цепочка пор, полость про-

долговатая, свищ, пора поверхностная, раковина усадочная, кратер».

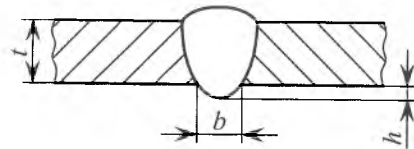
В данном определении причисление усадочной раковины и кратера к порам представляется спорным.

**Поры газовые (раковины) в сварном соединении труб** (ГОСТ Р 52079-2003) – «дефект сварных швов в виде скоплений в металле шва мелких полостей сферической формы, которые образовались в результате перенасыщения жидкого металла газами, не успевшими выйти во время быстрой кристаллизации на поверхность сварочной ванны».

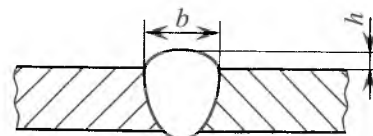
**Превышение выпуклости** (РД 03-606-03) – «избыток наплавленного металла на лицевой стороне углового шва».



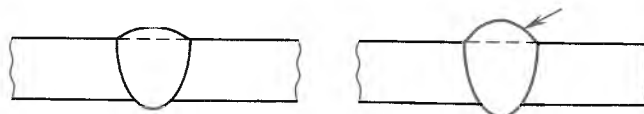
**Превышение выпуклости корня шва** (ГОСТ 23118-99) – «чрезмерное проплавление корня шва».



**Превышение выпуклости стыкового шва** (ГОСТ 23118-99) (рис. 3.9) – без определения.

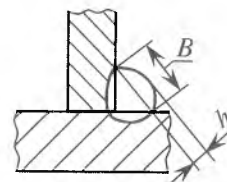


**Превышение выпуклости стыкового шва** (ГОСТ 30242-97) (рис. 3.9) – «избыток наплавленного металла на лицевой стороне стыкового шва сверх установленного значения».



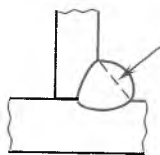
Нормальное

**Превышение выпуклости углового шва** (ГОСТ 23118-99) – без определения.

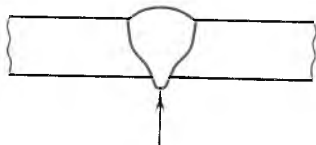


**Превышение выпуклости углового шва** (ГОСТ 30242-97) – «избыток наплавленного метал-

ла на лицевой стороне углового шва (на всей длине или на участке) сверх установленного значения».



**Превышение проплава** (ГОСТ 30242-97) – «избыток наплавленного металла на обратной стороне стыкового шва сверх установленного значения».

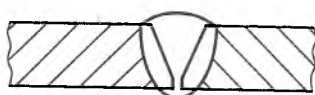


**Превышение проплава местное** (РД 03-606-03) – «местный избыточный проплав (с внутренней стороны одностороннего шва)».

**Превышение проплава местное** (ГОСТ 30242-97) – «местный избыточный проплав сверх установленного значения».

**Превышение проплавления** (см. Выпуклость корня шва) (РД 03-606-03); (ПНАЭ Г-7-010-89).

**Превышение усиления сварного шва** (РД 03-606-03) (рис. 3.9) – «избыток наплавленного металла на лицевой стороне (сторонах) стыкового шва».



Правильно



Неправильно

**Прижоги** (РД 03-606-03) – «дефекты, образующиеся при локальном перегреве металла (шлифование, электрохимическое клеймение, спектральный анализ и др.), являющиеся структурными концентраторами напряжений, в зоне которых может возникнуть растрескивание».

**Прихватка** (ГОСТ Р ИСО 857-1 2009) – «шов для фиксации взаимного расположения подлежащих сварке деталей или узлов».

**Прихватка** (РД 03-606-03) – «короткий сварной шов для фиксации взаимного расположения подлежащих сварке деталей».

**Провар** (ГОСТ 2601-84) – «сплошная металлическая связь между свариваемыми поверхностями основного металла, слоями и валиками сварного шва».

**Провар** (РД 03-606-03) – «сплошная металлическая связь между поверхностями основного металла, слоями и валиками сварного шва».

**Продир** (недопустимы термины «задир», «лыска», «надир») (ГОСТ 21014-88) – «дефект поверхности в виде широких продольных углублений, образующихся от резкого трения о детали прокатного и подъемно-транспортного оборудования».

**Прожоги** (Прожоги сварного шва) (ГОСТ 2601-84) – «дефект в виде сквозного отверстия в сварном шве, образовавшийся в результате вытекания части металла сварочной ванны».

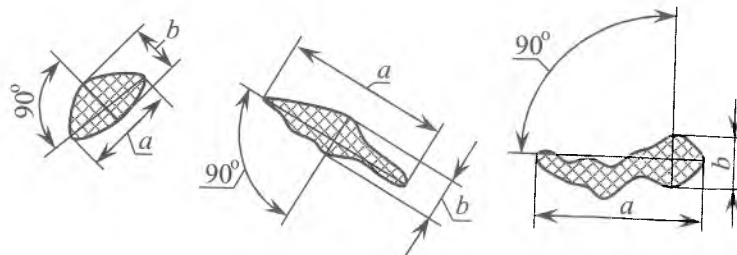
**Прожоги** (ГОСТ 30242-97) – «вытекание металла сварочной ванны, в результате которого образуется сквозное отверстие в сварном шве».

**Прожоги** (ПНАЭ Г-7-010-89) – «дефект в виде сквозного отверстия в сварном шве, образовавшегося вследствие вытекания части жидкого металла сварочной ванны в процессе выполнения сварки».

**Прожоги сварного шва** (РД 03-606-03) – «дефект в виде сквозного отверстия в сварном шве, образовавшийся вследствие вытекания части жидкого металла сварочной ванны в процессе выполнения сварки».

**Проход** (см. Валик) (ГОСТ Р ИСО 857-1-2009).

**Размер включения максимальный** (РД 03-606-03) – «наибольшее расстояние  $a$  между точками внешнего контура включения».



**Размер одиночного включения  $a$  максимальный** (ПНАЭ Г-7-010-89) – «наибольшее расстояние между двумя точками внешнего контура включения».

См. схему к термину «Размер включения максимальный» (РД 03-606-03).

**Размер включения максимальный** (РТМ-1с: ПБ 10-573-03; ПБ 10-574-03) – «наибольшее расстояние между двумя точками внешнего контура включения».

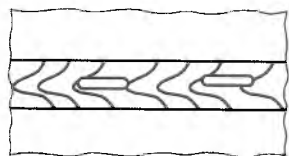
**Размер скопления максимальный** (РТМ-1с: ПБ 10-573-03; ПБ 10-574-03) – «наибольшее рас-

стояние между двумя точками внешнего контура скопления».

**Размер скопления  $A$  максимальный** (ПНАЭ Г-7-010-89) – «наибольшее расстояние между двумя соседними точками внешнего контура скопления».

См. схему к термину «Скопление» (ПНАЭ Г-7-010-89).

**Раковина усадочная (Раковина сварного шва усадочная)** (ГОСТ 2601-84) – «дефект в виде полости или впадины, образованный при усадке металла шва в условиях отсутствия питания жидким металлом».



**Раковина сварного шва усадочная** (см. Кра-тер) (РД 03-606-03).

**Раковина усадочная** (ГОСТ 30242-97) (рис. 3.4, 3.16-3.20, 3.27, 3.30, 3.34, 3.65) – «полость, образующаяся вследствие усадки во время затвердевания».

**Раковина усадочная** (ПНАЭ Г-7-010-89) (рис. 3.4, 3.16-3.20, 3.27, 3.30, 3.34, 3.65) – «дефект в виде полости или впадины, образовавшейся при усадке расплавленного металла при затвердевании (располагается, как правило, в местах перерыва или окончания сварки)».

**Раковины в сварном соединении труб** (см. Поры газовые в сварном соединении труб) (ГОСТ Р 52079-2003).

**Расслоение** (недопустимы термины «раздвоение», «расслой», «расщепление») (ГОСТ 21014-88) (рис. 3.76, 3.77) – «дефект поверхности в виде трещин на кромках и торцах листов и других видов проката, образовавшихся при наличии в металле усадочных дефектов, внутренних разрывов, повышенной загрязненности неметаллическими включениями или при пережоге».

Примечания:

1. Расслоение может сопровождаться вздутием листа.

2. Расслоение может быть обнаружено при резке металла».

**Расслоение в основном металле трубы** (ГОСТ Р 52079-2003) – «дефект в виде щелевидного разрыва внутренних слоев металла, не выходящих на поверхность трубы».

**Расстояние между соседними дефектами** (СТО Газпром 2-2.4-083-2006) – «минимальное расстояние между границами соседних дефектов».

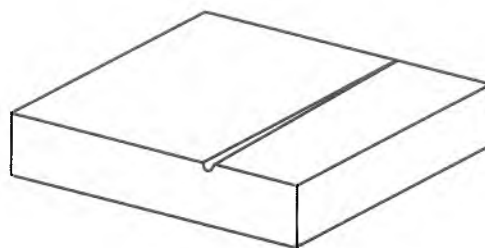
**Рванина в основном металле трубы** (ГОСТ Р 52079-2003) – «дефект технологического происхож-

дения в виде раскрытого разрыва, расположенного перпендикулярно или под углом к кромкам заготовки».

**Рванины** (РД 03-606-03) – «раскрытые разрывы, расположенные перпендикулярно или под углом к направлению наибольшей вытяжки металла».

**Риска** (недопустимы термины «бороздка», «канавка», «полоска») (ГОСТ 21014-88) – «дефект поверхности в виде канавки без выступа кромок с закругленным или плоским дном, образовавшийся от царапания поверхности металла изношенной прокатной арматурой».

Примечание. Дефект не сопровождается изменением структуры и неметаллическими включениями. На последующих операциях края риски могут прикатываться».



**Риска** (РД 03-606-03) – «прямоугольное продольное углубление с закругленным или плоским дном, образовавшееся из-за царапания поверхности металла наварками и другими выступами».

**Риска в основном металле трубы** (ГОСТ Р 52079-2003) – «дефект в виде углубления различной протяженности и ориентации, образовавшийся от царапания поверхности металла изношенными валками».

**Риска длинная в основном металле и сварном соединении труб** (ГОСТ Р 52079-2003) – «риска, длина которой вдоль оси трубы составляет от 10 до 100 мм глубиной не более 10 % номинальной толщины стенки трубы, но не более 1 мм».

**Риска короткая в основном металле и сварном соединении труб** (ГОСТ Р 52079-2003) – «риска, длина которой вдоль оси шва трубы не превышает 10 мм глубиной не более 10 % номинальной толщины стенки трубы, но не более 1,5 мм».

**Рябизна** (ГОСТ 21014-88) – «дефект поверхности в виде мелких углублений, образующих полосы или сетку, наблюдаемых после удаления вкатанной окалины».

**Сварка металлов** (ГОСТ Р ИСО 857-1-2009) – «технологический процесс соединения металла (металлов) при таком нагреве и/или давлении, в результате которого получается непрерывность структуры соединяемого (соединяемых) металла (металлов)».

Примечания:

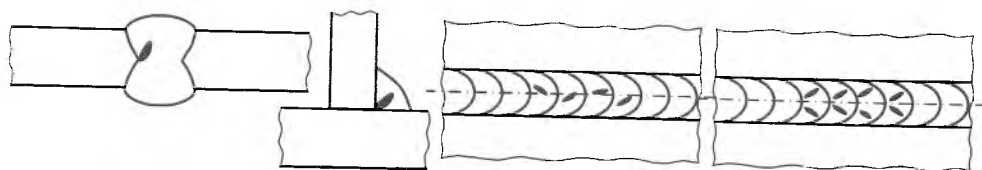
1. Может использоваться или не использоваться присадочный металл, температура плавления которого того же порядка, что и у основного металла (металлов); результатом сварки является сварное соединение.

2. Это определение включает в себя также наплавку».

**Свищ (Свищ в сварном шве)** (ГОСТ 2601-84) (рис. 3.34, 3.36, 3.38) – «дефект в виде воронкообразного углубления в сварном шве».



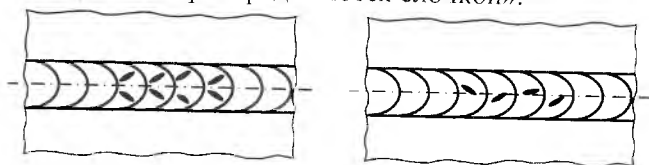
**Свищ** (ГОСТ 30242-97) (рис. 3.34, 3.36, 3.38) – «трубчатая полость в металле сварного шва, вызванная выделением газа. Форма и положение свища определяются режимом затвердевания и источником газа. Обычно свищи группируются в скопления и распределяются елочкой».



**Свищ** (ПНАЭ Г-7-010-89) (рис. 3.34, 3.36, 3.38) – «дефект в виде воронкообразного или трубчатого углубления в сварном шве».

**Свищ в сварном шве** (РД 03-606-03) (рис. 3.34, 3.36, 3.38) – «дефект в виде воронкообразного или трубчатого углубления в сварном шве».

Примечание. Обычно свищи группируются в скопления и распределяются елочкой».



На наш взгляд, замечание о том, что свищи обычно группируются в скопления и распределяются елочкой, является спорным. Кроме того, понятие «распределяться елочкой» не определено нормативными документами.

**Седловина сварного шва** (ГОСТ Р 52079-2003) – «плавное углубление на усилии сварного шва, возникающее при формировании шва на внутренней стенке трубы из-за ее кривизны».

**Скопление** (РТМ-1с; ПБ 10-573-03; ПБ 10-574-03) – «два или несколько включений, минимальное расстояние между краями которых менее установленных для одиночных включений, но не менее максимальной ширины каждого из любых двух рассматриваемых соседних включений».

Запишем формализованный критерий скопления для двух включений размерами  $(a_1, b_1)$  и  $(a_2, b_2)$  соответственно и минимального расстояния  $l$  между их краями:

$$\left. \begin{aligned} l &\geq \max\{b_1, b_2\} \\ l &< 3 \max\{b_1, b_2\} \\ l &< 3 \min\{a_1, a_2\} \end{aligned} \right\}$$

или

$$\left. \begin{aligned} 3 \max\{b_1, b_2\} > l &\geq \max\{b_1, b_2\} \\ l &< 3 \min\{a_1, a_2\} \end{aligned} \right\}$$

**Скопление** (ПНАЭ Г-7-010-89) – «два или несколько включений (пор, шлаковых и вольфрамовых включений) с наибольшим размером более 0,2 мм, минимальное расстояние между краями которых меньше установленного для одиночных включений, но не менее максимальной ширины каждого из двух рассматриваемых любых соседних включений».

При оценке расстояний между скоплениями и включениями скопление рассматривается как одиночное включение.

Условия скопления:

$$3b_1 > l_{1-2} \geq b_1 \text{ (при } b_1 > b_2), \text{ или}$$

$$3b_2 > l_{1-2} \geq b_2 \text{ (при } b_2 > b_1), \text{ или}$$

$$l_{1-2} < 3a_1 \text{ (при } a_1 < a_2), \text{ или}$$

$$l_{1-2} < 3a_2 \text{ (при } a_2 < a_1);$$

$$3b_1 > l_{1-3} \geq b_1 \text{ (при } b_1 > b_3), \text{ или}$$

$$3b_3 > l_{1-3} \geq b_3 \text{ (при } b_3 > b_1), \text{ или}$$

$$l_{1-3} < 3a_1 \text{ (при } a_1 < a_3), \text{ или}$$

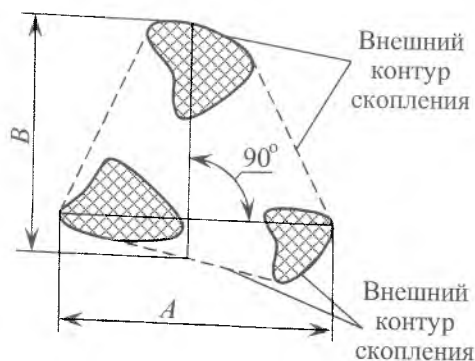
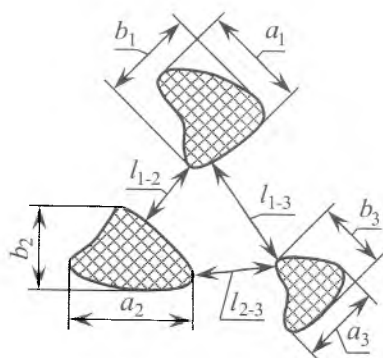
$$l_{1-3} < 3a_3 \text{ (при } a_3 < a_1);$$

$$3b_2 > l_{2-3} \geq b_2 \text{ (при } b_2 > b_3), \text{ или}$$

$$3b_3 > l_{2-3} \geq b_3 \text{ (при } b_3 > b_2), \text{ или}$$

$$l_{2-3} < 3a_2 \text{ (при } a_2 < a_3), \text{ или}$$

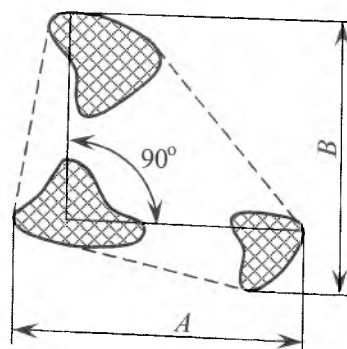
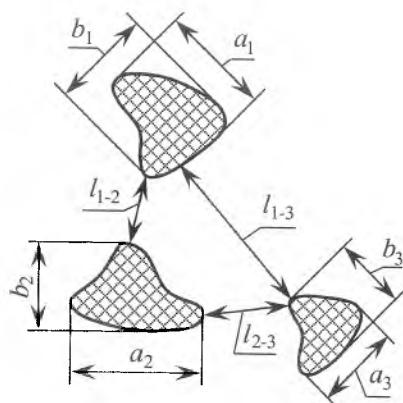
$$l_{2-3} < 3a_3 \text{ (при } a_3 < a_2)).$$



$A$  – максимальный размер скопления;  $B$  – максимальная ширина скопления

**Скопление включений** (РД 03-606-03) – «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».



**Скопление дефектов (пор газовых или включений шлаковых) в сварном соединении труб** (ГОСТ Р 52079-2003) – «дефекты с кучным расположением не менее трех». (См. разд. 2.2.)

**Скопление пор** (ГОСТ 30242-97) – «группа газовых полостей (три или более), расположенных кучно с расстоянием между ними менее трех максимальных размеров большей из полостей».

Запишем формализованный критерий скопления из  $n$  пор с максимальными размерами соответственно  $a_1, a_2, \dots, a_n$ :

$$\left. \begin{aligned} l &< 3 \max \{a_1, a_2, \dots, a_n\} \\ n &\geq 3 \end{aligned} \right\}.$$

**Слой (Слой сварного шва)** (ГОСТ 2601-84) – «часть металла сварного шва, которая состоит из одного или нескольких валиков, располагающихся на одном уровне поперечного сечения шва».

**Слой подварочный корневого слоя шва** (СТО Газпром 2-2.2-136-2007) – «часть сварного шва, выполняемая изнутри трубы после выполне-

ния снаружи корневого слоя шва».

**Слой сварного шва** (РД 03-606-03) – «часть металла сварного шва, которая состоит из одного или нескольких валиков, располагающихся на одном уровне поперечного сечения шва».

**Случайная дуга** (ГОСТ 30242-97) – «местное повреждение поверхности основного металла, примыкающего к сварному шву, возникшее в результате случайного горения дуги».

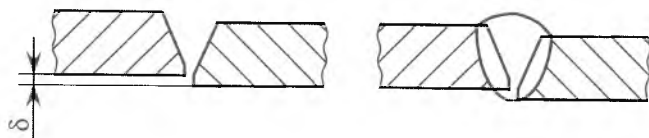
**Случайное оплавление основного металла в результате зажигания или гашения дуги** (РД 03-606-03) – «местное повреждение поверхности основного металла, примыкающего к сварному шву, возникшее в результате случайного или преднамеренного возбуждения дуги вне разделки соединения».

**Смещение кромок (Смещение сваренных кромок)** (ГОСТ 2601-84) (рис. 3.14) – «неправильное положение сваренных кромок друг относительно друга».

**Смещение кромок** (РД 03-606-03) (рис. 3.14) – «несовпадение уровней расположения внутренних и



наружных поверхностей свариваемых (сваренных) деталей в стыковых сварных соединениях».

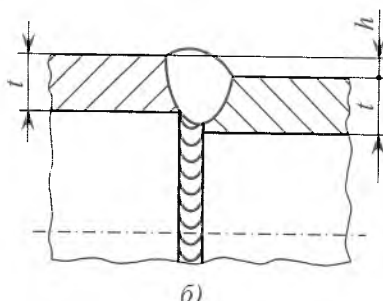
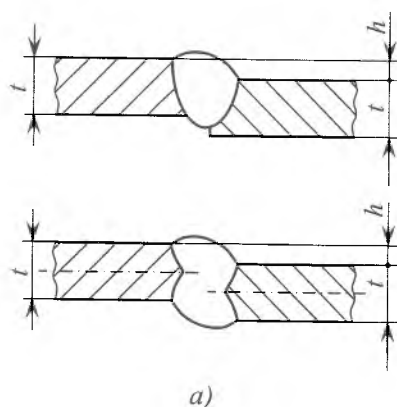


**Смещение кромок** (ПНАЭ Г-7-010-89) (рис. 3.14) – «несовпадение уровней расположения

свариваемых (сваренных) деталей в стыковых сварных соединениях».

**Смещение кромок в сварном соединении труб** (ГОСТ Р 52079-2003) (рис. 3.14) – «радиальное отклонение свариваемых кромок трубной заготовки относительно друг друга».

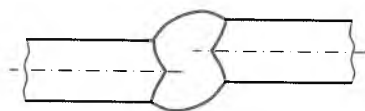
**Смещение кромок линейное** (ГОСТ 23118-99) (рис. 3.14) – без определения.



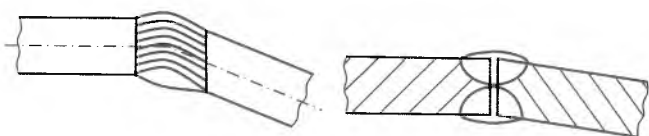
*a* – листы и продольные швы; *б* – кольцевые швы

**Смещение кромок сварного шва** (СТО Газпром 2-2.4-083-2006) (рис. 3.14) – «несовпадение уровней расположения внутренних и (или) наружных поверхностей свариваемых (сваренных) деталей в стыковых сварных соединениях».

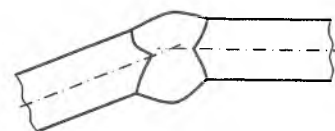
**Смещение линейное** (ГОСТ 30242-97) (рис. 3.14) – «смещение между двумя свариваемыми элементами, при котором их поверхности располагаются параллельно, но не на требуемом уровне».



**Смещение угловое (Перелом осей деталей)** (РД 03-606-03) – «смещение между двумя свариваемыми деталями, при котором их плоские поверхности не параллельны (или не направлены под определенным углом)».

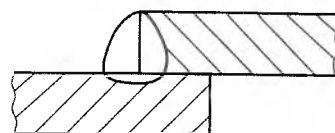


**Смещение угловое** (ГОСТ 30242-97) – «смещение между двумя свариваемыми элементами, при котором их поверхности располагаются под углом, отличающимся от требуемого».



**Соединение крестообразное** (ГОСТ 14098-91) – «соединение стержней, сваренных в месте пересечения».

**Соединение нахлесточное** (РД 03-606-03) – «сварное соединение, в котором сваренные элементы расположены параллельно и частично перекрывают друг друга».



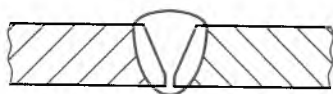
**Соединение сварное** (ГОСТ 2601-84) – «неразъемное соединение, выполненное сваркой».

**Соединение сварное** (ГОСТ Р 52079-2003) – «неразъемное соединение, выполненное сваркой и представляющее собой совокупность характерных зон в трубе. В частности, при дуговой сварке под флюсом и дуговой сварке в защитном газе образуются три зоны – металл шва, зона сплавления и зона термического влияния».

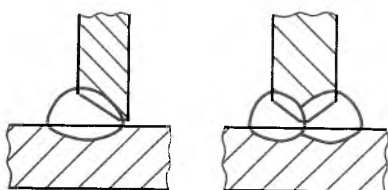
**Соединение сварное** (РД 03-606-03) – «неразъемное соединение деталей, выполненное сваркой и включающее в себя шов и зону термического влияния».

**Соединение сварное разнотолщинное** (СТО Газпром 2-2.2-136-2007) – «кольцевое стыковое сварное соединение труб, труб с соединительными деталями трубопроводов, запорной и регулирующей арматурой с разностью номинальных толщин стенок более 2 мм».

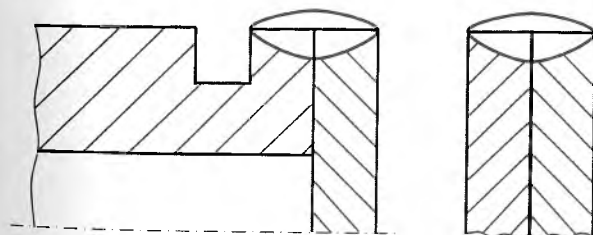
**Соединение стыковое** (РД 03-606-03) – «сварное соединение двух элементов, примыкающих друг к другу торцовыми поверхностями».



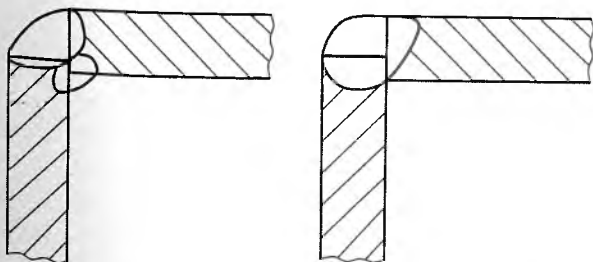
**Соединение тавровое** (РД 03-606-03) – «сварное соединение, в котором торец одного элемента примыкает под углом и приварен к боковой поверхности другого элемента».



**Соединение торцовое** (РД 03-606-03) – «сварное соединение, в котором боковые поверхности сваренных элементов примыкают друг к другу».



**Соединение угловое** (РД 03-606-03) – «сварное соединение двух элементов, расположенных под углом и сваренных в месте примыкания их краев».



**Схематизация групповых дефектов** (СТО Газпром 2-2.4-083-2006) – «замена группы близко расположенных исходных дефектов расчетным дефектом-аналогом».

**Схематизация одиночных дефектов** (СТО Газпром 2-2.4-083-2006) – «замена исходных де-

фектов, обнаруженных методами неразрушающего контроля, расчетными дефектами-аналогами».

**Толщина основного металла наплавленной детали (изделия) номинальная** (ИНАЭ Г-7-010-89) – «указанная в чертеже (без учета допусков) толщина основного металла детали (изделия)».

**Толщина сваренных деталей номинальная** (РД 03-606-03; РТМ-1с; ИНАЭ Г-7-010-89) – «указанная в чертеже (без учета допусков) толщина основного металла деталей в зоне, примыкающей к сварному шву».

**Толщина стенки трубы** (СТО Газпром 2-2.4-083-2006) – «минимальная фактическая толщина стенки трубы в зоне сварного соединения».

**Трещина (Трещина сварного соединения)** (ГОСТ 2601-84) (рис. 3.50-3.54, 3.56, 3.60-3.65, 3.67) – «дефект сварного соединения в виде разрыва в сварном шве и (или) прилегающих к нему зонах».

**Трещина** (ГОСТ 30242-97) (рис. 3.50-3.54, 3.56, 3.61-3.65, 3.67) – «несплошность, вызванная местным разрывом шва, который может возникнуть в результате охлаждения или действия нагрузок».

**Трещина (Трещина сварного соединения)** (РД 03-606-03) (рис. 3.50-3.54, 3.56, 3.60-3.65, 3.67) – «дефект сварного соединения в виде разрыва металла в сварном шве и (или) прилегающих к нему зонах сварного соединения и основного металла».

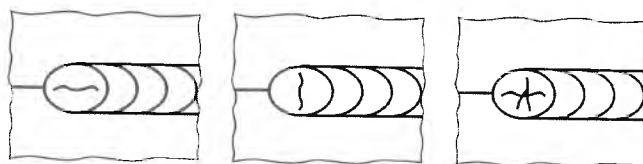
**Трещина в основном металле трубы** (ГОСТ Р 52079-2003) (рис. 3.57-3.59, 3.69-3.71) – «дефект в виде узкого разрыва металла, идущего в глубь стенки. Различают сквозную, внутреннюю и наружную трещины с различной ориентацией относительно оси трубы».

**Трещина в сварном соединении труб** (ГОСТ Р 52079-2003) – «дефект сварного соединения в виде разрыва в сварном шве или прилегающих к нему зонах с выходом или без выхода на наружную или внутреннюю поверхность стенки трубы».

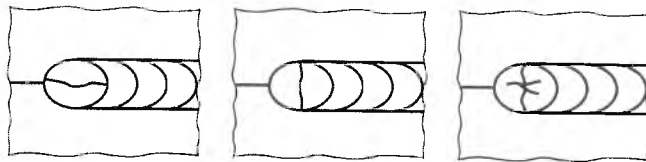
**Трещина звездообразная** (см. Трещина радиальная) (РД 03-606-03) (рис. 3.60, 3.66).

**Трещины звездоподобные** (см. Трещины радиальные) (ГОСТ 30242-97) (рис. 3.60, 3.66).

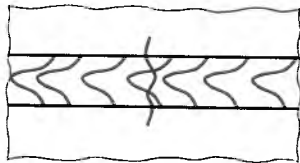
**Трещина кратерная (Трещина в кратере)** (РД 03-606-03) (рис. 3.65) – «трещина (продольная, поперечная, разветвленная) в кратере валика (слоя) сварного шва».



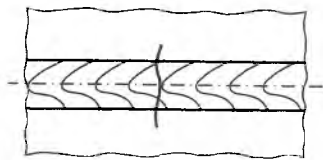
**Трещина в кратере** (ГОСТ 30242-97) (рис. 3.65) – «трещина в кратере сварного шва, которая может быть: продольной; поперечной; звездообразной».



**Трещина поперечная (Трещина сварного соединения поперечная)** (ГОСТ 2601-84; ГОСТ Р 52079-2003) (рис. 3.67) – «трещина сварного соединения, ориентированная поперек оси сварного шва».

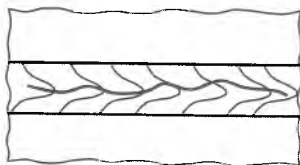


**Трещина поперечная (Трещина сварного соединения поперечная)** (РД 03-606-03) (рис. 3.67) – «трещина сварного соединения, ориентированная поперек оси сварного шва».

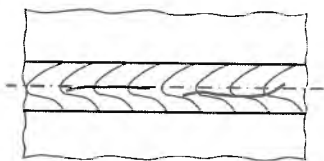


**Трещина поперечная** (ГОСТ 30242-97) (рис. 3.67) – «трещина, ориентированная поперек оси сварного шва. Она может располагаться: в металле сварного шва; в зоне термического влияния; в основном металле».

**Трещина продольная (Трещина сварного соединения продольная)** (ГОСТ 2601-84; ГОСТ Р 52079-2003) (рис. 3.50-3.54, 3.56, 3.61) – «трещина сварного соединения, ориентированная вдоль оси сварного шва».



**Трещина продольная (Трещина сварного соединения продольная)** (РД 03-606-03) (рис. 3.50-3.54, 3.56, 3.61) – «трещина сварного соединения, ориентированная вдоль оси сварного шва».

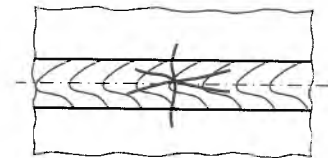


**Трещина продольная** (ГОСТ 30242-97) (рис. 3.50-3.54, 3.56, 3.61) – «трещина, ориентированная

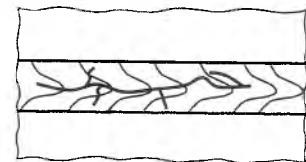
параллельно оси сварного шва. Она может располагаться: в металле сварного шва; на границе сплавления; в зоне термического влияния; в основном металле».

**Трещина радиальная** (РД 03-606-03) (рис. 3.60, 3.66) – «несколько трещин разного направления, исходящих из одной точки (могут располагаться в металле сварного шва, в зоне термического влияния, в основном металле)».

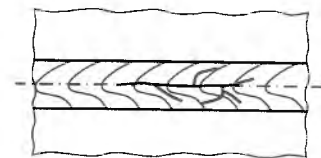
Примечание. Маленькие трещины этого типа известны как звездообразные трещины».



**Трещина разветвленная (Трещина сварного соединения разветвленная)** (ГОСТ 2601-84; ГОСТ Р 52079-2003) (рис. 3.63, 3.64, 3.66, 3.67) – «трещина сварного соединения, имеющая ответвления в различных направлениях».



**Трещина разветвленная (Трещина сварного соединения разветвленная)** (РД 03-606-03) (рис. 3.63, 3.64, 3.66, 3.67) – «трещина сварного соединения, имеющая ответвления в различных направлениях, или группа соединенных трещин, отходящих от одной общей трещины».



**Трещины** (ПНАЭ Г-7-010-89) – «дефект в виде разрыва металла сварного соединения или наплавленной детали (изделия)».

**Трещины радиальные** (ГОСТ 30242-97) (рис. 3.60, 3.66) – «трещины, радиально расходящиеся из одной точки. Они могут быть: в металле сварного шва; в зоне термического влияния; в основном металле».

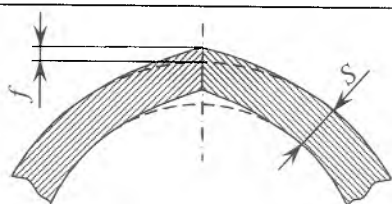
Примечание. Трещины этого типа, расходящиеся в разные стороны, известны как звездообразные трещины».

**Трещины разветвленные** (ГОСТ 30242-97) (рис. 3.63, 3.64, 3.66, 3.67) – «группа трещин, возникающих из одной трещины. Они могут располагаться

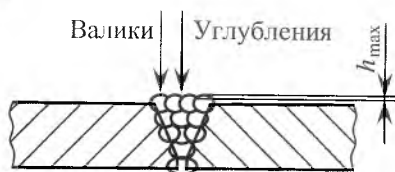
ся: в металле сварного шва; в зоне термического влияния; в основном металле».

**Трещины раздельные** (ГОСТ 30242-97) (рис. 3.66, 3.67) – «группа трещин, которые могут располагаться: в металле сварного шва; в зоне термического влияния; в основном металле».

**Увеличение катета шва** (ГОСТ 23118-99) – без определения.



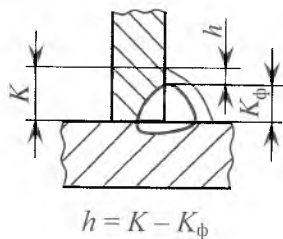
**Углубление (западание) между валиками шва** (РД 03-606-03) – «продольная впадина между двумя соседними валиками (слоями) шва (оценивается по максимальной глубине)».



**Углубление между валиками** (ПНАЭ Г-7-010-89) – «продольная впадина между двумя соседними валиками (оценивается по максимальной глубине)».

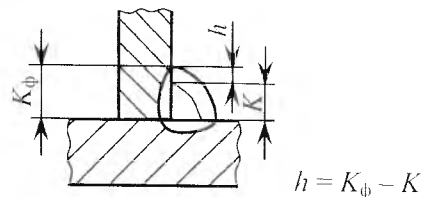
**Узел сварной** (ГОСТ 2601-84; РД 03-606-03) – «часть конструкции, в которой сварены примыкающие друг к другу элементы».

**Уменьшение катета углового шва** (ГОСТ 23118-99) – без определения.



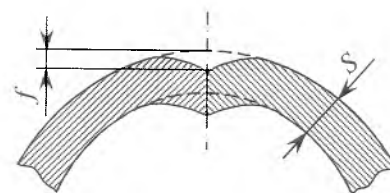
**Уровень качества сварных соединений объектов магистральных газопроводов** (СТО Газпром 2-2.4-083-2006) – «совокупность требований к методам, объемам, допустимым размерам дефектов сварных соединений магистральных газопроводов в зависимости от категории, характеристик и природно-климатических условий эксплуатации газопровода».

**Примечание.** В стандарте выведены три уровня качества («А», «В», «С»), каждому из которых соответствуют определенные объемы контроля и нормы оценки качества сварных соединений».



$$h = K_{\phi} - K$$

**Увод (угловатость)  $f$  кромок в сварных швах** (ПБ 10-576-03) (рис. 3.15) – без определения.



**Усиление сварного шва** (СТО Газпром 2-2.2-115-2007) – «выпуклость шва, определяемая расстоянием между основным металлом и поверхностью сварного шва, измеренным в месте наибольшей выпуклости».

**Усиление сварного шва** (СТО Газпром 2-2.2-136-2007) – «выпуклость шва, определяемая расстоянием между плоскостью, проходящей через видимые линии границы сварного шва с основным металлом, и поверхностью сварного шва, измеренным в месте наибольшей выпуклости».

**Утонение металла** (РД 03-606-03) – «уменьшение толщины металла вследствие чрезмерного его удаления при обработке абразивным инструментом».

**Утонение металла** (ГОСТ 30242-97) – «уменьшение толщины металла до значения менее допустимого при механической обработке».

**Утонение металла** (ГОСТ 23118-99) – «уменьшение толщины металла вследствие шлифовки».

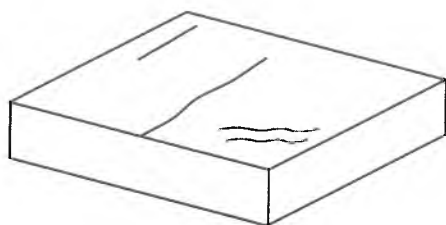
**Утонение стенки в сварном соединении труб** (ГОСТ Р 52079-2003) – «уменьшение толщины стенки основного металла трубы в зоне шва после удаления наружного и внутреннего грат».

**Утяжка** (см. **Вогнутость корня шва**) (ГОСТ 23118-99).

**Участок дефектный (Область дефектная)** (СТО Газпром 2-2.3-137-2007) – «область трубы или сварного соединения, содержащая один или несколько дефектов, в границах предполагаемой разделки кромок (выборки) для ремонта сваркой (наплавкой, заваркой), вваркой заплата, приваркой патрубков, стальными сварными муфтами».

**Царапина** (ГОСТ 21014-88) – «дефект поверхности, представляющий собой углубление неправильной формы и произвольного направления,

образующегося в результате механических повреждений, в том числе при складировании и транспортировании металла».



**Царапина** (РД 03-606-03) – «канавка неправильной формы и произвольного направления, образовавшаяся в результате механических повреждений, в том числе при складировании и транспортировке металла».

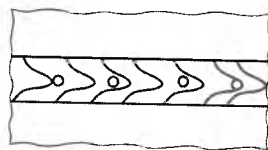
**Цвета побежалости (недопустимы термины «недокал», «прижоги», «травильные пятна», «участки разной тональности»)** (ГОСТ 21014-88) (рис. 3.33, 3.44) – «дефект поверхности в виде пятнистой, от желтого до синевато-серого цвета окисной пленки, образовавшейся на поверхности металла при нарушениях технологии охлаждения после прокатки или при термической обработке, а также при травлении и зачистке дефектов абразивным инструментом».

**Цепочка дефектов** (СТО Газпром 2-2.4-083-2006) – «дефекты, расположенные на одной линии в количестве не менее трех, при условии, что расстояние между соседними дефектами не превышает трехкратного размера наибольшего из дефектов».

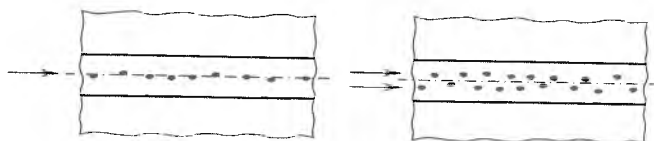
Определение термина включает в себя неопределенность, которая подробно обсуждается в разд. 2.2.

**Цепочка дефектов (пор газовых или включений шлаковых) в сварном соединении труб** (ГОСТ Р 52079-2003) – «дефекты, которые расположены по одной линии в количестве не менее двух».

**Цепочка пор (Цепочка пор в сварном шве)** (ГОСТ 2601-84) (рис. 3.37, 3.38, а) – «группа пор в сварном шве, расположенных в линию».



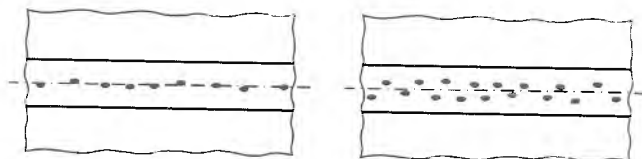
**Цепочка пор** (ГОСТ 30242-97) (рис. 3.37, 3.38, а) – «ряд газовых пор, расположенных в линию, обычно параллельно оси сварного шва, с расстоянием между ними менее трех максимальных размеров большей из пор».



Занишем формализованный критерий цепочки из  $n$  пор с максимальными размерами соответственно  $a_1, a_2, \dots, a_n$ :

$$l < 3 \max \{a_1, a_2, \dots, a_n\} \\ n \geq 2$$

**Цепочка пор (Пористость линейная)** (РД 03-606-03) (рис. 3.38, а) – «группа пор в сварном шве, расположенная в линию, параллельно оси сварного шва».



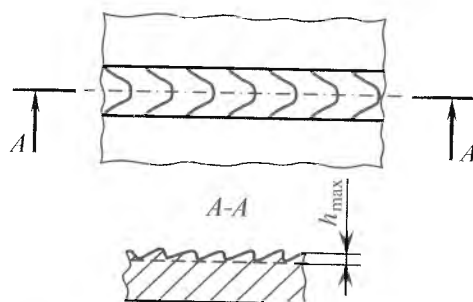
**Цепочка расслоений в основном металле труб** (ГОСТ Р 52079-2003) – «расслоения размером более 20 мм в любом направлении, отстоящие друг от друга на расстояние менее толщины стенки трубы».

**Чешуйчатость** (ПНАЭ Г-7-010-89) (рис. 3.10) – «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)».

**Чешуйчатость** (РД 03-606-03) – «отслоения или разрывы в виде сетки, образовавшиеся при прокатке из-за перегрева (пережога) или пониженной пластичности металла периферийной зоны».

**Чешуйчатость** (ГОСТ 21014-88) – «дефект поверхности, представляющий собой отслоения и разрывы в виде сетки, образовавшиеся вследствие перегрева или пониженной пластичности металла периферийной зоны».

**Чешуйчатость сварного шва** (РД 03-606-03) (рис. 3.10) – «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)».



**Чувствительность визуального и измерительного контроля** (СТО Газпром 2-2.4-083-2006) – «минимальный размер дефекта, выходящего на поверхность контролируемого объекта, различимый и идентифицируемый невооруженным глазом или с помощью оптических приборов при данных условиях освещенности и измеряемый с помощью штриховых или оптических средств измерения».

**Чувствительность контроля** (СТО Газпром 2-2.4-083-2006) – «минимальные размеры дефектов, выявляемых данным видом контроля при определенных условиях проведения контроля».

**Ширина включения максимальная** (РД 03-606-03) – «наибольшее расстояние  $b$  между двумя точками внешнего контура включения, измеренное в направлении, перпендикулярном максимальному размеру включения».

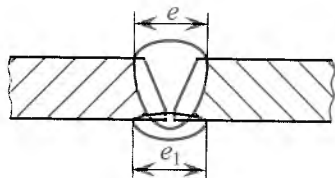
См. схему для термина «Размер включения максимальный» (РД 03-606-03).

**Ширина включения  $b$  максимальная** (ПНАЭ Г-7-010-89) – «наибольшее расстояние между двумя точками внешнего контура включения, измеренное в направлении, перпендикулярном наибольшему размеру включения».

См. термин «Размер одиночного включения  $a$  максимальный» (ПНАЭ Г-7-010-89).

**Ширина включения максимальная** (РТМ-1с; ПБ 10-573-03; ПБ 10-574-03) – «наибольшее расстояние между двумя точками внешнего контура включения, измеренное в направлении, перпендикулярном максимальному размеру включения».

**Ширина сварного шва** (РД 03-606-03) – «расстояние между линиями сплавления на лицевой стороне сварного шва в одном поперечном сечении».



**Ширина скопления максимальная** (РТМ-1с; ПБ 10-573-03; ПБ 10-574-03) – «наибольшее расстояние между двумя точками внешнего контура скопления, измеренное в направлении, перпендикулярном максимальному размеру скопления».

**Ширина скопления  $B$  максимальная** (ПНАЭ Г-7-010-89) – «наибольшее расстояние между двумя точками внешнего контура скопления, измеренное в направлении, перпендикулярном максимальному размеру скопления».

См. схему к термину «Скопление» (ПНАЭ Г-7-010-89).

**Ширина шва (Ширина сварного шва)** (ГОСТ 2601-84) – «расстояние между видимыми линиями

сплавления на лицевой стороне сварного шва при сварке плавлением».

**Ширина шва** (ПНАЭ Г-7-010-89) – «расстояние между краями поверхности сварного шва в одном поперечном сечении».

**Шов (Шов сварной)** (ГОСТ 2601-84) – «участок сварного соединения, образовавшийся в результате кристаллизации расплавленного металла или в результате пластической деформации при сварке давлением или сочетания кристаллизации и деформации».

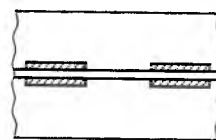
**Шов многослойный** (РД 03-606-03) – «сварной шов деталей, выполненный в несколько слоев по высоте».

**Шов непрерывный** (РД 03-606-03) – «сварной шов без промежутков по длине».

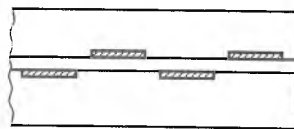
**Шов подварочный** (РД 03-606-03) – «меньшая часть двухстороннего шва, выполняемая предварительно для предотвращения прожогов при последующей сварке или выполняемая в последнюю очередь в корне шва после его зачистки (выборки)».

**Шов прерывистый** (РД 03-606-03) – «сварной шов с промежутками по длине».

**Шов прерывистый цепной** (РД 03-606-03) – «двухсторонний прерывистый шов, у которого промежутки расположены по обеим сторонам стенки один против другого».



**Шов прерывистый шахматный** (РД 03-606-03) – «двухсторонний прерывистый шов, у которого промежутки на одной стороне стенки расположены против сваренных участков шва с другой ее стороны».



**Шов сварной** (РД 03-606-03) – «участок сварного соединения, образовавшийся в результате кристаллизации расплавленного металла или в результате пластической деформации при сварке давлением или сочетания кристаллизации и деформации».

**Шов сварной** (СТО Газпром 2-2.2-136-2007) – «участок сварного соединения, образовавшийся в результате кристаллизации расплавленного металла».

**Шов стыковой** (РД 03-606-03) – «сварной шов стыкового соединения».

**Шов точечный** (РД 03-606-03) – «сварной шов, в котором связь между сваренными частями осуществляется сварными точками».

**Шов угловой** (РД 03-606-03) – «сварной шов углового, нахлесточного или таврового соединения».



## 2.2. ОБЗОР НЕОПРЕДЕЛЕННЫХ ТЕРМИНОВ И НОРМ

Рассмотрение терминов и определений, действующих в сфере ВИК, было бы неполным без упоминания о понятиях не вполне определенных. Следует обратить внимание на некоторые термины и нормы оценки качества, которые в документах используются либо вовсе без определений, либо толкование которых не является однозначным.

Этот вопрос имеет важное прикладное значение для корректной оценки качества, так как совершенно необходимо однозначное описание спе-

циалистом результатов контроля. Многозначность в данном вопросе недопустима прежде всего потому, что результаты контроля обычно затрагивают финансовые и юридические отношения заинтересованных сторон – заказчика, производителя, надзорных органов, экспертных организаций.

Тем не менее неоднозначность наблюдается уже в определении самого процесса визуального и измерительного контроля. Существует, по меньшей мере, пять документов самого высокого ранга, определяющих вид и метод контроля, – ГОСТ 3242–79, ГОСТ 18353–79, ГОСТ 23479–79, ГОСТ Р 53696–2009, ПБ 03-440–02. Особенности этих определений представлены для сравнения в табл. 2.1.

2.1. Определения визуального и измерительного контроля

Документ	Вид контроля	Метод контроля
ГОСТ 3242–79	<b>Технический осмотр</b> (без определения)	<b>Внешний осмотр и измерение</b> – метод, позволяющий обнаруживать поверхностные дефекты минимального выявляемого размера при осмотре и измерении сварного соединения с использованием оптических приборов с увеличением до 10 крат и измерительных приборов
ГОСТ 18353–79	<b>Оптический неразрушающий контроль</b> – вид неразрушающего контроля, основанный на регистрации параметров оптического излучения, взаимодействующего с контролируемым объектом	<b>Визуально-оптический метод</b> – метод неразрушающего контроля, основанный на получении первичной информации об объекте при визуальном наблюдении или с помощью оптических приборов
ГОСТ 23479–79	<b>Оптический неразрушающий контроль</b> (без определения)	<b>Визуальный метод</b> применяется при дефектоскопии, контроле формы. Контролируемые параметры – дефектность, отклонение от заданной формы. <b>Визуально-оптический метод</b> применяется при дефектоскопии с помощью микроскопов, стереоскопии, размерном контроле с помощью проекционных устройств, эндоскопии внутренних поверхностей, интроскопии. Контролируемые параметры – размеры изделий, дефектов, отклонения от заданной формы
ГОСТ Р 53696–2009	<b>Оптический неразрушающий контроль</b> – неразрушающий контроль, основанный на анализе взаимодействия оптического излучения с объектом контроля	<b>Визуально-оптический метод</b> – метод оптического неразрушающего контроля, основанный на наблюдении объекта контроля или его изображения с помощью оптических или оптико-электронных приборов
ПБ 03-440–02	Вид (метод) неразрушающего контроля – <b>визуальный и измерительный контроль</b>	

Кроме того, ГОСТ 16504–81 определяет следующие разновидности контроля:

– органолептический контроль – контроль, при котором первичная информация воспринимается органами чувств;

– визуальный контроль – органолептический контроль, осуществляемый органами зрения;

– измерительный контроль – контроль, осуществляемый с применением средств измерений;

– технический осмотр – контроль, осуществляемый в основном при помощи органов чувств и, в случае необходимости, средств контроля, номенклатура которых установлена соответствующей документацией.

Названные документы действуют в отношении рассмотренных определений независимо, без взаимных ссылок. Как видим, приведенные выше понятия различаются некоторыми тонкостями и даже существенными деталями, сохраняя похожий смысл. Практика показывает, что этим понятиям несколько не тесно на нормативном поле: каждое из них востребовано.

Очень часто источником неоднозначности являются нормы оценки качества, которые не конкретизированы численными критериями и для которых характерны такие определения, как, например, «плохой», «негладкий», «неравномерный», «неплавный», «неплотный», «чрезмерно острый». Подобные определения нуждаются в конкретизации, и в некоторых случаях в нормативном документе, содержащем такую обобщенную норму оценки, имеется также оговорка о необходимости дополнительного количественного определения нормы в других документах либо прямая ссылка на конкретизирующий документ. Однако так бывает не всегда, и специалист вынужден использовать документы из смежных отраслей, в которых конкретизируются неопределенные нормы оценки качества. При этом поиски документа-аналога для корректного применения не всегда оказывается успешным.

Неоднозначность становится очевидной также при использовании терминов, не имеющих определений. В некоторых документах применяются термины, которые, не являясь общепринятыми, не сопровождаются определениями. Например: «вырыв», «отпотина» (РД 34.21.526–95), «ноздреватость» (ПБ 03-585–03; РД 38.13.004–86). Возможно, «вырыв» по смыслу близок «разрушению», «отпотина» – «течи», а «ноздреватость» – «пористости». Однако попытка отыскать четкие определения таких терминов в нормативных документах смежных отраслей оборачивается неудачей.

Рассмотрим некоторые особенности терминологии и норм оценки качества, используемых при визуальном и измерительном контроле.

**«Вмятины, забоины, лыски и волнистость на рабочих поверхностях рельсов».** Документом ГОСТ Р 51248–99 (п. 5.5.1) установлено, что эксплуатация рельсового пути не допускается если на рабочих поверхностях имеются вмятины, лыски и волнистость более 5 мм.

В СП 12-103–2002 (п. 8.2.4) отмечается, что эксплуатация кранового пути может быть запрещена, если выявлены вмятины, забоины, лыски и волнистость на рабочих поверхностях рельсов более 5 мм на длине рельса 200 мм.

При этом ни в том, ни в другом документе не определяется, для какого размера дефекта – длины, ширины или глубины – наибольшее допустимое значение составляет 5 мм.

В данном случае можно рекомендовать принцип консервативности оценок и принять требование, чтобы любой из размеров дефекта не превышал наибольшего допустимого значения.

**«Бугристость».** Документом ПНАЭ Г-7-023–90 (табл. 3) установлены нормы допустимости одиночных включений и отклонений геометрии сварных соединений при визуальном и измерительном контроле для таких дефектов, как западания между валиками и основным металлом, бугристость и чешуйчатость. При этом термин «бугристость» не определен.

**«Вольфрамовые поры».** В документе ПНАЭ Г-7-023–90 (табл. 3) приведены нормы допустимости одиночных включений и отклонений геометрии сварных соединений при визуальном и измерительном контроле для таких дефектов, как вольфрамовые поры. Но при этом термин «поры вольфрамовые» не определен. Кроме того, во всех известных определениях пора трактуется как полость, заполненная газом.

**«Выкол».** Документом РД 10-138–97 (п. 8.3) установлено, что при внешнем осмотре и измерениях в направляющих крановых путей могут быть выявлены недопустимые дефекты – выколы. Термин «выкол» не определен.

**«Вырыв».** Документ РД 34.21.526–95 (пункты 6.2.13, 6.2.27, 6.2.37) устанавливает, что при внешнем осмотре в основном металле днища, стенки и кровли резервуара могут быть выявлены вырывы. Термин «вырыв» не определен.

**«Выщербления», «износ резьбы горловины» баллона.** В документе ПБ 03-576–03 (п. 10.2.15) указано, что баллоны, в которых при осмотре наружной и внутренней поверхностей выявлены выщербления и износ резьбы горловины, подлежат браковке. При этом не определен критерий износа резьбы, а также термин «выщербление».

**«Газовые поры»: одиночные включения, цепочки или скопления?**

В соответствии с определением ГОСТ Р 52079–2003 «газовые поры (раковины) – дефект сварных швов в виде скоплений в металле шва мелких полостей сферической формы, которые образовались в результате перенасыщения жидкого металла газами, не успевшими выйти во время быстрой кристаллизации на поверхность сварочной ванны» (Приложение А, п. А.1.2).

Если даже не принимать во внимание, что в данном определении не конкретизируется размер «мелких» полостей (что принципиально неправильно), видим, однако, что **газовые поры** определяют как **скопления**.

Но в п. А.1.2.3 стандарта указано, что дефекты в виде газовых пор или шлаковых включений могут быть: одиночные, цепочки или скопления.

Таким образом, не вполне понятно, как разрешить противоречие между пунктами стандарта: могут ли быть газовые поры только в виде скоплений либо также в виде одиночных включений, цепочек и скоплений?

Более того, не вполне ясная ситуация складывается с цепочками и скоплениями. В соответствии с определениями ГОСТ Р 52079–2003 к цепочке дефектов относят дефекты, которые расположены по одной линии в количестве не менее двух, а к скоплению – дефекты с кучным расположением не менее трех.

Иными словами, любые два дефекта, на каком бы взаимном удалении они не располагались, уже следует считать цепочкой. Если учесть, что линия – это не обязательно прямая, тогда понятие цепочки становится весьма широким. Скопление дефектов при контроле по ГОСТ Р 52079–2003 локализовать также затруднительно, если учесть, что «кучное расположение» – понятие неопределенное.

Очевидно, требуется привлечение дополнительных численных критериев взаимной удаленности дефектов для исключения этой неопределенности.

**«Мелкочешуйчатая», «равномерно чешуйчатая», «гладкая» поверхность шва, «грубая чешуйчатость».** Документом ПБ 03-585–03 (п. 7.3.4) установлено, что «по результатам визуального осмотра и измерений поверхность шва должна быть мелкочешуйчатой»; документом РД 38.13.004–86 (пп. 18.114, 18.115), – «по внешнему виду поверхность шва должна быть мелкочешуйчатой, грубая чешуйчатость не допускается»; документом РД 34.21.526–95 (п. 3.11) – «по внешнему виду швы сварных соединений должны иметь гладкую или равномерно чешуйчатую поверхность».

Необходимо введение дополнительных численных критериев мелкочешуйчатости, грубой чешуйчатости, равномерной чешуйчатости и гладкости поверхности шва.

**«Наплыв металла на боковых гранях головки рельсов».** В документе СП 12-103–2002 (п. 8.2.4) сказано, что эксплуатация кранового пути может быть запрещена, если выявлен наплыв металла свыше 6 мм на боковых гранях головки рельсов.

Но при этом необходимо отметить, что если для сварного соединения термин «наплыв» вполне определен, то для основного металла «наплыв» остается понятием неопределенным. Кроме того, не устанавливается, для какого именно размера дефекта – длины, ширины или высоты – наибольшее допустимое значение составляет 6 мм.

**«Незаплавленные края сварки», «протёки».** В документе РД 34.40.601–97 (Приложение 8) используются понятия таких дефектов, как незаплавленные края сварки, протёки. При этом термины «края сварки» и «протёки» не определены. Кроме того, следует помнить, что сварка – это технологический процесс, а не материальный объект.

**«Ноздреватость».** Документом ПБ 03-585–03 (п. 7.3.4) установлено, что по результатам визуального осмотра и измерений ноздреватость не допускается.

В документе РД 38.13.004–86 (пп. 18.115, 18.116) указано, что по внешнему виду на поверхности шва ноздреватость и пористость не допускаются. Участки местной ноздреватости и пористости швов удаляют и заваривают.

При этом термин «ноздреватость» не определен.

**«Осевая рыхлость».** В СНиП 2.05.06–85\* (п. 13.14) устанавливается, что сварные соединения труб должны иметь переход от основного металла к металлу шва без осевой рыхлости. Термин «осевая рыхлость» не определен.

**«Острые» и «плавные» углубления.** В ГОСТ Р 52079–2003 (п. 5.20) читаем: «На поверхности вмятин не должно быть трещин, расслоений металла и острых углублений».

В данном положении неопределенность заложена в выражении «острых углублений».

Аналогичным образом обстоит дело с выражением «плавные углубления». В п. 5.27 ГОСТ Р 52079–2003 указано: «Допускаются плавные углубления (седловина) на усилении сварных швов при отсутствии пористости шва глубиной не ниже минимальной высоты сварного шва».

Очевидно, что отличить острые углубления от плавных не представляется возможным, если не определен критерий остроты углубления.

**«Отпотина».** Документ РД 34.21.526–95 (пп. 4.11, 4.12) устанавливает, что обнаруженные

мелкие дефекты (отпотины) подлежат исправлению. При этом термин «отпотина» не определен.

**«Пережог».** В документе СНиП 3.05.01–85 (п. 1.6) отмечено, что в сварном шве не должно быть пережогов. При этом термин «пережог» не определен.

**«Песочницы».** Документом ИБ 03-585 03 (п. 3.4.9) указано, что при внешнем осмотре на обрабатываемых поверхностях поковок могут быть обнаружены песочницы. При этом термин «песочница» не определен.

**«Плавное сопряжение», «плавная неровность», «плавный переход шва к основному металлу».** Данная терминология используется в нормативных документах, устанавливающих следующие требования:

– ИБ 03-605–03 (п. 7.3.2): «по внешнему виду металл шва должен иметь плавное сопряжение с основным металлом»;

– РД 34.21.526–95 (п. 3.11): «по внешнему виду швы сварных соединений должны иметь ... поверхность без резкого перехода к основному металлу ... угловые швы выполняются с плавным переходом к основному металлу»;

– РД 38.13.004–86 (пп. 18.115, 18.116): «по внешнему виду поверхности шва переход от наплавленного металла к основному должен быть плавным, а «большие наплавы» в местах перехода от шва к основному металлу исправляют до получения плавного перехода от шва к основному металлу»;

– И № 23 СД–80 (п. 3.4): на гibaх «допускаются единичные плавные неровности в местах переходов гнутых участков в прямые»;

– СНиП III-42–80\* (п. 4.26): «усиление шва должно ... иметь плавный переход к основному металлу».

Во всех указанных случаях не определен критерий плавности перехода, неровности или сопряжения. Необходимо дополнительное определение критерия плавности либо указание на документы, в которых этот критерий определен.

Так, в частности, сделано в ГОСТ 23118–99, где отмечается, что при визуальном контроле сварные швы должны иметь поверхность без резких переходов к основному металлу, причем требование плавного перехода к основному металлу должно быть специально обосновано и обеспечено дополнительными технологическими приемами (п. 4.10.8). Таким образом, очевидно, дается косвенная ссылка на конструкторские документы конкретного изделия, в которых разработчик должен при необходимости отразить численный критерий плавности перехода к основному металлу.

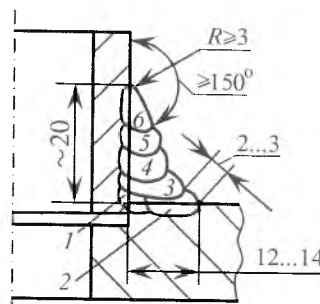


Рис. 2.1. Схема расположения валиков и размеры шва приварки штуцера (трубы) из хромомолибденовой и хромомолибденованадиевой стали к коллектору (трубопроводу) без последующей термообработки по документу РД 153-34.1-003-01 (РТМ-1с):  
1–6 – номера слоев

В качестве другого положительного примера можно отметить, документ РД 153-34.1-003-01 (РТМ-1с) (пп. 18.3.8 и 7.7.10), где плавность перехода от шва к поверхности детали определяется явно, с указанием диапазонов допустимых значений параметров – угла между поверхностями шва и штуцера не менее  $150^\circ$  и радиуса переход от шва к штуцеру не менее 3 мм. Данное требование иллюстрирует рис. 2.1.

**«Плотный шов», «плотный наплавленный металл».** В ГОСТ 23118–99 (п. 4.10.8) указано, что швы сварных соединений «должны быть плотными по всей длине».

РД 34.21.526–95 (п. 3.11) устанавливает, что по внешнему виду наплавленный металл должен быть плотным по всей длине шва без трещин и дефектов.

В документе СНиП 2.05.06–85\* (п. 13.4) отмечается, что сварные швы труб должны быть плотными.

При этом термины «плотный шов», «плотный наплавленный металл» не определены.

**«Плохое возобновление горения дуги».** Стандартом ГОСТ 23118–99 (Приложение Б) устанавливается недопустимый дефект «плохое возобновление горения дуги» – местная неровность поверхности шва в месте повторного зажигания дуги. Однако местная неровность поверхности шва в месте повторного зажигания дуги образуется повсеместно. Поэтому для корректного применения данного понятия при оценке качества необходимо нормирование дефекта – определение диапазона допустимых значений геометрических параметров неровностей.

**«Поджоги поверхностные основного металла», «подплавление и поджоги ребер профиля».** Стандартом ГОСТ 10922–90 установлено, что не допускаются поверхностные поджоги основного металла в сварных соединениях (п. 2.12), а также подплавление и поджоги ребер периодического профиля арматурных стержней в стыковых и кре-

стообразных соединениях, выполненных контактной сваркой (п. 2.9). При этом термины «поверхностный поджог», «подплавление» и «поджог» не определены.

Для справки отметим, что ГОСТ 23118-99 (Приложение Б) определяет созвучные термины для дефекта «ожог или оплавление основного металла» как местные повреждения вследствие зажигания дуги вне шва.

Примечательно, что в соответствии с определением стандарта ГОСТ Р 52079-2003 «поджог – дефект сварного соединения в виде местного (локального) подплавления поверхности металла, иногда сопровождающегося возникновением трещин» (Приложение А, п. А.1.2). В данном случае «поджог» определяется при помощи термина «подплавление», однако сам термин «подплавление» также не определен.

**«Подплавление основного металла».** Документами ПБ 10-157-97, ПБ 10-257-98, ПБ 10-382-00 (п. 3.5.6) установлено, что в сварных соединениях при стыковой контактной сварке труб не допускаются подплавления основного металла. При этом термин «подплавление основного металла» не определен.

**«Подтёк».** В документе СНиП 3.05.01-85 (п. 1.6) указано, что в сварном шве не должно быть подтеков наплавленного металла. При этом термин «подтёк» не определен.

**«Поры, расположенные в виде сплошной сетки».** В документах ПБ 10-157-97, ПБ 10-257-98, ПБ 10-382-00 (п. 3.5.6) отмечено, что в сварных соединениях не допускаются поры, расположенные в виде сплошной сетки.

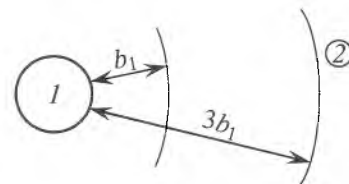
Документ ПБ 10-611-03 (п. 2.5.14) устанавливает, что при внешнем осмотре и измерении в сварных соединениях могут быть выявлены поры, расположенные в виде сплошной сетки.

При этом не определено, пористость какой именно густоты следует считать сплошной (или несплошной) сеткой пор. Например, если группе специалистов предложить среди дефектов, показанных на рис. 3.39, 3.40, 3.41 и 3.42, выбрать такой, который классифицируется как «сплошная сетка пор», решения могут оказаться разными. Для исключения неопределенности необходимо определение критерия плотности расположения пор для отнесения пористости к виду сплошной или несплошной сетки.

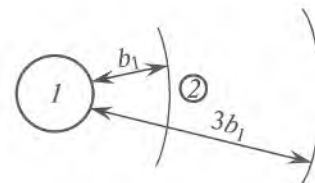
**«Прерывность».** В стандарте ГОСТ Р 52079-2003 сказано: «Две несплошности диаметром 0,8 мм и менее могут располагаться на расстоянии одного диаметра друг от друга при условии, что они отделены от любой другой прерывности не менее чем на 12,7 мм» (Приложение А, табл. А.2). Однако термин «прерывность» не определен.

**«Скопление», «группа», «одионые включения», «цепочка».** Включения в зависимости от взаимного расположения могут быть одиоными, либо образовывать группы или скопления. Кроме того, включения могут располагаться в виде цепочек. Условия взаимного расположения включений при визуальном и измерительном контроле определяются различными нормативными документами (табл. 2.2).

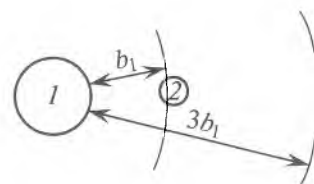
Поясним графически соотношение понятий «скопление», «группа», «одионые включения» на примере документа РД 153-34.1-003-01 (РТМ-1с). Рассмотрим простой случай для округлых включений 1 и 2 с линейными размерами  $b_1$  и  $b_2$  соответственно. На рисунках линией, удаленной на расстояние  $b_1$  от включения 1, показана граница, при расположении в пределах которой включение 2 в совокупности с включением 1 образует группу. Линией, удаленной на расстояние  $3b_1$  от включения 1, показана граница, при расположении за пределами которой включение 2 и включение 1 являются одиоными включениями. При расположении включения 2 между указанными границами включения 1 и 2 образуют скопление.



Включения 1 и 2 – одионые.



Включения 1 и 2 образуют скопление.



Включения 1 и 2 образуют группу, которая рассматривается как одно сплошное включение.

Одна и та же совокупность включений может быть классифицирована как скопление, группа, цепочка и одионые включения в зависимости от требований различных документов к расстоянию между включениями. К примеру, совокупность пор в сварном шве, показанную на рис. 3.38, а, можно рассматривать как:

– цепочку пор (ГОСТ 2601-84; ГОСТ Р 52079-2003; РД 03-606-03);

**2.2. Наличие (+) и отсутствие (–) определения для одиночных дефектов, группы, скопления и цепочки в различных нормативных документах**

Документ	Одиночные дефекты	Группа	Скопление	Цепочка
ГОСТ 2601–84	–	–	–	+
ГОСТ 30242–97	–	–	+	+
РД 03-606–03	+	–	+	+
РД 153-34.1-003–01 (РТМ-1с)	+	+	+	–
ПБ 10-573–03	+	+	+	–
ПБ 10-574–03	+	+	+	–
ПНАЭ Г-7-010–89	+	+	+	–
ГОСТ Р 52079–2003	+	–	+	+
СТО Газпром 2-2.4-083–2006	+	+	–	+
	(включения)	(включения)	(поры)	(поры)
	(включения)	(включения)	(поры)	(поры)
	(включения)	(включения)	(включения)	(включения, расслоения)
	(дефекты)	(дефекты)	(дефекты)	(дефекты)

– цепочку, образованную двумя левыми порами, и отдельные поры (остальные) (ГОСТ 30242–97).

Совокупность пор в сварном шве, показанную на рис. 3.38, б, можно рассматривать в виде:

– цепочки пор (ГОСТ 2601–84, ГОСТ Р 52079–2003);

– цепочки / и отдельных пор 2 (ГОСТ 30242–97);

– скопления / и двух одиночных пор 2 (РТМ-1с).

«Сужение шва». Стандартом ГОСТ 23118–99 (п. 4.10.8) установлено, что швы сварных соединений не должны иметь сужений, а документом РД 34.21.526–95 (п. 3.11) – что по внешнему виду швы сварных соединений должны иметь поверхность без сужений.

При этом термин «сужение шва» не определен. Возможно, речь идет об изменении ширины шва по длине. В таком случае не определены геометрические параметры допустимого сужения. Кроме того, требование о недопустимости сужения шва не согласуется с положениями стандартов, определяющих основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений, поскольку допустимая ширина шва, как правило, варьируется в некотором диапазоне. Таким образом, необходимо определение численного критерия сужения для корректной оценки качества.

«Цепочка дефектов». В документе СТО Газпром 2-2.4-083–2006 указано, что цепочка дефектов – это «дефекты, расположенные на одной линии в количестве не менее трех, при условии, что расстояние между соседними дефектами не превышает трехкратного размера наибольшего из дефектов» (п. 3.39).

При этом не уточняется, какой именно размер наибольшего из дефектов следует принимать в качестве характерного при идентификации цепочки, а также какой дефект следует считать наибольшим – с наибольшей максимальной шириной, с наибольшим максимальным размером, с наибольшей глубиной, с наибольшей площадью или с каким-либо иным параметром.

В этом случае можно лишь рекомендовать принцип консервативности оценок и придерживаться требования, чтобы максимальный размер наибольшего из дефектов принимался в качестве характерного размера и был утроен для получения граничного значения расстояния между соседними дефектами в цепочке. При этом необходимо также определить критерий выбора наибольшего из дефектов.

Как оказывается, действующие документы зачастую содержат некоторые неточные формулировки. Не исключено, что неточности и неопределенности могут допускаться также во вновь разрабатываемых документах. Представляется, что для уменьшения числа неопределенных терминов и норм в будущем следует широко обсуждать проекты нормативных документов с привлечением специалистов в предметной области.

Во избежание недоразумений в работе специалисту по контролю не рекомендуется использовать неопределенные термины и нормы оценки качества либо четко оговаривать условия их применения.



## Глава 3

### ФОТОГРАФИИ ДЕФЕКТОВ И СХЕМЫ

В данной главе представлены фотографии и схемы, иллюстрирующие термины и рабочие моменты визуального и измерительного контроля. На примерах показаны особенности выявления дефектов, а также характерные дефекты, возникающие при производстве и эксплуатации металлических конструкций, включая объекты культурного наследия. Фотографии сопровождаются графическими схемами и комментариями. В большинстве случаев рядом с объектом контроля помещена линейная масштабная шкала с ценой деления 1 мм. В иных случаях для правильного восприятия масштаба указывается какой-либо характерный размер объекта контроля, например ширина сварного шва, размер детали.

#### Информация об объектах контроля, изображенных на рисунках

**Рис. 3.1, 3.2, 3.12, 3.13.** Сосуды, контактирующие с кислотной коррозионно-активной средой. Толщина стенки сосудов 6 мм, основной металл – сталь 15X18H12C4TЮ (ТУ 14-12476–78). Показаны стыковые сварные соединения (тип С21, ГОСТ 14771–76), выполненные аргонодуговой сваркой с применением сварочной проволоки Св-15X18H12C4TЮ (ТУ 14-1-997–74).

**Рис. 3.3, 3.5, 3.6, а, 3.14, 3.19, 3.24.** Трубопроводы горячей воды. Показаны стыковые сварные соединения труб  $\varnothing 159 \times 4,5$  мм (ГОСТ 10705–80). Материал свариваемых элементов – углеродистая сталь обыкновенного качества. Соединения выполнены полуавтоматической дуговой сваркой в среде углекислого газа.

**Рис. 3.4, 3.18.** Трубопроводы. Показаны стыковые сварные соединения труб  $\varnothing 159 \times 4,5$  мм (ГОСТ 10705–80). Материал свариваемых элементов – сталь СтЗсп. Соединения (тип С17, ГОСТ 16037–80) выполнены электродами LB-52U (Kobe Steel, LTD)  $\varnothing 2,6$  мм.

**Рис. 3.6, б, 3.7, 3.10, 3.15–3.17, 3.35, 3.45, 3.50, 3.51.** Сосуды сварные из титанового сплава BT1-0, эксплуатируемые в целлюлозно-бумажной промышленности. Показанные соединения выполнены дуговой сваркой в среде защитных газов. Толщина стенки сосудов на рис. 3.17, 3.35, 3.50 и 3.51 составляет 3 мм, на остальных рисунках – 8 мм.

**Рис. 3.8, 3.11, 3.20, 3.26, 3.38.** Монтажные сварные соединения нижних поясов стропильных ферм производственного цеха. Контролируемый узел представляет собой стыковое сварное соединение двух горячекатаных замкнутых сварных профилей квадратного сечения размером  $100 \times 100 \times 6$  мм, выполненное с односторонним доступом на остающейся подкладной пластине. Сварка выполнена по замкнутому контуру. Поверх стыкового шва на вертикальных гранях свариваемого квадратного профиля установлены две стальные накладки длиной 250 мм, шириной 80 мм и толщиной 6 мм при помощи нахлесточного сварного соединения. Материал свариваемых элементов – сталь СтЗсп, электроды – УОНИИ-13/55  $\varnothing 4$  мм.

**Рис. 3.9.** Трубопровод сжатого воздуха. Объект контроля представляет собой стыковое сварное соединение труб  $\varnothing 219 \times 6$  мм (ГОСТ 10705–80). Материал свариваемых элементов – сталь 20. Соединение (тип С17, ГОСТ 16037–80) выполнено электродами LB-52U (Kobe Steel, LTD)  $\varnothing 2,6$  мм.

**Рис. 3.21, 3.25, 3.28, 3.29, 3.31–3.34, 3.37, 3.39, 3.41, 3.43, 3.44, 3.46.** Трубопроводы сварные из труб  $\varnothing 89 \times 3,5$  мм (ГОСТ 10705–80), изготовленных из стали СтЗсп. Сварка ручная дуговая электродами LB-52U (Kobe Steel, LTD)  $\varnothing 3,2$  мм.

**Рис. 3.22, 3.49, б, 3.69–3.71.** Элементы труб магистральных газопроводов после нескольких лет эксплуатации. Стресс-коррозионные трещины ориентированы преимущественно вдоль продольной оси трубопровода.

**Рис. 3.23, 3.47, 3.60, 3.66, 3.67.** Варочный котел для варки древесной щепы при получении целлю-

лозы бисульфитным или сульфитным (кислым) способом. Котел изготовлен сваркой двуслойных стальных листов (ГОСТ 390–60). Наружный слой – сталь 20К толщиной 30 мм, внутренний слой – плакирующий, сталь Х17Н16М3Т или Х17Н16М3Т толщиной 6 мм.

**Рис. 3.27, 3.30, 3.36, 3.42.** Сварная конструкция основания для оборудования технических систем производственного цеха. Материал свариваемых элементов – сталь СтЗсп. Соединения выполнены полуавтоматической дуговой сваркой в среде углекислого газа.

**Рис. 3.40.** Стыковое соединение ограждающей конструкции из углеродистой стали обыкновенного качества с толщиной стенки 4 мм. На поверхность изделия после сварки нанесено защитное цинковое покрытие.

**Рис. 3.48, 3.49, а.** Бак-аккумулятор для хранения воды с температурой до 95 °С. Материал стенки – горячекатаный лист толщиной 12 мм из стали марки 09Г2С (ГОСТ 19281–73) после нормализации. Показано состояние внутренней поверхности стенки после 15 лет эксплуатации.

**Рис. 3.52, 3.56, 3.65.** Сварная конструкция основания для прессового оборудования производственного цеха. Материал свариваемых элементов – углеродистая сталь обыкновенного качества. Соединения выполнены ручной дуговой сваркой.

**Рис. 3.53.** Сварная конструкция коробчатого сечения подъемного сооружения, изготовленная из стали 09Г2С.

**Рис. 3.54.** Сварная конструкция подъемного сооружения, изготовленная из стали 10ХСНД.

**Рис. 3.55.** Мостовой кран, эксплуатируемый в условиях склада поваренной соли. Сварная конструкция крана изготовлена из углеродистой стали обыкновенного качества.

**Рис. 3.57–3.59.** Трещины термической усталости на экспериментальных образцах труб  $\varnothing 16 \times 1,5$  мм из сталей 08Х14МФ (ТУ 14-3-1808-91) (рис. 3.57, 3.58) и 08Х18Н10Т (ГОСТ 11068-81) (рис. 3.59). Особенности возникновения и наблюдения дефектов подробно описаны в работах [15, 16]. Фотографии иллюстрируют влияние состояния поверхности на возможность визуального выявления тонких

трещин термической усталости. Пористый налет пыли и продуктов коррозии, накапливающийся на раскаленной поверхности труб, повышает контрастность картины расположения трещин. Удаление налета полностью или частично скрывает картину расположения трещин или меняет ее.

**Рис. 3.56–3.58** иллюстрируют термины «темное поле» и «светлое поле», определяемые стандартом ГОСТ Р 53696–2009.

**Рис. 3.63, 3.64, 3.73, 3.78.** Чугунные тумбы балюстрады здания Главного штаба по адресу: г. Санкт-Петербург, Дворцовая пл., дом 6–8. Тумбы являются элементами строительных (ограждающих) конструкций здания. Каждая тумба представляет собой литое изделие коробчатой формы с толщиной стенки 12...30 мм, высотой около 1400 мм, размером основания в плане около 550×550 мм. Изделия отлиты предположительно в период 1825–1829 гг. на Александровском казенном чугунолитейном заводе. Сварные соединения, показанные на рис. 3.63 и 3.64, – ремонтные, выполненные с отклонением от технологии сварки чугуна. Фотографии на рис. 3.73 иллюстрируют совместное применение методов визуально-измерительного и капиллярного контроля для выявления картины расположения трещин.

**Рис. 3.72.** Строительная конструкция балкона на лицевом фасаде исторического здания (Санкт-Петербург). Показана чугунная литая плита балкона толщиной в пределах 30...40 мм, в которой наблюдается трещина протяженностью около 360 мм, распространяющаяся от задельного края к центру плиты. Фотографии иллюстрируют совместное применение методов визуально-измерительного и капиллярного контроля для выявления картины расположения трещины. Особенности контроля описаны в работах [17, 18].

**Рис. 3.74–3.77.** Каркас купола дворцовой церкви Воскресения Христова Екатерининского (Большого) дворца по адресу: г. Пушкин, Ленинградской обл., ул. Садовая, дом 9а. Элементы каркаса изготовлены предположительно ковкой, материал – сталь с низким содержанием углерода (0,01–0,02 %) и высоким содержанием фосфора (до 0,47 %). Различные аспекты контроля показаны в работах [17, 18].

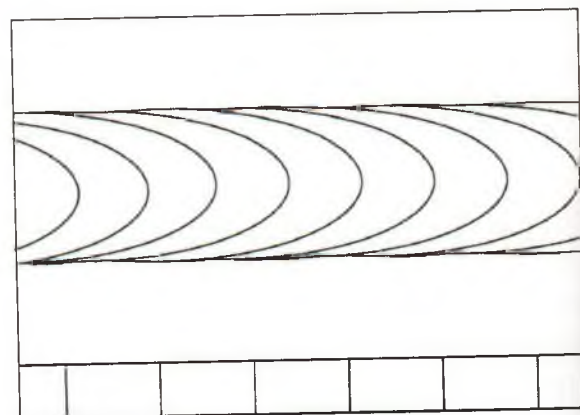


Рис. 3.1. Стыковое сварное соединение обечайки сосуда. Автоматическая сварка в среде защитных газов.  
Равномерная поверхность шва

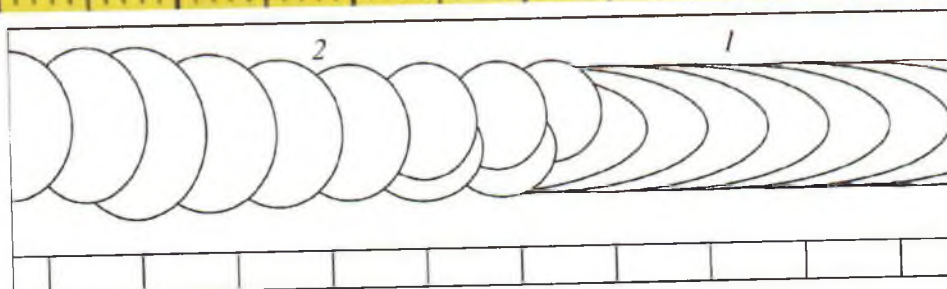


Рис. 3.2. Стыковое сварное соединение обечайки сосуда. Правый участок 1 шва выполнен автоматической сваркой. Левый участок 2 – ремонтный, выполнен ручной дуговой сваркой в среде защитных газов.  
Равномерная поверхность шва

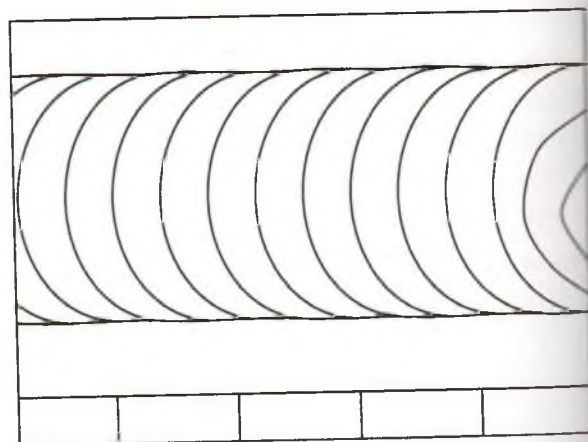


Рис. 3.3. Стыковое сварное соединение трубопровода. Полуавтоматическая сварка в среде углекислого газа.  
Равномерная поверхность шва



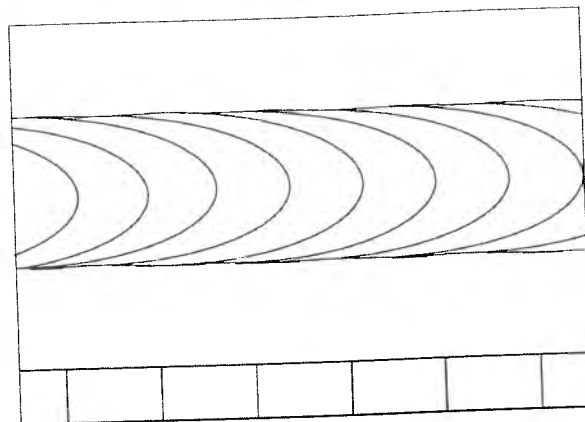
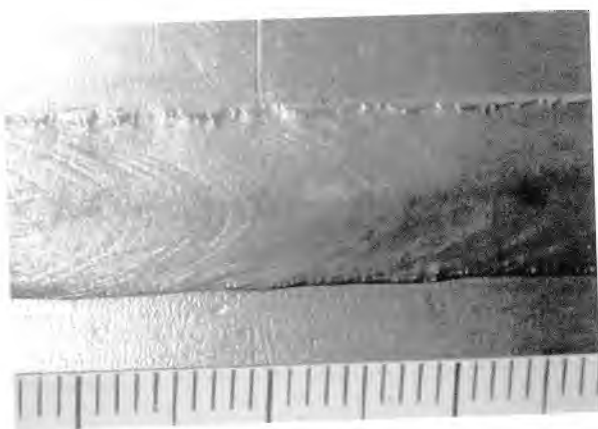


Рис. 3.1. Стыковое сварное соединение обечайки сосуда. Автоматическая сварка в среде защитных газов.  
Равномерная поверхность шва

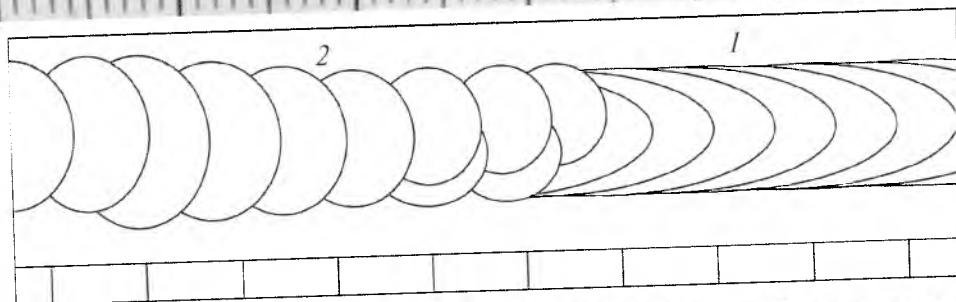
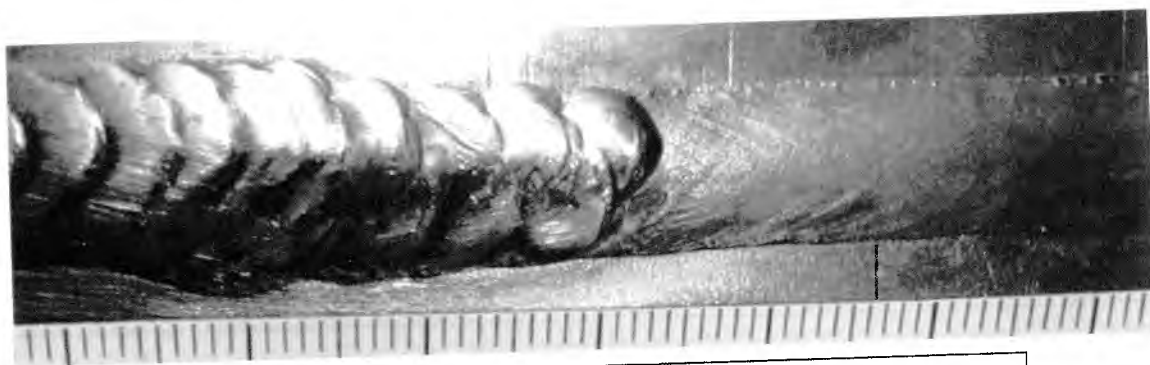


Рис. 3.2. Стыковое сварное соединение обечайки сосуда. Правый участок 1 шва выполнен автоматической сваркой. Левый участок 2 – ремонтный, выполнен ручной дуговой сваркой в среде защитных газов.  
Равномерная поверхность шва

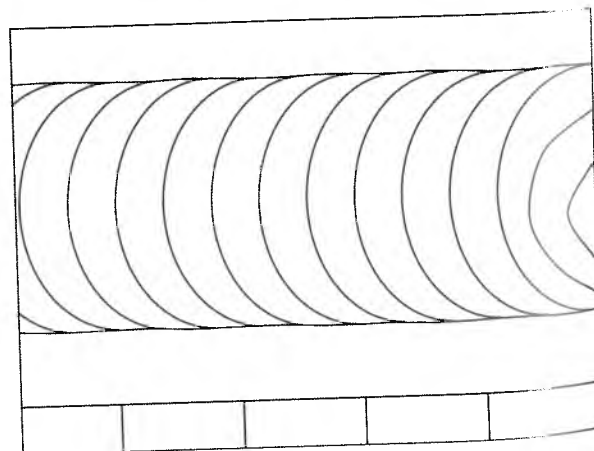
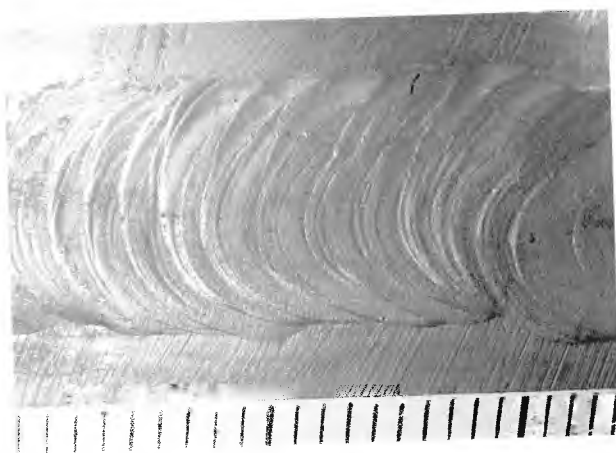


Рис. 3.3. Стыковое сварное соединение трубопровода. Полуавтоматическая сварка в среде углекислого газа.  
Равномерная поверхность шва

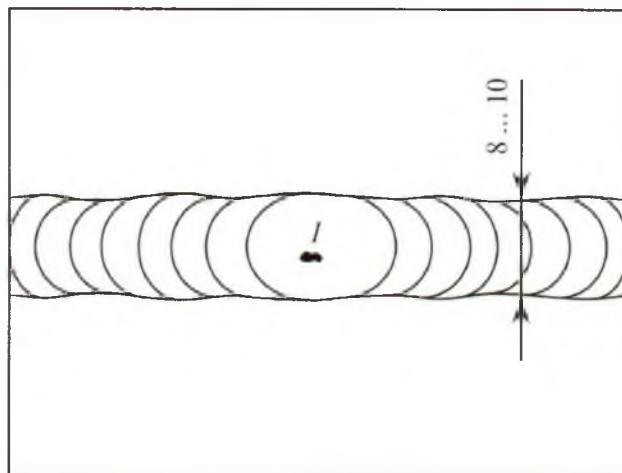
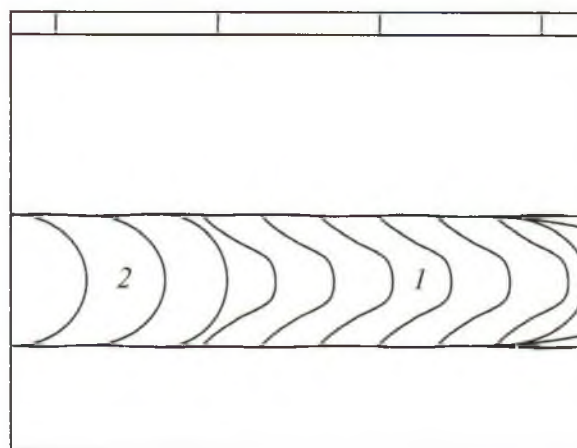
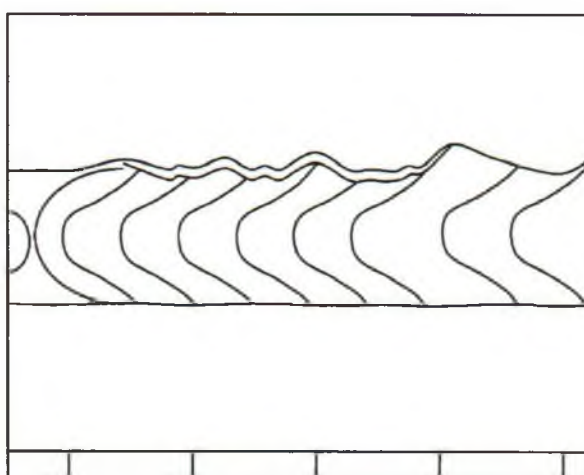
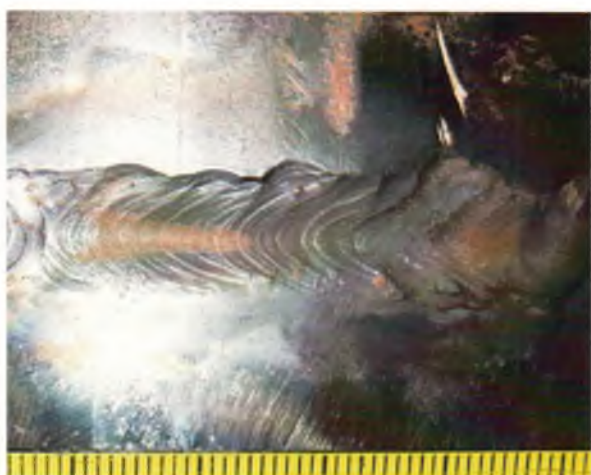


Рис. 3.4. Стыковое сварное соединение трубопровода. Ручная дуговая сварка. Поверхность шва равномерная. Ширина шва порядка 8–10 мм. В кратере на участке гашения дуги наблюдается шлаковое включение 1



а)



б)

Рис. 3.5. Протяженная вогнутость шва (неполное заполнение разделки кромок, неполностью заполненная разделка кромок) в стыковом сварном соединении трубопровода: а – вогнутость 1 соседствует с выпуклой поверхностью 2 шва; б – вогнутость на всем контролируемом участке

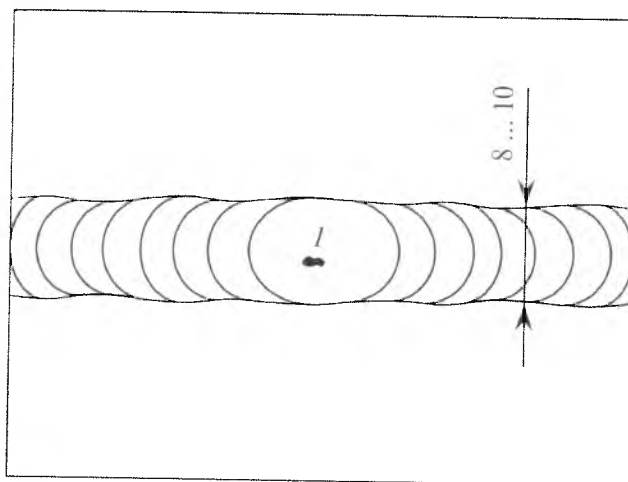
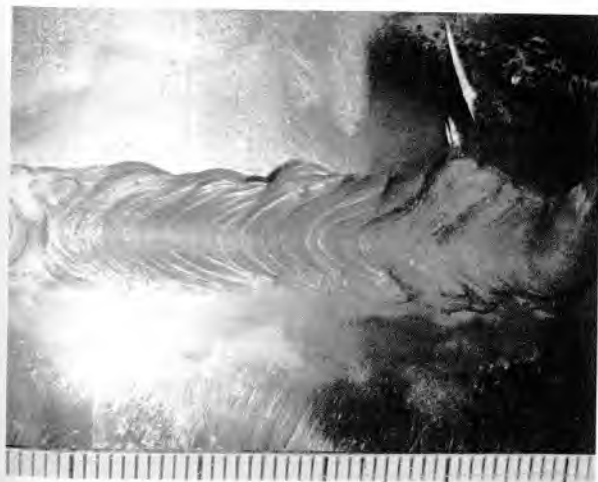
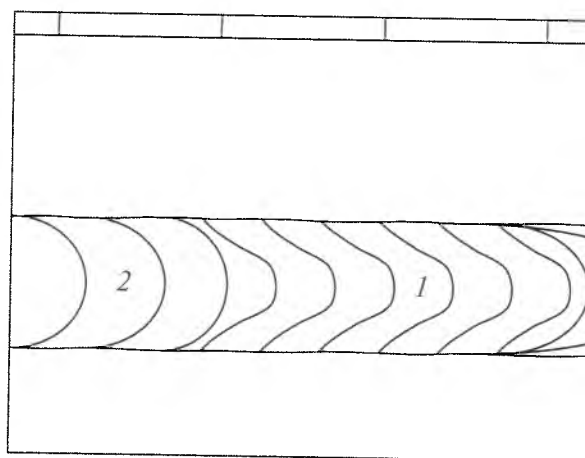


Рис. 3.4. Стыковое сварное соединение трубопровода. Ручная дуговая сварка. Поверхность шва равномерная. Ширина шва порядка 8–10 мм. В кратере на участке гашения дуги наблюдается шлаковое включение 1



а)



б)

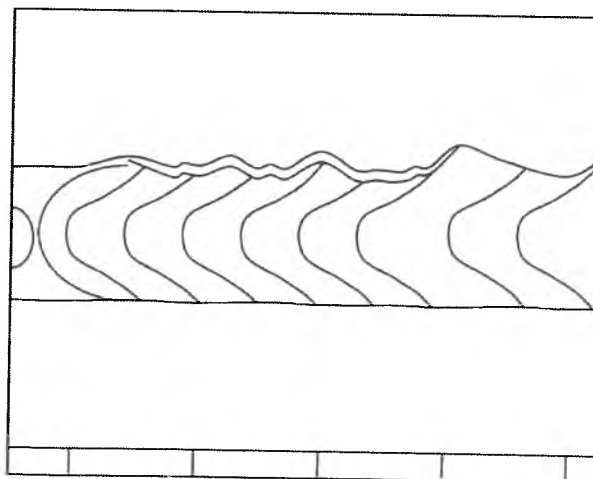
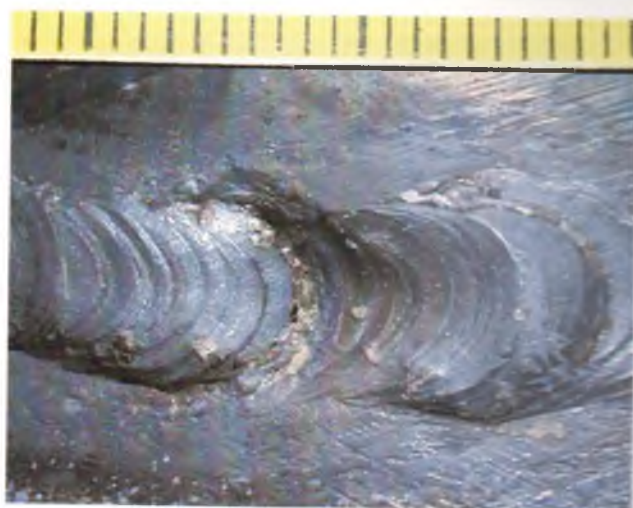
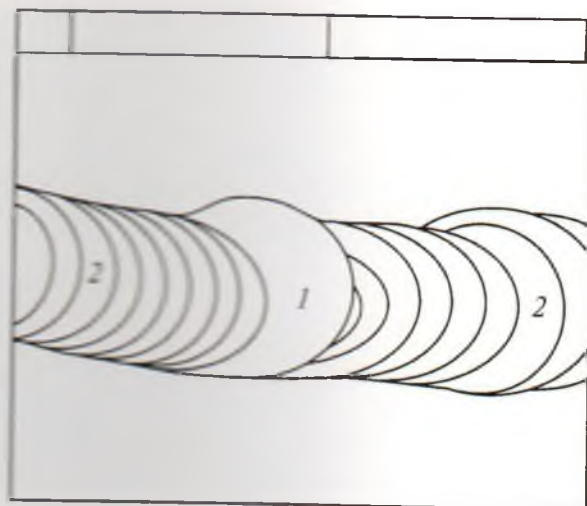


Рис. 3.5. Прогнившая вогнутость шва (неполное заполнение разделки кромок, полностью заполненная разделка кромок) в стыковом сварном соединении трубопровода:  
а – вогнутость 1 соседствует с выпуклой поверхностью 2 шва; б – вогнутость на всем контролируемом участке





а)



б)

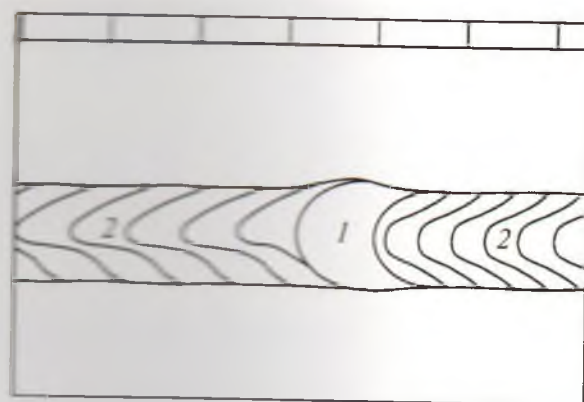


Рис. 3.6. Локальные вогнутости шва в стыковых сварных соединениях трубопровода (а) и сосуда (б).  
Вогнутость 1 выделяется на фоне выпуклой поверхности 2 шва

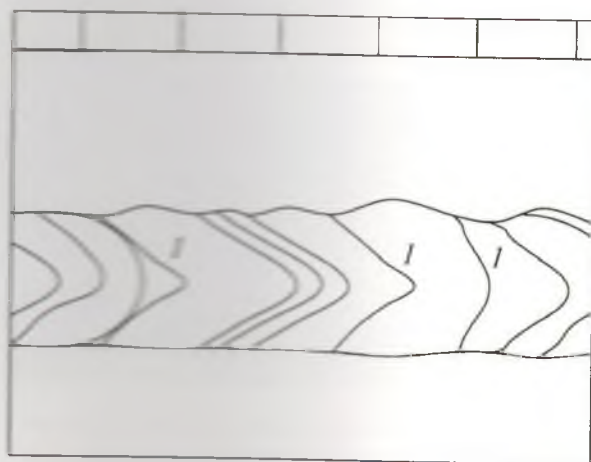
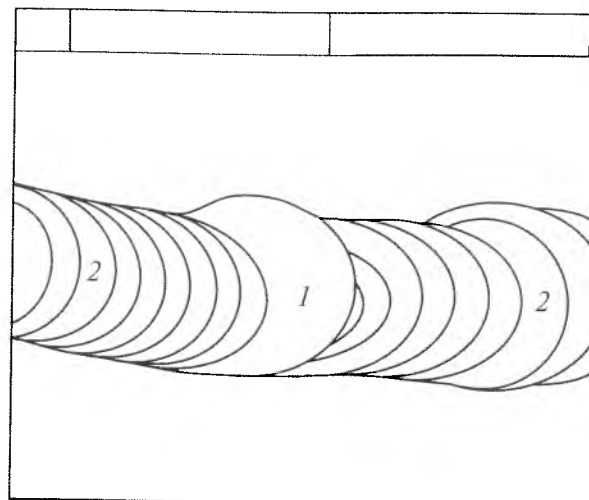
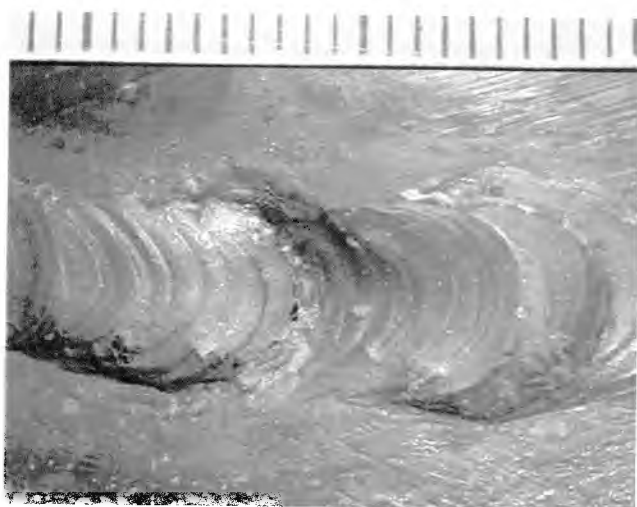
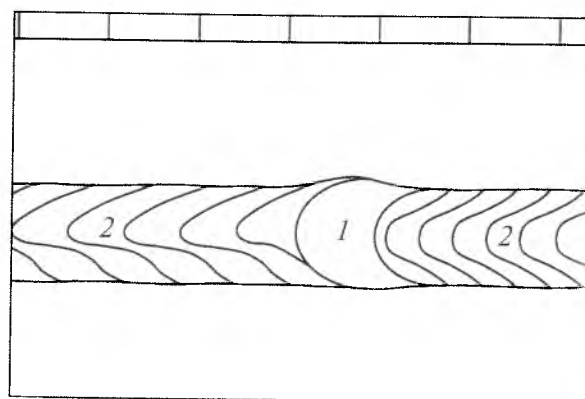
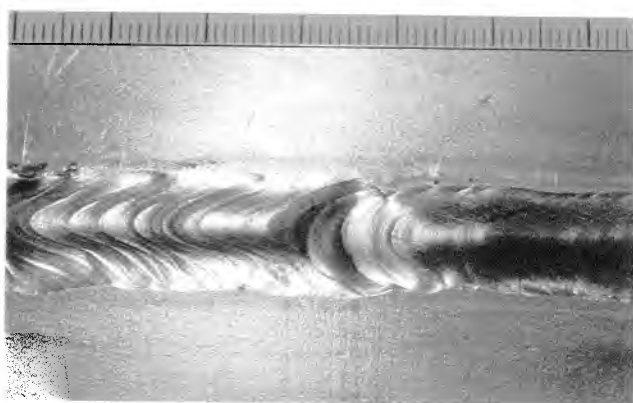


Рис. 3.7. Локальные вогнутости шва 1 в стыковом сварном соединении сосуда



а)



б)

Рис. 3.6. Локальные вогнутости шва в стыковых сварных соединениях трубопровода (а) и сосуда (б).  
Вогнутость 1 выделяется на фоне выпуклой поверхности 2 шва

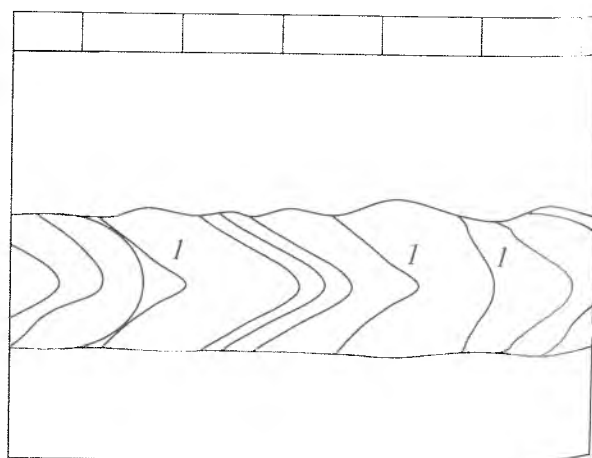


Рис. 3.7. Локальные вогнутости шва 1 в стыковом сварном соединении сосуда



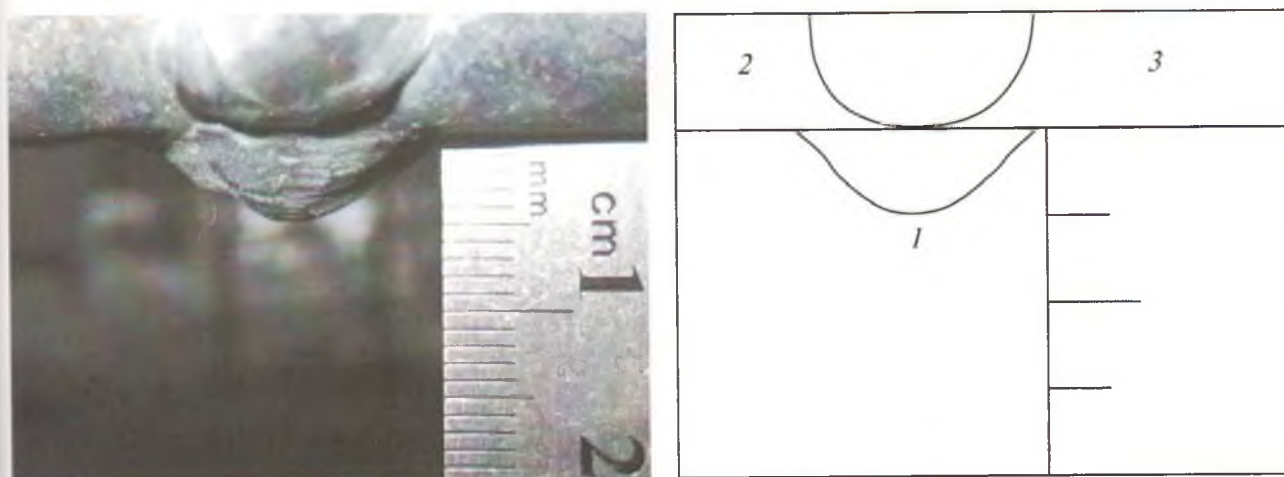


Рис. 3.8. Выпуклость шва *1* – часть стыкового сварного шва, выступающая над уровнем поверхностей сваренных деталей *2* и *3*, в сварном соединении профиля квадратного сечения строительной конструкции. Вид вдоль оси шва

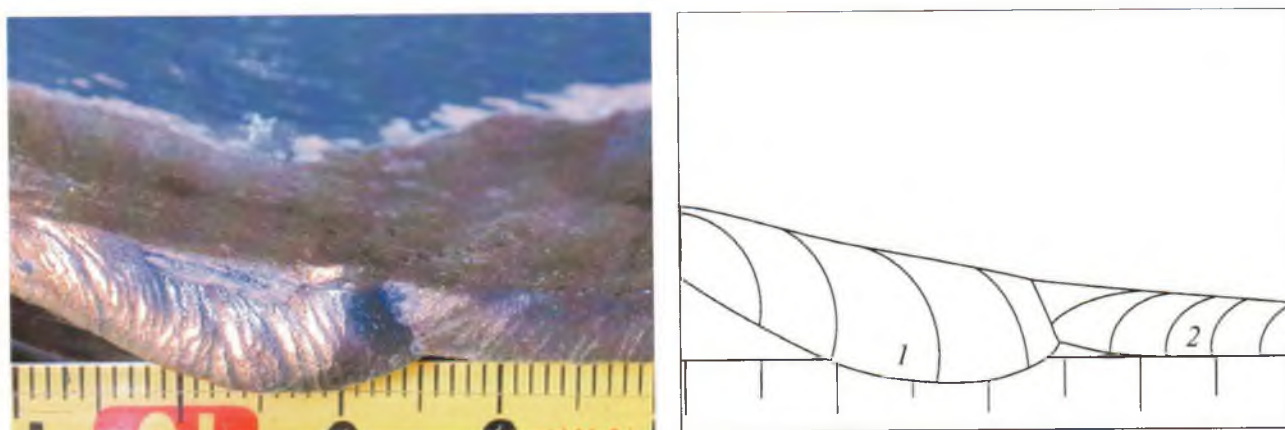


Рис. 3.9. Выпуклость шва в стыковом сварном соединении трубопровода. Участок увеличенной выпуклости *1* соседствует с участком нормальной выпуклости *2*. Вид шва сбоку

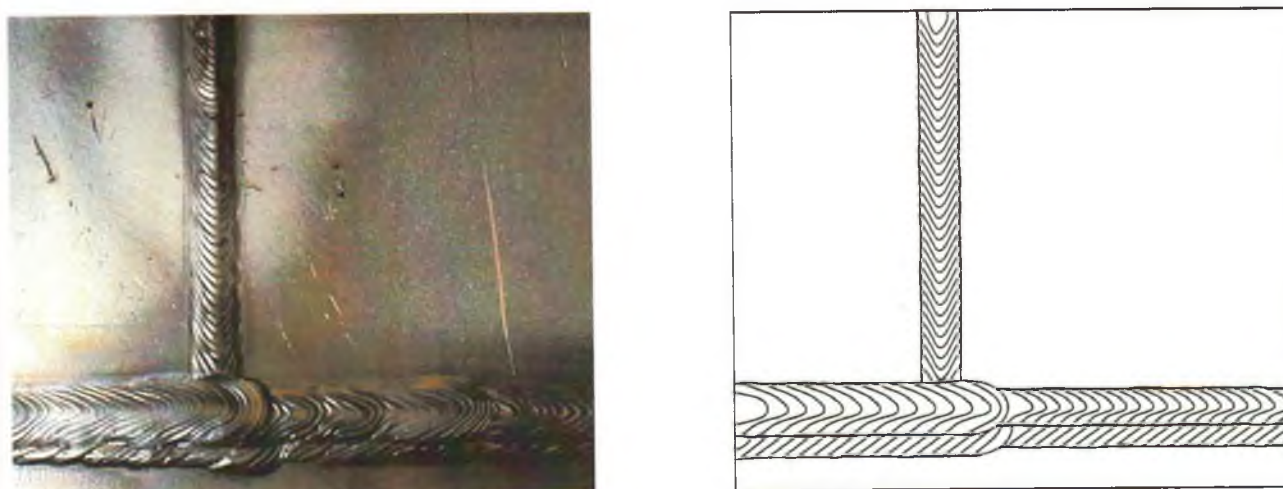


Рис. 3.10. Ярко выраженная чешуйчатость сварных швов в стыковых сварных соединениях сосуда. Горизонтальный шов многопроходный, вертикальный – однопроводный шириной 12 мм

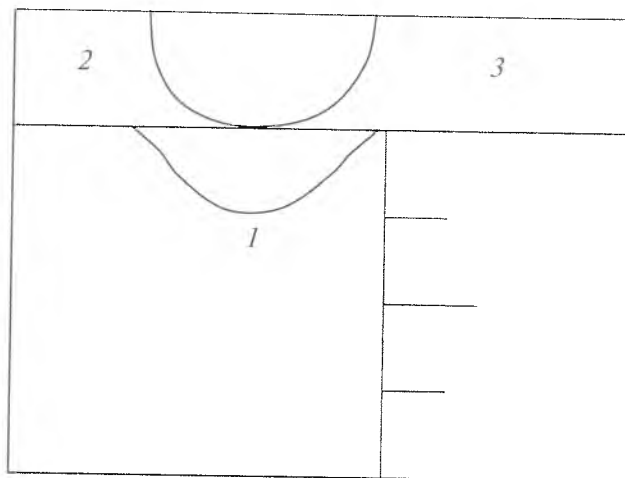
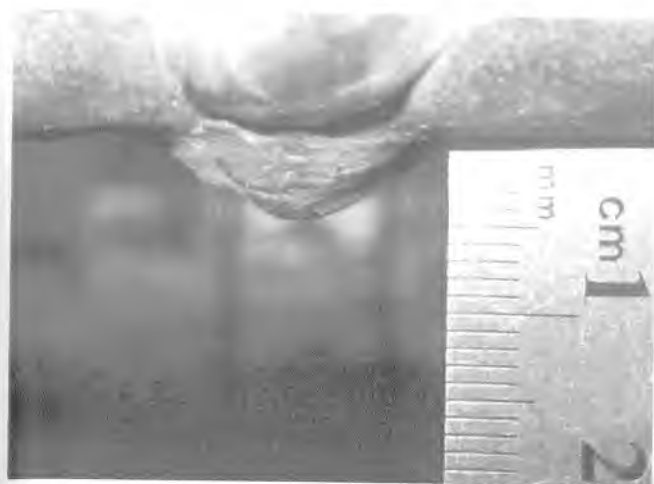


Рис. 3.8. Выпуклость шва 1 – часть стыкового сварного шва, выступающая над уровнем поверхностей сваренных деталей 2 и 3, в сварном соединении профиля квадратного сечения строительной конструкции. Вид вдоль оси шва

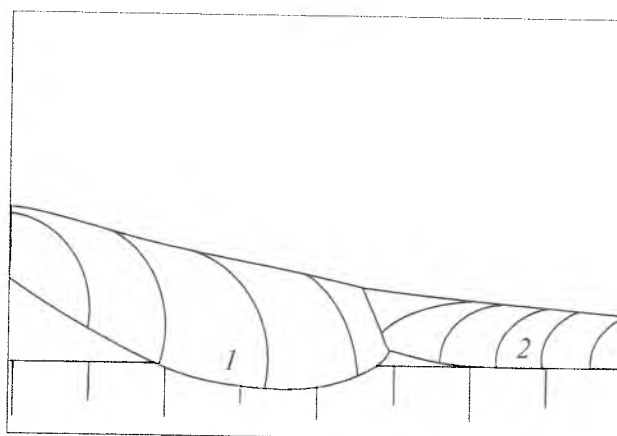
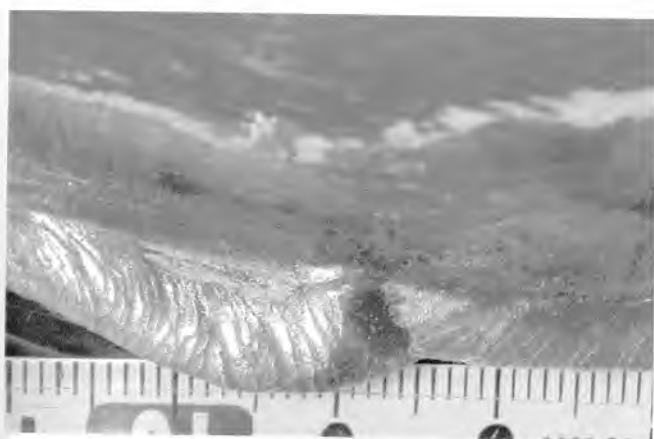


Рис. 3.9. Выпуклость шва в стыковом сварном соединении трубопровода. Участок увеличенной выпуклости 1 соседствует с участком нормальной выпуклости 2. Вид шва сбоку

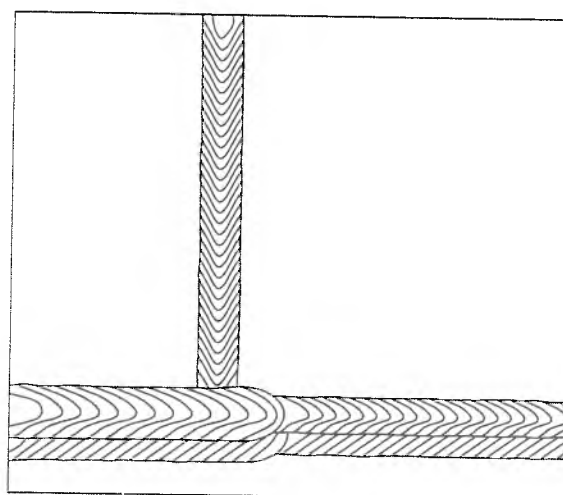
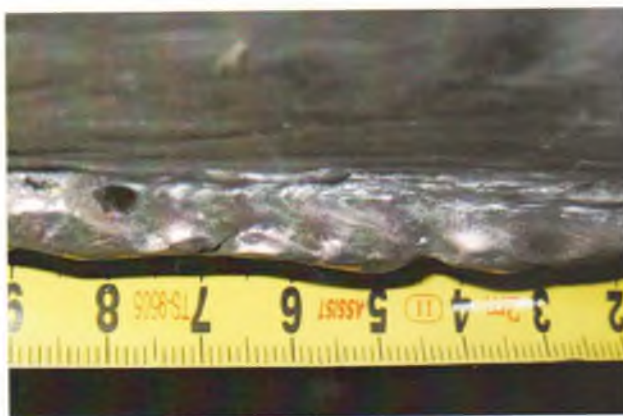
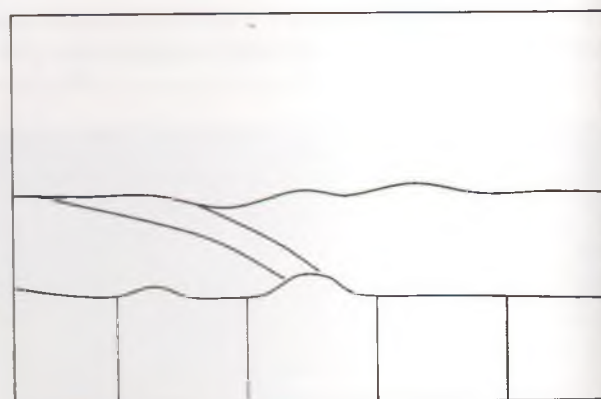


Рис. 3.10. Ярко выраженная чешуйчатость сварных швов в стыковых сварных соединениях сосуда. Горизонтальный шов многопроходный, вертикальный – однопроводный шириной 12 мм



а)



б)

Рис. 3.11. Неровная поверхность шва в стыковых сварных соединениях строительных конструкций, полученная в процессе сварки (а) и при обработке поверхности шва абразивным инструментом (б). Наблюдаются существенные изменения значения выпуклости шва по длине

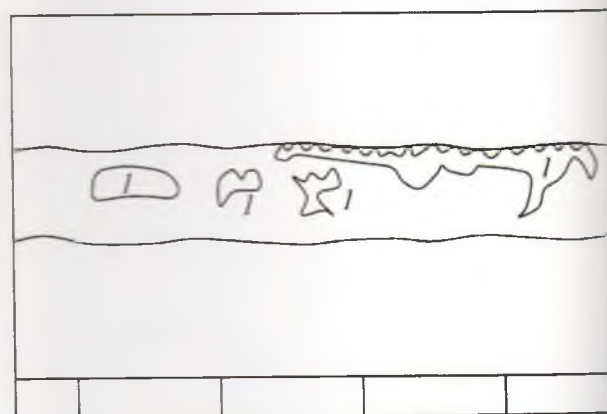
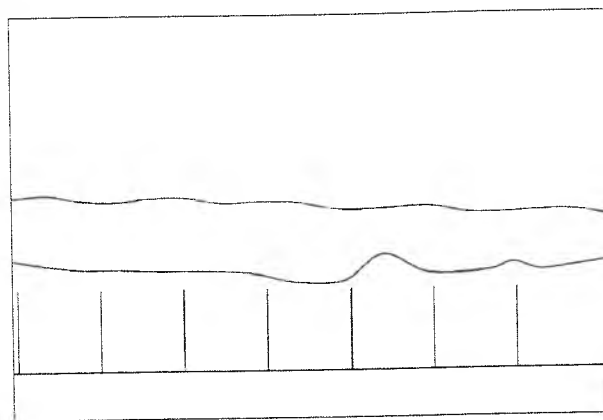
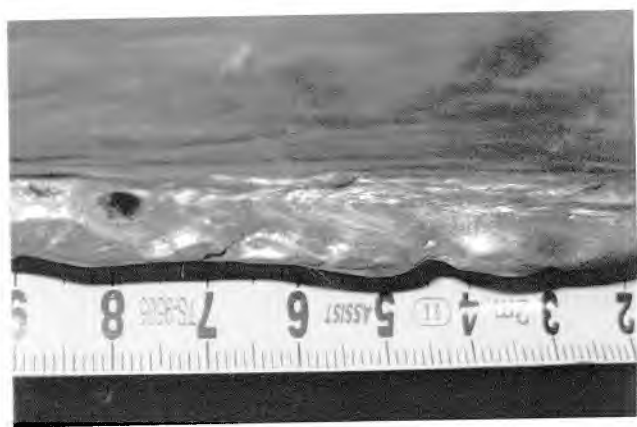
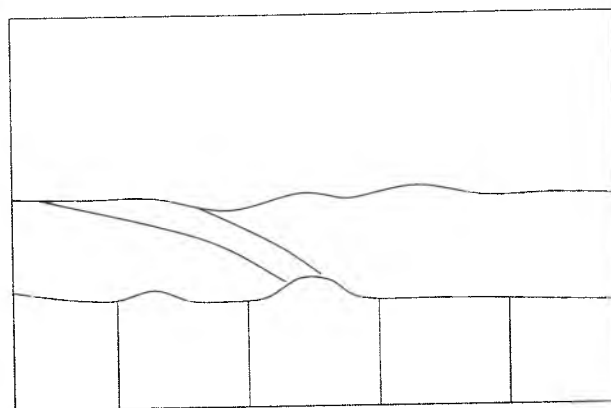
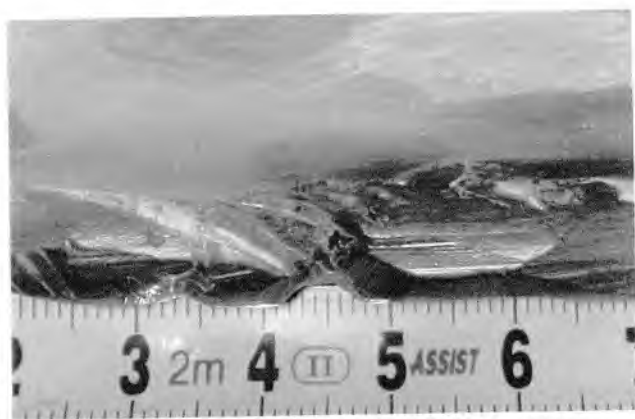


Рис. 3.12. Неровная поверхность шва в стыковом сварном соединении сосуда, полученная в результате образования локальных вогнутостей  $I$  в коррозионно-активной среде





a)



б)

Рис. 3.11. Неровная поверхность шва в стыковых сварных соединениях строительных конструкций, полученная в процессе сварки (а) и при обработке поверхности шва абразивным инструментом (б). Наблюдаются существенные изменения значения выпуклости шва по длине

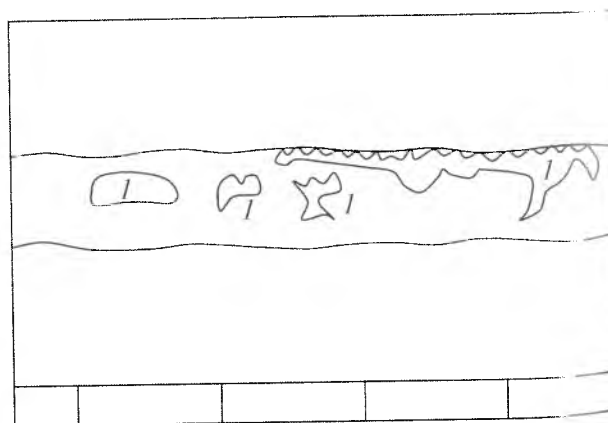


Рис. 3.12. Неровная поверхность шва в стыковом сварном соединении сосуда, полученная в результате образования локальных вогнутостей / в коррозионно-активной среде



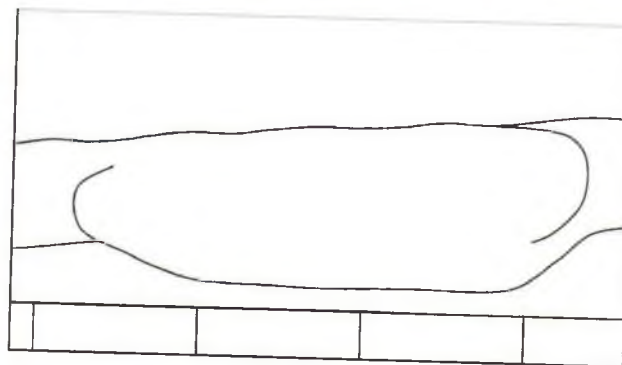


Рис. 3.13. Неравномерная ширина шва. Наблюдается местное двухкратное увеличение ширины шва на участке длиной 30 мм

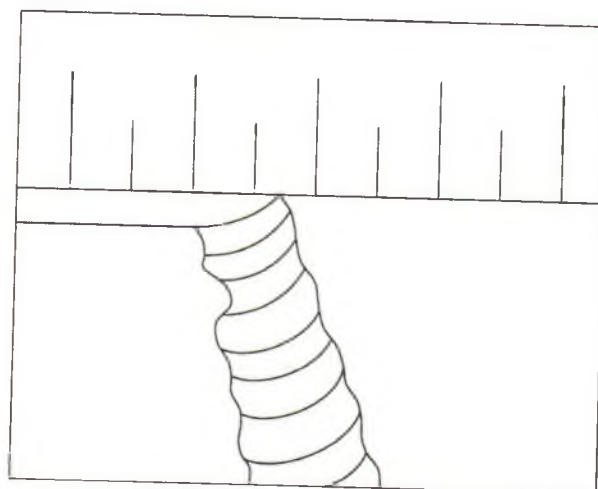
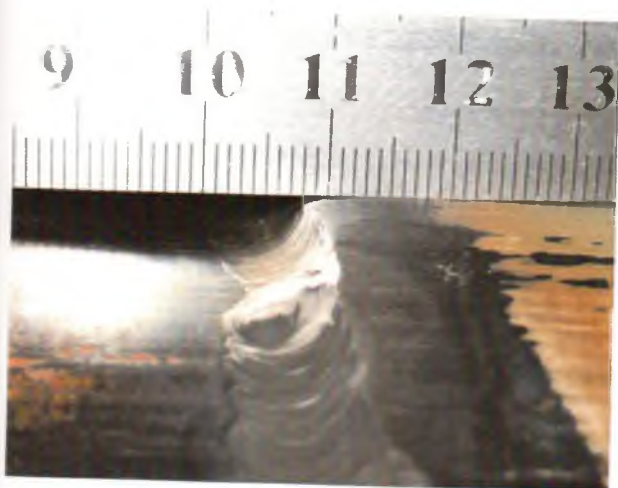


Рис. 3.14. Смещение кромок в стыковом сварном соединении трубопровода. Продольные оси свариваемых деталей испытывают только линейное смещение, угловое смещение отсутствует

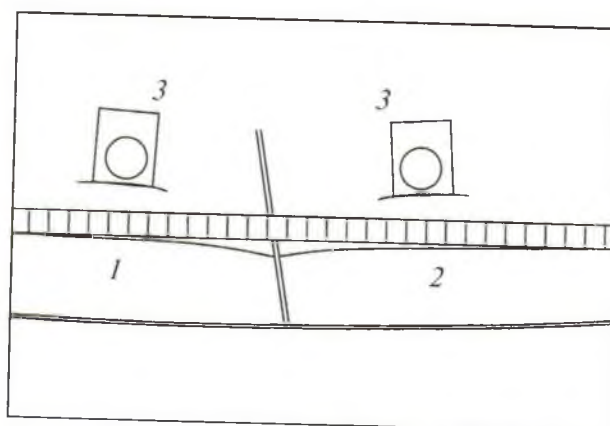
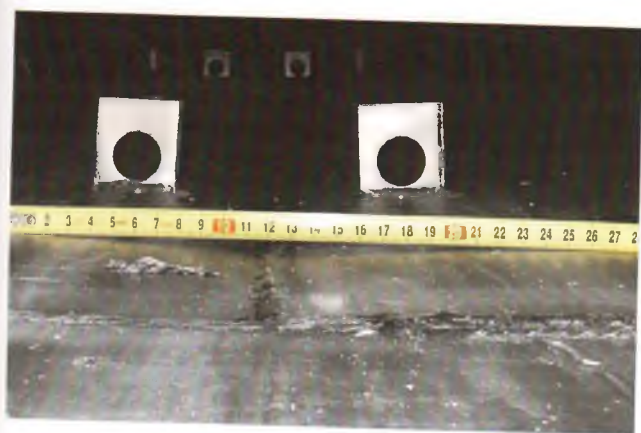


Рис. 3.15. Увод (угловатость) кромок сварного соединения сосуда, образовавшаяся при сопряжении листов 1 и 2 вертикальной стенки. На втором плане видны временные технологические крепления 3 – кронштейны, при удалении которых в некоторых случаях образуются задиры (см. рис. 3.45)

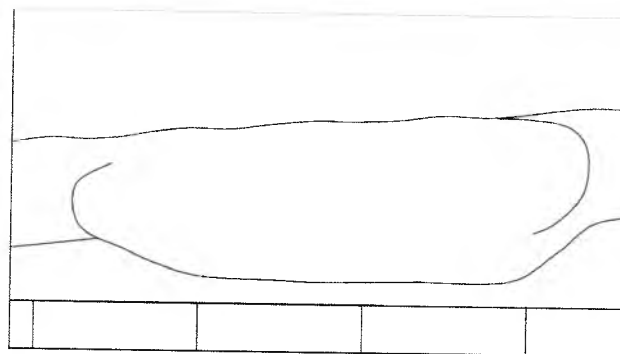


Рис. 3.13. Неравномерная ширина шва. Наблюдается местное двухкратное увеличение ширины шва на участке длиной 30 мм

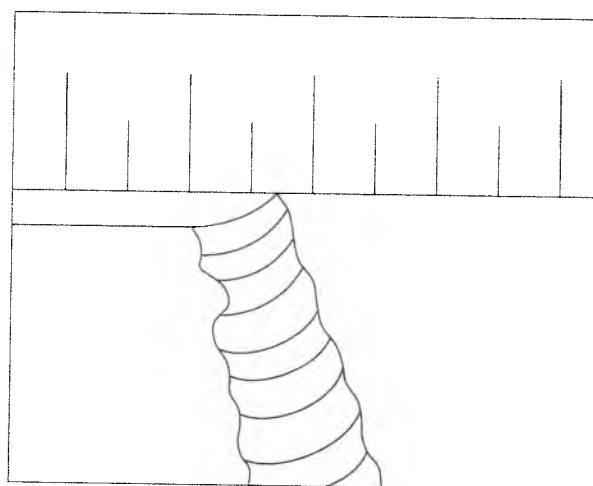
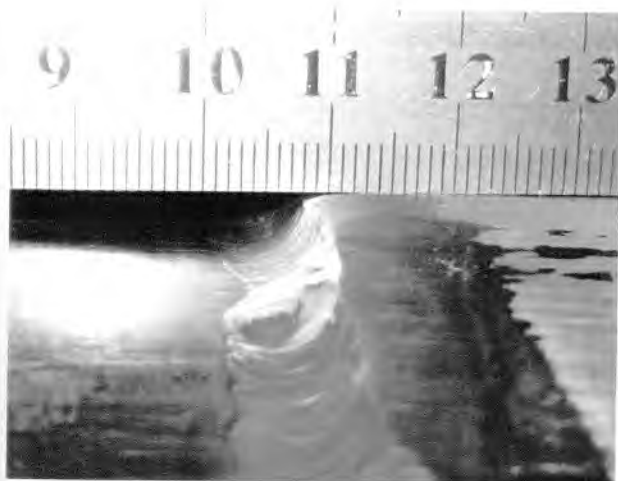


Рис. 3.14. Смещение кромок в стыковом сварном соединении трубопровода. Продольные оси свариваемых деталей испытывают только линейное смещение, угловое смещение отсутствует

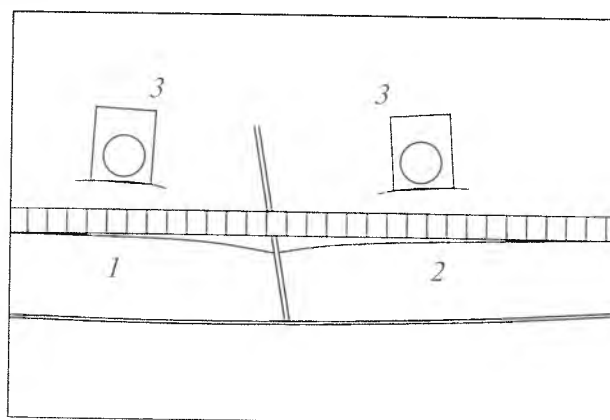
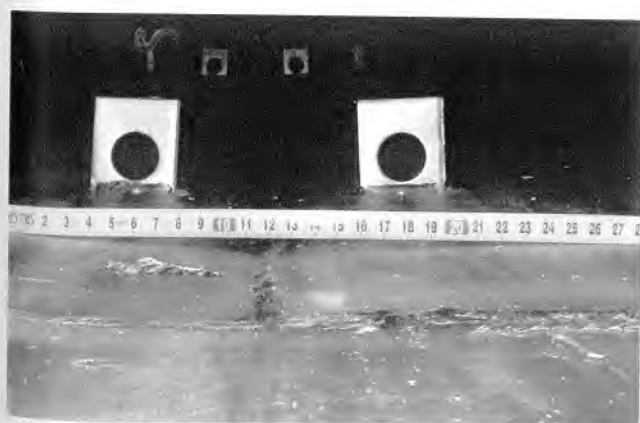


Рис. 3.15. Увод (угловатость) кромок сварного соединения сосуда, образовавшаяся при сопряжении листов 1 и 2 вертикальной стенки. На втором плане видны временные технологические крепления 3 – кронштейны, при удалении которых в некоторых случаях образуются задиры (см. рис. 3.45)



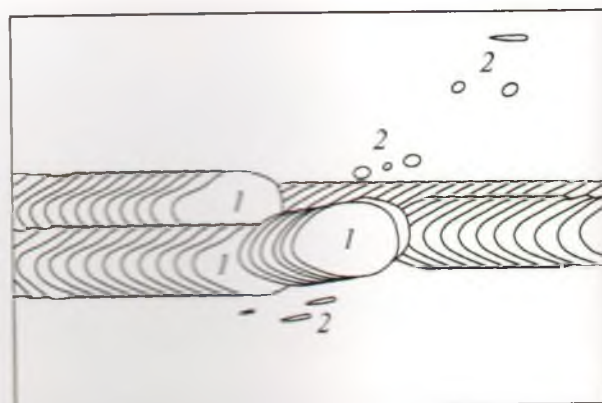
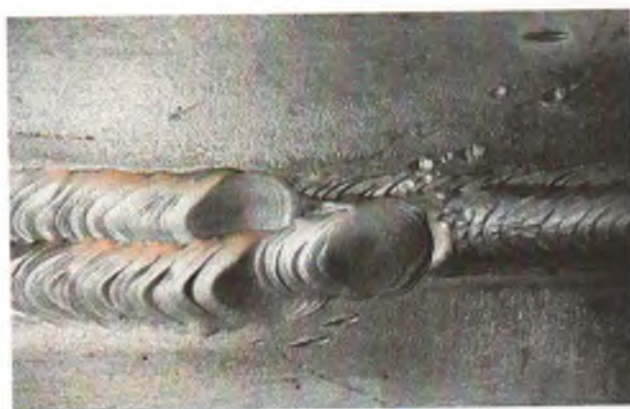


Рис. 3.16. Кратеры 1 на участках окончания валиков шва стыкового сварного соединения обечайки сосуда. Некоторые из кратеров частично перекрыты наплавленным металлом. В околошовной зоне с обеих сторон шва наблюдаются забоины 2. Ширина валика порядка 10 мм

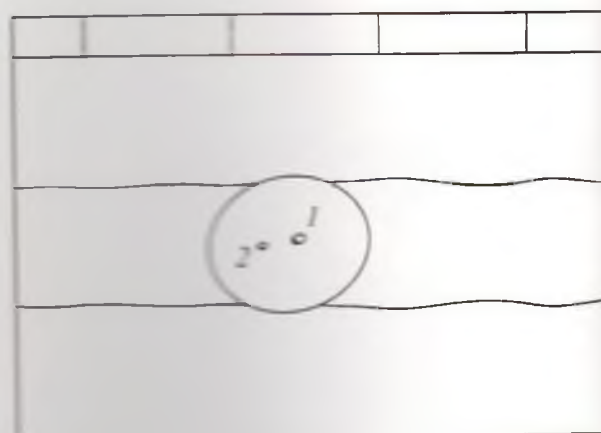


Рис. 3.17. Кратер со впадиной 1 и включением 2 в стыковом сварном соединении обечайки сосуда

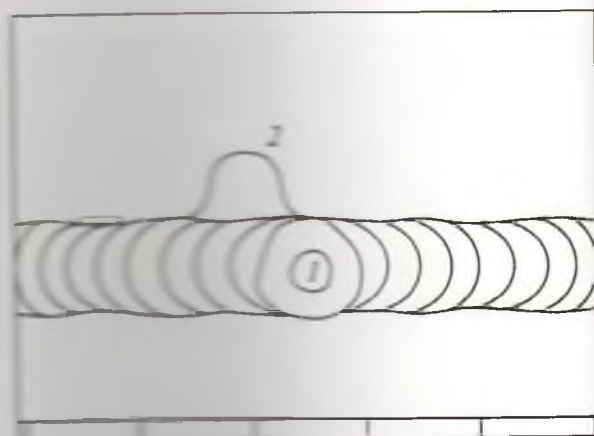


Рис. 3.18. Кратер 1 в стыковом сварном соединении трубопровода. В околошовной зоне наблюдается также кратер 2 ранее залившего валика

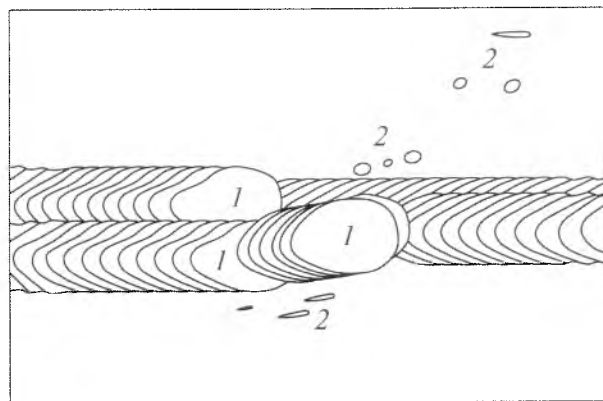


Рис. 3.16. Кратеры 1 на участках окончания валиков шва стыкового сварного соединения обечайки сосуда. Некоторые из кратеров частично перекрыты наплавленным металлом. В околошовной зоне с обеих сторон шва наблюдаются забоины 2. Ширина валика порядка 10 мм

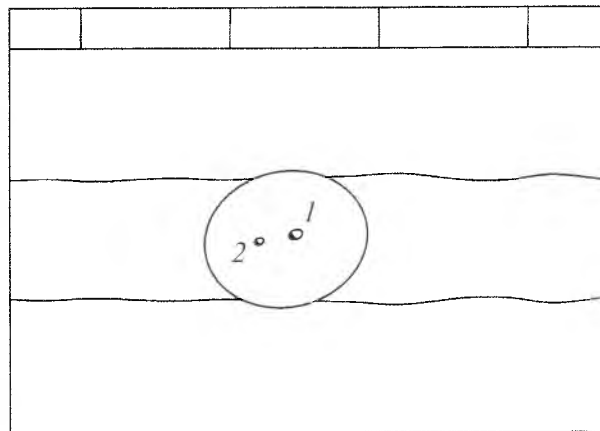


Рис. 3.17. Кратер со впадиной 1 и включением 2 в стыковом сварном соединении обечайки сосуда

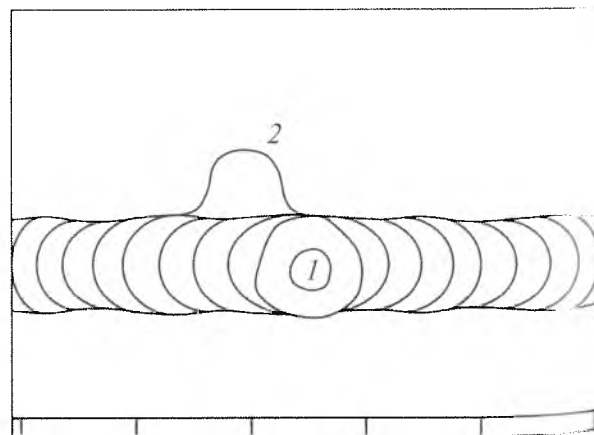
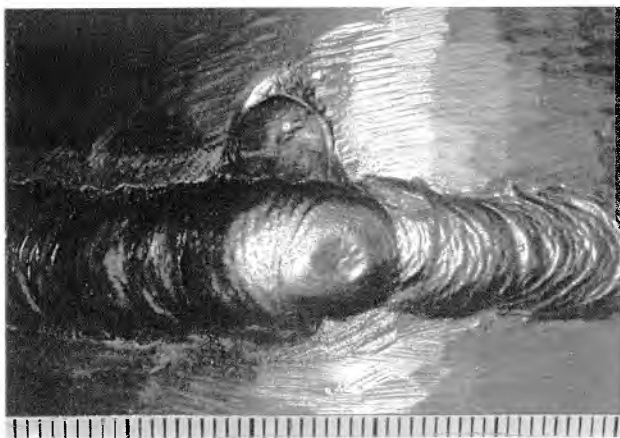
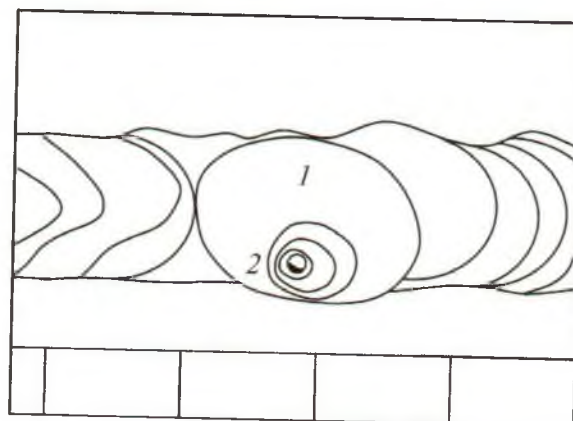
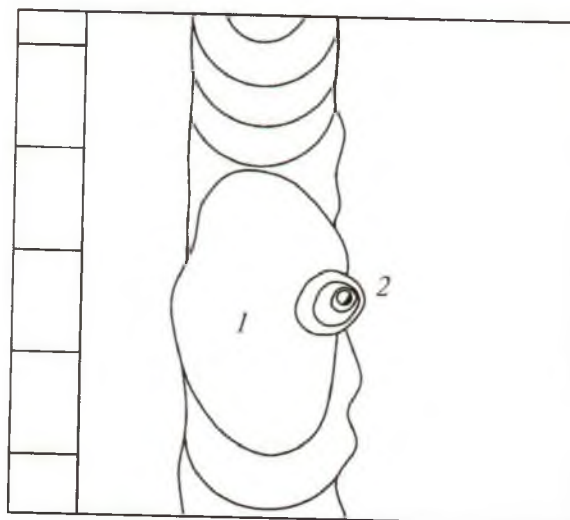


Рис. 3.18. Кратер 1 в стыковом сварном соединении трубопровода. В околошовной зоне наблюдается также кратер 2 ранее наложенного валика





а)



б)

Рис. 3.19. Кратеры 1 с выпуклым «конусом» 2, образовавшимся при отрыве дуги и возвышающимся над поверхностью кратера, в стыковом сварном соединении трубопровода (а и б)

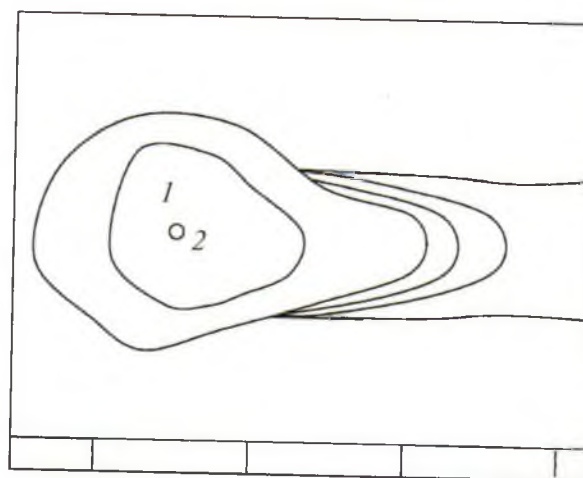
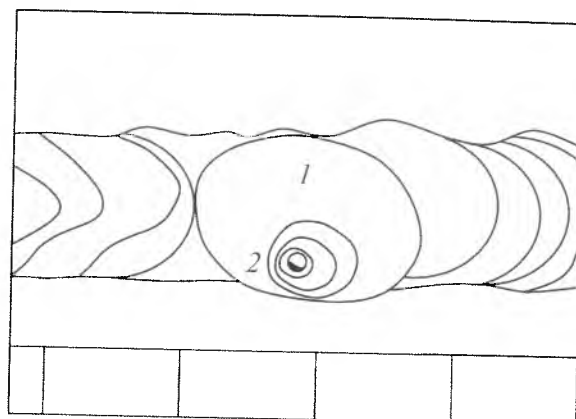
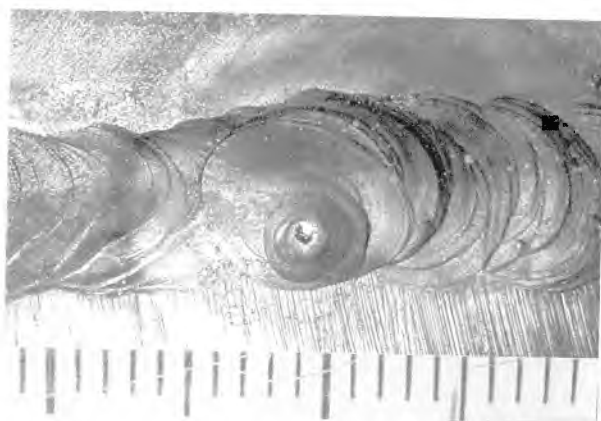
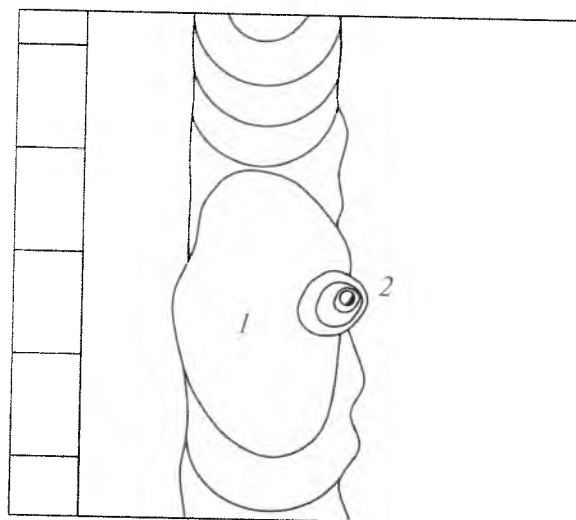


Рис. 3.20. Кратер 1 с небольшим металлическим включением 2 в стыковом сварном соединении строительной конструкции



а)



б)

Рис. 3.19. Кратеры 1 с выпуклым «конусом» 2, образовавшимся при отрыве дуги и возвышающимся над поверхностью кратера, в стыковом сварном соединении трубопровода (а и б)

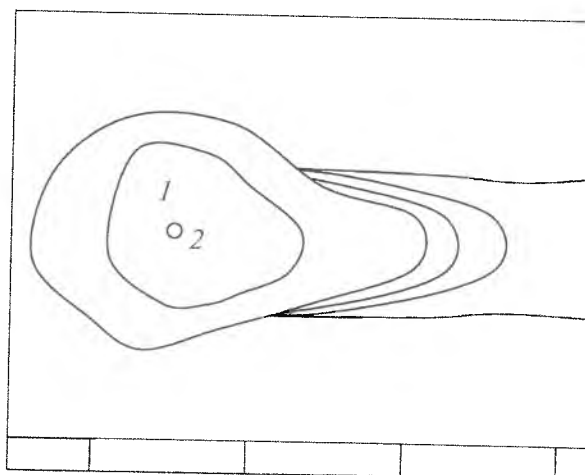
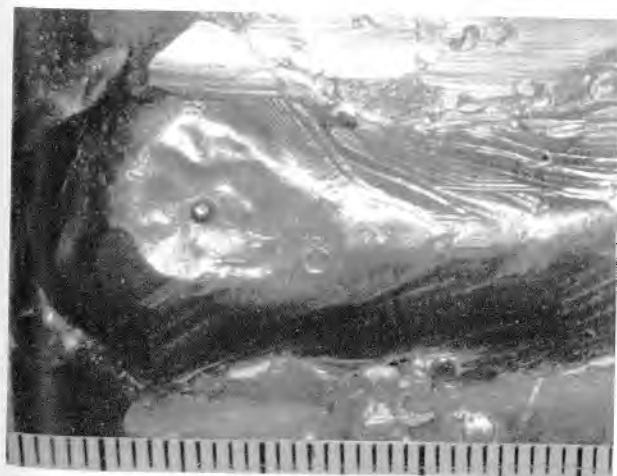
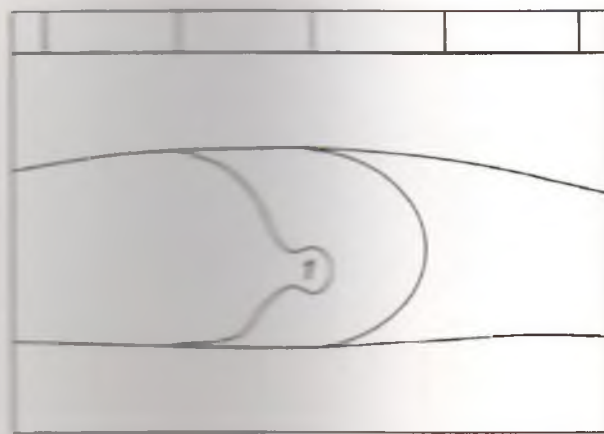
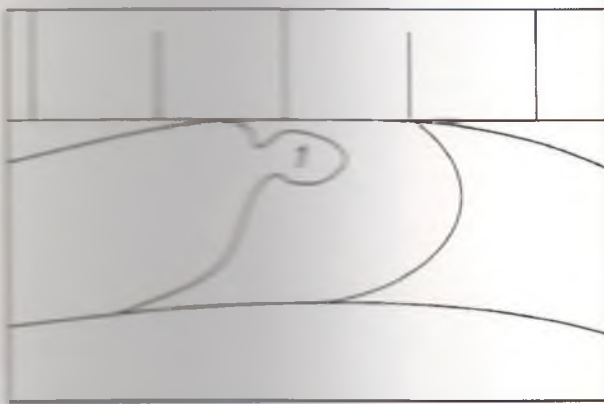


Рис. 3.20. Кратер 1 с небольшим металлическим включением 2 в стыковом сварном соединении строительной конструкции





а)



б)

Рис. 3.21. Наплыв – дефект в виде металла, прилипшего в процессе сварки к поверхности ранее выполненного участка шва и не связанного с ним

а – вид сверху; б – вид сбоку

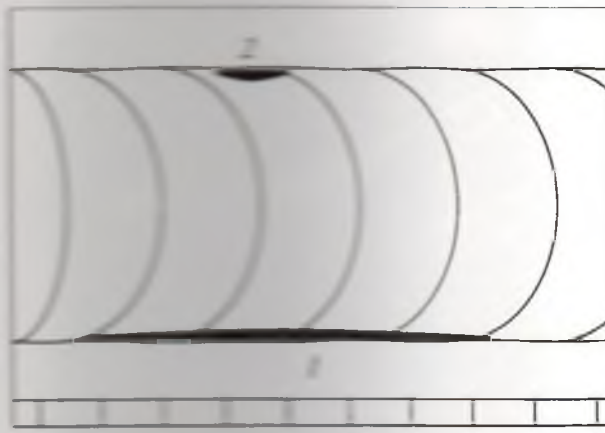
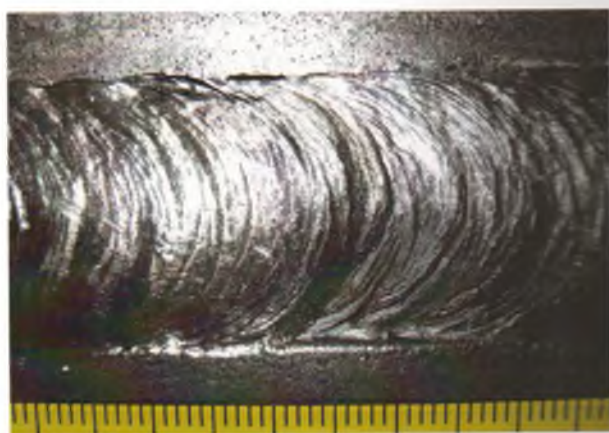
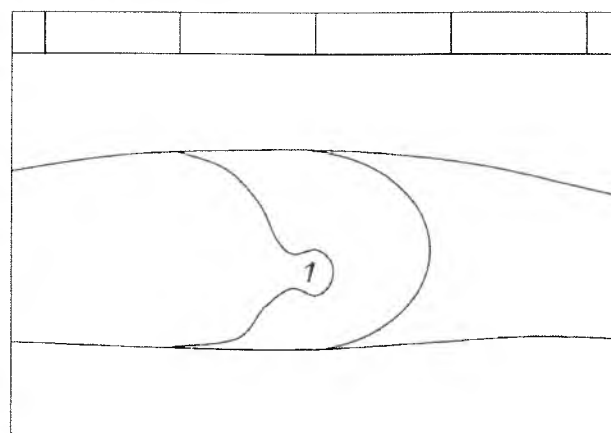
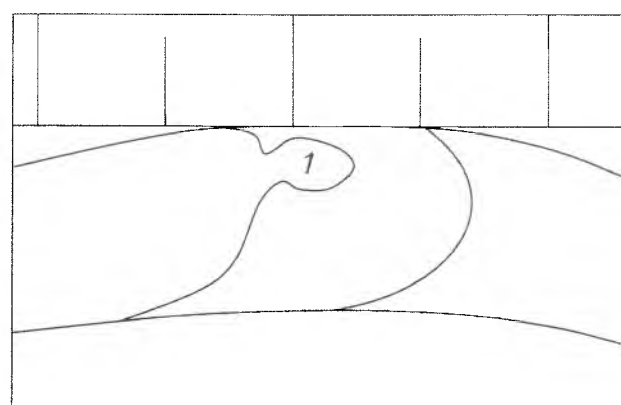


Рис. 3.22. Подрезы (подрезы зоны сплавления) в стыковом сварном соединении трубопровода:

1 – продольный; 2 – поперечный



а)



б)

Рис. 3.21. Наплыв – дефект в виде металла, натекшего в процессе сварки на поверхность ранее выполненного участка валика и несплавившегося с ним:

а – вид сверху; б – вид сбоку

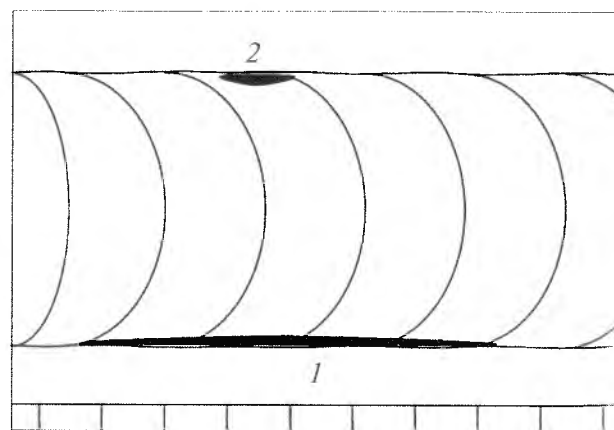
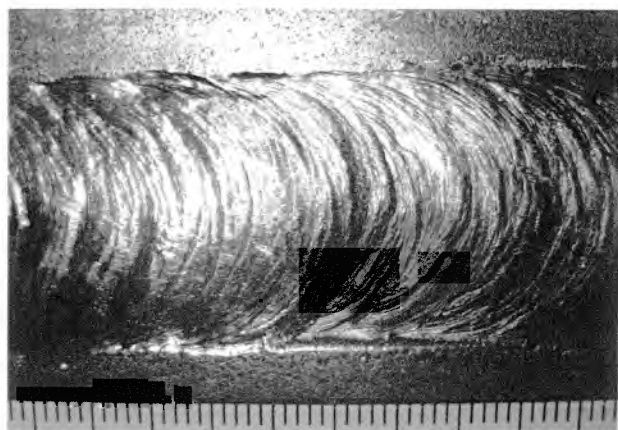


Рис. 3.22. Подрезы (подрезы зоны сплавления) в стыковом сварном соединении трубопровода:

1 – протяженный; 2 – локальный



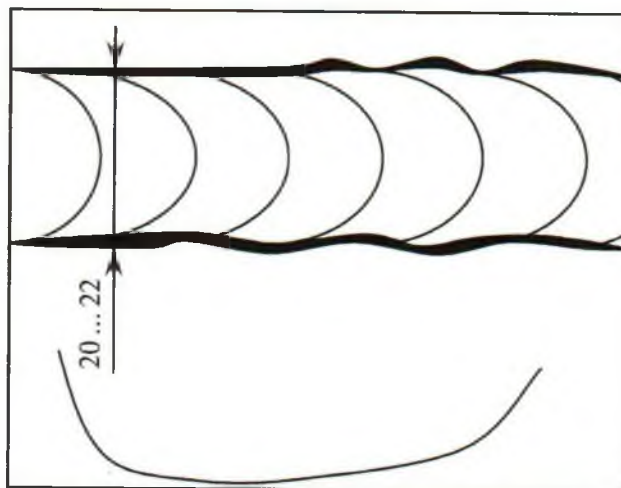
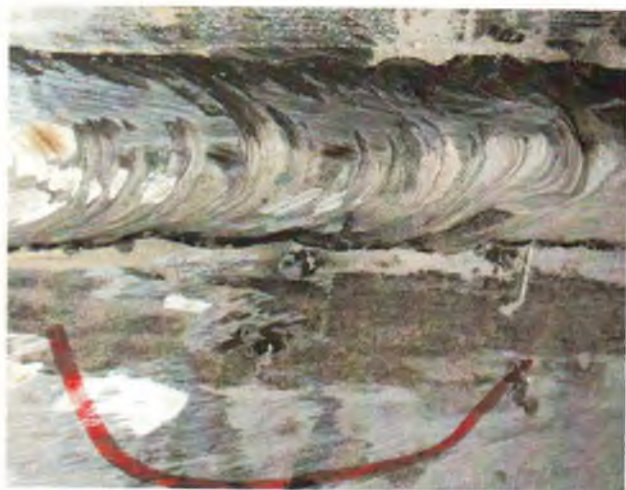


Рис. 3.23. Протяженные подрезы в стыковом сварном соединении плакирующего слоя сосуда.  
Ширина шва 20...22 мм

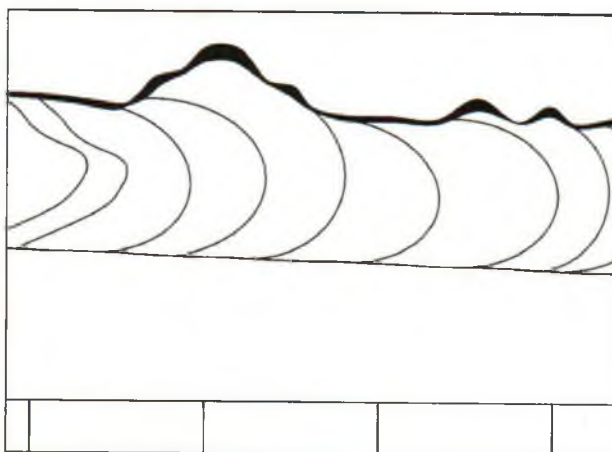


Рис. 3.24. Протяженный подрез в стыковом сварном соединении трубопровода

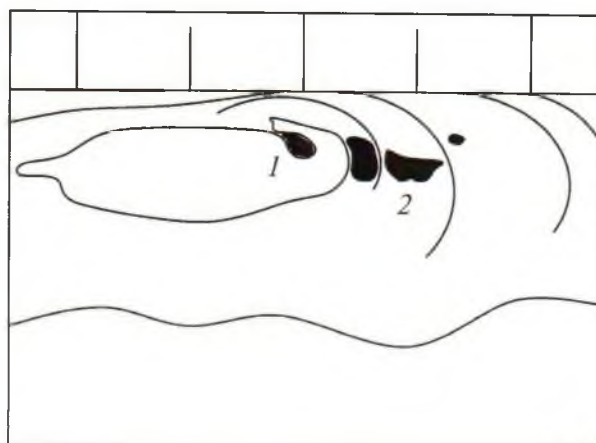


Рис. 3.25. Шлаковые включения в стыковом сварном соединении трубопровода. Вид после удаления абразивным инструментом избыточной выпуклости шва. Одно из включений 1 наблюдается на участке удаления избыточной выпуклости, три включения 2 – на поверхности валика

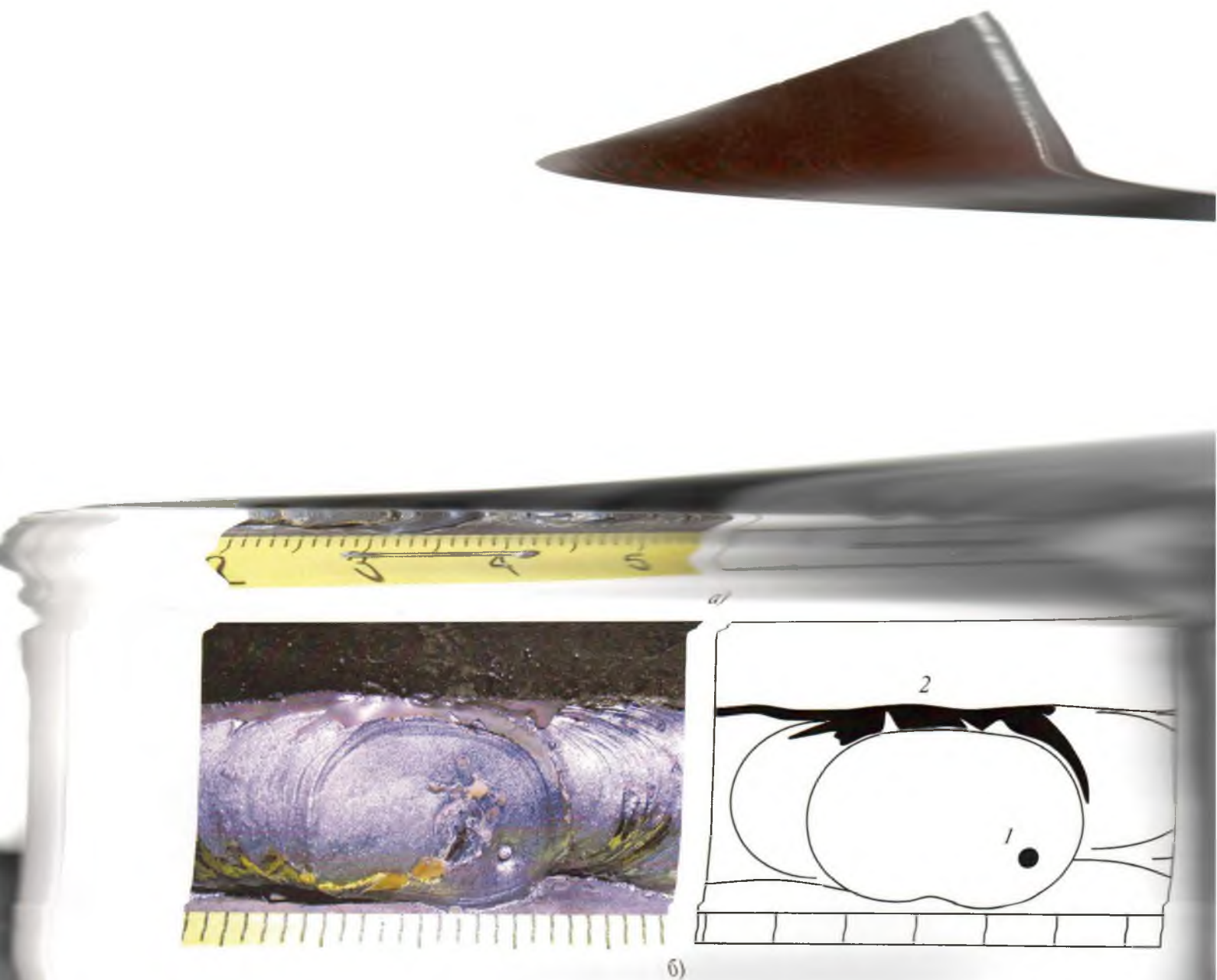


Рис. 3.27. Металлическое включение – частица сварочной проволоки 1 в кратере углового сварного соединения элементов строительной конструкции. На поверхности сварного соединения наблюдается окисление поверхности

поверхности в виде пленки оксидов 2;

а – общий вид (на масштабной шкале помещен фрагмент сварочной проволоки 3 с оплавленными краями);

б – детальный вид



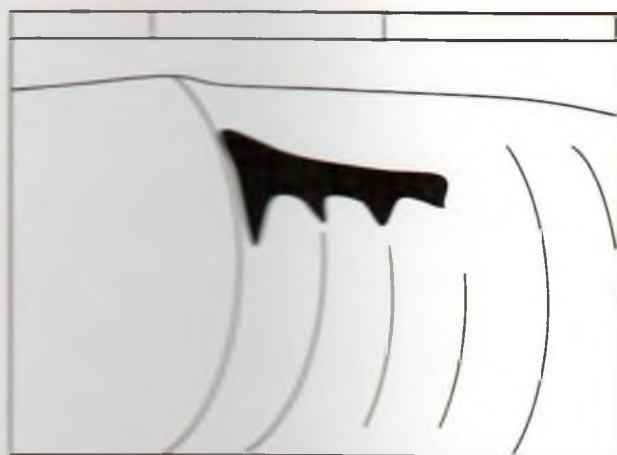
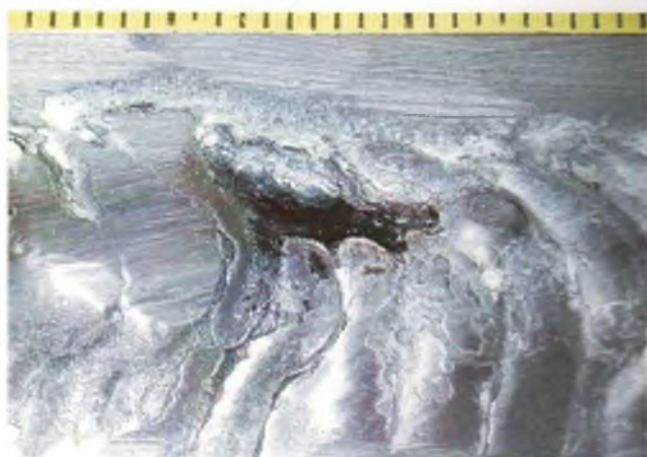
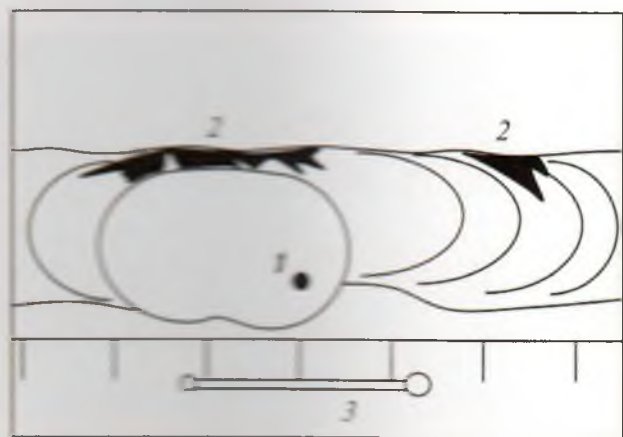
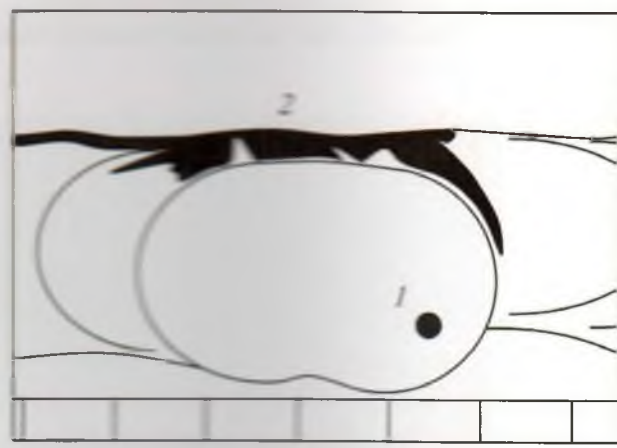


Рис. 3.26. Остроугольное шлаковое включение на поверхности шва стыкового сварного соединения



а)



б)

Рис. 3.27. Металлическое включение – частица сварочной проволоки 1 в центре углового сварного соединения элементов строительной конструкции. На поверхности сварного соединения наблюдается окисление поверхности в виде пленки окислов 2;

а – общий вид (на масштабной шкале помещен фрагмент сварочной проволоки 3 с окисленными краями);  
б – детальный вид



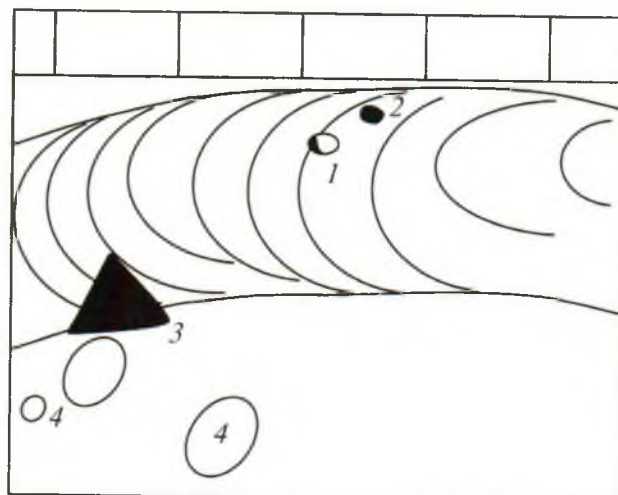
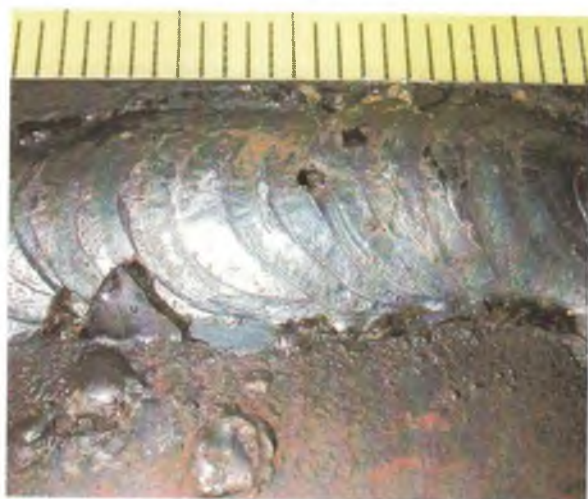


Рис. 3.28. Пора 1 (газовая полость округлой формы) в стыковом сварном соединении трубопровода. Наблюдаются также шлаковое включение 2, неудаленный шлак 3, брызги металла 4

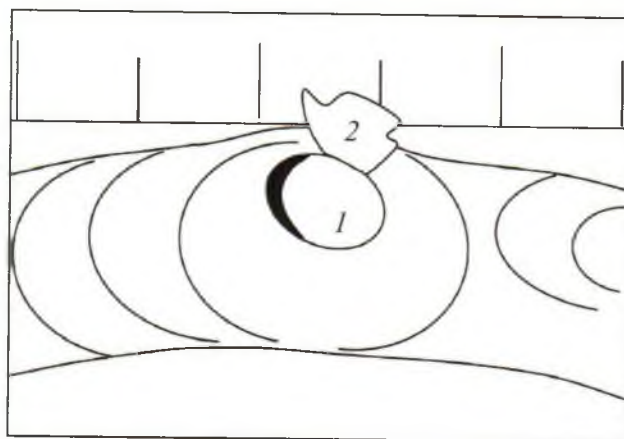


Рис. 3.29. Газовая полость 1 неокруглой формы, образованная газами, задержанными в расплавленном металле стыкового сварного соединения трубопровода. Дефект полностью виден после вскрытия свода 2 полости

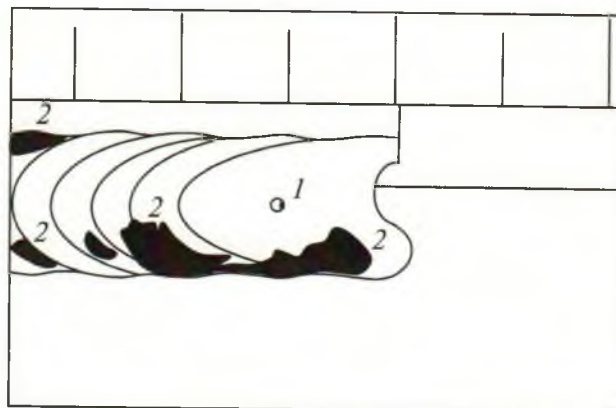
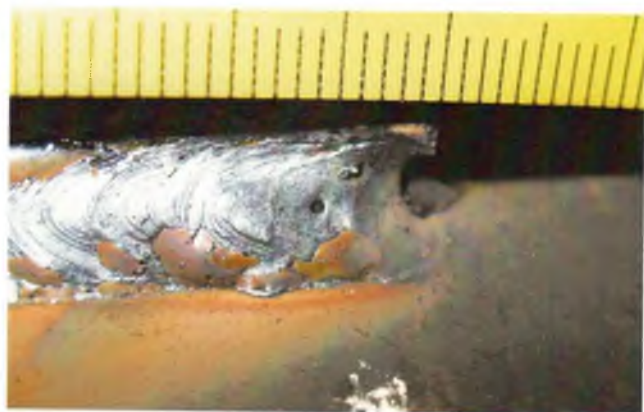


Рис. 3.30. Пора 1 в кратере нахлесточного сварного соединения. Наблюдается также окисление поверхностное в виде пленки оксидов 2 на поверхности шва



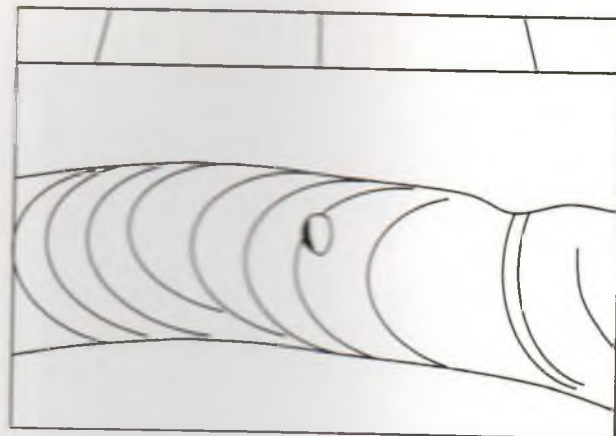
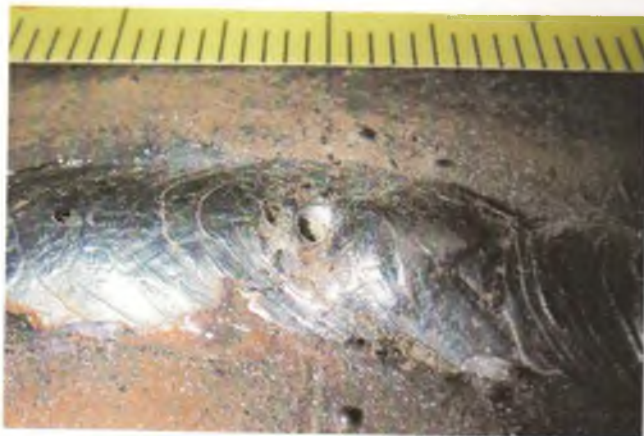


Рис. 3.31. Пора в стыковом сварном соединении трубопровода

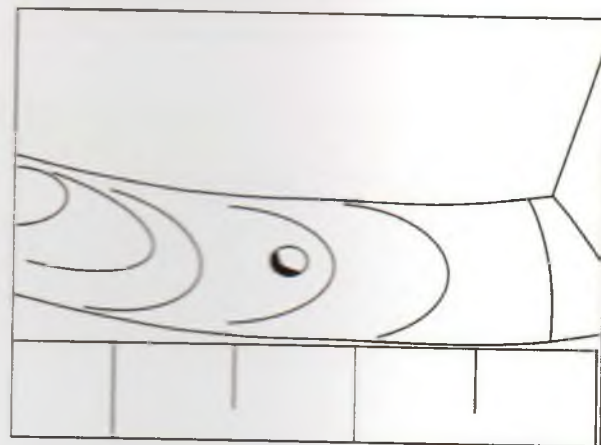


Рис. 3.32. Пора в угловом сварном соединении штуцера с трубопроводом

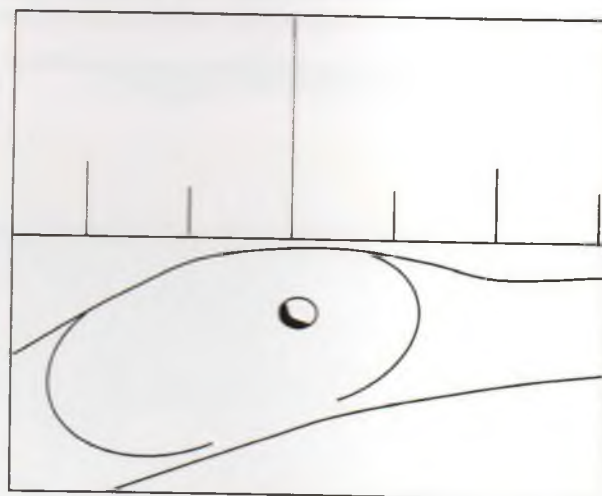
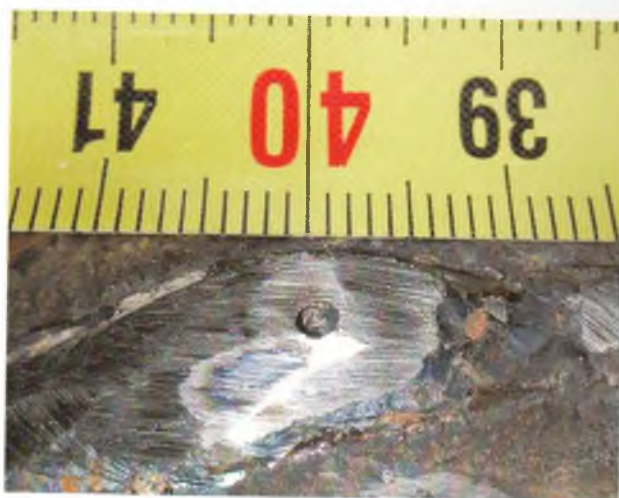
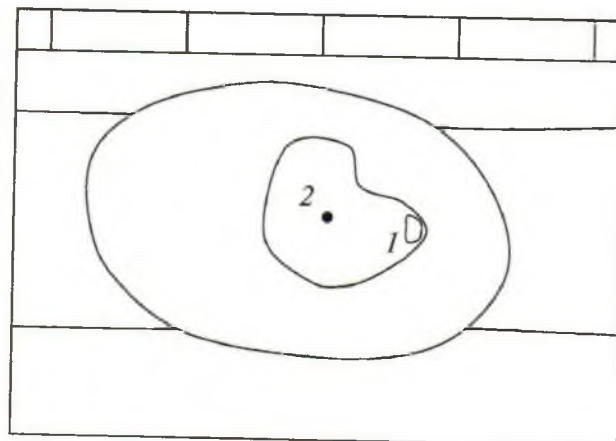
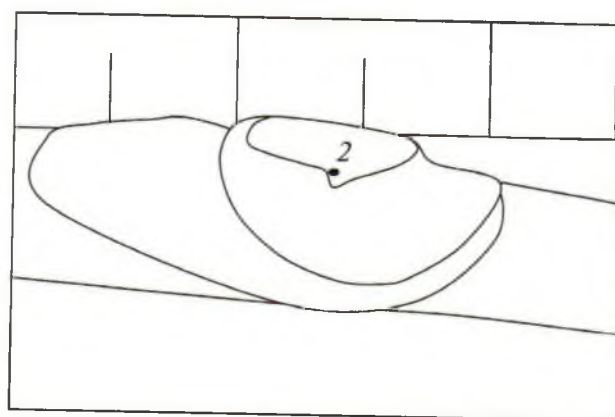


Рис. 3.33. Пора в стыковом сварном соединении трубопровода. Дефект замечен после удаления избыточной выпуклости сварного шва абразивным инструментом



а)



б)

Рис. 3.34. Кратер с газовой полостью 1 и свищем 2 (трубчатым углублением) в сварном шве стыкового соединения трубопровода:  
а – вид сверху; б – вид сбоку. Форма свища подтверждается зондированием иглой

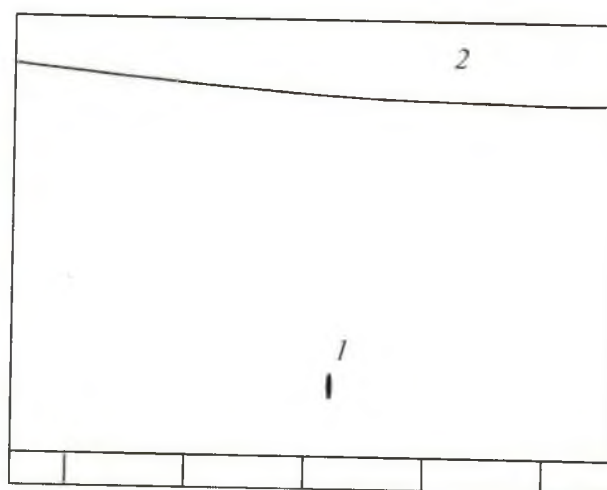
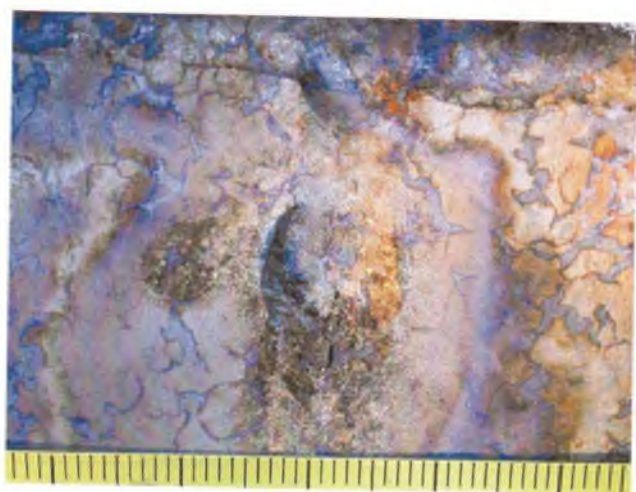
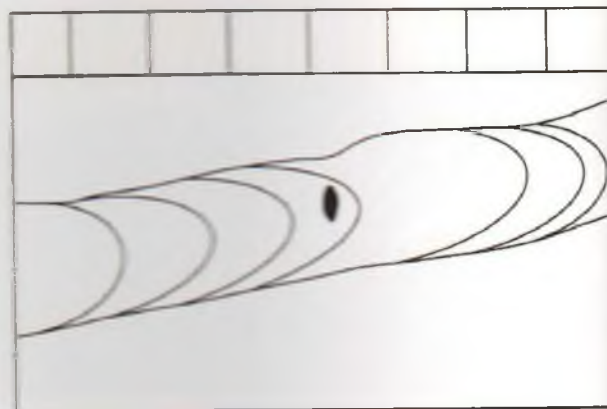
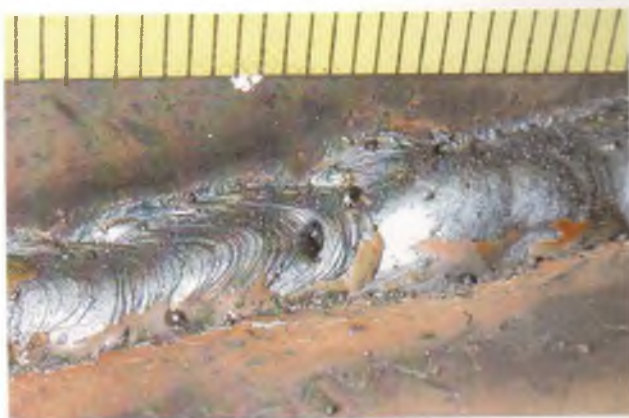


Рис. 3.35. Сквозной свищ 1 в основном металле стенки сосуда на фоне «камуфляжа» пленок продуктов коррозии. С учетом небольших размеров, особенностей освещенности и фактуры поверхности объекта контроля дефект может быть трудновывяляемым. Свищ расположен вблизи углового сварного соединения 2 обечайки с днищем





а)



б)

Рис. 3.36. Свищи – воронкообразные или трубчатые углубления – в угловых сварных швах элементов строительных конструкций (а и б)

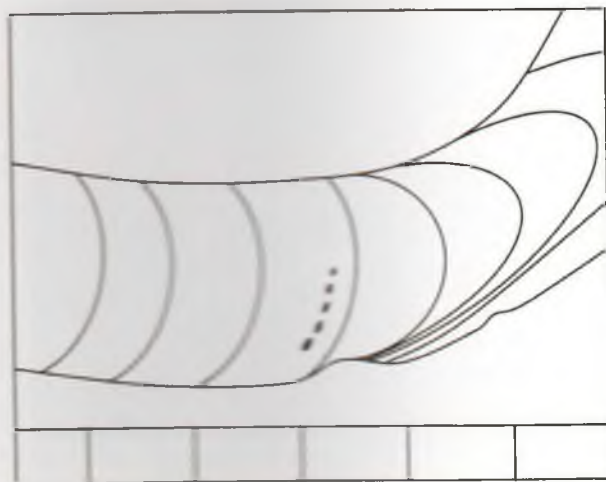
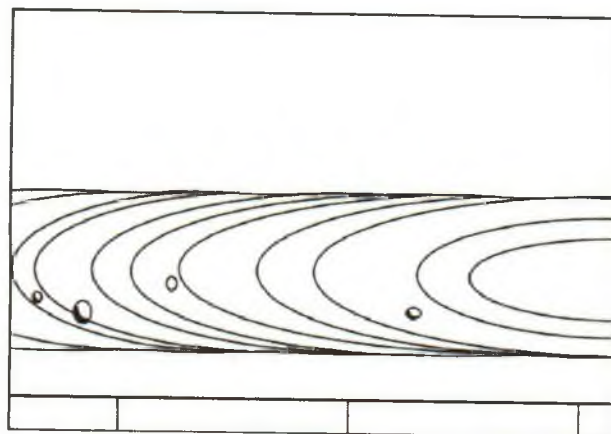
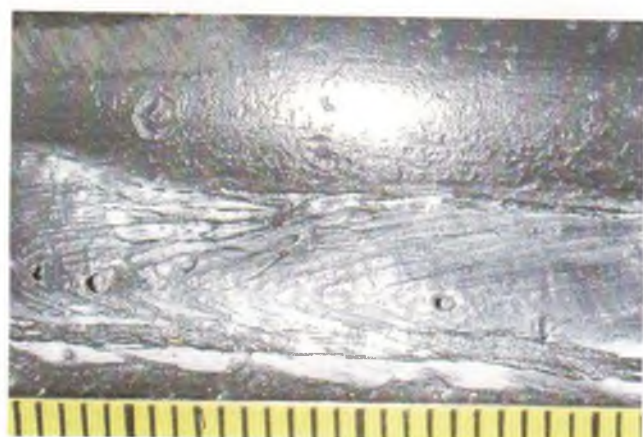
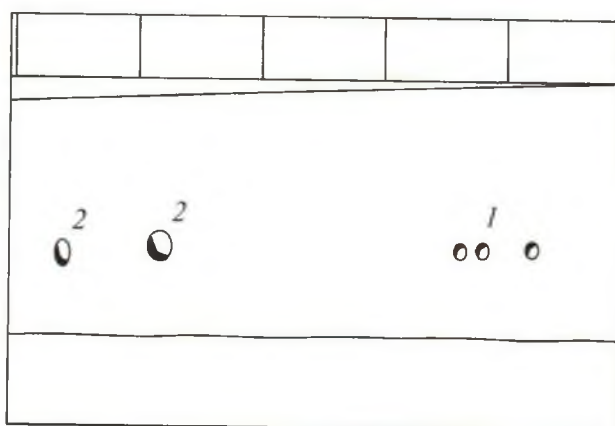
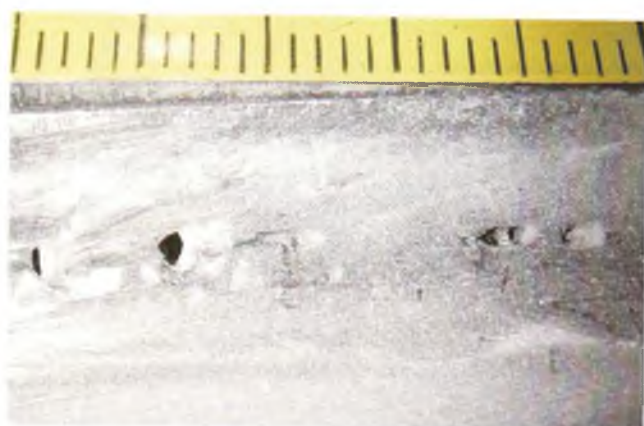


Рис. 3.37. Цепочка пор – группа пор в сварном шве, расположенных в линии, в угловом сварном соединении штуцера с трубопроводом



а)



б)

Рис. 3.38. Поры в сварных швах (а и б) нахлесточного соединения, которые могут быть классифицированы как скопления, цепочки и одиночные дефекты в зависимости от требований различных документов к расстоянию между дефектами (см. разд. 2.2 подзаголовки «Скопление», «группа», «одиночные включения», «цепочка»)

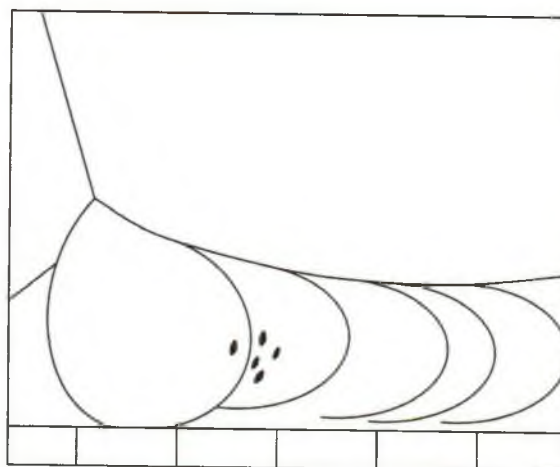


Рис. 3.39. Скопление включений (пяти пор) в угловом сварном соединении штуцера с трубопроводом



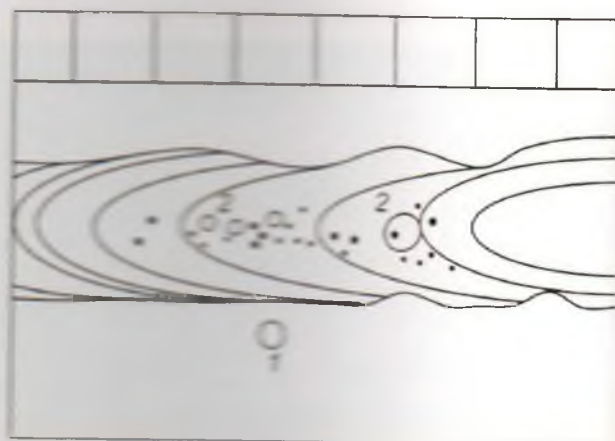
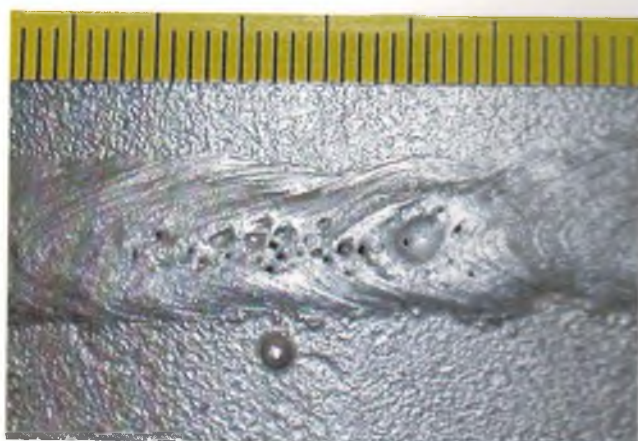


Рис. 3.40. Равномерно распределенная пористость — группа мелких пор, распределенных равномерно в металле сварного шва. Помимо этого в стыковом соединении наблюдаются брызги металла 1 и локальные дефекты 2 шва

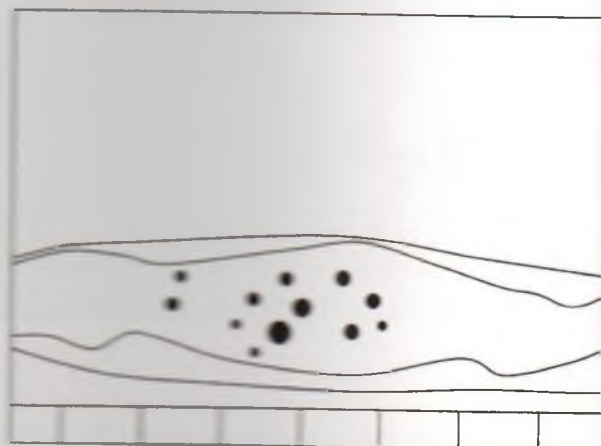


Рис. 3.41. Равномерно распределенная пористость в зоне стыкового соединения трубопровода, наблюдаемая после удаления избыточной выпуклости для абразивным инструментом

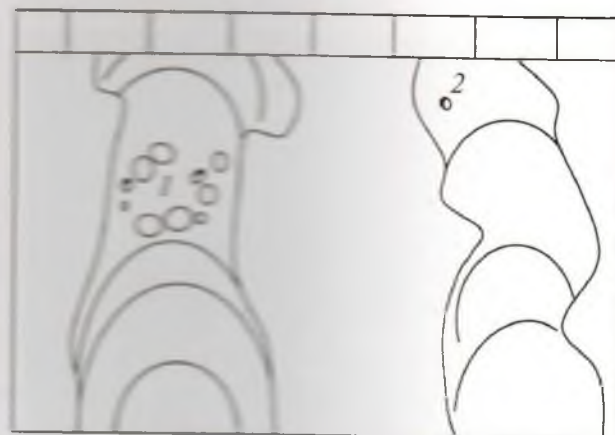
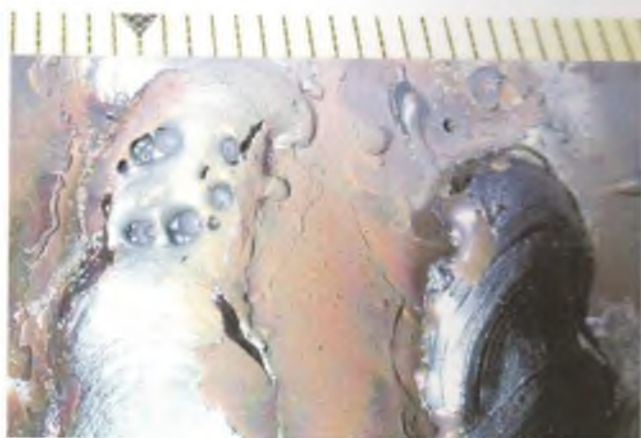


Рис. 3.42. Скопление пор 1 в сварном соединении фасонки строительной конструкции. Возможно, такой дефект подразумевается под неопределенными терминами «неоднородность» и «сетчатая структура пор» в некоторых нормативных документах. В соединении также наблюдается единичная пора 2



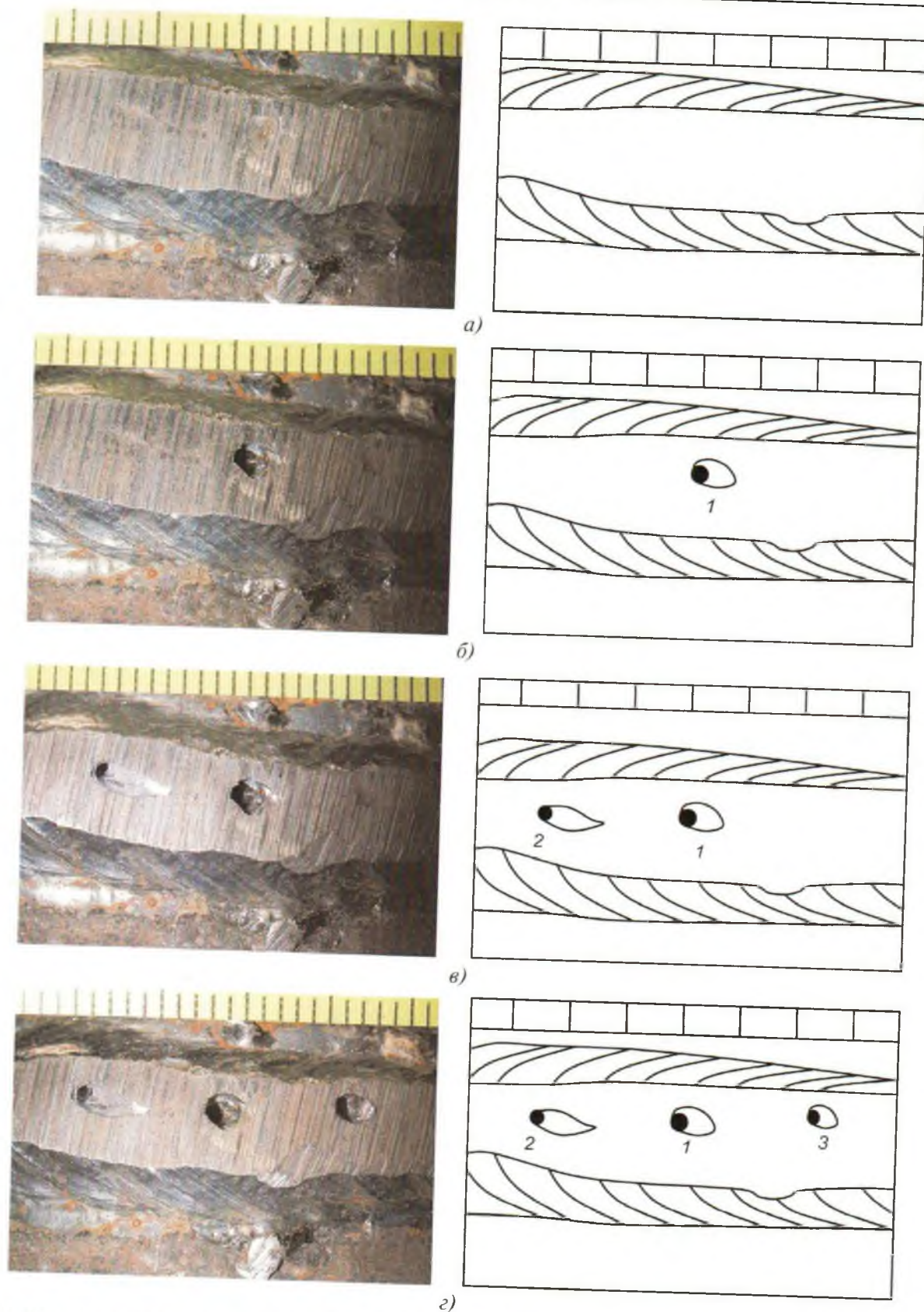
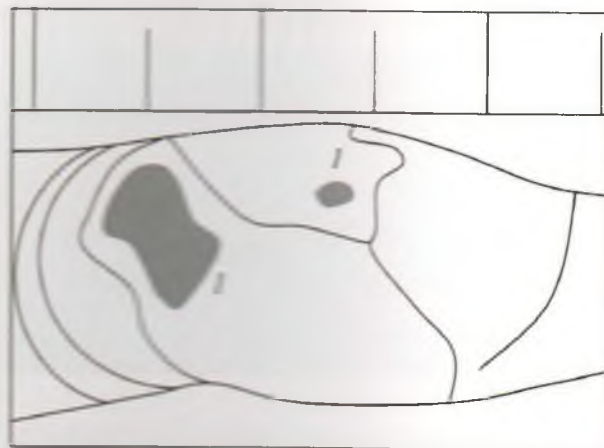
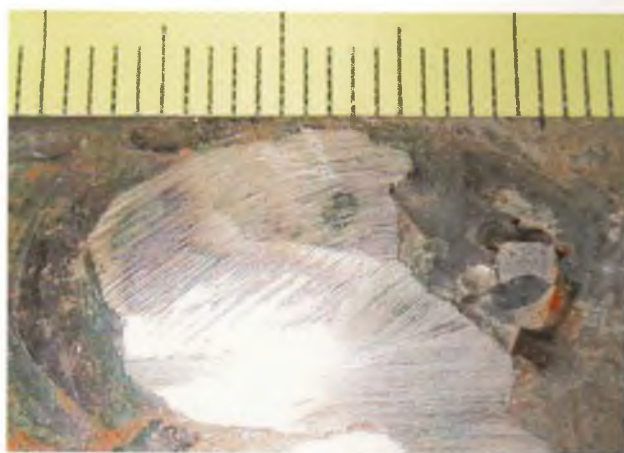


Рис. 3.43. В некоторых случаях внутренние дефекты не выявляются визуально даже после удаления абразивным инструментом избыточной выпуклости сварного шва, оставаясь закрытыми сверху деформированным металлом (а). Только разделка позволяет выявить существующие несплошности. На фото б, в, г показано последовательное выявление трех свищей 1, 2 и 3 при удалении пленки деформированного металла с устьев отверстий





а)



б)

Рис. 3.44. Присутствие цветов побежалости 1 не всегда является диагностическим признаком наличия газовой полости, закрытой сверху деформированным металлом после удаления избыточной выпуклости сварного шва:

а – участок сварного шва после удаления избыточной выпуклости; б – закрытая полость 2 выявлено в стороне от пятен 1 цветов побежалости

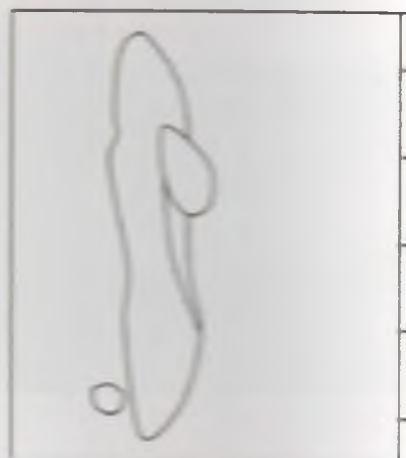
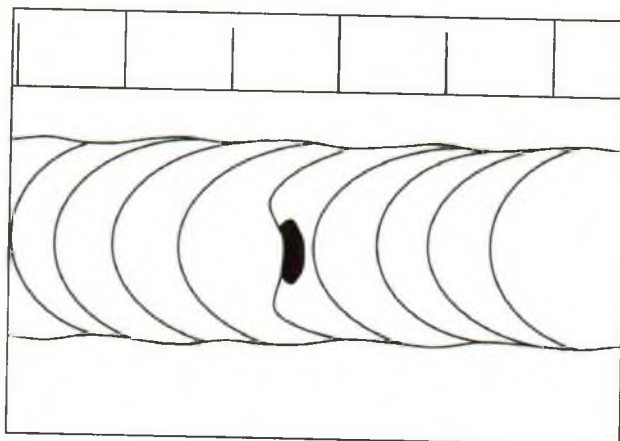
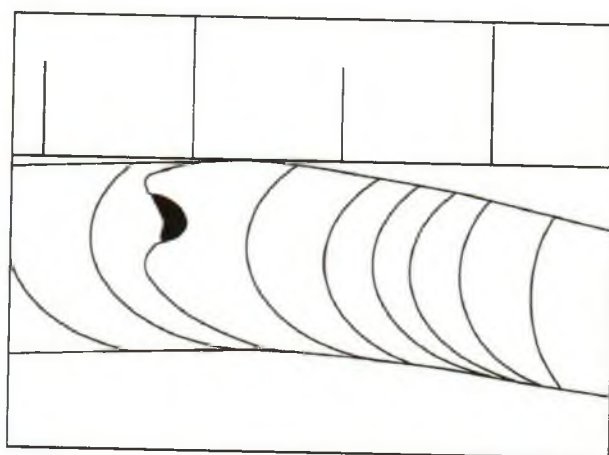


Рис. 3.45. Задир поверхности металла, образованный в результате удаления временного технологического крепления (кронштейна) (см. рис. 3.15)



а)



б)

Рис. 3.46. Непровар – несплавление между чешуйками валика – на лицевой поверхности шва в стыковом сварном соединении трубопровода:  
а – вид сверху; б – вид сбоку

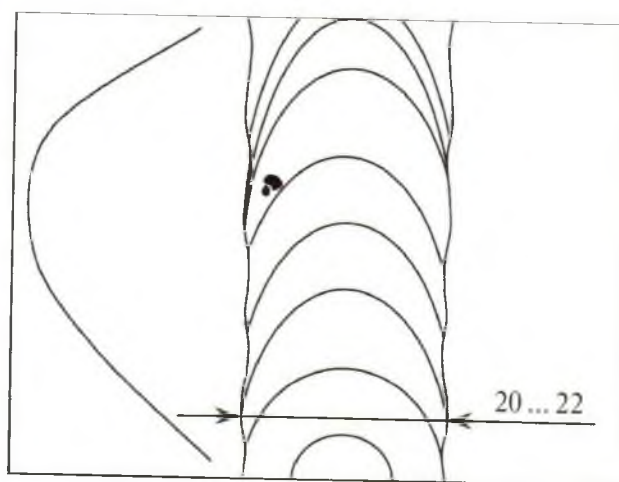
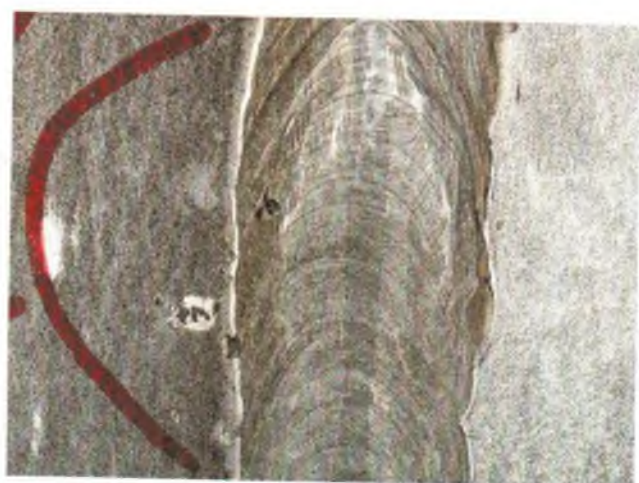


Рис. 3.47. Результат процесса точечной коррозии – питтинги – в стыковом сварном соединении плакирующего слоя на внутренней поверхности стенки сосуда. Ширина шва 20...22 мм



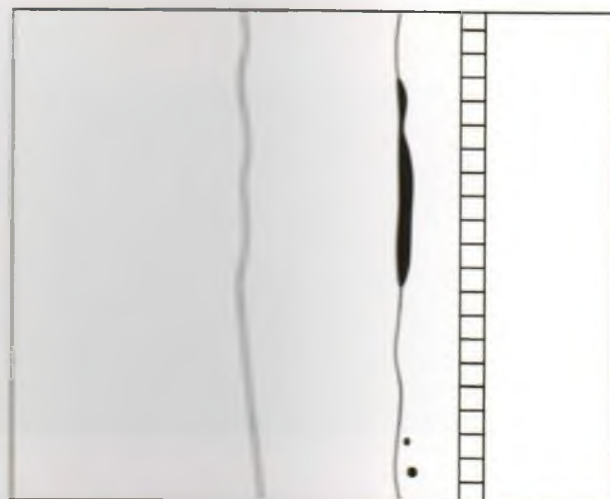
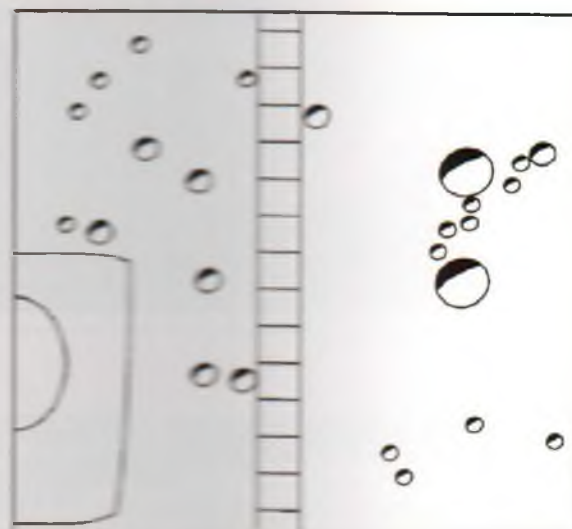
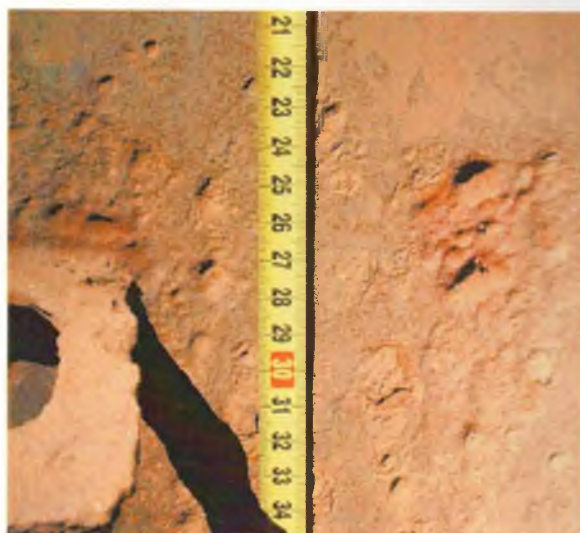


Рис. 3.48. Результат процесса ножевой коррозии – сквозные коррозионные разрушения – в зоне сплавления сварного соединения на внутренней поверхности стенки бака-аккумулятора для хранения горячей воды



а)



б)

Рис. 3.49. Результат процесса местной коррозии – коррозионные ямки в основном металле:  
а – на внутренней поверхности стенки бака-аккумулятора для хранения горячей воды; б – на наружной поверхности стенки магистрального газопровода

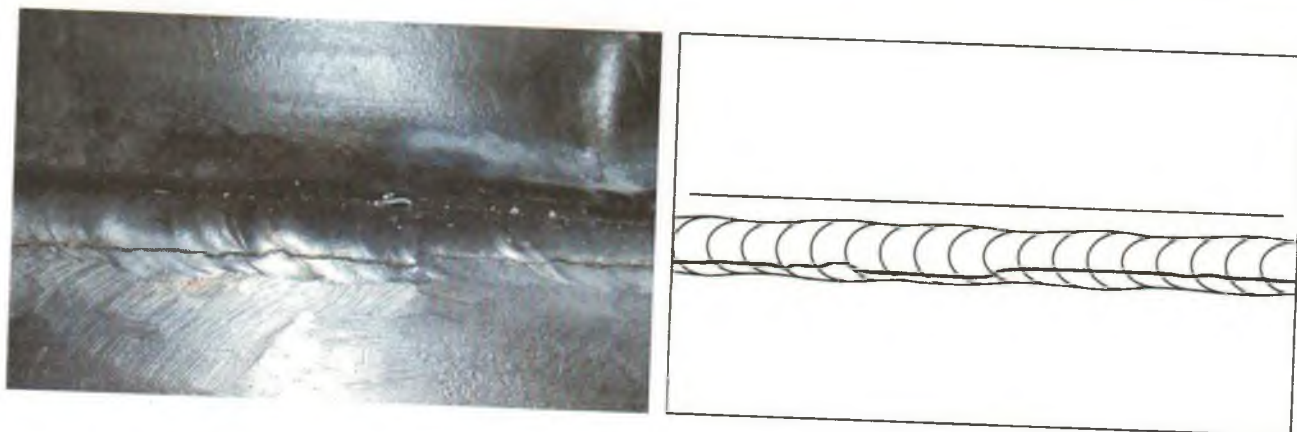


Рис. 3.50. Продольная трещина углового сварного соединения элементов сосуда на фоне поверхности, свободной от покрытий и загрязнений. Ширина шва 10...12 мм

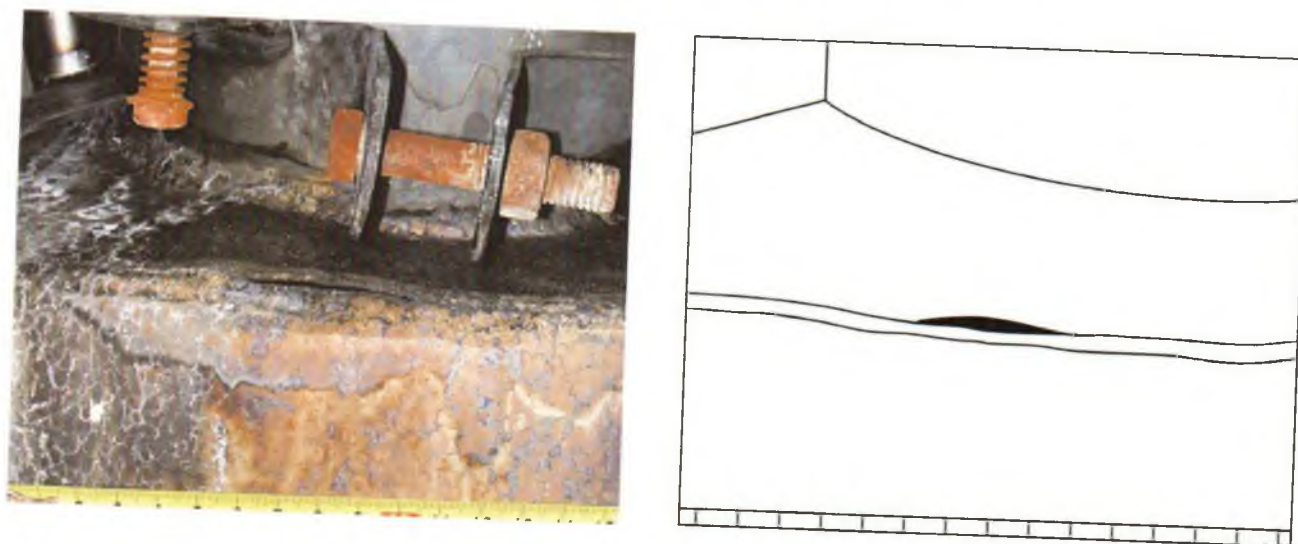


Рис. 3.51. Сквозная продольная трещина углового сварного соединения обечайки сосуда с коническим днищем на фоне поверхности, окрашенной продуктами коррозии

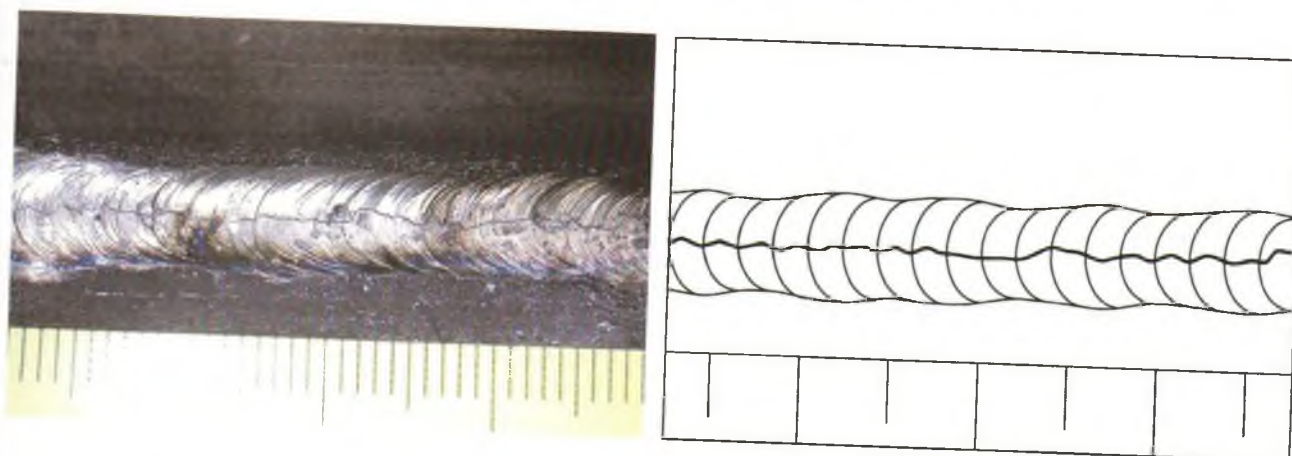


Рис. 3.52. Продольная трещина нахлесточного сварного соединения строительной конструкции



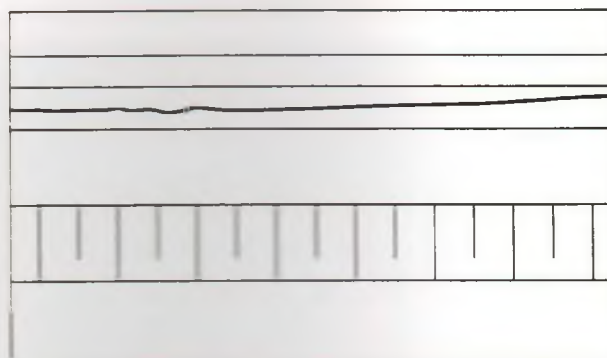


Рис. 3.53. Продольная трещина таврового сварного соединения коробчатой конструкции подъемного сооружения на фоне поверхности с лакокрасочным покрытием

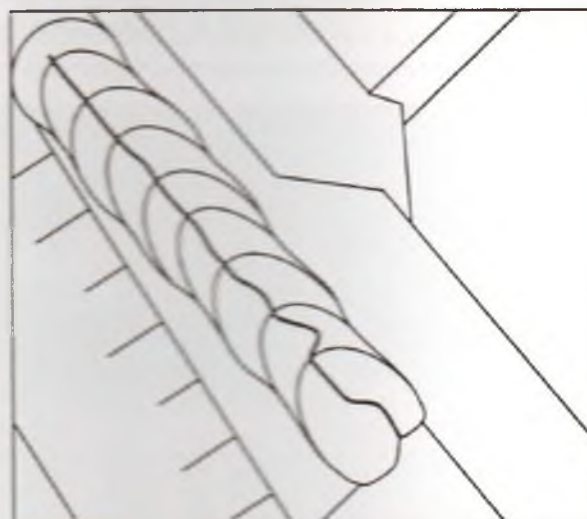


Рис. 3.54. Продольная трещина углового сварного соединения ребра жесткости подъемного сооружения на фоне поверхности с лакокрасочным покрытием и продуктами коррозии (ржавчиной)

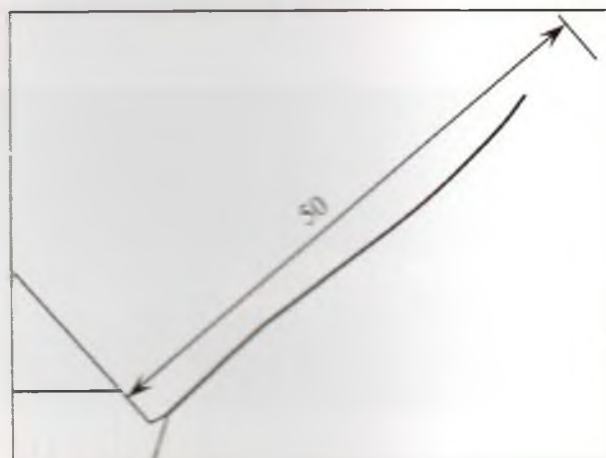
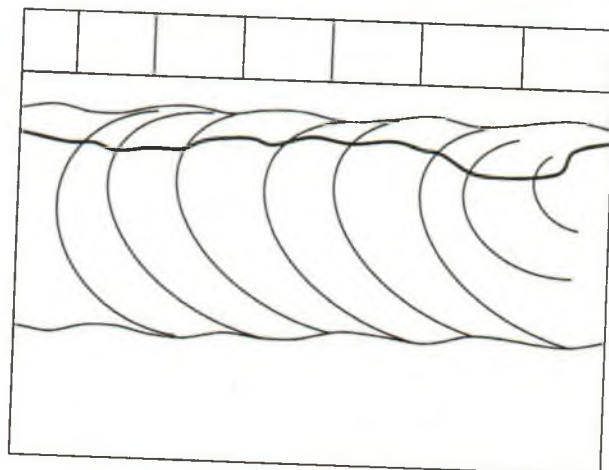
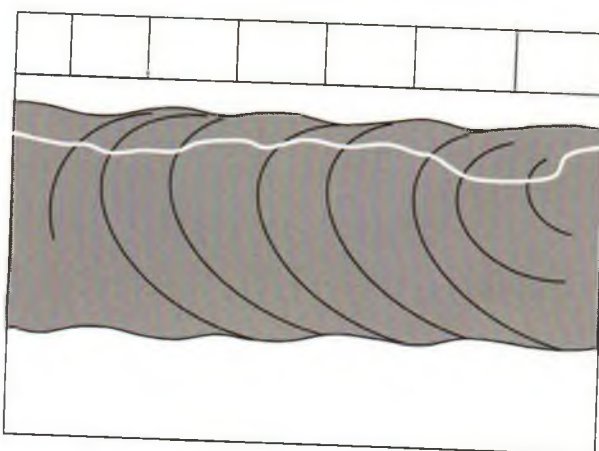


Рис. 3.55. Трещина в основном металле гнутого углового профиля конструкции подъемного сооружения, эксплуатируемого в коррозионно-активной среде. Трещина распространяется на всю ширину полки уголка и трудноразличима на фоне окрашенной поверхности, покрытой, кроме того, продуктами коррозии (ржавчиной)





а)



б)

Рис. 3.56. Светлое (а) и темное (б) поле, получаемые при различном соотношении яркости дефекта и поверхности, на которой он расположен. Одна и та же продольная трещина в сварном шве нахлесточного соединения в зависимости от условий освещения воспринимается либо темной на светлой поверхности (а), либо светлой на темной поверхности (б)



Рис. 3.57. Трещины термической усталости в основном металле трубопровода при различных условиях наблюдения: на светлом поле на фоне контрастирующего пылевого налета (слева) и на темном поле на фоне обеспыленной поверхности (справа)



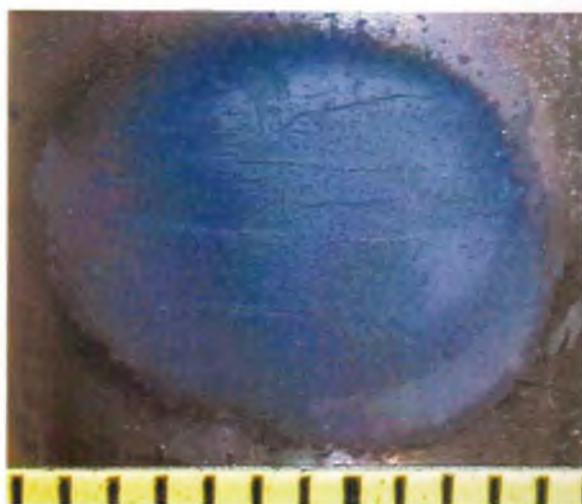


Рис. 3.58. Трещины термической усталости при условиях наблюдения, идентичных случаю, показанному на предшествующем рисунке: на светлом поле пылевого налета (слева) и на темном поле обеспыленной поверхности (справа)

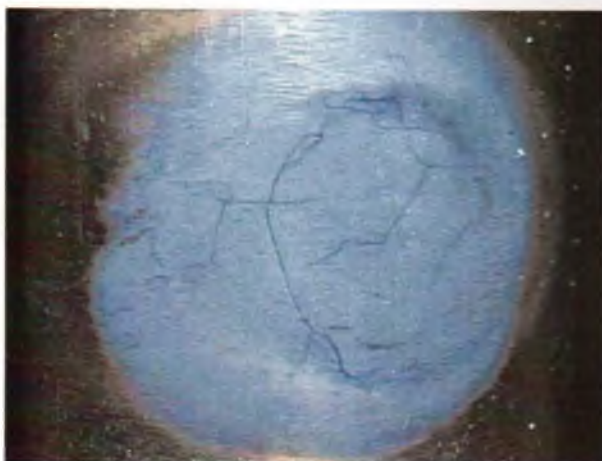


Рис. 3.59. Наличие контрастирующего пылевого налета на поверхности объекта контроля (слева) может обеспечить успех выявления дефектов при визуальном контроле. Удаление пылевого налета (справа) скрывает наличие трещин термической усталости на поверхности трубы диаметром 16 мм

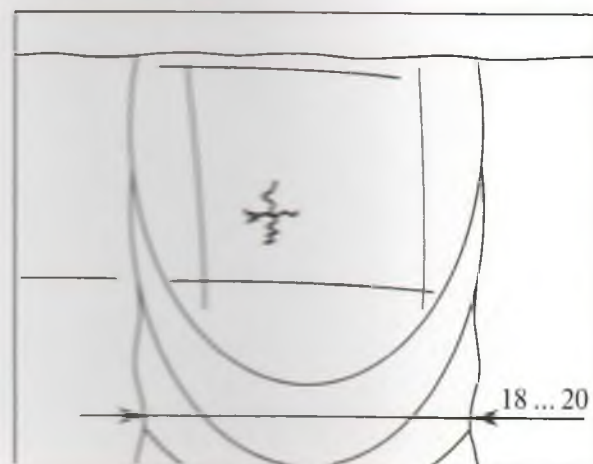


Рис. 3.60. Звездообразная трещина (радиальная трещина) – трещины различного направления, исходящие из одной точки, – в сварном соединении лакирующего слоя на внутренней поверхности обечайки сосуда. Ширина сварного шва 18...20 мм



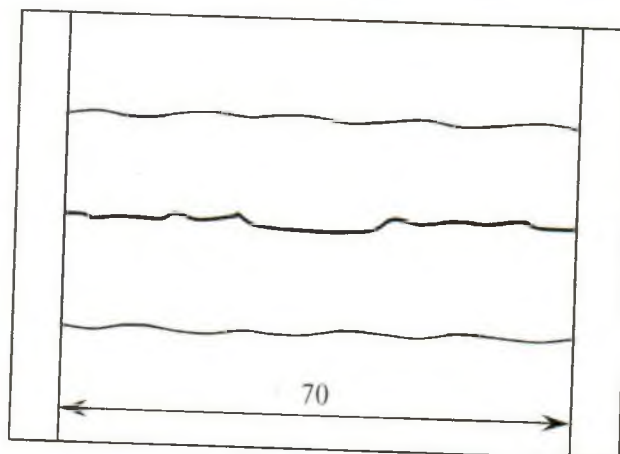


Рис. 3.61. Трещина в стыковом сварном соединении крановых рельсов КР70, эксплуатируемых на открытом воздухе, на поверхности катания, покрытой продуктами коррозии (ржавчиной). Трещина распространяется по всей ширине головки рельса с выходом на боковые поверхности. Ширина поверхности катания 70 мм

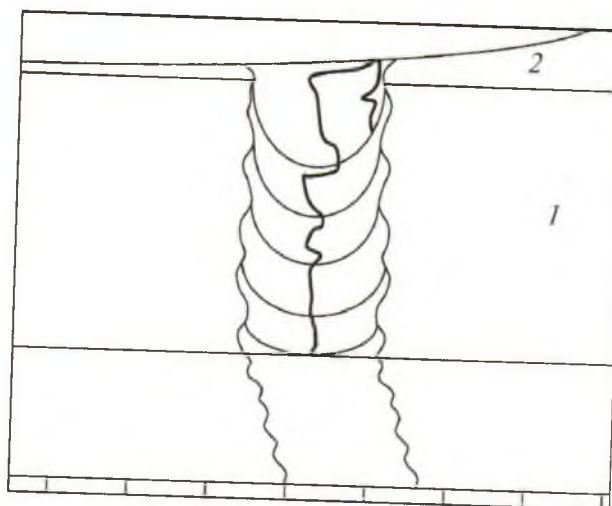


Рис. 3.62. Трещины в стыковом сварном соединении крановых рельсов КР80. Вид головки рельса сбоку. Трещины распространяются вдоль валика по всей боковой поверхности 1 головки с выходом на поверхность катания 2

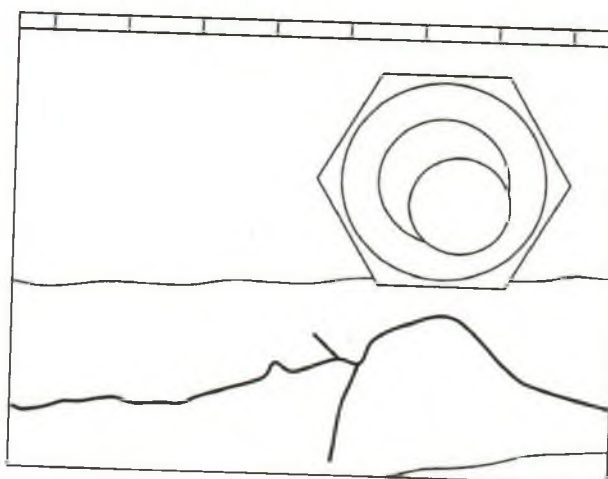


Рис. 3.63. Разветвленная трещина нахлесточного сварного соединения. Общий вид



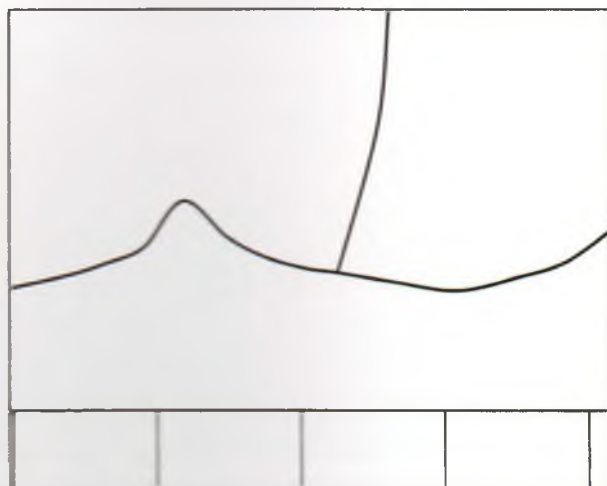
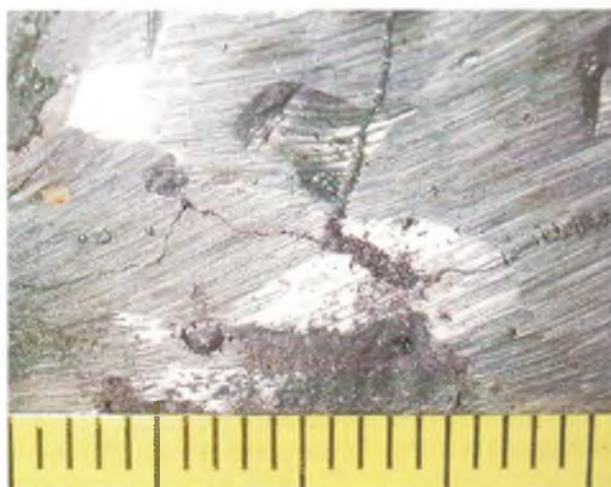
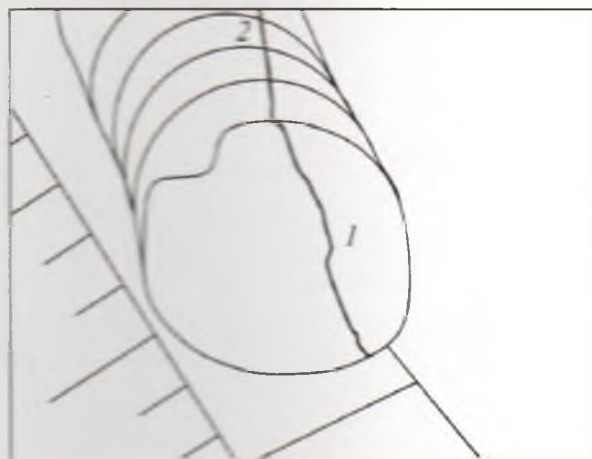
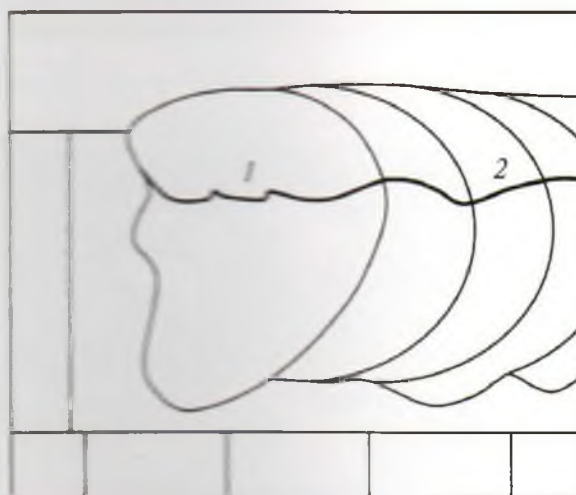
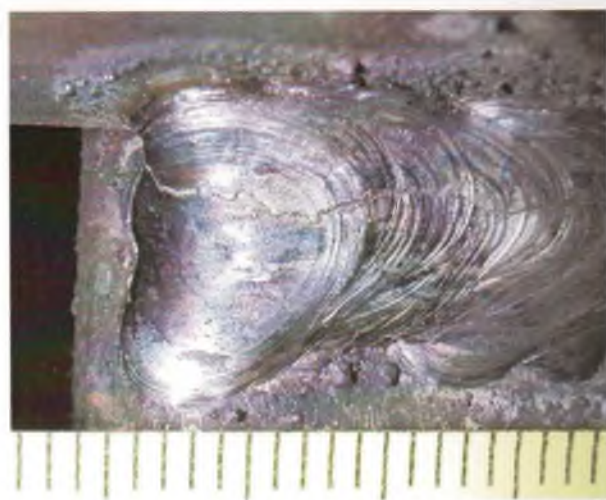


Рис. 3.64. Разветвленная трещина нахлесточного сварного соединения. Детальный вид



а)



б)

Рис. 3.65. Кратерная трещина (трещина в кратере) нахлесточных сварных соединений (а и б) строительной конструкции. Кратерная трещина 1 переходит в продольную трещину 2 сварного соединения



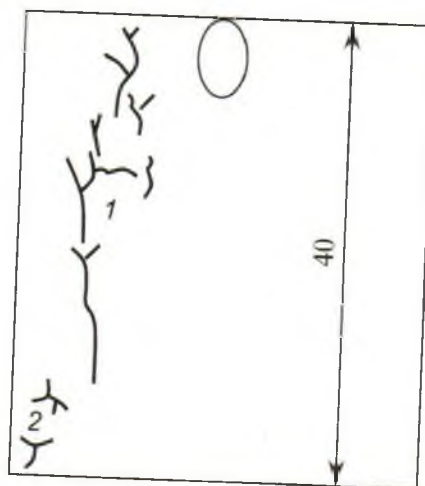


Рис. 3.66. Раздельные разветвленные 1 и звездообразные 2 трещины в основном металле плакирующего слоя обечайки сосуда. Высота изображения порядка 40 мм



Рис. 3.67. Разветвленные трещины 1 в зоне термического влияния; поперечные трещины 2 в зоне термического влияния и в основном металле у пересечения сварных швов плакирующего слоя обечайки сосуда. Высота и ширина изображения порядка 40 мм

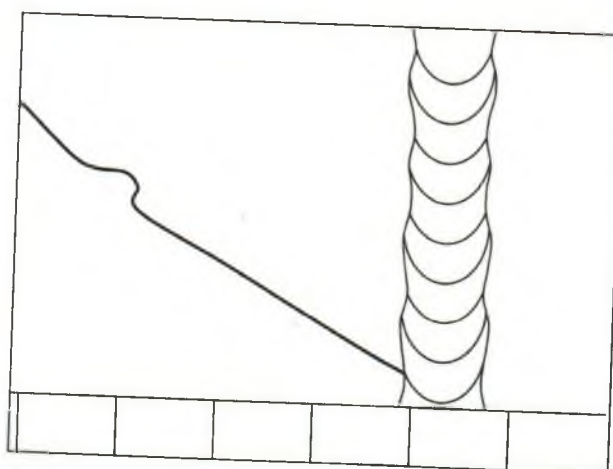


Рис. 3.68. Закат – прикатанный продольный выступ – в основном металле трубы, выходящий на кромку детали в стыковом сварном соединении трубопровода



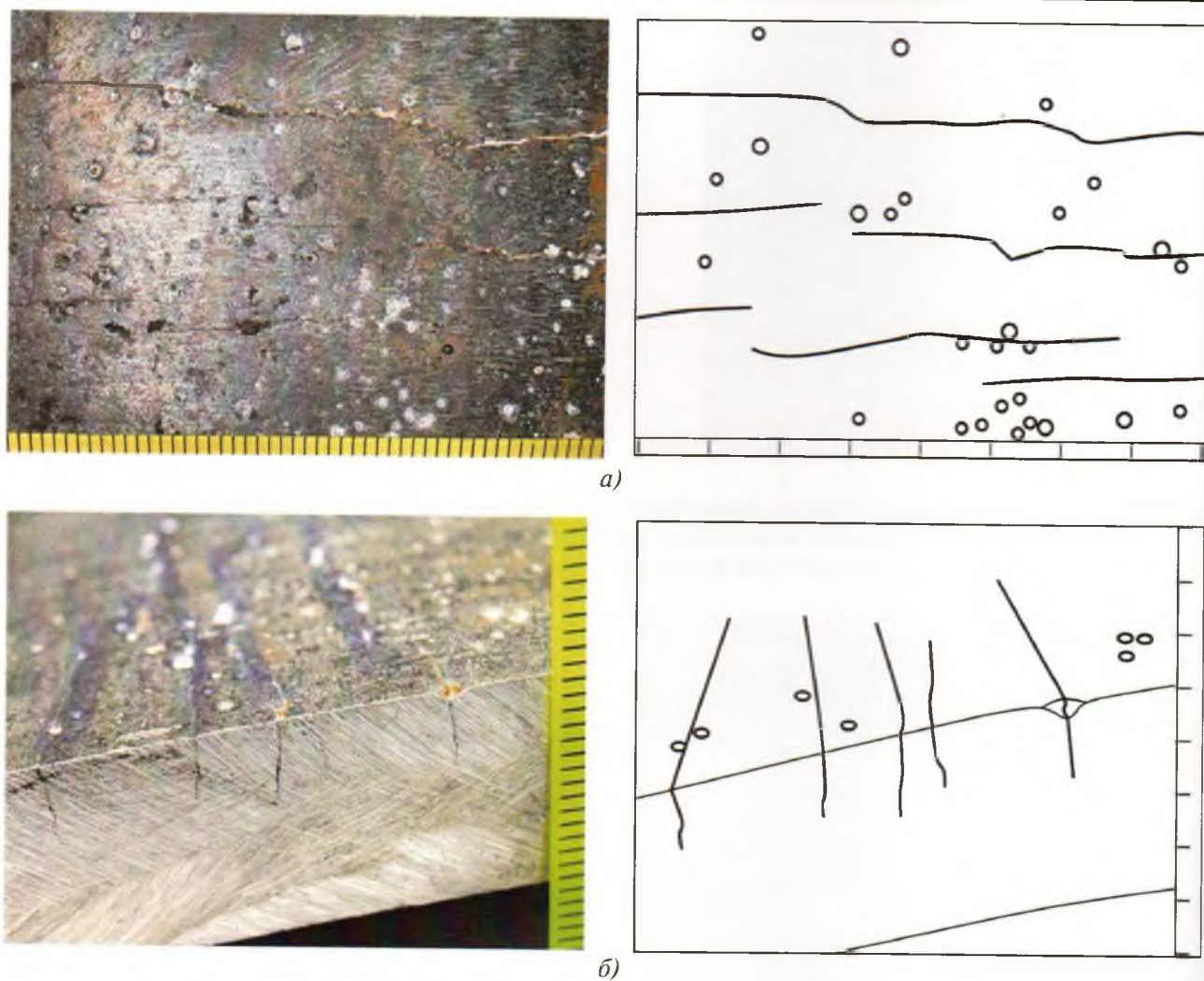


Рис. 3.69. Дефекты коррозионного растрескивания под напряжением стенки газопровода на фоне небольших коррозионных язв:

*а* – трещины на наружной поверхности стенки;

*б* – распространение трещин в толщу стенки трубопровода (вид разреза)

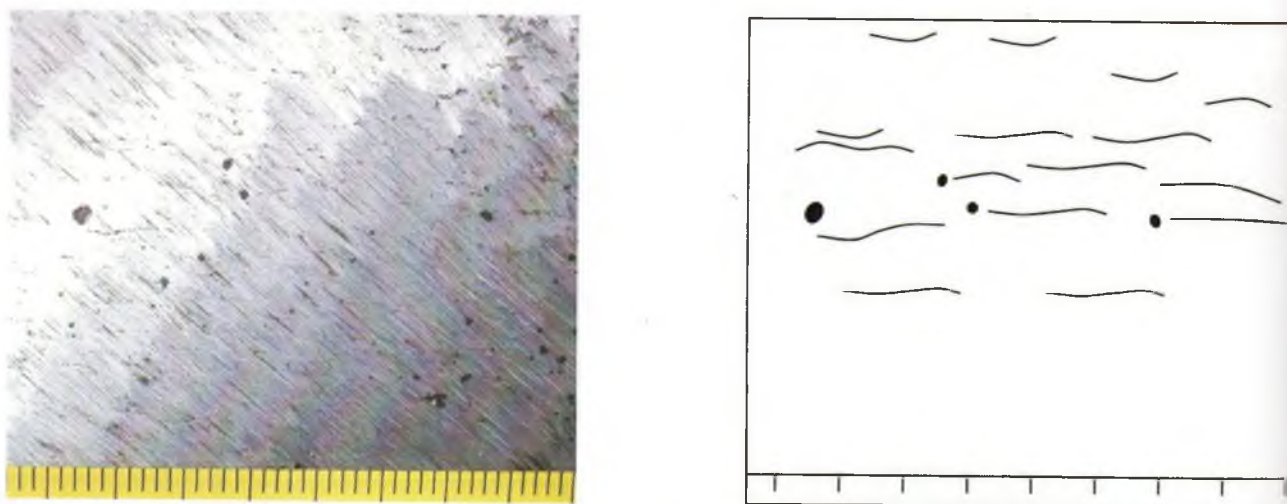


Рис. 3.70. Наружная поверхность стенки газопровода после обработки абразивным инструментом для удаления stress-коррозионных трещин. Наблюдаются небольшие остаточные трещины с малым раскрытием

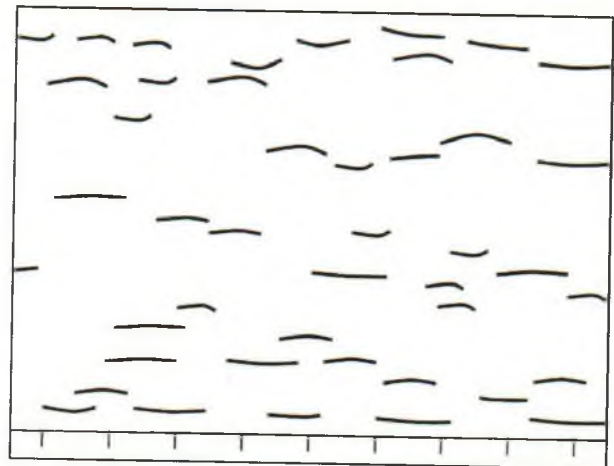
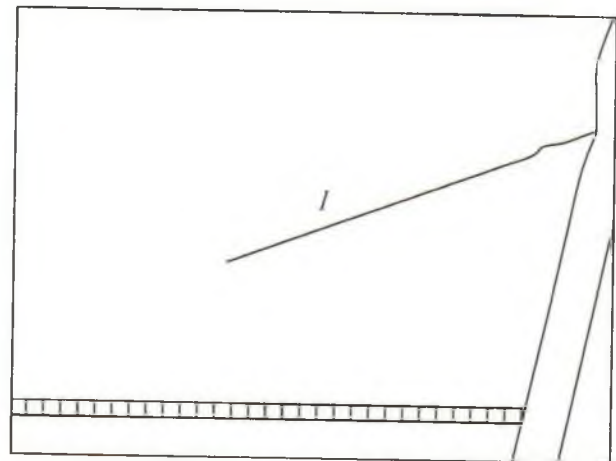
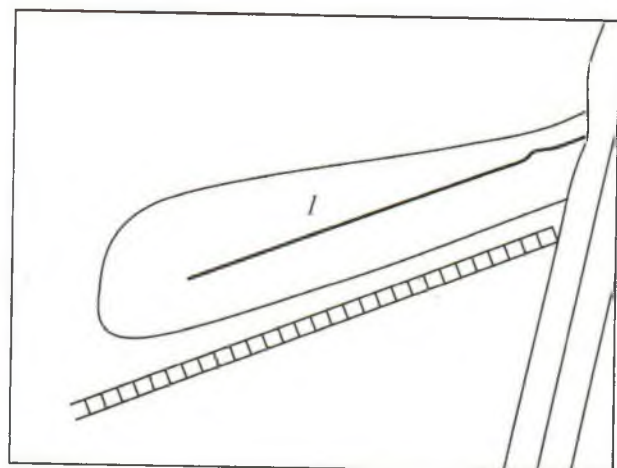


Рис. 3.71. Шлифованная поверхность стенки газопровода, показанная на рис. 3.70, после выдержки на открытом воздухе. На месте остаточных трещин наблюдаются коррозионные язвы



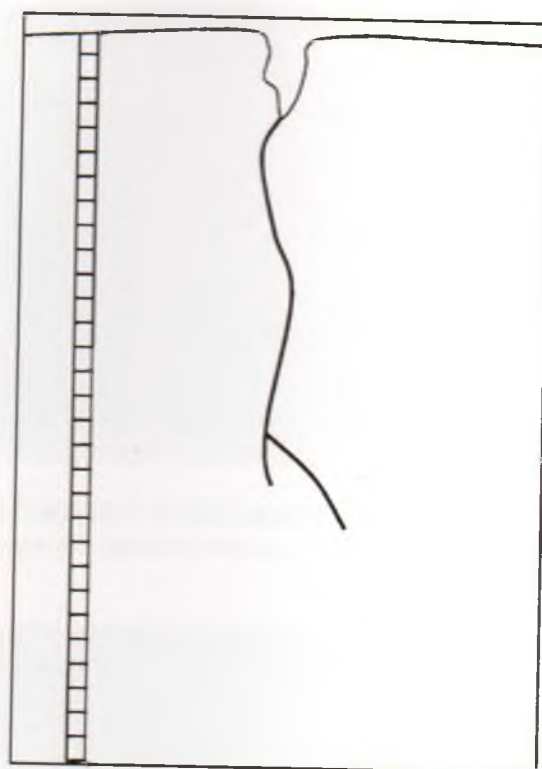
а)



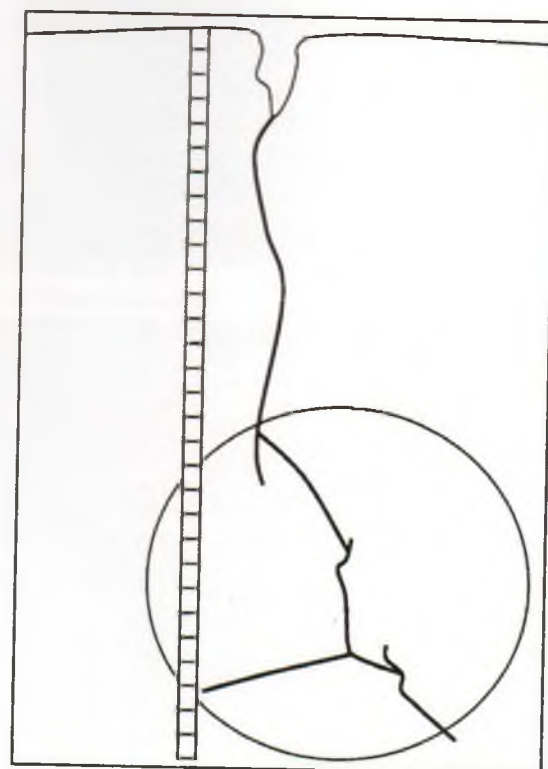
б)

3.72. Трещина 1 в чугунной литой детали, выявленная при визуальном контроле (а) и визуализация местоположения трещины методом капиллярного контроля (б). Вид плиты балкона снизу





а)

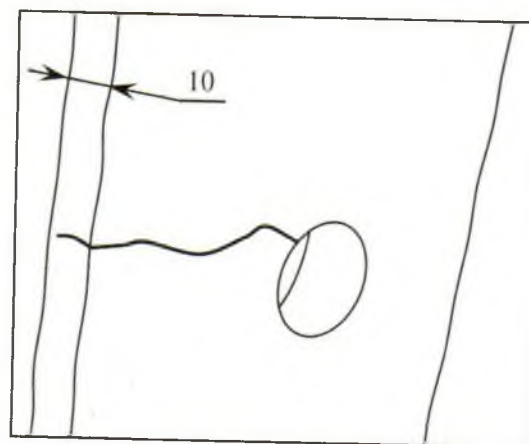


б)

Рис. 3.73. Разветвленная трещина в стенке чугуной литой детали, выявленная при визуальном контроле (а). Результаты определения конфигурации трещины методом капиллярного контроля (б)



а)



б)

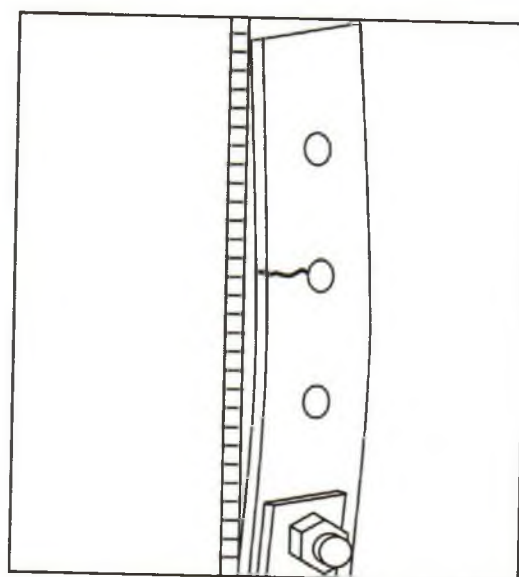


Рис. 3.74. Трещина в стальной полосе, выявленная при визуальном контроле (а) и наблюдаемая при капиллярном контроле (б). Толщина детали 10 мм

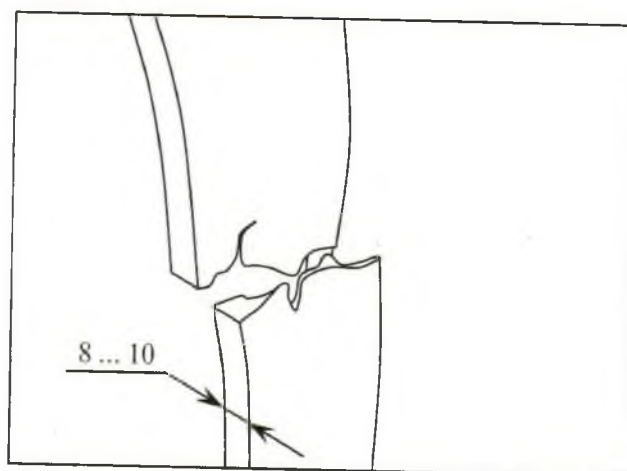


Рис. 3.75. Разрыв стальной полосы каркаса строительной конструкции под действием эксплуатационных нагрузок. Толщина полосы 8...10 мм, ширина – 100 мм



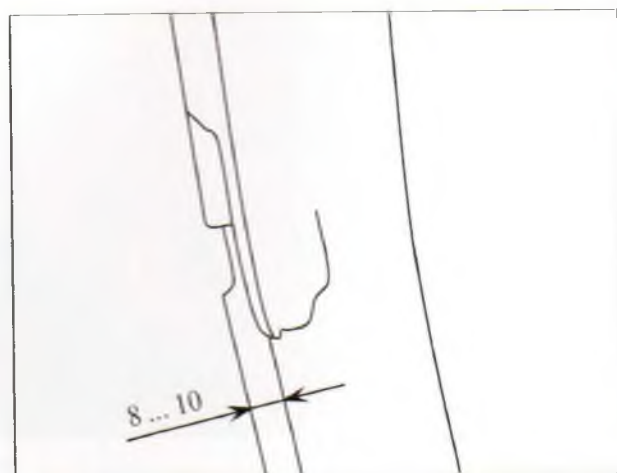


Рис. 3.76. Расслоение – дефект в виде трещин на кромках и торцах, образовавшихся при наличии в металле внутренних разрывов. Показано расслоение, выходящее на поверхность стальной полосы

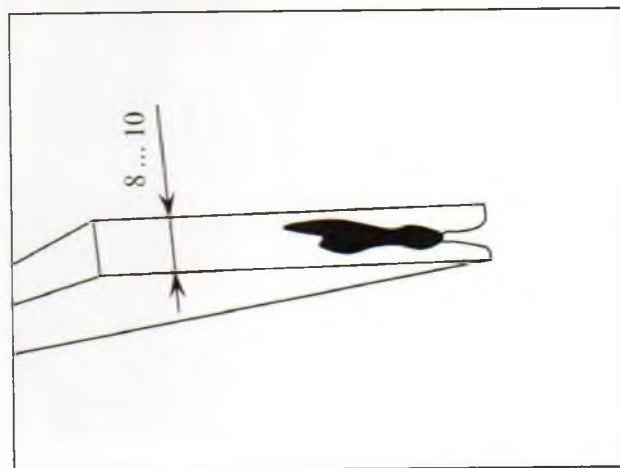


Рис. 3.77. Расслоение, выходящее на торец стальной полосы

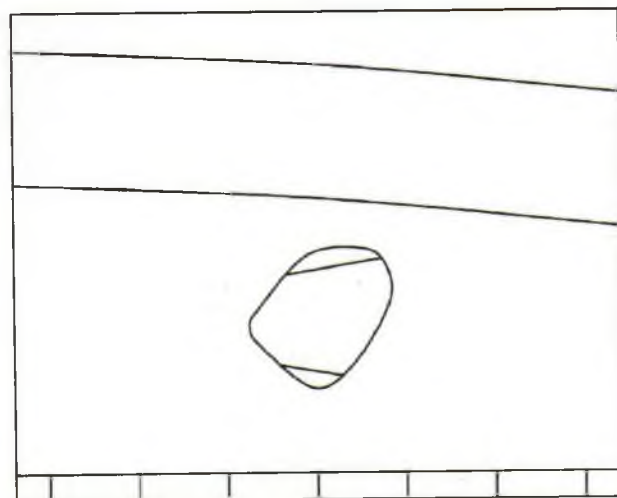


Рис. 3.78. Внутренняя газовая раковина в стенке чугуной литой детали. Дефект наблюдается после разрушения детали на изломе, образовавшемся при эксплуатации изделия

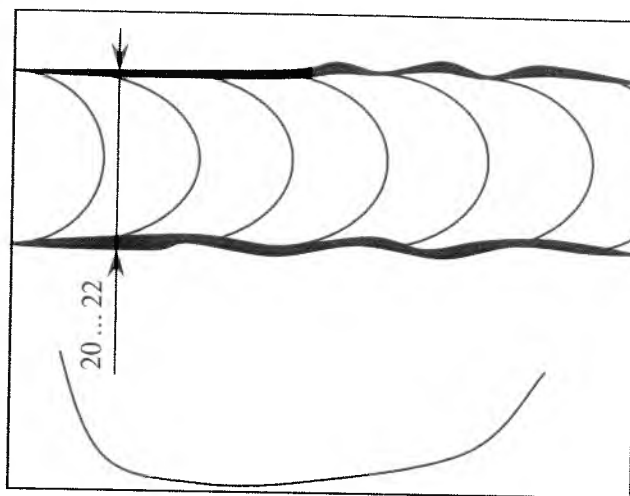
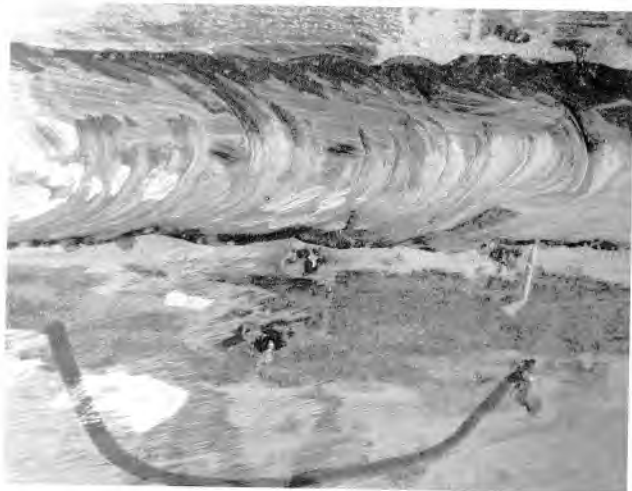


Рис. 3.23. Протяженные подрезы в стыковом сварном соединении плакирующего слоя сосуда.  
Ширина шва 20...22 мм

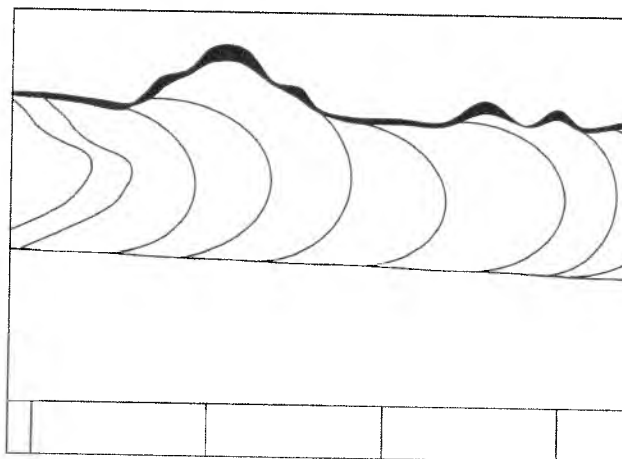
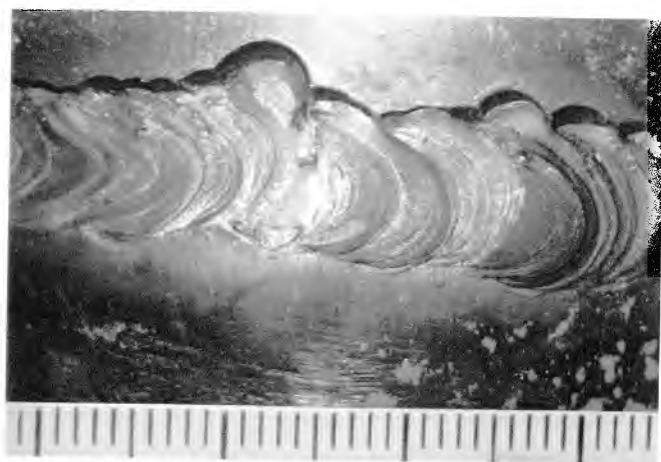


Рис. 3.24. Протяженный подрез в стыковом сварном соединении трубопровода

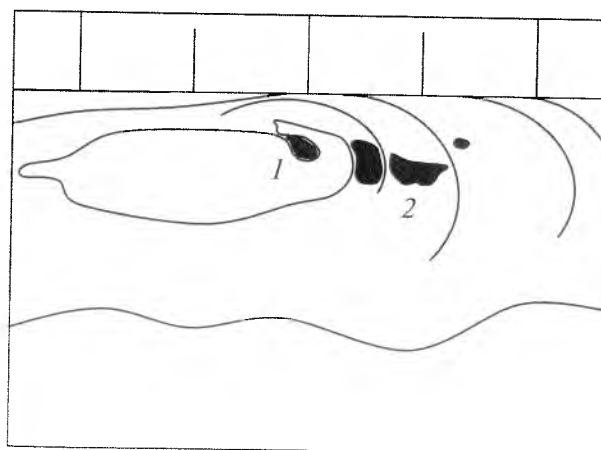
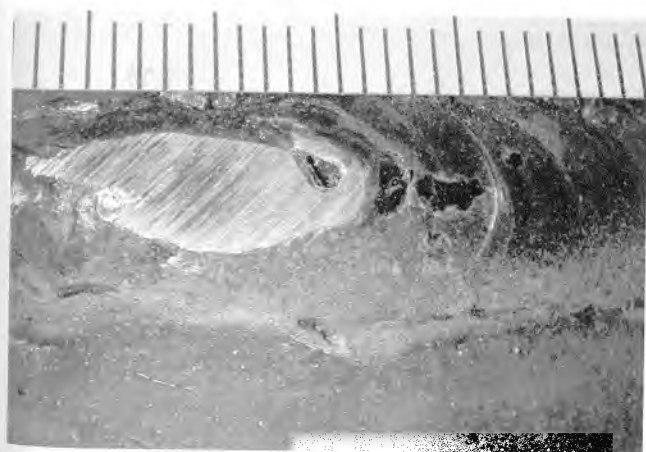


Рис. 3.25. Шлаковые включения в стыковом сварном соединении трубопровода. Вид после удаления абразивным инструментом избыточной выпуклости шва. Одно из включений 1 наблюдается на участке удаления избыточной выпуклости, три включения 2 – на поверхности валика



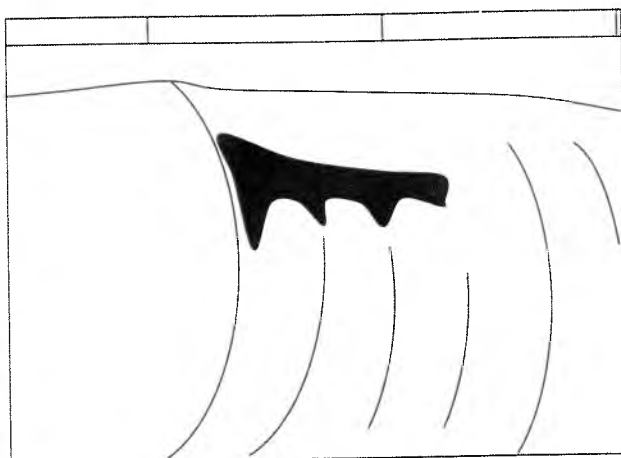
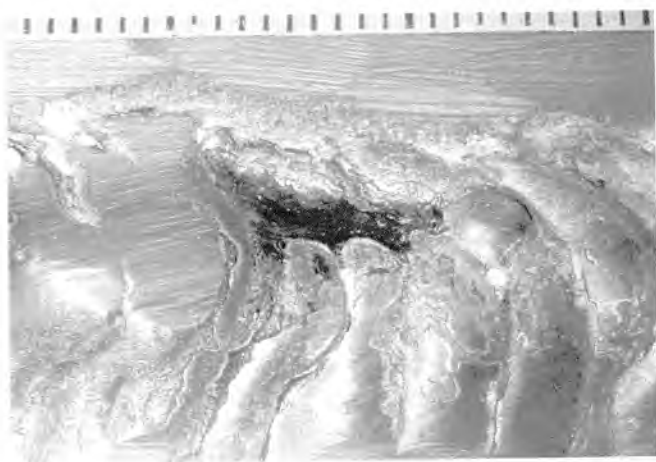
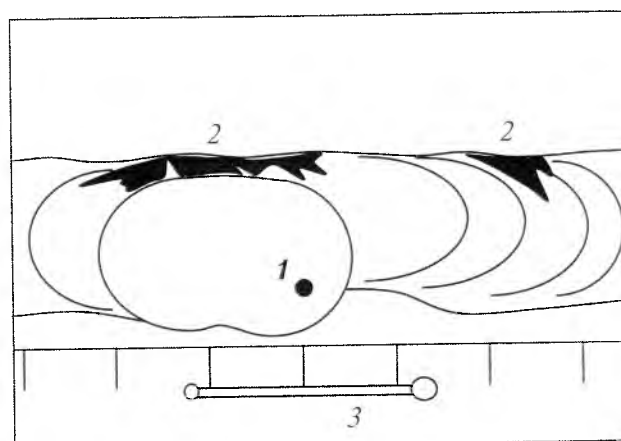
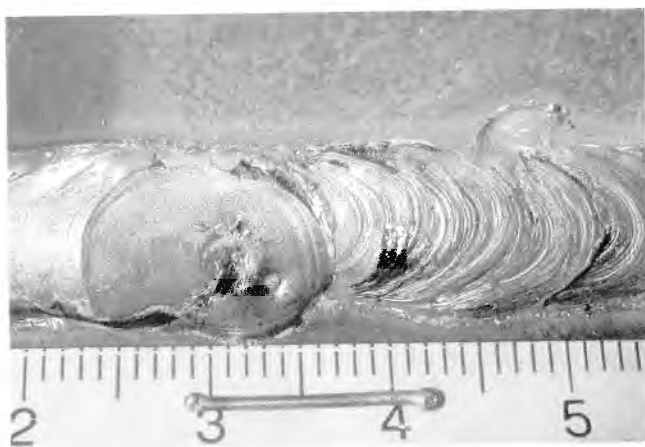
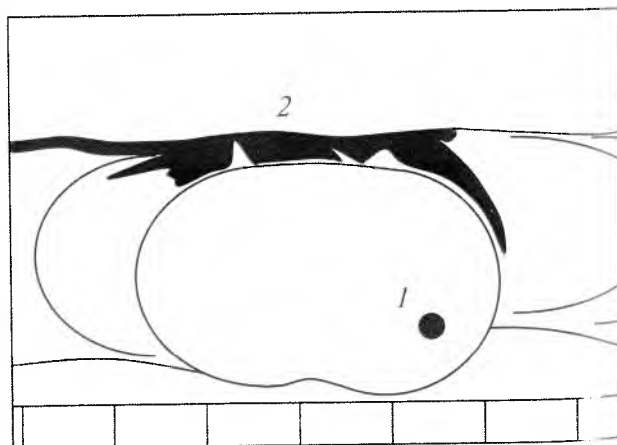


Рис. 3.26. Остроугольное шлаковое включение на поверхности валика стыкового сварного соединения



а)



б)

Рис. 3.27. Металлическое включение – частица сварочной проволоки 1 в кратере углового сварного соединения элементов строительной конструкции. На поверхности сварного соединения наблюдается окисление поверхностное в виде пленки оксидов 2:

а – общий вид (на масштабной шкале помещен фрагмент сварочной проволоки 3 с оплавленными краями);  
б – детальный вид

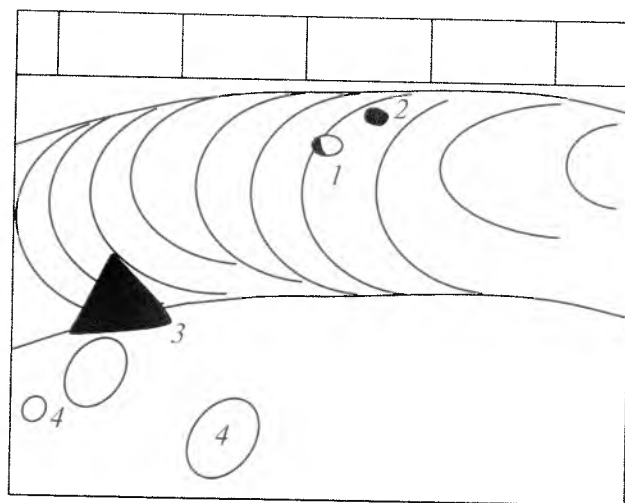


Рис. 3.28. Пора 1 (газовая полость округлой формы) в стыковом сварном соединении трубопровода. Наблюдаются также шлаковое включение 2, неудаленный шлак 3, брызги металла 4

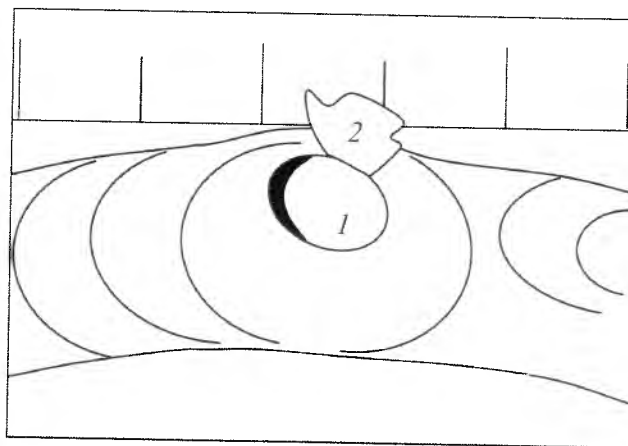


Рис. 3.29. Газовая полость 1 неокруглой формы, образованная газами, задержанными в расплавленном металле стыкового сварного соединения трубопровода. Дефект полностью виден после вскрытия свода 2 полости

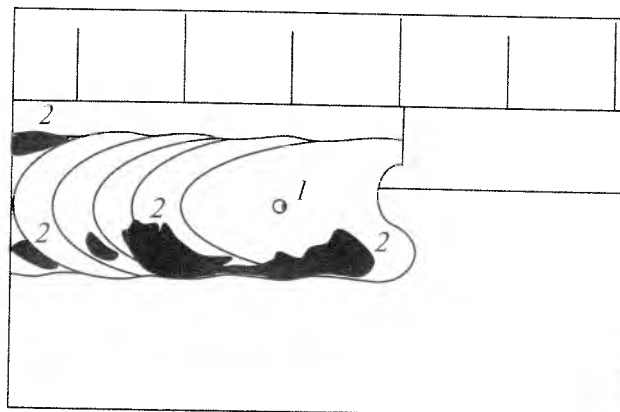


Рис. 3.30. Пора 1 в кратере нахлесточного сварного соединения. Наблюдается также окисление поверхностное в виде пленки оксидов 2 на поверхности шва

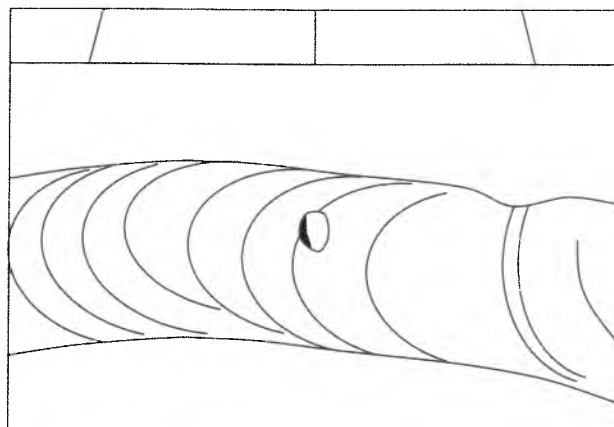
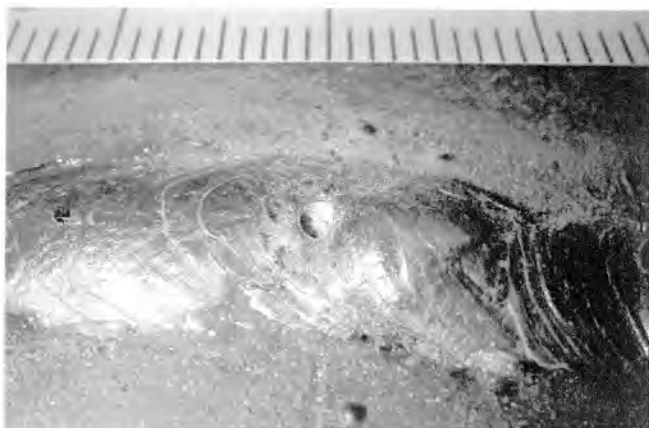


Рис. 3.31. Пора в стыковом сварном соединении трубопровода

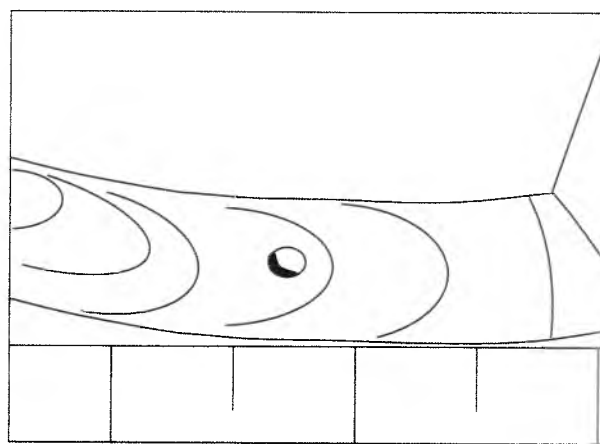


Рис. 3.32. Пора в угловом сварном соединении штуцера с трубопроводом

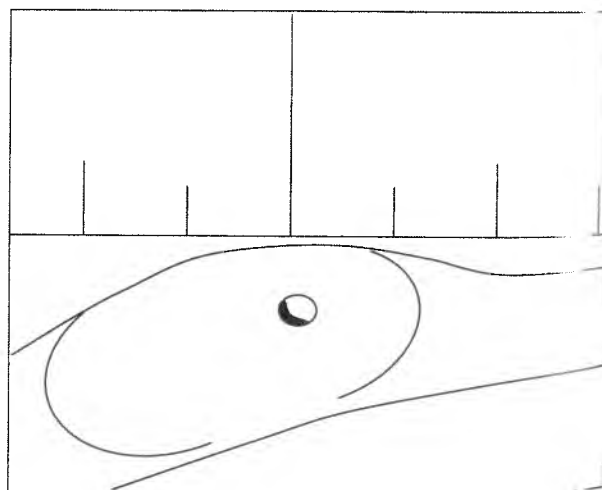
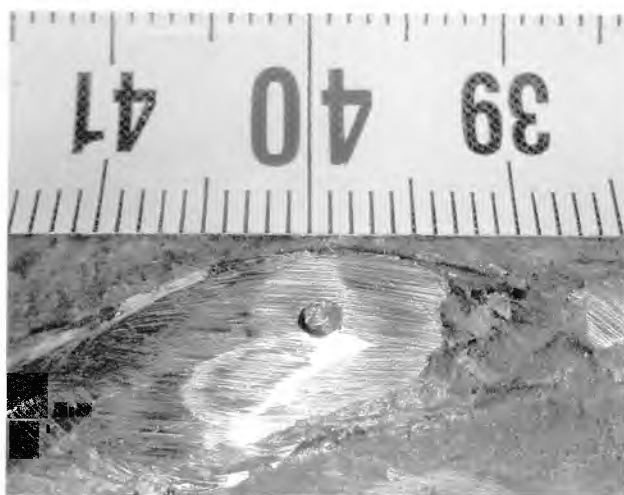
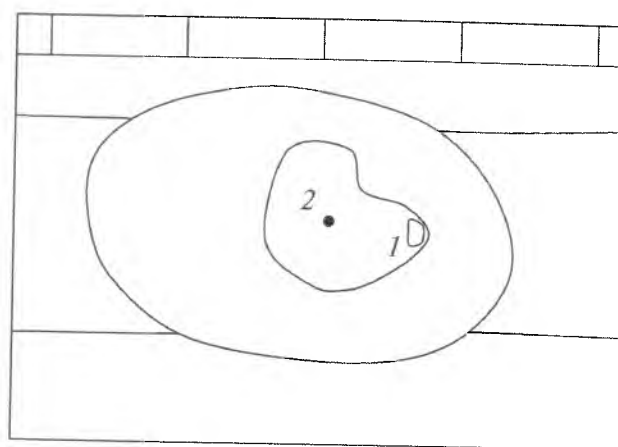
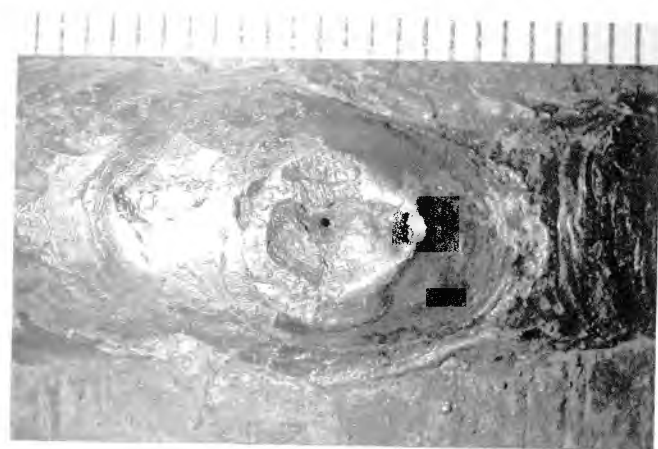
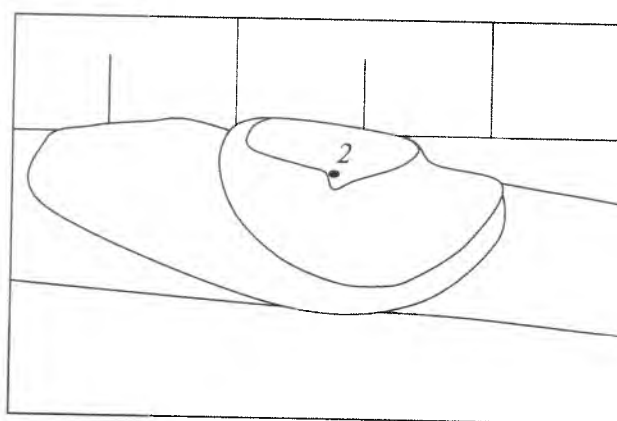


Рис. 3.33. Пора в стыковом сварном соединении трубопровода. Дефект заметен после удаления избыточной выпуклости сварного шва абразивным инструментом





а)



б)

Рис. 3.34. Кратер с газовой полостью 1 и свищем 2 (трубчатым углублением) в сварном шве стыкового соединения трубопровода:

а – вид сверху; б – вид сбоку. Форма свища подтверждается зондированием иглой

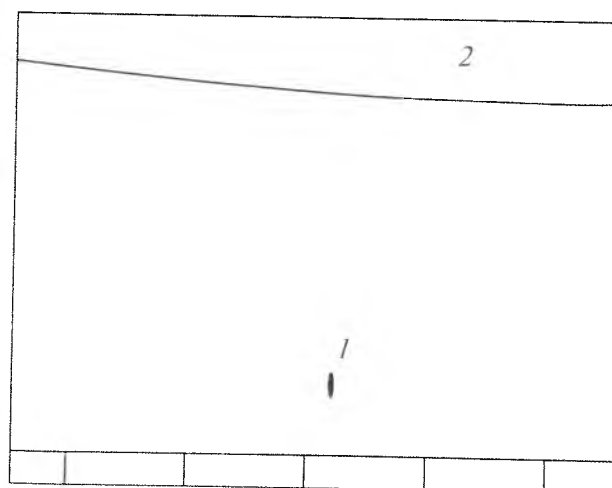
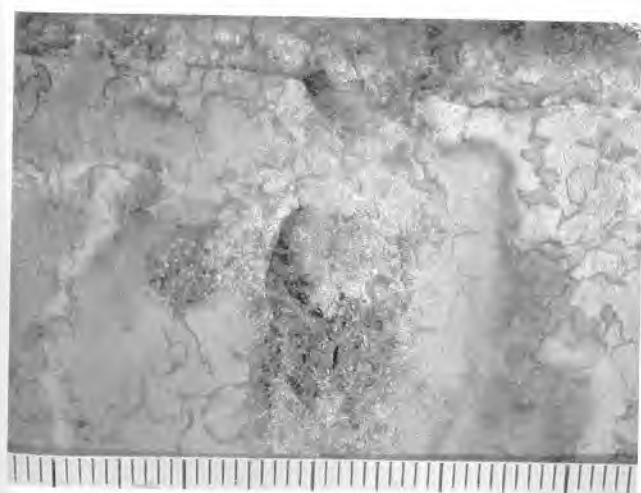
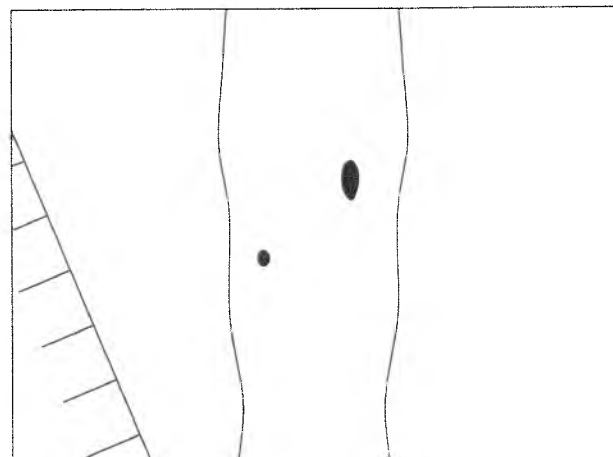
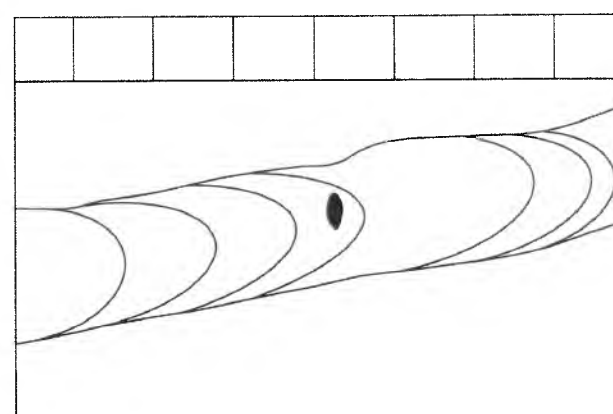
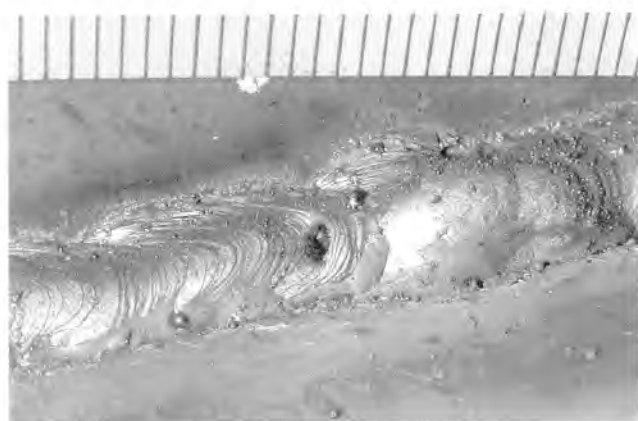


Рис. 3.35. Сквозной свищ 1 в основном металле стенки сосуда на фоне «камуфляжа» пленок продуктов коррозии. С учетом небольших размеров, особенностей освещенности и фактуры поверхности объекта контроля дефект может быть трудно выявляемым. Свищ расположен вблизи углового сварного соединения 2 обечайки с днищем



а)



б)

Рис. 3.36. Свищи – воронкообразные или трубчатые углубления – в угловых сварных швах элементов строительных конструкций (а и б)

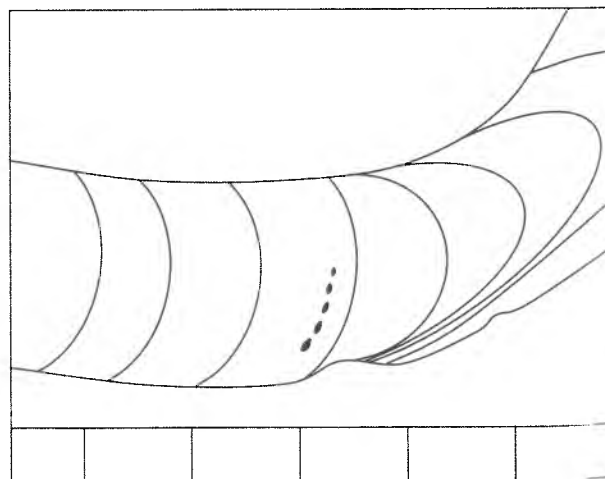
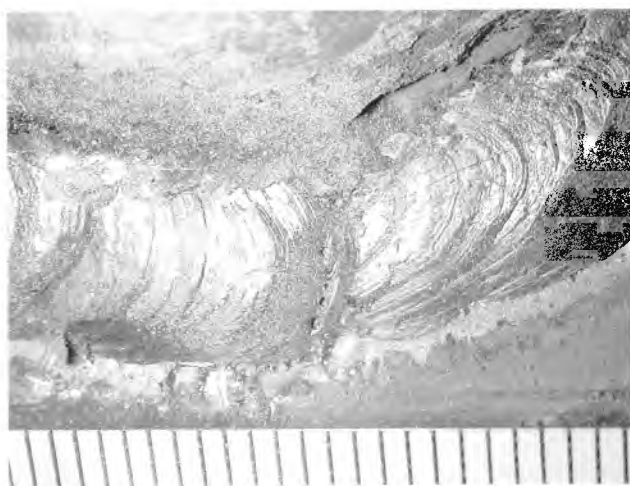
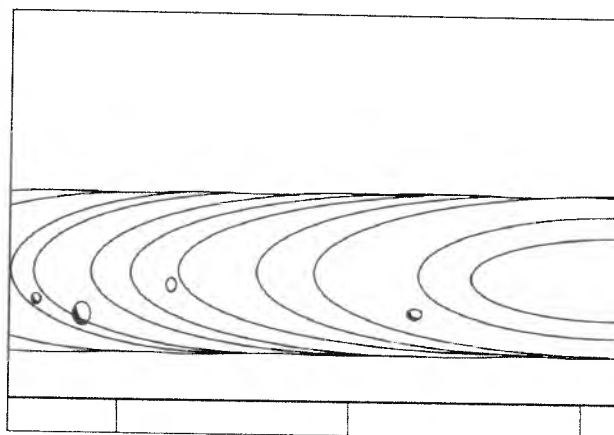
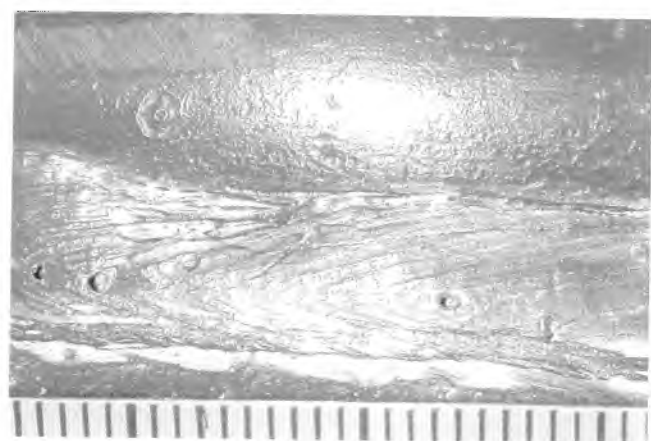
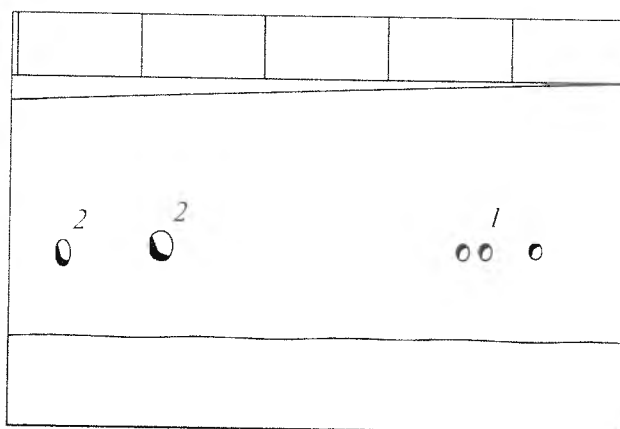


Рис. 3.37. Цепочка пор – группа пор в сварном шве, расположенных в линию, в угловом сварном соединении штуцера с трубопроводом



a)



б)

Рис. 3.38. Поры в сварных швах (а и б) нахлесточного соединения, которые могут быть классифицированы как скопления, цепочки и одиночные дефекты в зависимости от требований различных документов к расстоянию между дефектами (см. разд. 2.2 подзаголовки «Скопление», «группа», «одиночные включения», «цепочка»)

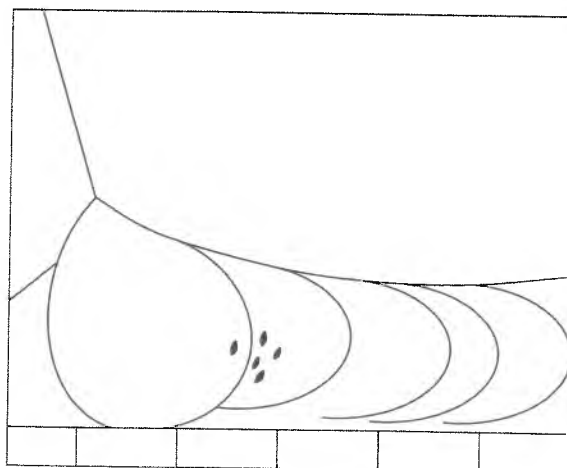
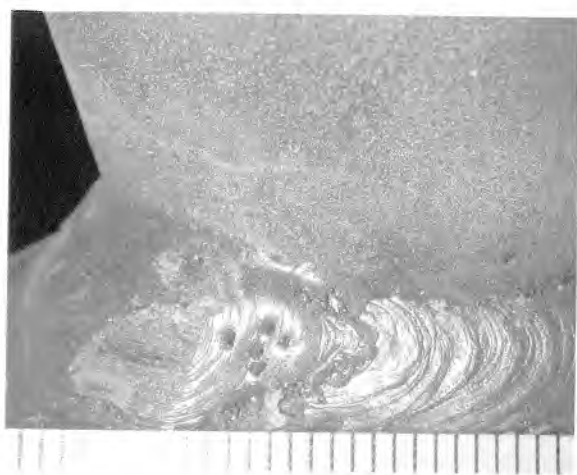


Рис. 3.39. Скопление включений (пяти пор) в угловом сварном соединении штуцера с трубопроводом

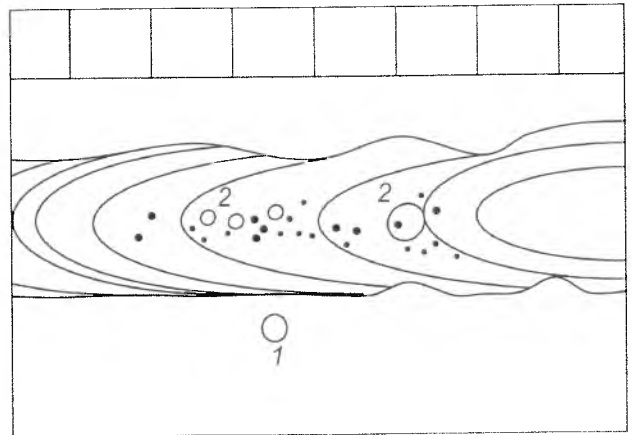
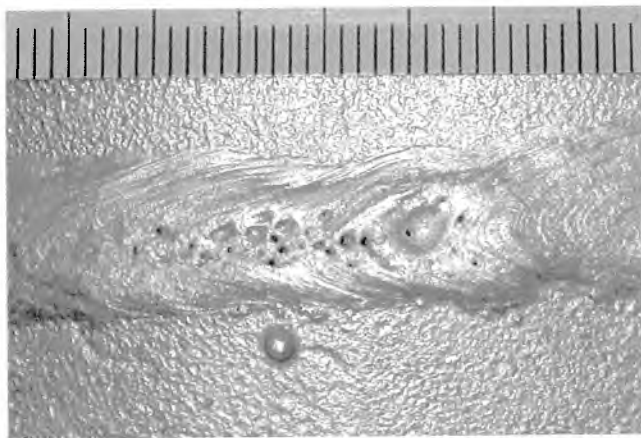


Рис. 3.40. Равномерно распределенная пористость – группа газовых пор, распределенных равномерно в металле сварного шва. Помимо этого в стыковом сварном соединении наблюдаются брызги металла 1 и локальные вогнутости 2 шва

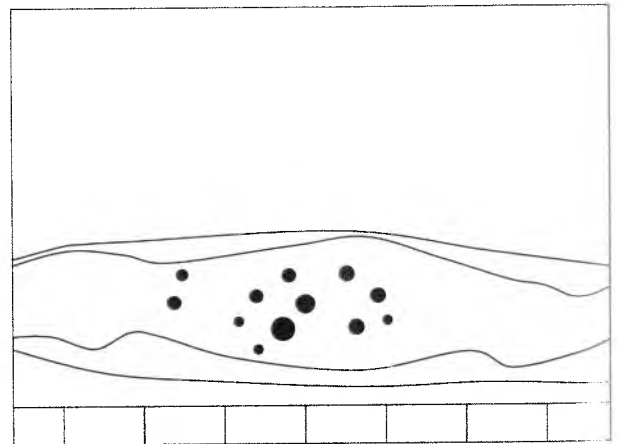
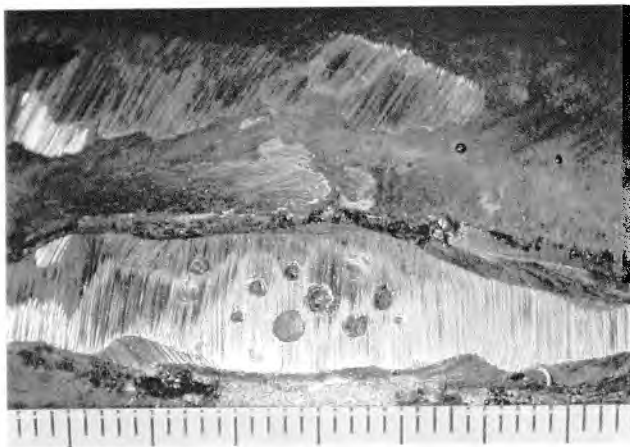


Рис. 3.41. Равномерно распределенная пористость в шве стыкового сварного соединения трубопровода, наблюдаемая после удаления избыточной выпуклости шва абразивным инструментом

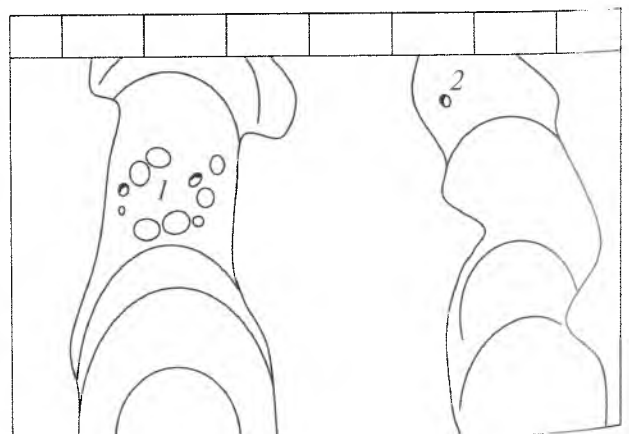
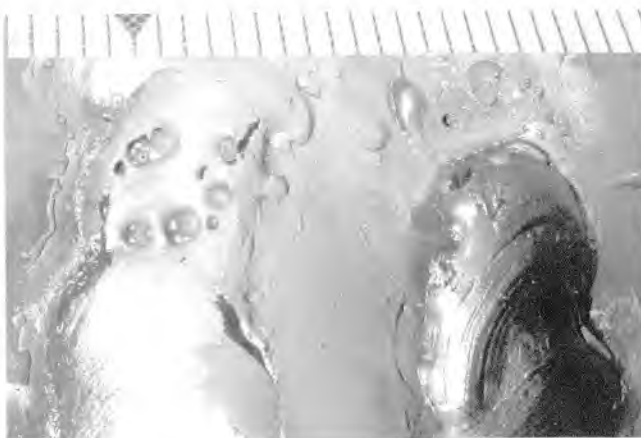


Рис. 3.42. Скопление пор 1 в сварном соединении фасонки строительной конструкции. Возможно, такой дефект подразумевается под неопределенными терминами «ноздреватость» и «сплошная сетка пор» в некоторых нормативных документах. В соединении также наблюдается одиночная пора 2



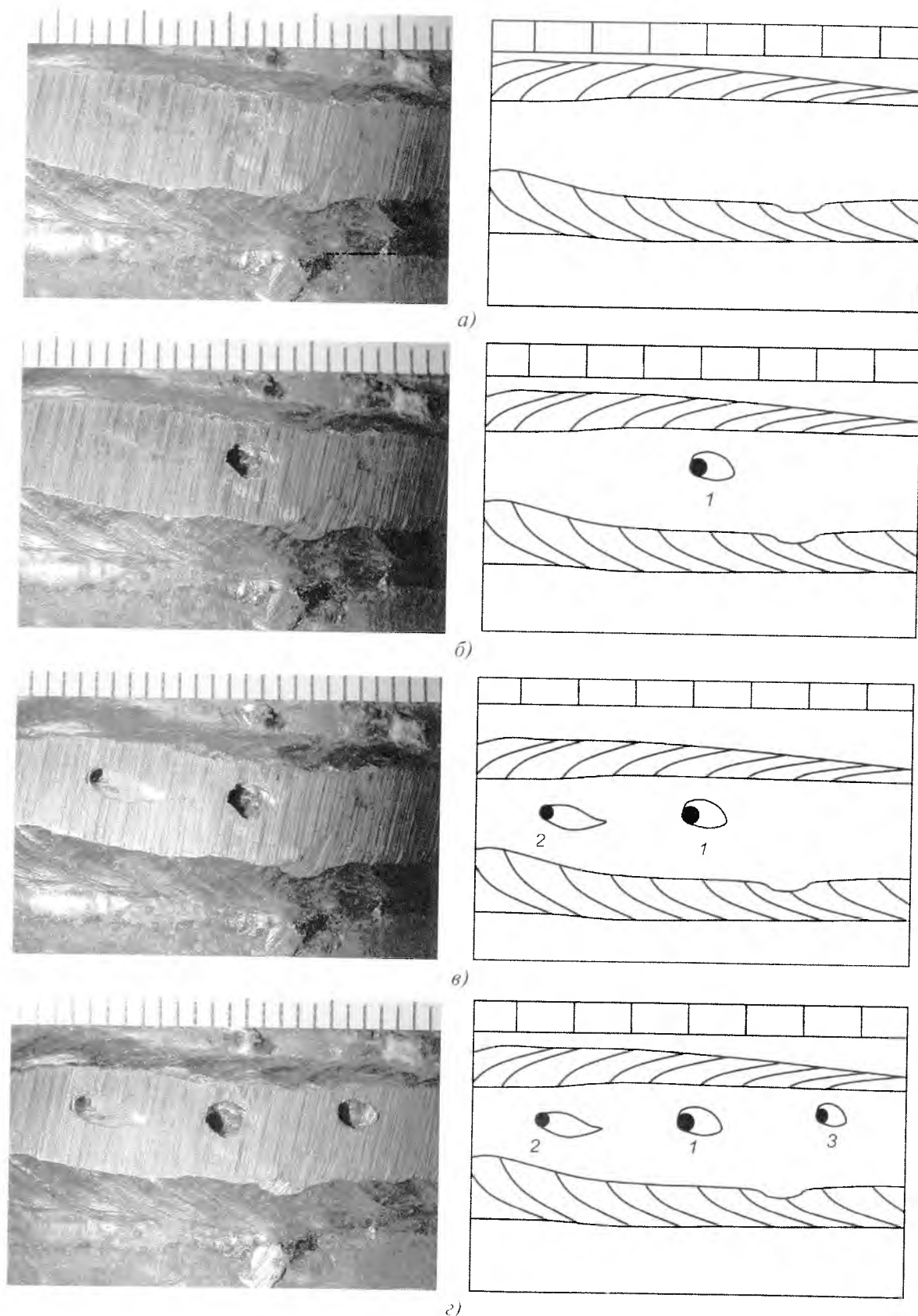
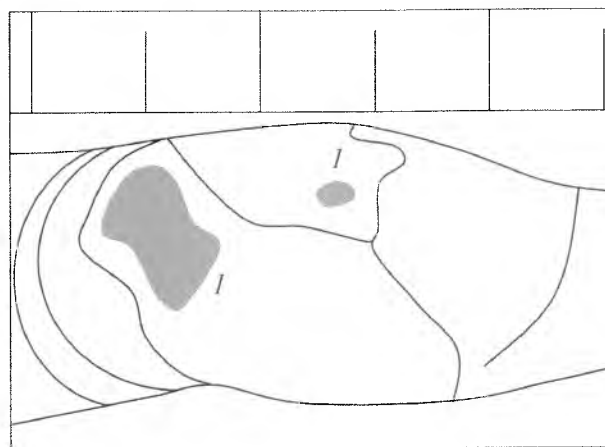
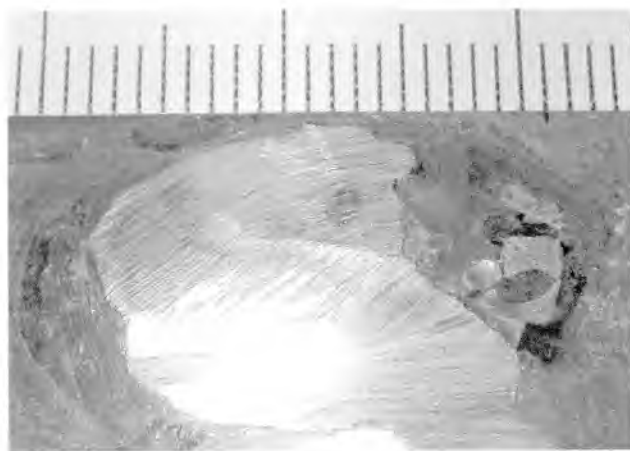
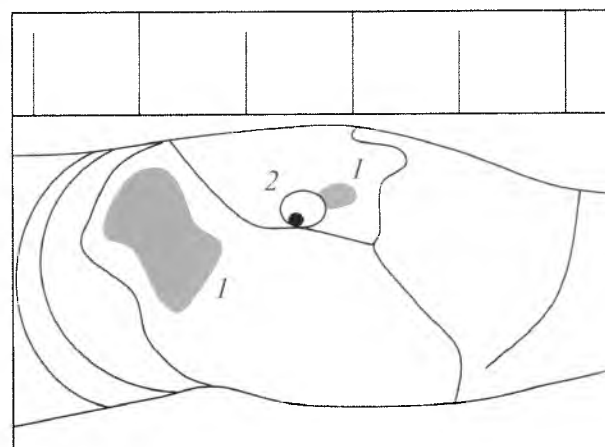
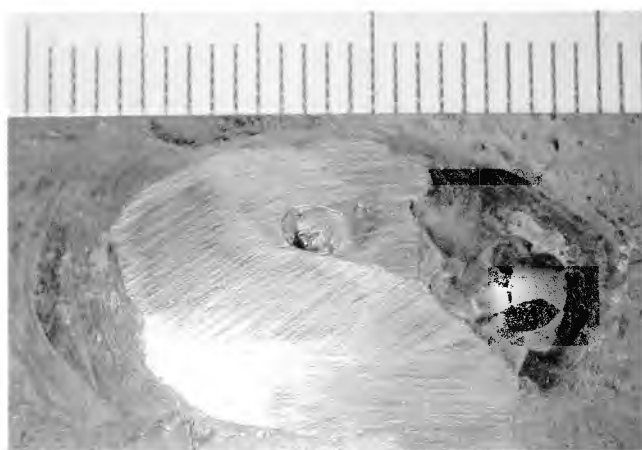


Рис. 3.43. В некоторых случаях внутренние дефекты не выявляются визуально даже после удаления абразивным инструментом избыточной выпуклости сварного шва, оставаясь закрытыми сверху деформированным металлом (а). Только разделка позволяет выявить существующие несплошности. На фото б, в, г показано последовательное выявление трех свищей 1, 2 и 3 при удалении пленки деформированного металла с устьев отверстий



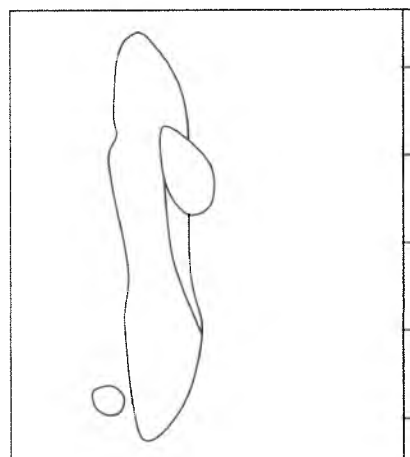
а)



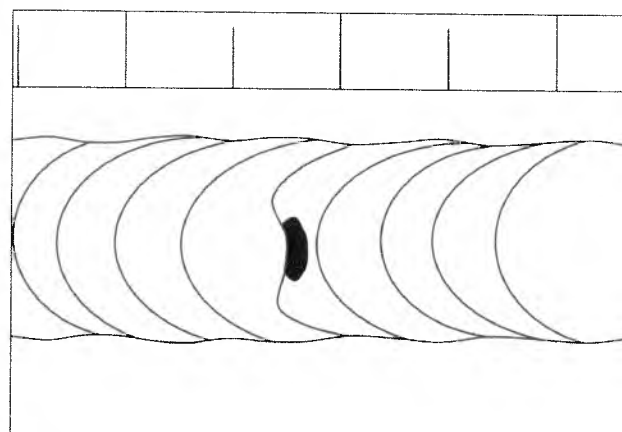
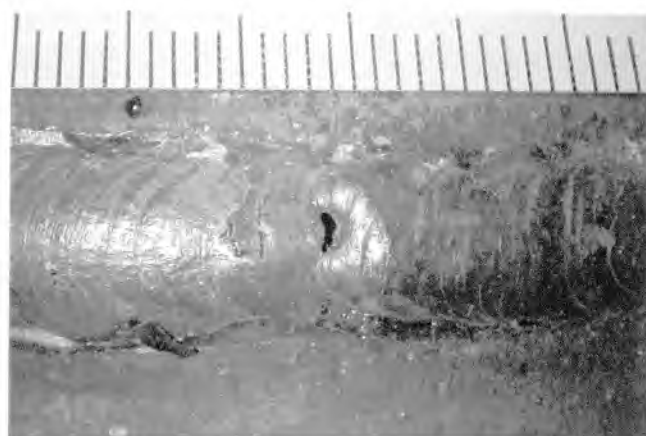
б)

**Рис. 3.44. Присутствие цветов побежалости 1 не всегда является диагностическим признаком наличия газовой полости, закрытой сверху деформированным металлом после удаления абразивным инструментом избыточной выпуклости сварного шва:**

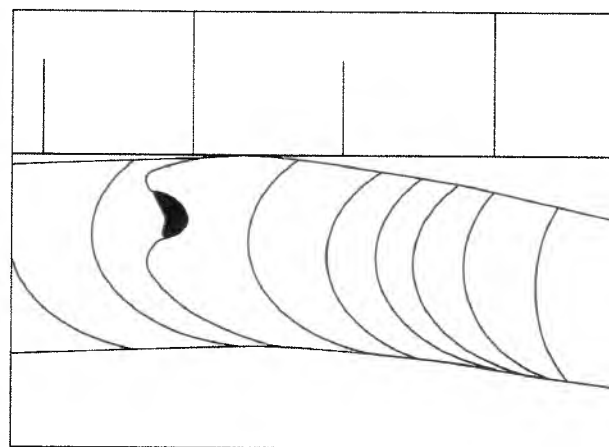
*а* – участок сварного шва после удаления избыточной выпуклости; *б* – закрытое включение 2 выявлено в стороне от пятен 1 цветов побежалости



**Рис. 3.45. Задир поверхности металла, образованный в результате удаления временного технологического крепления (кронштейна) (см. рис. 3.15)**



а)



б)

Рис. 3.46. Непровар – неславление между чешуйками валика – на лицевой поверхности шва в стыковом сварном соединении трубопровода:

а – вид сверху; б – вид сбоку

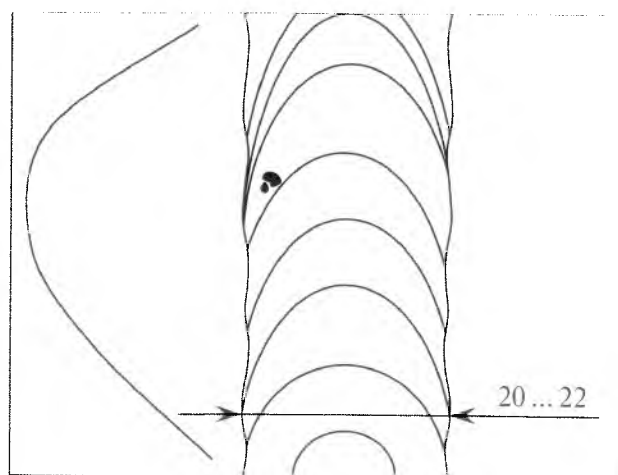
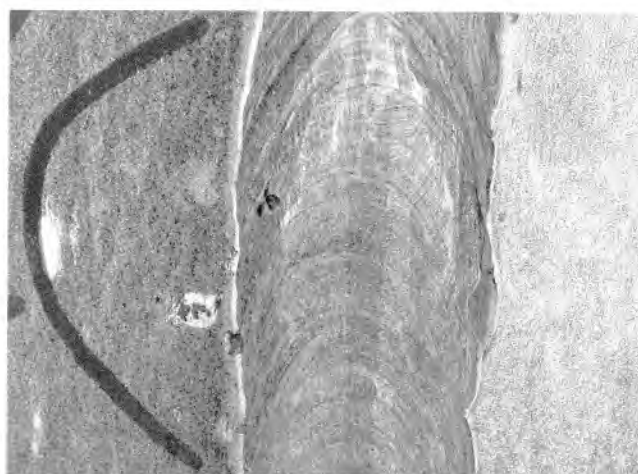


Рис. 3.47. Результат процесса точечной коррозии – питтинги – в стыковом сварном соединении плакирующего слоя на внутренней поверхности стенки сосуда. Ширина шва 20...22 мм

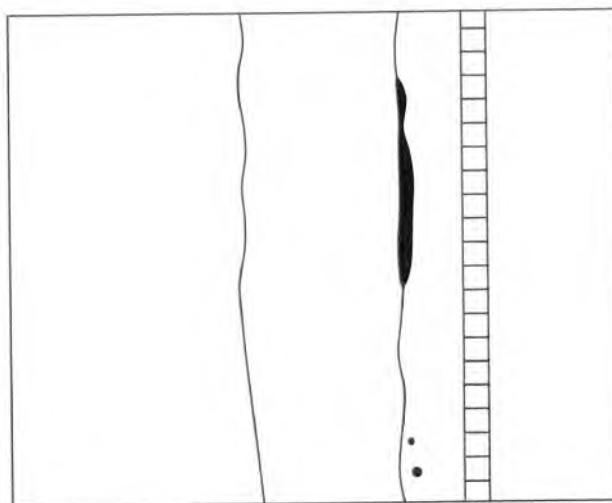
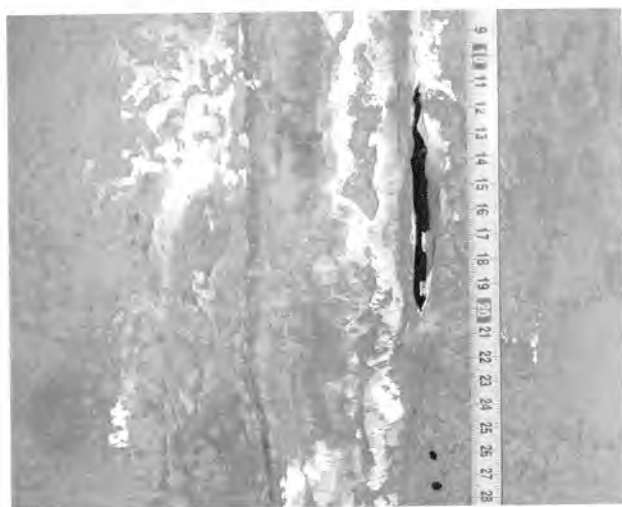
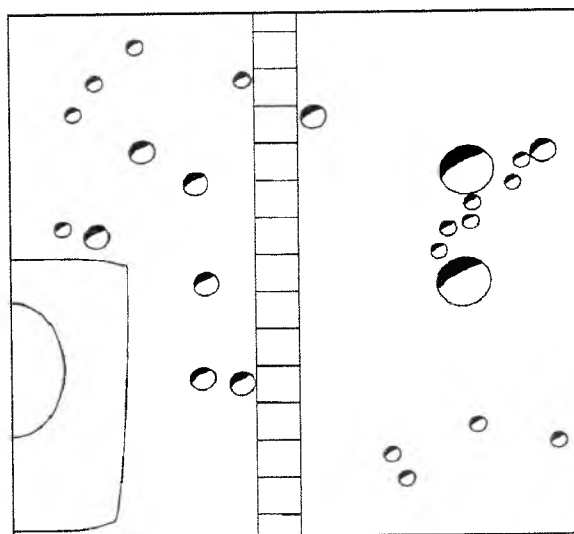
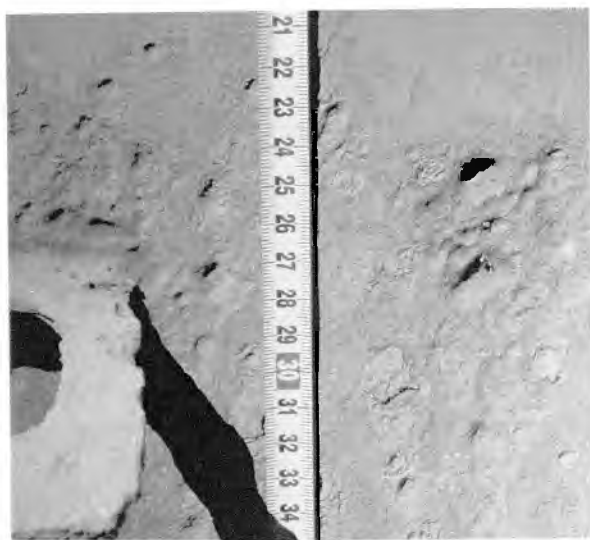
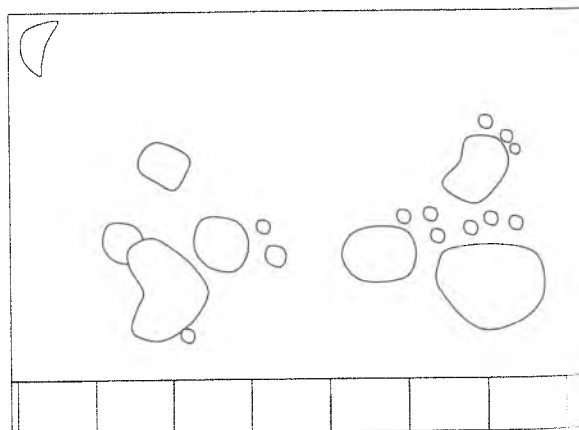
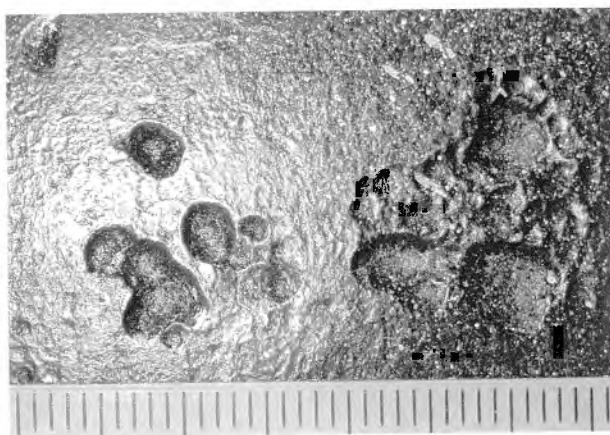


Рис. 3.48. Результат процесса ножевой коррозии – сквозные коррозионные разрушения – в зоне сплавления сварного соединения на внутренней поверхности стенки бака-аккумулятора для хранения горячей воды



а)



б)

Рис. 3.49. Результат процесса местной коррозии – коррозионные язвы в основном металле: а – на внутренней поверхности стенки бака-аккумулятора для хранения горячей воды; б – на наружной поверхности стенки магистрального газопровода



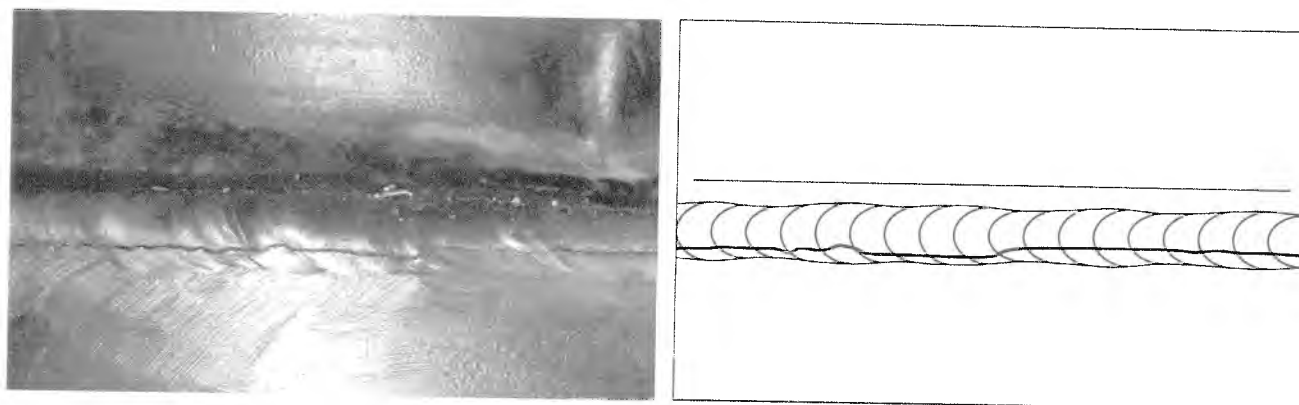


Рис. 3.50. Продольная трещина углового сварного соединения элементов сосуда на фоне поверхности, свободной от покрытий и загрязнений. Ширина шва 10...12 мм

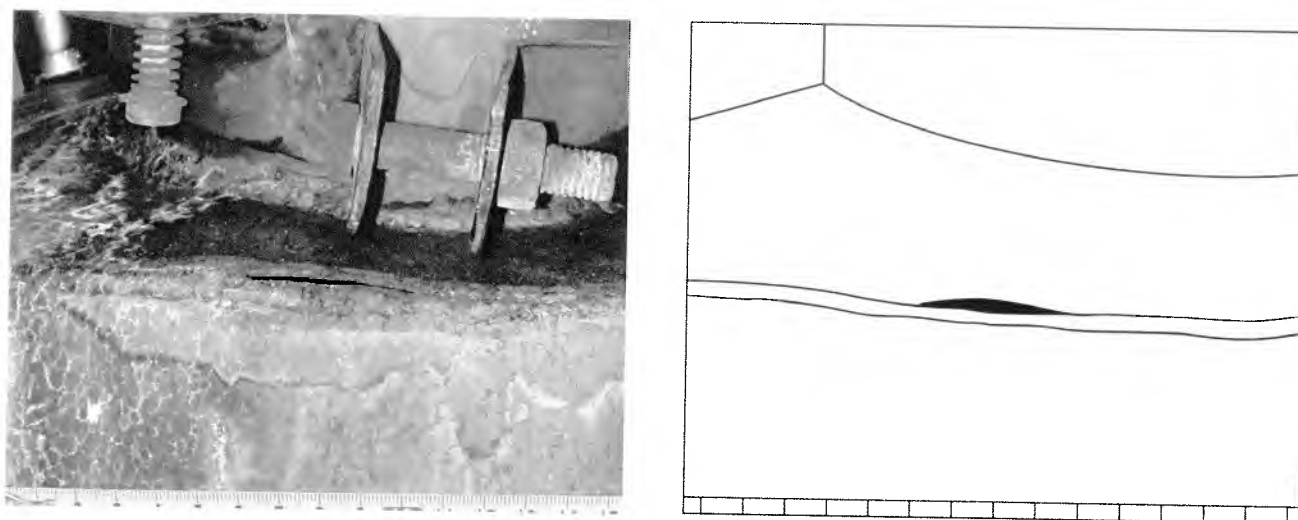


Рис. 3.51. Сквозная продольная трещина углового сварного соединения обечайки сосуда с коническим днищем на фоне поверхности, окрашенной продуктами коррозии

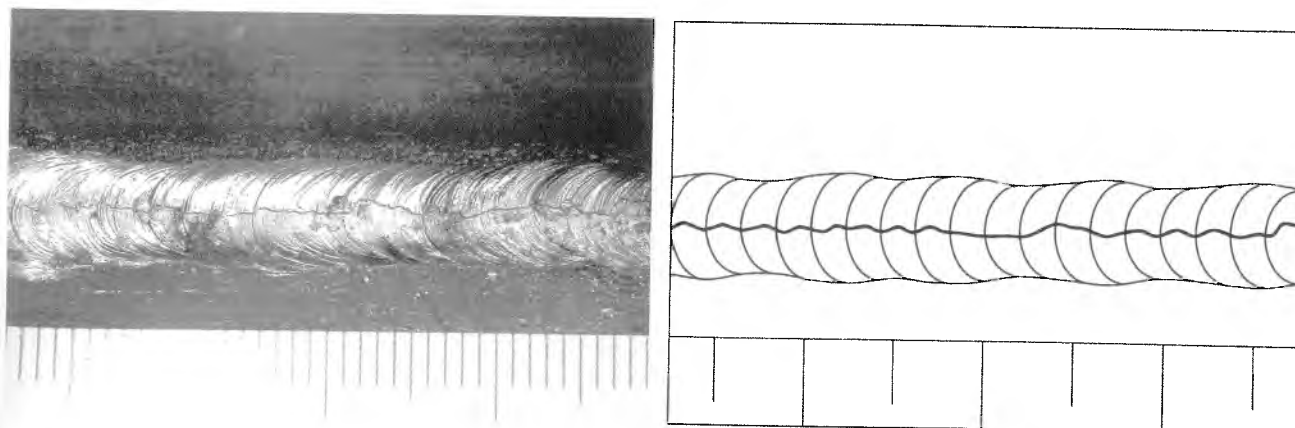


Рис. 3.52. Продольная трещина нахлесточного сварного соединения строительной конструкции

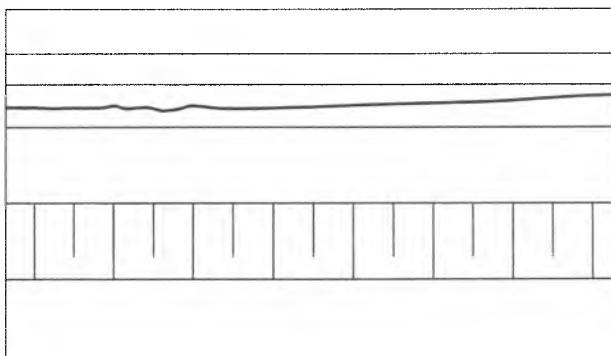
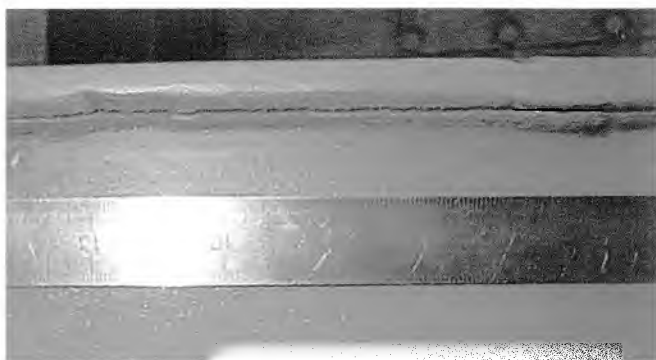


Рис. 3.53. Продольная трещина таврового сварного соединения коробчатой конструкции подъемного сооружения на фоне поверхности с лакокрасочным покрытием

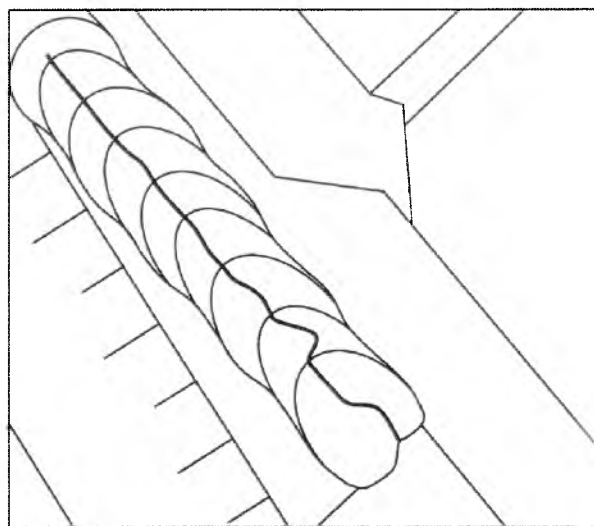
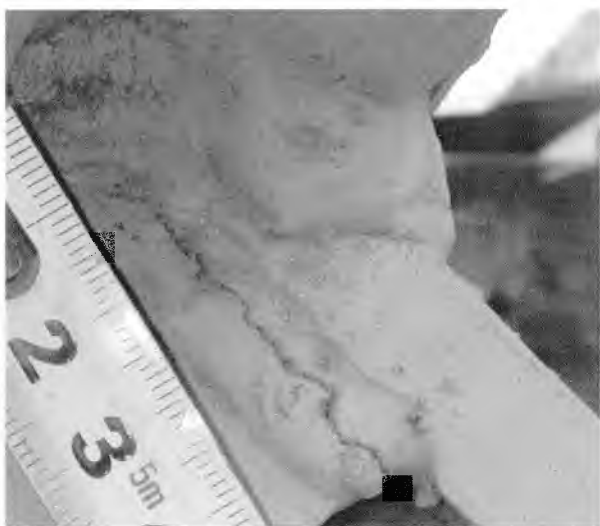


Рис. 3.54. Продольная трещина углового сварного соединения ребра жесткости подъемного сооружения на фоне поверхности с лакокрасочным покрытием и продуктами коррозии (ржавчиной)

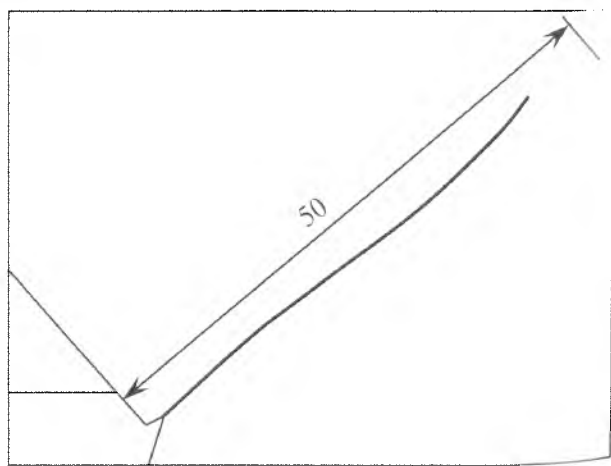
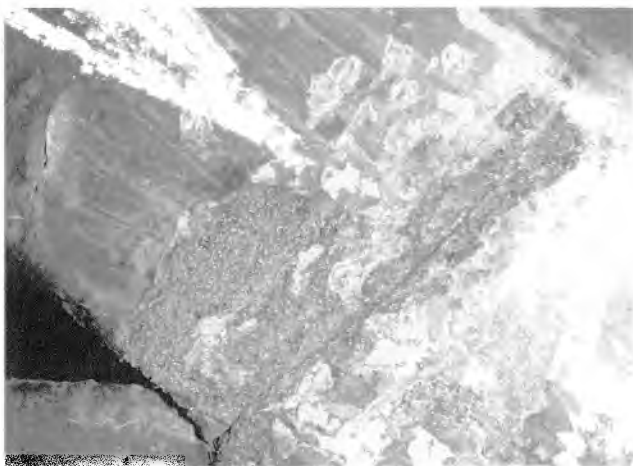
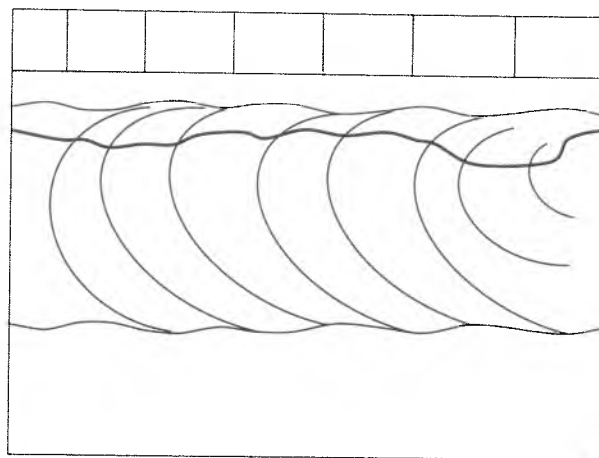
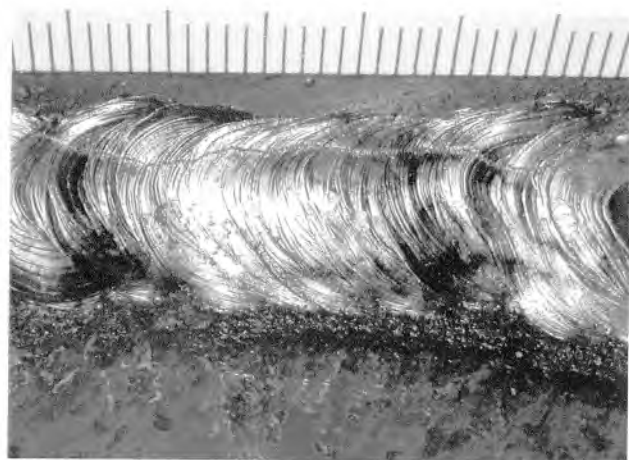
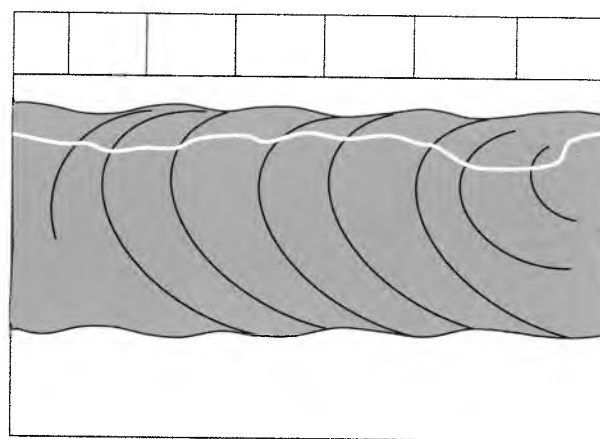


Рис. 3.55. Трещина в основном металле гнутого углового профиля конструкции подъемного сооружения, эксплуатируемого в коррозионно-активной среде. Трещина распространяется на всю ширину полки уголка и трудноразличима на фоне окрашенной поверхности, покрытой, кроме того, продуктами коррозии (ржавчиной)



а)



б)

Рис. 3.56. Светлое (а) и темное (б) поле, получаемые при различном соотношении яркости дефекта и поверхности, на которой он расположен. Одна и та же продольная трещина в сварном шве нахлесточного соединения в зависимости от условий освещения воспринимается либо темной на светлой поверхности (а), либо светлой на темной поверхности (б)

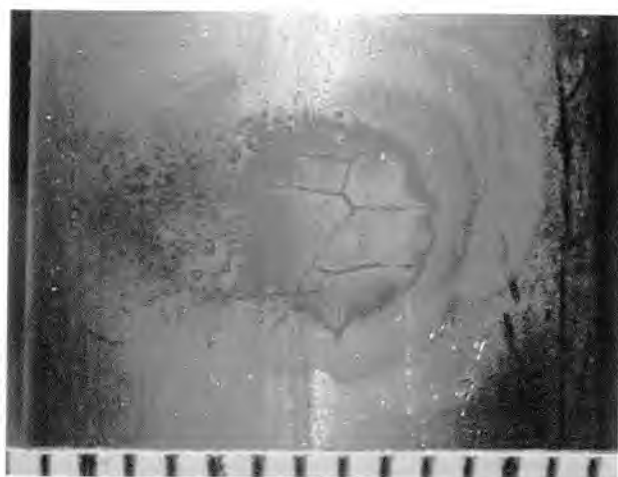


Рис. 3.57. Трещины термической усталости в основном металле трубопровода при различных условиях наблюдения: на светлом поле на фоне контрастирующего пылевого налета (слева) и на темном поле на фоне обеспыленной поверхности (справа)

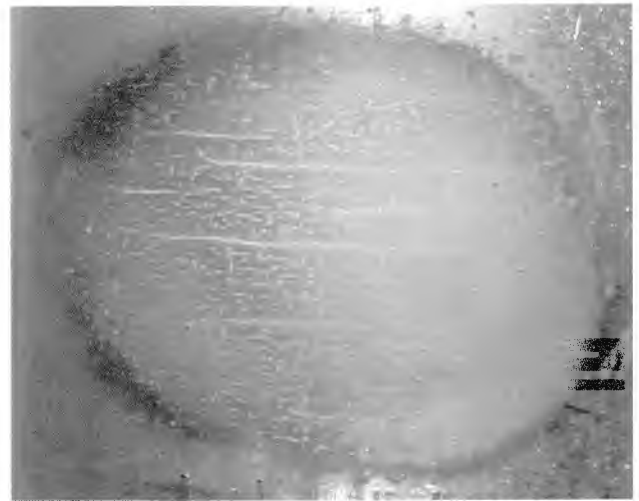
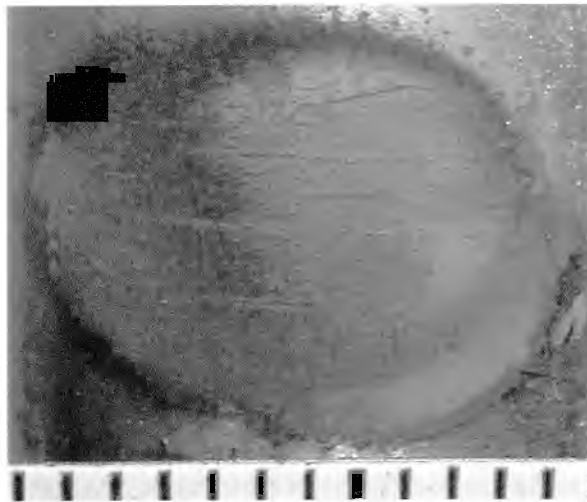


Рис. 3.58. Трещины термической усталости при условиях наблюдения, аналогичных случаю, показанному на предшествующем рисунке: на светлом поле пылевого налета (слева) и на темном поле обеспыленной поверхности (справа)

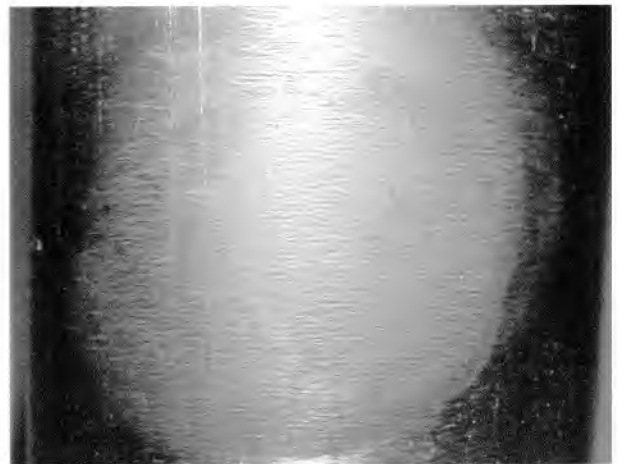


Рис. 3.59. Наличие контрастирующего пылевого налета на поверхности объекта контроля (слева) может обеспечить успех выявления дефектов при визуальном контроле. Удаление пылевого налета (справа) скрывает наличие трещин термической усталости на поверхности трубы диаметром 16 мм

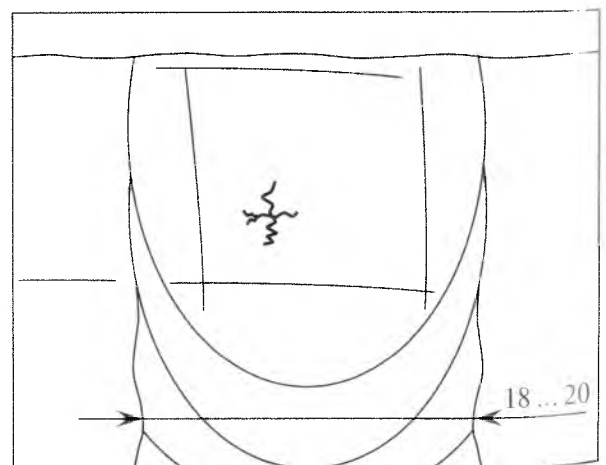


Рис. 3.60. Звездообразная трещина (радиальная трещина) – трещины разного направления, исходящие из одной точки, – в сварном соединении плакирующего слоя на внутренней поверхности обечайки сосуда. Ширина сварного шва 18...20 мм



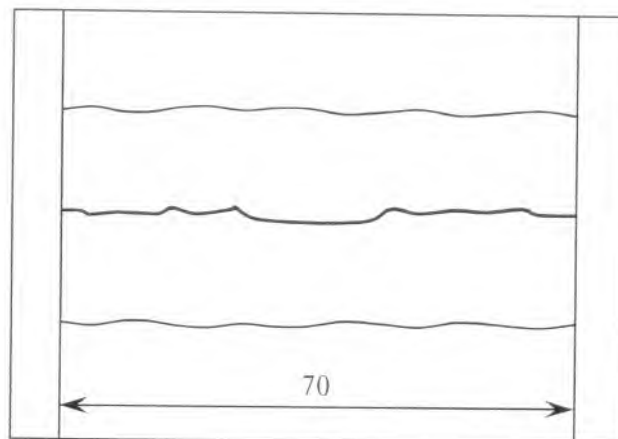
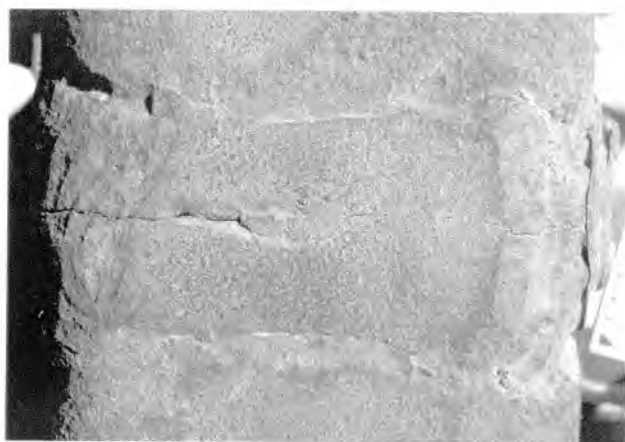


Рис. 3.61. Трещина в стыковом сварном соединении крановых рельсов КР70, эксплуатируемых на открытом воздухе, на поверхности катания, покрытой продуктами коррозии (ржавчиной). Трещина распространяется по всей ширине головки рельса с выходом на боковые поверхности. Ширина поверхности катания 70 мм

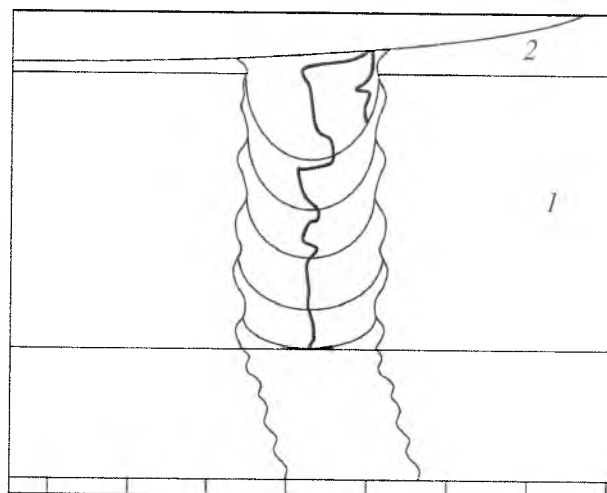
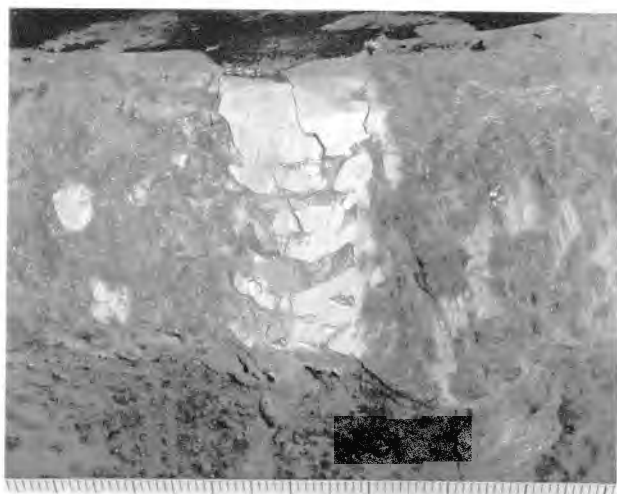


Рис. 3.62. Трещины в стыковом сварном соединении крановых рельсов КР80. Вид головки рельса сбоку. Трещины распространяются вдоль валика по всей боковой поверхности 1 головки с выходом на поверхность катания 2

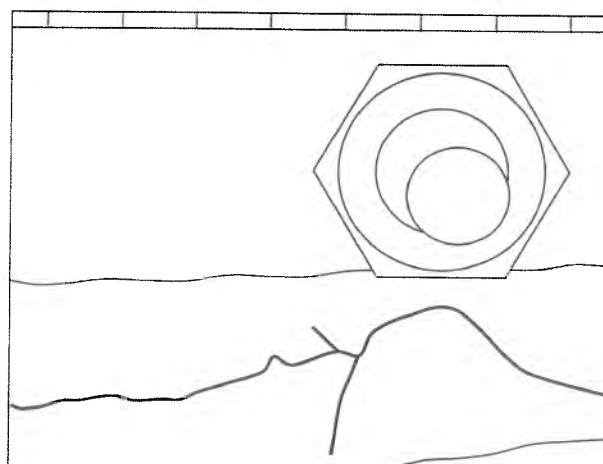


Рис. 3.63. Разветвленная трещина нахлесточного сварного соединения. Общий вид

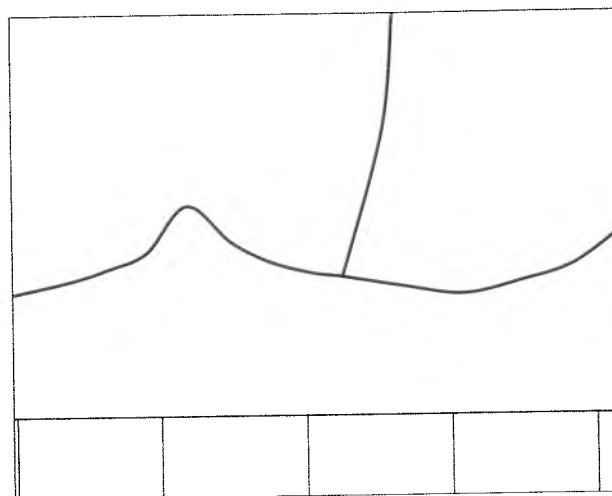
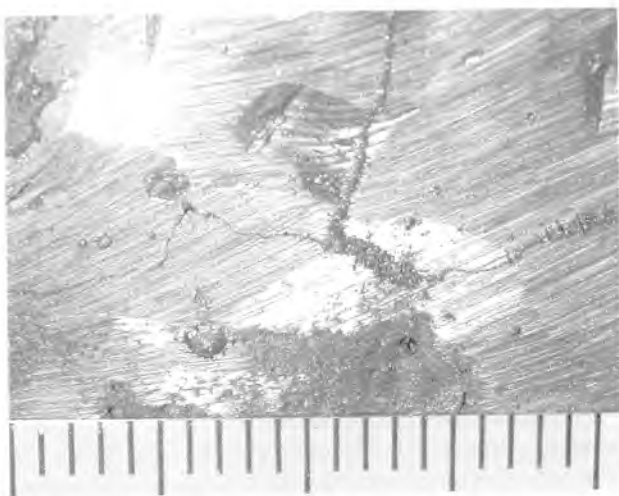
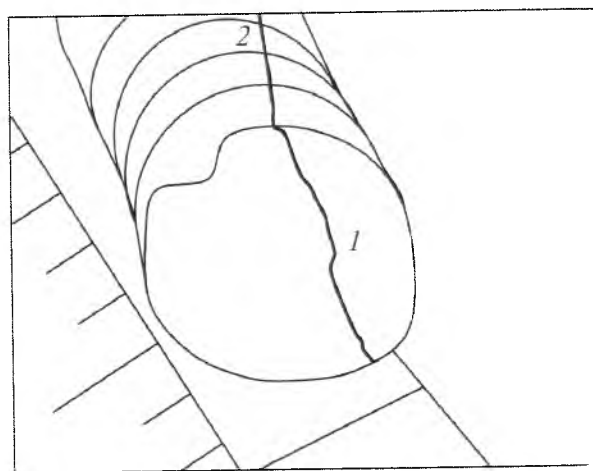
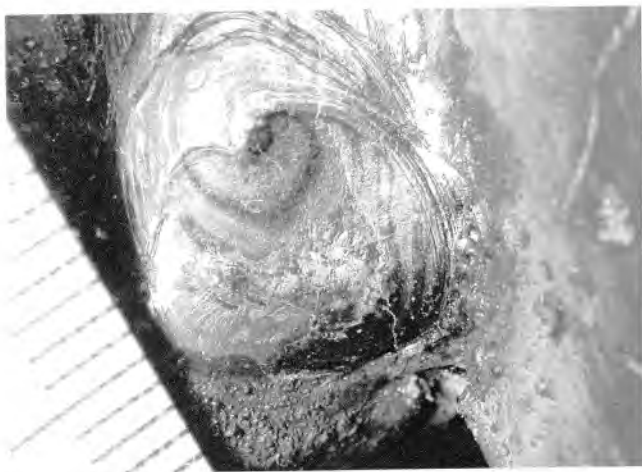
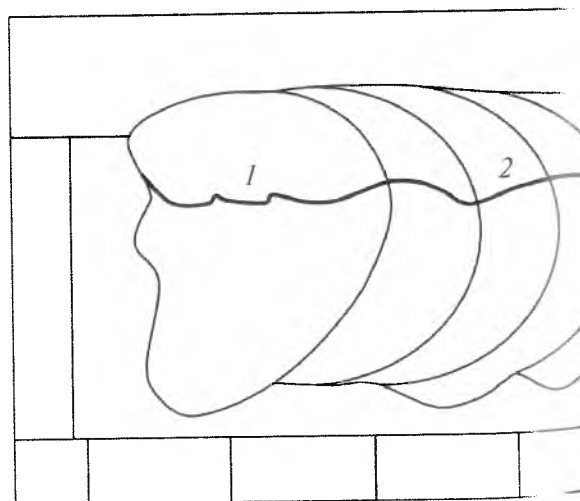
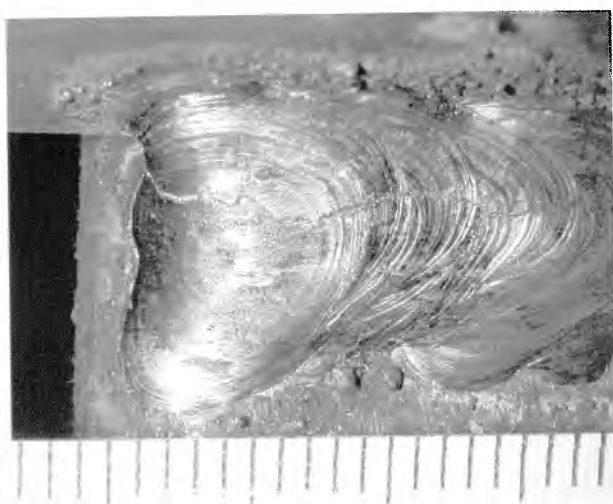


Рис. 3.64. Разветвленная трещина нахлесточного сварного соединения. Детальный вид



а)



б)

Рис. 3.65. Кратерная трещина (трещина в кратере) нахлесточных сварных соединений (а и б) строительной конструкции. Кратерная трещина 1 переходит в продольную трещину 2 сварного соединения

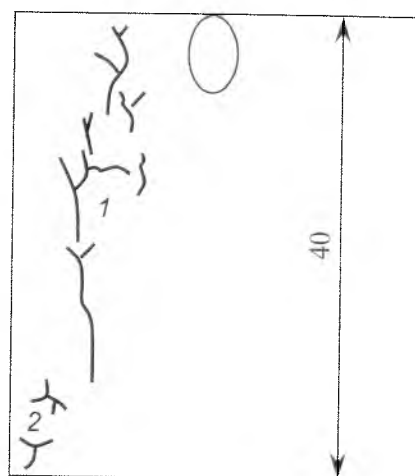
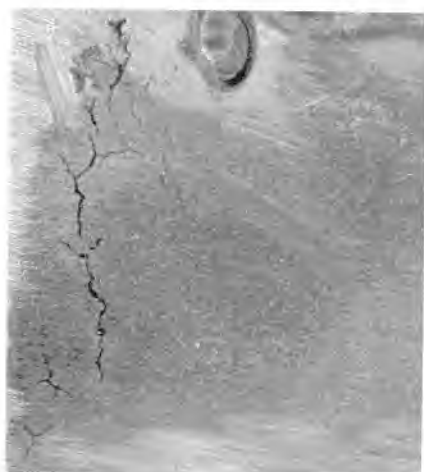


Рис. 3.66. Раздельные разветвленные 1 и звездообразные 2 трещины в основном металле плакирующего слоя обечайки сосуда. Высота изображения порядка 40 мм



Рис. 3.67. Разветвленные трещины 1 в зоне термического влияния; поперечные трещины 2 в зоне термического влияния и в основном металле у пересечения сварных швов плакирующего слоя обечайки сосуда. Высота и ширина изображения порядка 40 мм

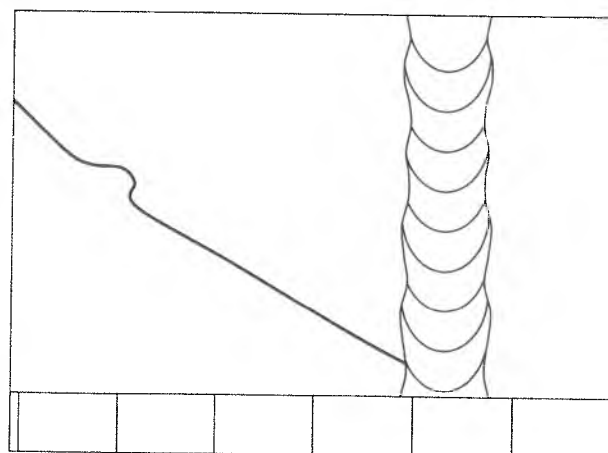
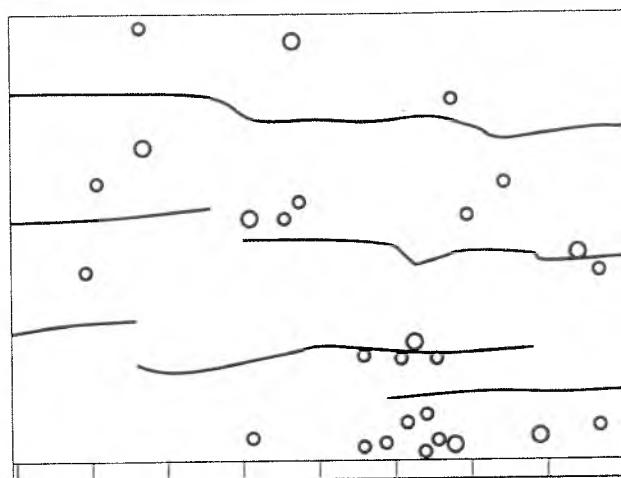
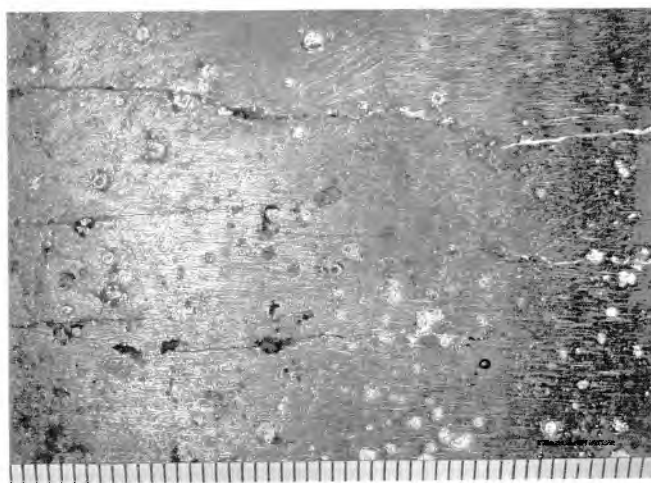
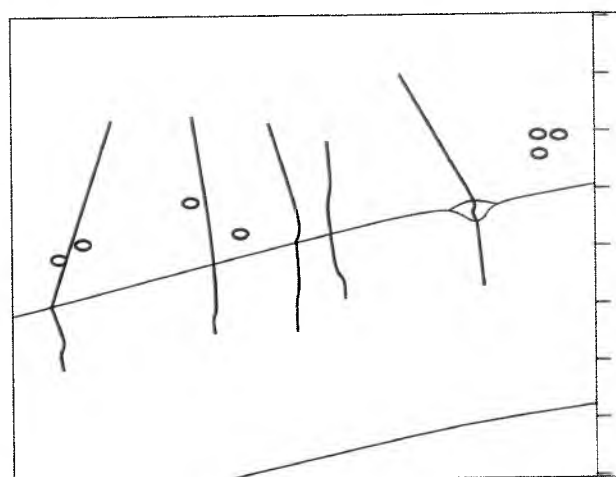
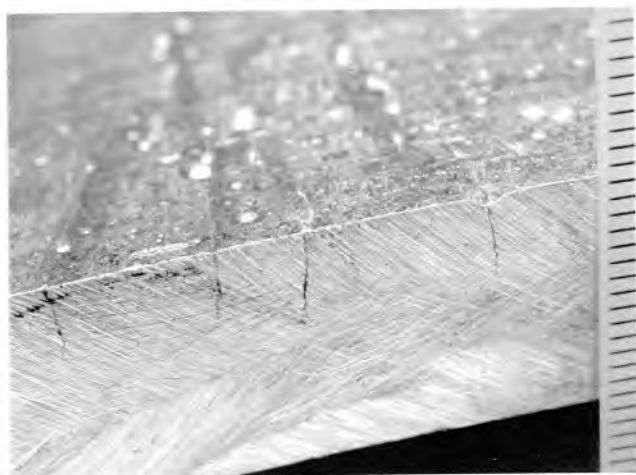


Рис. 3.68. Закат – прикатанный продольный выступ – в основном металле трубы, выходящий на кромку детали в стыковом сварном соединении трубопровода



а)

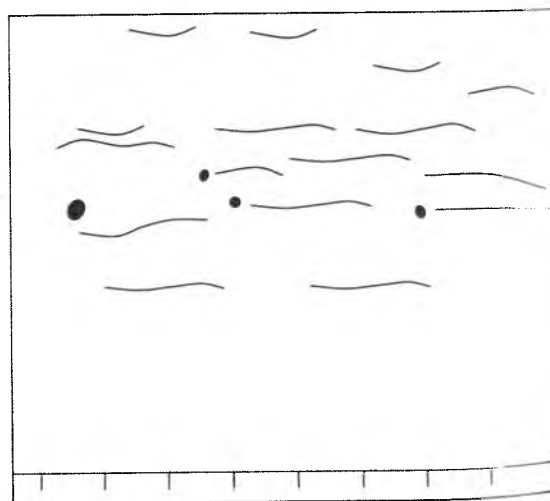
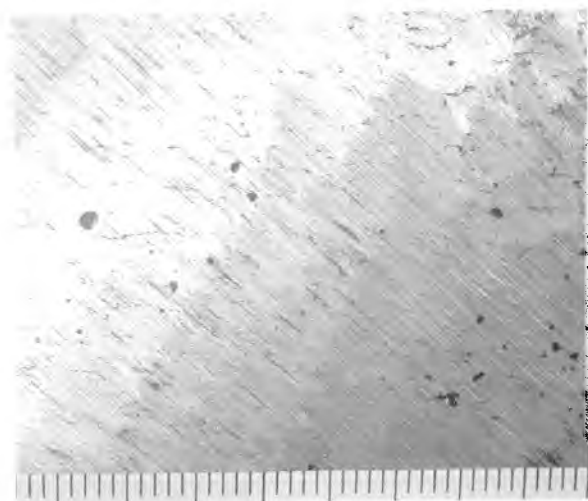


б)

**Рис. 3.69. Дефекты коррозионного растрескивания под напряжением стенки газопровода на фоне небольших коррозионных язв:**

*а* – трещины на наружной поверхности стенки;

*б* – распространение трещин в толщу стенки трубопровода (вид разреза)



**Рис. 3.70. Наружная поверхность стенки газопровода после обработки абразивным инструментом для удаления стресс-коррозионных трещин. Наблюдаются небольшие остаточные трещины с малым раскрытием**



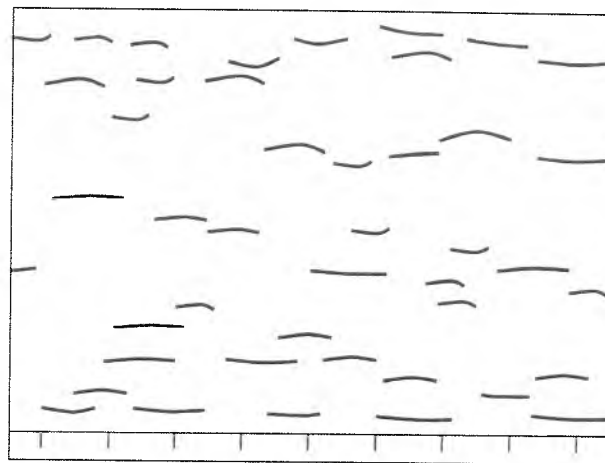
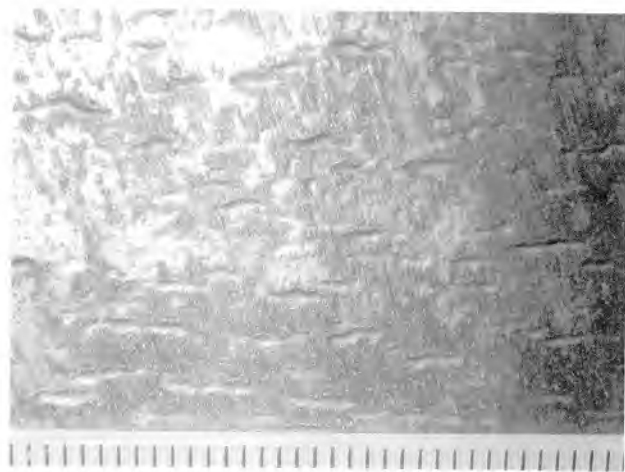
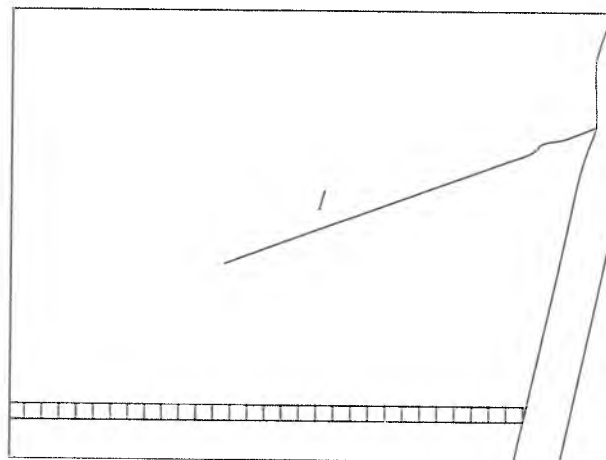
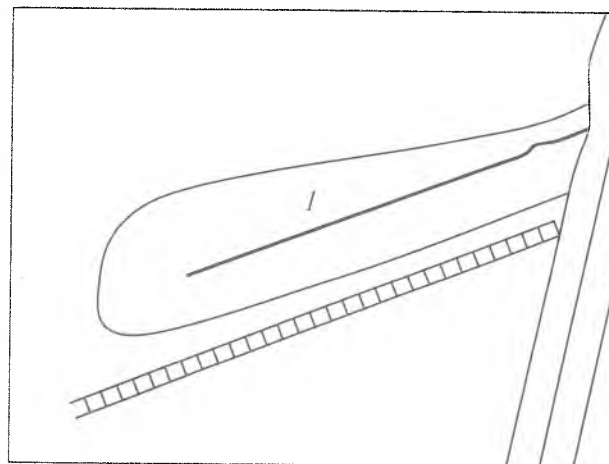


Рис. 3.71. Шлифованная поверхность стенки газопровода, показанная на рис. 3.70, после выдержки на открытом воздухе. На месте остаточных трещин наблюдаются коррозионные язвы

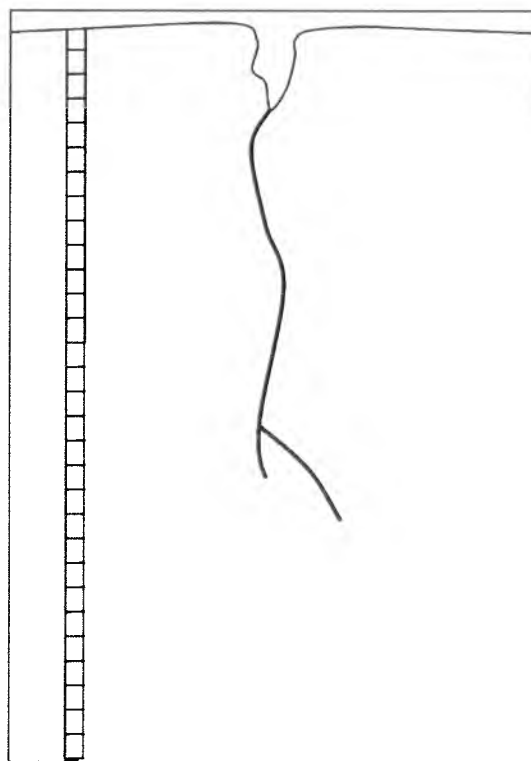


а)

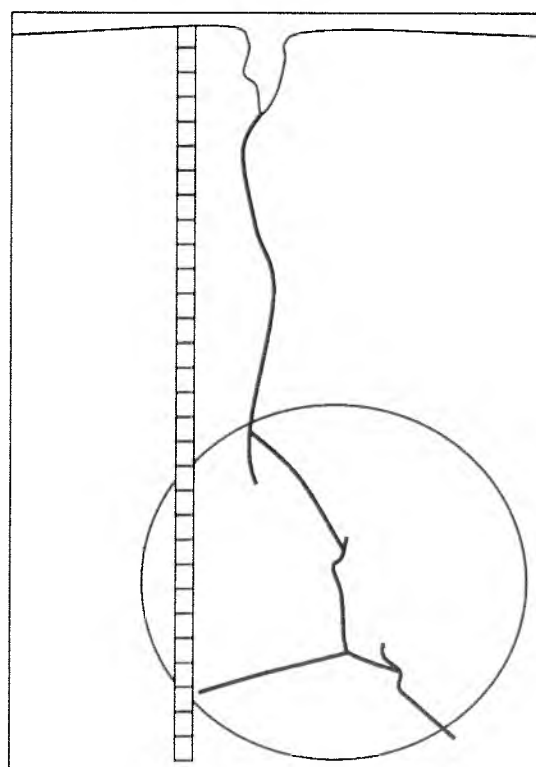


б)

Рис. 3.72. Трещина 1 в чугунной литой детали, выявленная при визуальном контроле (а) и визуализация местоположения трещины методом капиллярного контроля (б). Вид плиты балкона снизу

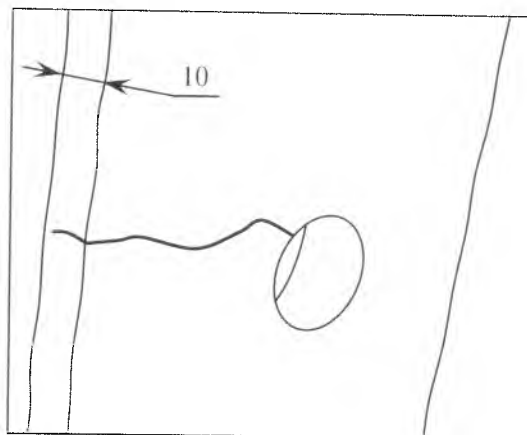


а)

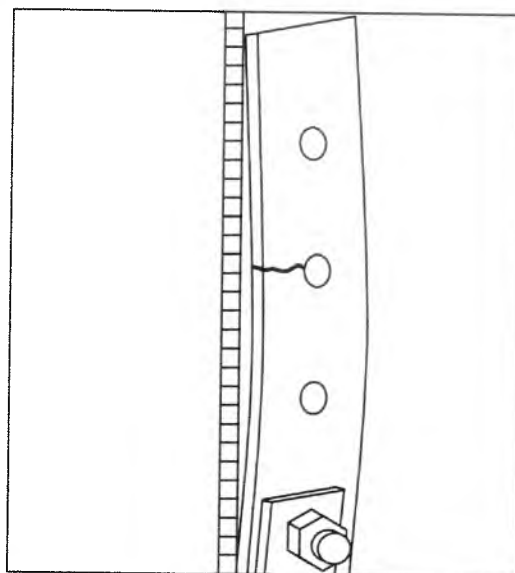
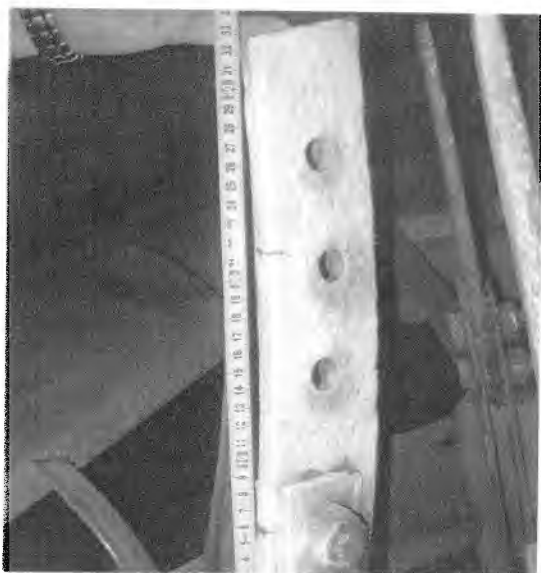


б)

Рис. 3.73. Разветвленная трещина в стенке чугуной литой детали, выявленная при визуальном контроле (а). Результаты определения конфигурации трещины методом капиллярного контроля (б)



a)



b)

Рис. 3.74. Трещина в стальной полосе, выявленная при визуальном контроле (a) и наблюдаемая при капиллярном контроле (б). Толщина детали 10 мм

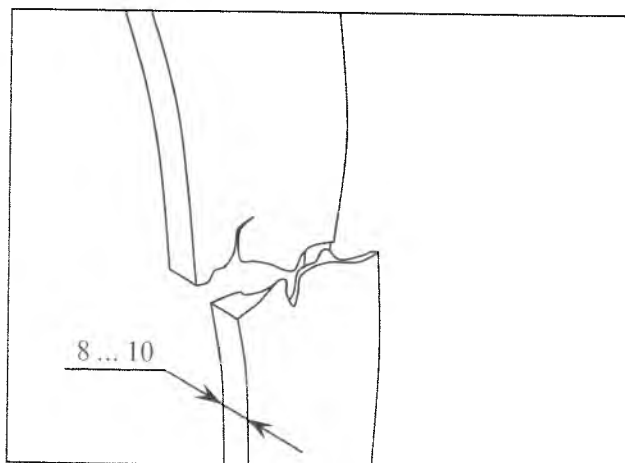


Рис. 3.75. Разрыв стальной полосы каркаса строительной конструкции под действием эксплуатационных нагрузок. Толщина полосы 8...10 мм, ширина – 100 мм

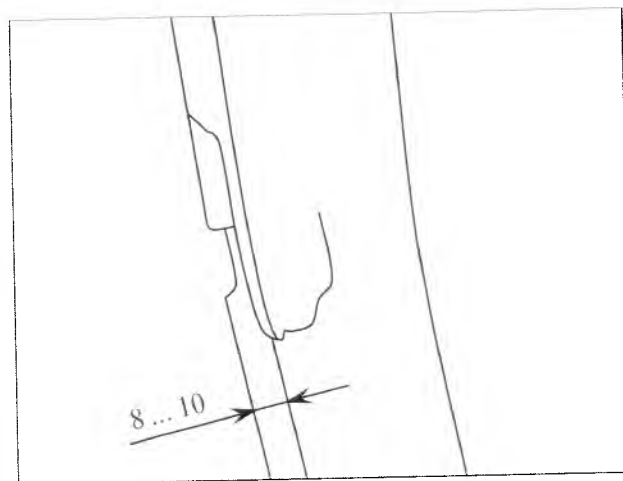
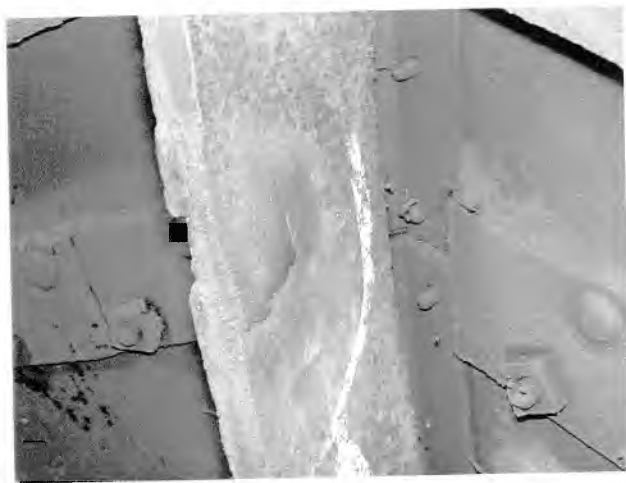


Рис. 3.76. Расслоение – дефект в виде трещин на кромках и торцах, образовавшихся при наличии в металле внутренних разрывов. Показано расслоение, выходящее на поверхность стальной полосы

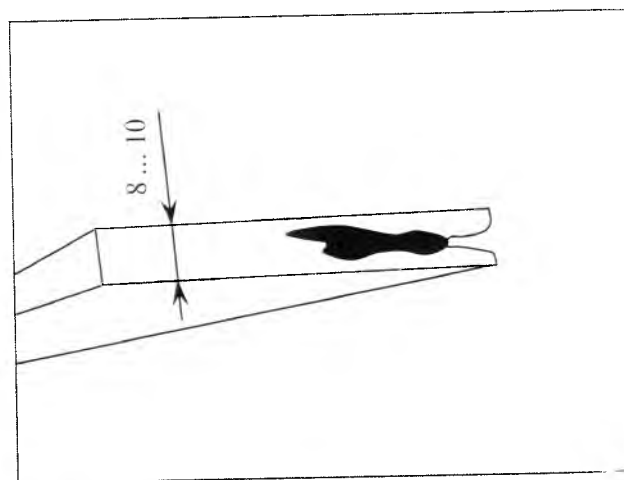
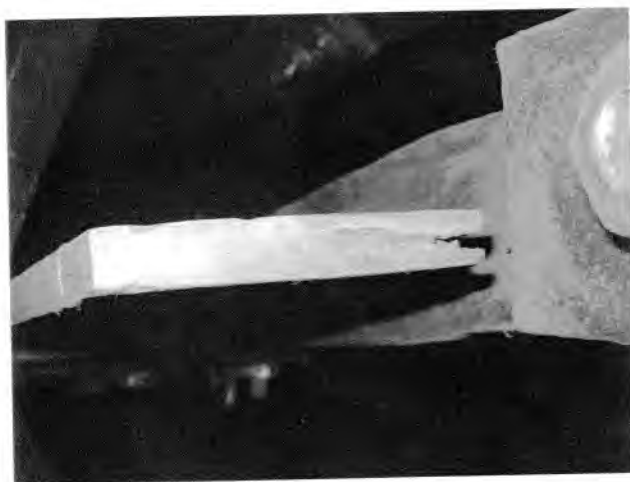


Рис. 3.77. Расслоение, выходящее на торец стальной полосы

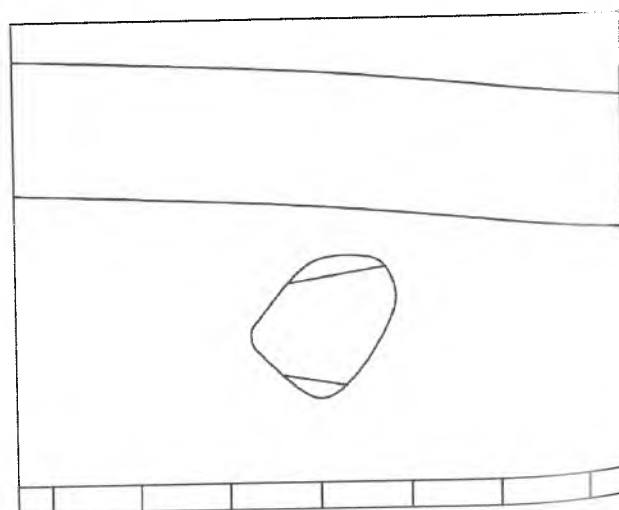
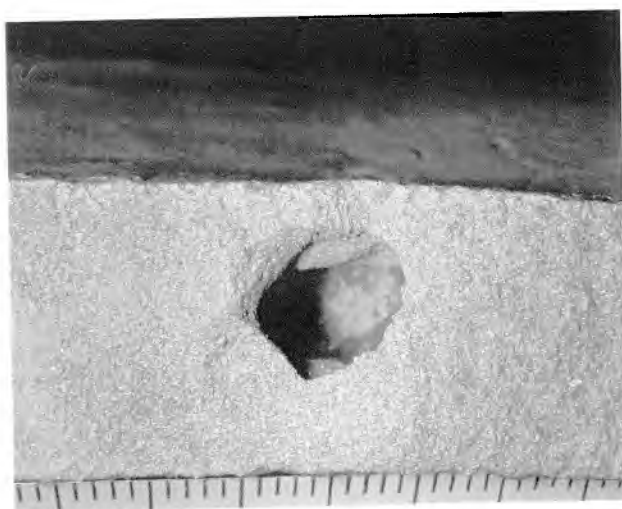


Рис. 3.78. Внутренняя газовая раковина в стенке чугунной литой детали. Дефект наблюдается после разрушения детали на изломе, образовавшемся при эксплуатации изделия



## СРЕДСТВО НОРМАТИВНЫХ И МЕТОДИЧЕСКИХ ДОКУМЕНТОВ, РЕГЛАМЕНТИРУЮЩИХ ВИЗУАЛЬНЫЙ И ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ КОНТРОЛЬ

**ВСН 006–89.** Строительство магистральных и промышленных трубопроводов. Сварка. М.: Миннефтегазстрой, 1989.

**ВСН 012–88.** Строительство магистральных и промышленных трубопроводов. Контроль качества и приемка работ. Ч. I. М.: Миннефтегазстрой, 1989.

**ГОСТ 2601–84.** Сварка металлов. Термины и определения основных понятий. М.: Изд-во стандартов, 1997. 55 с.

**ГОСТ 3242–79.** Соединения сварные. Методы контроля качества. М.: Изд-во стандартов, 2002. 9 с.

**ГОСТ 4121–96.** Рельсы крановые. Технические условия. М.: Изд-во стандартов, 2003. 9 с.

**ГОСТ 5264–80.** Ручная дуговая сварка. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры. М.: Стандартинформ, 2005. 33 с.

**ГОСТ 5272–68.** Коррозия металлов. Термины // Межгосударственные стандарты. Защита от коррозии. Ч. 4. Методы натурных испытаний. М.: Изд-во стандартов, 1999. С. 3–15.

**ГОСТ 7173–54.** Рельсы железнодорожные типа Р43 для путей промышленного транспорта. Конструкция и размеры. М.: Изд-во стандартов, 1991. 4 с.

**ГОСТ 8713–79.** Сварка под флюсом. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры. М.: Стандартинформ, 2007. 38 с.

**ГОСТ 10922–90.** Арматурные и закладные изделия сварные, соединения сварные арматуры и закладных изделий железобетонных конструкций. Общие технические условия. М.: Изд-во стандартов, 2003. 22 с.

**ГОСТ 11533–75.** Автоматическая и полуавтоматическая дуговая сварка под флюсом. Соединения сварные под острыми и тупыми углами. Основные типы, конструктивные элементы и размеры. М.: Изд-во стандартов, 1993. 37 с.

**ГОСТ 11534–75.** Ручная дуговая сварка. Соединения сварные под острыми и тупыми углами. Основные типы, конструктивные элементы и размеры. М.: Изд-во стандартов, 2002. 21 с.

**ГОСТ 14098–91.** Соединения сварные арматуры и закладных изделий железобетонных конструкций. Типы, конструкции и размеры. М.: Стандартинформ, 2007. 39 с.

**ГОСТ 14771–76.** Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры. М.: Стандартинформ, 2007. 37 с.

**ГОСТ 14776–79.** Дуговая сварка. Соединения сварные точечные. Основные типы, конструктив-

ные элементы и размеры. М.: Изд-во стандартов, 2003. 10 с.

**ГОСТ 14806–80.** Дуговая сварка алюминия и алюминиевых сплавов в инертных газах. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры. М.: Изд-во стандартов, 1991. 35 с.

**ГОСТ 15164–78.** Электрошлаковая сварка. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры. М.: Изд-во стандартов, 1992. 17 с.

**ГОСТ 15467–79.** Управление качеством продукции. Основные понятия. Термины и определения. М.: Изд-во стандартов, 1987. 28 с.

**ГОСТ 16037–80.** Соединения сварные стальных трубопроводов. Основные типы, конструктивные элементы и размеры. М.: Изд-во стандартов, 1983. 46 с.

**ГОСТ 16098–80.** Соединения сварные из двухслойной коррозионно-стойкой стали. Основные типы, конструктивные элементы и размеры. М.: Изд-во стандартов, 1992. 87 с.

**ГОСТ 16504–81.** Система государственных испытаний продукции. Испытания и контроль качества продукции. Основные термины и определения. М.: Изд-во стандартов, 2003. 22 с. (С изменениями на 2004 г.)

**ГОСТ 18353–79.** Контроль неразрушающий. Классификация видов и методов. М.: Изд-во стандартов, 1987. 17 с.

**ГОСТ 19200–80.** Отливки из чугуна и стали. Термины и определения дефектов. М.: Изд-во стандартов, 2004. 11 с.

**ГОСТ 19521–74.** Сварка металлов. Классификация. М.: Изд-во стандартов, 1987. 11 с.

**ГОСТ 20295–85.** Трубы стальные сварные для магистральных газонефтепроводов. Технические условия. М.: Изд-во стандартов, 2003. 9 с. (С изменениями на 2010 г.)

**ГОСТ 20911–89.** Техническая диагностика. Термины и определения. М.: Изд-во стандартов, 1990. 13 с.

**ГОСТ 21014–88.** Прокат черных металлов. Термины и определения дефектов поверхности. М.: Изд-во стандартов, 1989. 60 с.

**ГОСТ 23118–99.** Конструкции стальные строительные. Общие технические условия. М.: Госстрой России, ГУП ЦПП, 2001. 40 с.

**ГОСТ 23479–79.** Контроль неразрушающий. Методы оптического вида. Общие требования. М.: Изд-во стандартов, 1985. 10 с. (С изменениями № 1 от 01.01.1985 г., № 2 от 01.01.1990 г.)

**ГОСТ 23518–79.** Дуговая сварка в защитных газах. Соединения сварные под острыми и тупыми углами. Основные типы, конструктивные элементы и размеры. М.: Изд-во стандартов, 1983. 28 с.

**ГОСТ 27518–87.** Диагностирование изделий. Общие требования. М.: Изд-во стандартов, 1988. 6 с.

**ГОСТ 30242–97.** Дефекты соединений при сварке металлов плавлением. Классификация, обозначение и определения. М.: Изд-во стандартов, 2001. 11 с.

**ГОСТ Р 50599–93.** Сосуды и аппараты стальные сварные высокого давления. Контроль неразрушающий при изготовлении и эксплуатации. М.: Изд-во стандартов, 1994. 24 с.

**ГОСТ Р 51248–99.** Пути наземные рельсовые крановые. Общие технические требования. М.: Госстрой России, ГУП ЦПП, 1999. 18 с.

**ГОСТ Р 51685–2000.** Рельсы железнодорожные. Общие технические условия. М.: Стандартинформ, 2006. 26 с.

**ГОСТ Р 52079–2003.** Трубы стальные сварные для магистральных газопроводов, нефтепроводов и нефтепродуктопроводов. Технические условия. М.: Стандартинформ, 2005. 32 с. (С изменениями на 2008 г.)

**ГОСТ Р 52630–2006.** Сосуды и аппараты стальные сварные. Общие технические условия. М.: Стандартинформ, 2007. 81 с.

**ГОСТ Р 53696–2009.** Контроль неразрушающий. Методы оптические. Термины и определения. М.: Стандартинформ, 2010. 11 с.

**ГОСТ Р ИСО 857-1–2009.** Сварка и родственные процессы. Словарь. Часть 1. Процессы сварки металлов. Термины и определения. ISO 857-1:1998 Welding and allied processes. Vocabulary. P. 1: Metal welding processes (IDT). М.: Стандартинформ, 2010. 53 с.

**ГОСТ Р ИСО 6520-2–2009.** Сварка и родственные процессы. Классификация дефектов геометрии и сплошности в металлических материалах. Часть 2. Сварка давлением. ISO 6520-2:2001 Welding and allied processes. Classification of geometric imperfections in metallic materials. P. 2: Welding with pressure (IDT). М.: Стандартинформ, 2011. 19 с.

**ГОСТ Р ИСО 10042–2009.** Сварка. Сварные соединения из алюминия и его сплавов, полученные дуговой сваркой. Уровни качества. ISO 10042:2005 Welding and allied processes. Arc-welding joints of aluminium and its alloys. Quality levels for imperfections (IDT). М.: Стандартинформ, 2011. 23 с.

**ГОСТ Р ИСО 17659–2009.** Сварка. Термины многоязычные для сварных соединений. ISO 17659:2002 Welding Multilingual terms for welded joints with illustrations (IDT). М.: Стандартинформ, 2010. 39 с.

**И № 23 СД–80.** Инструкция по дефектоскопии гибов трубопроводов из перлитной стали. М.: Служба передового опыта и информации Союзтехэнерго, 1981. 40 с. (Приложение: Извещение об изменении и дополнении «Инструкции по дефектоскопии гибов трубопроводов из перлитной стали (И № 23 СД-80)». М.: СПО Союзтехэнерго, 1987. 9 с.)

**НП-043-03.** Требования к устройству и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов для объектов использования атомной энергии. Сер. 10. Вып. 42. М: НТЦ по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России, 2004. 228 с.

**НП-044-03.** Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением, для объектов использования атомной энергии. Сер. 10. Вып. 43. М: НТЦ по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России, 2004. 136 с.

**НП-045-03.** Правила устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды для объектов использования атомной энергии. М: НТЦ по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России, 2004. 120 с.

**НП-046-03.** Правила устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов для объектов использования атомной энергии (НП-046-03). Сер. 10. Вып. 45. М: ФГУП «НТЦ по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России», 2004. 172 с.

**НТД/ЦП-1–93.** Классификация дефектов рельсов. **НТД/ЦП-2–93.** Каталог дефектов рельсов.

**НТД/ЦП-3–93.** Признаки дефектных и остродефектных рельсов / МПС РФ. М.: Транспорт, 1993. 63 с. (Нормативно-техническая документация).

**ОСТ 92-1114–80.** Соединения сварные. Общие технические требования. Отраслевой стандарт. М, 1980. 98 с.

**П-01-01–2011.** Перечень нормативных правовых актов и нормативных документов, относящихся к сфере деятельности Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору. Разд. I. Технологический, строительный, энергетический надзор (по состоянию на 1 июля 2011 г.). М: НТЦ исследований проблем промышленной безопасности, 2011. 238 с.

**ПБ-03-440–02.** Правила аттестации персонала в области неразрушающего контроля. М.: НПО ОБТ, 2002. 25 с.

**ПБ 03-576–03.** Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением. Сер. 03. Вып. 24. М.: НТЦ по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России, 2003. 192 с.

**ПБ 03-581–03.** Правила устройства и безопасной эксплуатации стационарных компрессорных

установок, воздухопроводов и газопроводов. Сер. 03. Вып. 27. М.: НТЦ по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России, 2004. 24 с.

**ПБ 03-584-03.** Правила проектирования, изготовления и приемки сосудов и аппаратов стальных сварных. Сер. 03. Вып. 2. М.: НТЦ по безопасности в промышленности, 2006. 104 с.

**ПБ 03-585-03.** Правила устройства и безопасной эксплуатации технологических трубопроводов. СПб.: ЦОТБСП, 2003. 144 с.

**ПБ 03-605-03.** Правила устройства вертикальных цилиндрических стальных резервуаров для нефти и нефтепродуктов. Сер. 03. Вып. 3. М.: ГУП «НТЦ по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России», 2003. 176 с.

**ПБ 10-157-97.** Правила устройства и безопасной эксплуатации кранов-трубоукладчиков, с изменением № 1 [РДИ 10-371(157)-00] // Промышленная безопасность при эксплуатации кранов-трубоукладчиков: сб. док. Сер. 10. Вып. 20. М.: НТЦ по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России, 2003. С. 6-113.

**ПБ 10-257-98.** Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов-манипуляторов // Промышленная безопасность при эксплуатации кранов-манипуляторов: сб. док. Сер. 10. Вып. 22. М.: НТЦ по безопасности в промышленности, 2006. С. 6-177.

**ПБ 10-382-00.** Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов. М.: НПО ОБТ, 2001. 266 с.

**ПБ 10-518-02.** Правила устройства и безопасной эксплуатации строительных подъемников. Сер. 10. Вып. 23. М.: НТЦ по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России, 2003. 104 с.

**ПБ 10-573-03.** Правила устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды. Сер. 10. Вып. 28. М.: НТЦ по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России, 2003. 128 с.

**ПБ 10-574-03.** Правила устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных. Сер. 10. Вып. 24. М.: НТЦ по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России, 2003. 216 с.

**ПБ 10-611-03.** Правил устройства и безопасной эксплуатации подъемников (вышек). Сер. 10. Вып. 25. М.: НТЦ по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России, 2003. 92 с.

**ПБ 10-77-94.** Правила устройства и безопасной эксплуатации эскалаторов. Сер. 10. Вып. 41. М.: НТЦ по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России, 2004. 100 с.

**ПНАЭ Г-7-008-89.** Правила устройства и безопасной эксплуатации оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок. М.: Госатомнадзор России, 2003. 100 с.

**ПНАЭ Г-7-009-89.** Оборудование и трубопроводы атомных энергетических установок. Сварка и наплавка. Основные положения. М.: Госатомнадзор России, 2003. 91 с.

**ПНАЭ Г-7-010-89.** Оборудование и трубопроводы атомных энергетических установок. Сварные соединения и наплавки. Правила контроля. М.: Госатомэнергонадзор России, 2000. 84 с.

**ПНАЭ Г-7-016-89.** Унифицированные методики контроля основных материалов (полуфабрикатов), сварных соединений и наплавки оборудования и трубопроводов АЭУ. Визуальный и измерительный контроль. М.: ЦНИИатоминформ, 1990. 8 с.

**ПНАЭ Г-7-023-90.** Оборудование и трубопроводы атомных энергетических установок. Сварные соединения алюминиевых сплавов. Правила контроля. М.: Госпроатомнадзор СССР, 1991. 18 с.

**ПНАЭ Г-7-025-90.** Стальные отливки для атомных энергетических установок. Правила контроля. М.: Госпроатомнадзор СССР, 1991. 47 с.

**Правила устройства и безопасной эксплуатации паровых котлов с давлением пара не более 0,07 МПа (0,7 кгс/см<sup>2</sup>), водогрейных котлов и водонагревателей с температурой нагрева воды не выше 388 К (115 °С). С изменениями № 1 - 3.** СПб.: ЦОТБСП, 2004. 60 с.

**РД 03-606-03.** Инструкция по визуальному и измерительному контролю (РД 03-606-03). Сер. 03. Вып. 39. М.: НТЦ исследований проблем промышленной безопасности, 2012. 104 с.

**РД 10-112-96.** Методические указания по обследованию грузоподъемных машин с истекшим сроком службы. Ч. 1. Общие положения // Справ. по техн. обслуживанию, ремонту и диагностированию грузоподъемных кранов: в 2 т. Т. 2. М.: ПИО ОБТ, 1996. С. 358-391.

**РД 10-112-1-04.** Рекомендации по экспертному обследованию грузоподъемных машин. Общие положения // Рекомендации по экспертному обследованию грузоподъемных кранов мостового типа. Сер. 10. Вып. 68. М.: НТЦ по безопасности в промышленности, 2006. С. 62-135.

**РД 10-112-2-09.** Методические рекомендации по экспертному обследованию грузоподъемных машин. Ч. 2. Краны стреловые общего назначения и краны-манипуляторы грузоподъемные. М.: НИИ-краностроения, 2009.

**РД 10-112-3-97.** Руководящий нормативный документ. Методические указания по обследова-

нию грузоподъемных машин с истекшим сроком службы. Ч. 3. Башенные, стреловые самоходные и мачтовые краны, краны-лесопогрузчики. М.: СКТБ БК, 1997. 76 с.

**РД 10-112-5-97.** Методические указания по обследованию грузоподъемных машин с истекшим сроком службы. Ч. 5. Краны мостовые и козловые. М.: АООТ «ВНИИПТМАШ», 1997. 53 с.

**РД 10-112-97.** Методические указания по проведению обследования технического состояния подъемников (вышек) с истекшим сроком службы с целью определения возможности их дальнейшей эксплуатации. Ч. 9. Подъемники и автовышки. М.: ВКТИМонтажстроймеханизация, 1997. 73 с.

**РД 10-117-95.** Требования к устройству и безопасной эксплуатации рельсовых путей козловых кранов. М.: НПО ОБТ, 1996. 116 с.

**РД 10-138-97.** Комплексное обследование крановых путей грузоподъемных машин, с изменением № 1 [РДИ 10-349(138)-00] // Рекомендации по экспертному обследованию башенных, стреловых самоходных и мачтовых кранов, кранов-лесопогрузчиков. Сер. 10. Вып. 70. М.: НТЦ по безопасности в промышленности, 2006. С. 130-159.

**РД 10-197-98.** Инструкция по оценке технического состояния болтовых и заклепочных соединений грузоподъемных кранов // Промышленная безопасность при эксплуатации грузоподъемных машин: сб. док. Сер. 10. Вып. 16. М.: НТЦ по безопасности в промышленности, 2007. С. 202-235.

**РД 10-72-94.** Лифты пассажирские, больничные, грузовые и грузовые малые. Методические указания по проведению обследования технического состояния лифтов, отработавших нормативный срок службы. М.: ЦПКБ по лифтам; ИКЦ «Инжтехлифт»; ИЦ «НЕТЭЭЛ», 1994.

**РД 14-001-99.** Методические указания по техническому диагностированию и продлению срока службы стальных баллонов, работающих под давлением. Екатеринбург: УралНИТИ, 1999. 44 с.

**РД 153-34.1-003-01.** Сварка, термообработка и контроль трубных систем котлов и трубопроводов при монтаже и ремонте энергетического оборудования (РТМ-1с). М.: ПИО ОБТ, 2001. 399 с.

**РД 19.100.00-КТН-001-10.** Неразрушающий контроль сварных соединений при строительстве и ремонте магистральных нефтепроводов. М.: АК Транснефть, 2009.

**РД 23.040.00-КТН-090-07.** Классификация дефектов и методы ремонта дефектов и дефектных секций действующих магистральных нефтепроводов. М.: АК Транснефть, 2007.

**РД 24.090.97-98.** Оборудование подъемно-транспортное. Требования к изготовлению, ремонту

и реконструкции металлоконструкций грузоподъемных кранов. М.: ВНИИПТМАШ, 1998. 35 с.

**РД 25.160.00-КТН-011-10.** Сварка при строительстве и ремонте магистральных нефтепроводов. М.: АК Транснефть, 2009.

**РД 34.15.132-96.** Сварка и контроль качества сварных соединений металлоконструкций зданий при сооружении промышленных объектов. СПб.: ЦОТПБСП, 2000. 120 с.

**РД 34.21.526-95.** Типовая инструкция по эксплуатации металлических резервуаров для хранения жидкого топлива и горячей воды. Строительные конструкции. М.: Служба передового опыта ОРГРЭС, 1995. 68 с.

**РД 34.40.601-97.** Методические указания по обследованию баков-аккумуляторов горячей воды. М.: Служба передового опыта ОРГРЭС, 1998. 64 с.

**РД 38.13.004-86.** Эксплуатация и ремонт технологических трубопроводов под давлением до 10,0 МПа (100 кгс/см<sup>2</sup>). М.: Химия, 1988.

**СНиП 2.05.06-85\*.** Магистральные трубопроводы.

**СНиП 3.03.01-87.** Несущие и ограждающие конструкции.

**СНиП 3.05.01-85.** Внутренние санитарно-технические системы.

**СНиП 3.05.03-85.** Тепловые сети.

**СНиП 3.05.04-85\*.** Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации.

**СНиП 3.05.05-84.** Технологическое оборудование и технологические трубопроводы.

**СНиП III-42-80\*.** Магистральные трубопроводы.

**СО 153-34.17.439-2003.** Инструкция по продлению срока службы сосудов, работающих под давлением. Сер. 17. Вып. 33. М.: НТЦ по безопасности в промышленности, 2007. 76 с.

**СО 153-34.17.469-2003.** Инструкция по продлению срока безопасной эксплуатации паровых котлов с рабочим давлением до 4,0 МПа включительно и водогрейных котлов с температурой воды выше 115 °С. СПб.: ЦОТПБСППО, 2005. 100 с.

**СП 12-103-2002.** Пути наземные рельсовые крановые. Проектирование, устройство и эксплуатация. М.: Госстрой России, 2003. 67 с.

**СП 53-101-98.** Система нормативных документов в строительстве. Свод правил по проектированию и строительству. Изготовление и контроль качества стальных строительных конструкций. М.: Госстрой России, 1999. 29 с.

**СТО Газпром 2-2.1-249-2008.** Магистральные газопроводы. М.: ИРЦ Газпром, 2008. 156 с.



**СТО Газпром 2-2.2-115–2007.** Инструкция по сварке магистральных газопроводов с рабочим давлением до 9,8 МПа включительно. М.: ИРЦ Газпром, 2007.

**СТО Газпром 2-2.3-116–2007.** Инструкция по технологии производства работ на газопроводах врезкой под давлением. М.: ИРЦ Газпром, 2007.

**СТО Газпром 2-2.2-136–2007.** Инструкция по технологиям сварки при строительстве и ремонте промышленных и магистральных газопроводов. Ч. I. М.: ИРЦ Газпром, 2007.

**СТО Газпром 2-2.3-137–2007.** Инструкция по технологиям сварки при строительстве и ремонте промышленных и магистральных газопроводов. Ч. II. М.: ИРЦ Газпром, 2007.

**СТО Газпром 2-2.3-251–2008.** Сборка, сварка, термическая обработка и контроль качества при ремонте и модернизации корпусного технологического оборудования ОАО «Газпром». М.: ИРЦ Газпром, 2009.

**СТО Газпром 2-2.3-325–2009.** Неразрушающий контроль тройников и тройниковых соединений технологических трубопроводов компрессорных станций. Нормы оценки и методы проведения работ. М.: Газпром экспо, 2009. 67 с.

**СТО Газпром 2-2.3-407–2009.** Инструкция по отбраковке и ремонту технологических трубопроводов газа компрессорных станций. М.: Газпром экспо, 2010. 35 с.

**СТО Газпром 2-2.4-083–2006.** Инструкция по

неразрушающим методам контроля качества сварных соединений при строительстве и ремонте промышленных и магистральных газопроводов. М.: ИРЦ Газпром, 2007. 108 с.

**EN 970:1997** Non-destructive examination of fusion welds. Visual examination.

**EN 12062:1997** Non-destructive examination of welds. General rules for metallic materials.

**EN 13018:2001** Non-destructive testing. Visual testing. General principles.

**ISO 857-1:1998** Welding and allied processes. Vocabulary. Part 1: Metal welding processes.

**ISO 5817:1992 (EN 25817:1992)** Arc-welded joints in steel. Guidance on quality levels for imperfections.

**ISO 6520:1982** Classification of imperfections in metallic fusion welds, with explanations.

**ISO 6520-1:1998** Welding and allied processes. Classification of geometric imperfections in metallic materials. Part 1: Fusion welding.

**ISO 6520-1:2007** Welding and allied processes. Classification of geometric imperfections in metallic materials. Part 1: Fusion welding.

**ISO 6520-2:2001** Welding and allied processes. Classification of geometric imperfections in metallic materials. Part 2: Welding with pressure.

**ISO 10042:2005** Welding and allied processes. Arc-welding joints of aluminium and its alloys. Quality levels for imperfections.

**ISO 17659:2002** Welding. Multilingual terms for welded joints with illustrations.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ежов А.А., Герасимова Л.П. Дефекты в металлах: справ.-атлас. М.: Русский университет, 2002. 360 с.
2. Грунин И.Ю., Бутько В.Б., Липин Д.А. и др. Применение ВИК, органолептических и лабораторных методов исследований при проведении экспресс-диагностики объектов в полевых условиях: учеб.-практ. пособие / под ред. Т.Е. Троцкого-Маркова. М., 2011. 320 с.
3. Грунин И.Ю., Бутько В.Б. Научно-методические принципы визуально-измерительного контроля в строительной экспертизе: метод. пособие / под ред. Т.Е. Троцкого-Маркова. М.: ВЕМО, 2009. 166 с.
4. Коншина В.Н., Максименко М.А. Физические методы контроля. Ч. 2. Оптический, тепловой и радиоволновой контроль: учеб. пособие. СПб.: Петербургский гос. ун-т путей сообщения, 2010. 83 с.
5. Неразрушающий контроль: справ. в 8 т. / под общ. ред. В.В. Ключева. Т. 1. М.: Машиностроение, 2008. 560 с.
6. Неразрушающий контроль: справ. в 8 т. / под общ. ред. В.В. Ключева. Т. 6. М.: Машиностроение, 2006. 848 с.
7. Неразрушающий контроль и диагностика: справ. / В.В. Ключев, Ф.Р. Соснин, А.В. Ковалев и др.; под ред. В.В. Ключева. М.: Машиностроение, 2003. 656 с.
8. Розина М.В., Яблоник Л.М., Васильев В.Д. Неразрушающий контроль в судостроении: справ. дефектоскописта. Л.: Судостроение, 1983. 152 с.
9. Туробов Б.В. Визуальный и измерительный контроль: учеб. пособие / под общ. ред. В.В. Ключева. М.: ИД «Спектр», 2011. 224 с.
10. Чернышов Е.А., Евсигнеев А.И., Евланов А.А. Литейные дефекты. Причины образования. Способы предупреждения и исправления: учеб. пособие. М.: Машиностроение, 2008. 282 с.
11. Потапов А.И. Оптический контроль: учеб. пособие / под общ. ред. В.В. Ключева. М.: ИД «Спектр», 2011. 208 с.
12. Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор) Российской Федерации: [официальный сайт]. <http://www.gosnadzor.ru/>.
13. Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт) Министерства промышленности и торговли Российской Федерации: [официальный сайт]. <http://www.gost.ru/wps/portal/>.
14. Государственные и международные стандарты в области неразрушающего контроля. Ч. 4. Стандарты ИСО и европейские стандарты на виды и методы неразрушающего контроля, квалификацию и сертификацию персонала, требования к средствам контроля: сб. док. Сер. 28. Вып. 6. М: НТЦ исследований проблем промышленной безопасности, 2012. 206 с.
15. Полупан А.В. Диагностирование технических объектов. М.: Машиностроение-1, 2006. 294 с.
16. Судаков А.В., Слобцов С.В., Полупан А.В. Исследование динамики развития трещин термической усталости // Контроль. Диагностика. 2008. № 6. С. 6–16.
17. Черненко Я.Д., Полупан А.В., Бубнов В.И. и др. Неразрушающий контроль при сохранении культурного наследия // Материалы семинара «Проблемы реставрации и обеспечения сохранности памятников культуры и истории». 2009, 2010 / под ред. О.Н. Крылова. СПб.: Изд-во журнала «Реликвия», 2011. С. 49–55.
18. Черненко Я.Д., Полупан А.В., Бубнов В.И. и др. Системный подход к обследованию и сохранению памятников архитектуры и городской скульптуры // Реликвия (Реставрация. Консервация. Музей). 2008–2009. № 9. С. 26–29.

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАНИЕ

Андрей Владимирович Полунан

# ВИЗУАЛЬНЫЙ И ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ КОНТРОЛЬ В ДОКУМЕНТАХ И ФОТОГРАФИЯХ

Художественное оформление *П.Е. Клейзер*  
Компьютерное макетирование *Н.И. Смольянина*

Сдано в набор 01.03.2013 г.

Подписано в печать 18.03.2013 г. Формат 60 × 88 1/8.

Бумага офсетная. Гарнитура Times New Roman. Печать цифровая.

Усл. печ. л. 13,5. Уч.-изд. л. 13,1.

Доп. тираж 80 экз. Заказ

ООО «Издательский дом «Спектр»,  
119048, Москва, ул. Усачева, д. 35, стр. 1  
[Http://www.idspektr.ru](http://www.idspektr.ru). E-mail: [info@idspektr.ru](mailto:info@idspektr.ru)

Отпечатано в типографии ООО «Белый Ветер»  
115054, Москва, ул. Щипок, 28  
Тел.: (495) 651-84-56  
E-mail: [wwprint@mail.ru](mailto:wwprint@mail.ru). [Http://www.wwprint.ru](http://www.wwprint.ru)

ISBN 978-5-4442-0030-8



9 785444 200308