Российские железные дороги

ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«РОССИЙСКИЕ ЖЕЛЕЗНЫЕ ДОРОГИ»
(ОАО «РЖД»)

РАСПОРЯЖЕНИЕ

16 ноября 2009г Москва № 2338р

**Об утверждении стандарта ОАО «РЖД»
«Сварные соединения подвижного состава. Методы определения механических свойств, макроструктуры и микроструктуры»**

В целях установления единых требований для определения свойств сварных соединений при ремонте конструкций и деталей подвижного состава и применения подразделениями аппарата управления ОАО «РЖД», филиалами и иными структурными подразделениями ОАО «РЖД»:

Утвердить и ввести в действие с 25 декабря 2009 г. стандарт СТО «РЖД» 1.05.008-2009 «Сварные соединения подвижного состава. Методы определения механических свойств, макроструктуры и микроструктуры».

Вице-президент
ОАО «РЖД» А.В.Воротилкин

Открытое акционерное общество «Российские железные дороги» Департамент управления делами Отдел документационного обеспечения №5 ОАО «РЖД»

Исп. Тараканов В.Ю.
262-68-03, ЦТ

gost.e-ecolog.ru

УТВЕРЖДЕН
Распоряжением ОАО «РЖД»
от 16 ноября 2009 г. № 2338р

Стандарт ОАО «РЖД»

СТО РЖД 1.05.008 – 2009

СВАРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

Методы определения механических свойств, макроструктуры и микроструктуры

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Московским Государственным Университетом путей сообщения (МИИТ)

2 ВНЕСЕН Департаментом локомотивного хозяйства ОАО «РЖД»

3 ПРИНЯТ И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Распоряжением ОАО «РЖД» от 16 ноября 2009г №2338р

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

© ОАО «РЖД» 2009

Воспроизведение и/или распространение настоящего стандарта, а также его применение сторонними организациями осуществляется в порядке, установленным ОАО «РЖД»

Содержание

1 Область применения ... 1
2 Нормативные ссылки ... 1
3 Термины и определения ... 5
4 Общие положения ... 8
5 Определение механических свойств сварных соединений ... 9
5.1 Отбор проб и изготовление образцов для определения механических свойств ... 10
5.3 Измерение твердости сварных соединений ... 11
5.4 Испытание сварных соединений на ударный изгиб ... 13
6 Определение макроструктуры сварных соединений ... 13
6.1. Отбор проб и изготовление макрошлифов (темплетов) ... 14
6.2 Оборудование для макроанализа ... 15
6.3 Оценка макроструктуры ... 15
7 Определение микроструктуры сварных соединений ... 16
7.1 Отбор и изготовление образцов для определения микроструктуры ... 17
7.2 Оборудование для изготовления и подготовки микрошлифов ... 17
7.3 Оценка микроструктуры сварных соединений ... 18
8 Контроль химического состава ... 20
9 Оформление результатов ... 20
10 Требования безопасности ... 21
10.1 Общие требования ... 21
10.2 Требования к оборудованию и материалам ... 21
10.3 Характеристики опасных и вредных факторов ... 22
10.4 Требования к применению средств индивидуальной защиты ... 22
10.5 Требования к соблюдению санитарно-гигиенических правил ... 22
10.6 Требования к противопожарной безопасности ... 22
10.7 Требования к персоналу ... 23
10.8 Требования к применению знаков безопасности и сигнальных цветов ... 23
Приложение А ... 24
Приложение Б ... 26
Приложение В ... 31
Библиография ... 32

Стандарт ОАО «РЖД»

СВАРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

Методы определения механических свойств, макроструктуры и микроструктуры

Дата введения 16 ноября 2009г.

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на сварные соединения в конструкциях и деталях подвижного состава, отремонтированных или восстановленных с применением сварочных технологий, и устанавливает методы определения их механических свойств, химического состава, макроструктуры и микроструктуры.

Настоящий стандарт предназначен для применения подразделениями аппарата управления ОАО «РЖД», филиалами ОАО «РЖД» и иными структурными подразделениями ОАО «РЖД» (далее – подразделениями ОАО «РЖД»).

Применение настоящего стандарта сторонними организациями оговаривается в договорах (соглашениях) с ОАО «РЖД».

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ Р 8.568–97 Государственная система обеспечения единства измерений. Аттестация испытательного оборудования. Основные положения

ГОСТ Р МЭК 60204–1–2007 Безопасность машин. Электрооборудование машин и механизмов. Часть 1. Общие требования

ГОСТ 2.106–96 Единая система конструкторской документации. Текстовые документы

ГОСТ 12.0.003–74 Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация

ГОСТ 12.0.004–90 Система стандартов безопасности труда. Организация обучения безопасности труда. Общие положения

ГОСТ 12.1.004–91 Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования

ГОСТ 12.1.005–88 Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны

ГОСТ 12.1.007–76 Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности

ГОСТ 12.1.030–81 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление

ГОСТ 12.2.003–91 Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности

ГОСТ 12.2.007.0–75 Система стандартов безопасности труда. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности

ГОСТ 12.2.061–81 Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам

ГОСТ 12.4.021–75 Система стандартов безопасности труда. Системы вентиляционные. Общие требования

ГОСТ Р 12.4.026–2001 Система стандартов безопасности труда. Цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная. Назначение и правила применения. Общие технические требования и характеристики. Методы испытаний

ГОСТ 166–89 Штангенциркули. Технические условия

ГОСТ 427–75 Линейки измерительные металлические. Технические условия

ГОСТ 1435–99 Прутки, полосы и мотки из инструментальной нелегированной стали. Общие технические условия

ГОСТ 1497–84 ИСО 6892–84 Металлы. Методы испытаний на растяжение

ГОСТ 1763–68 Сталь. Методы определения глубины обезуглероженного слоя

ГОСТ 1778–70 Сталь. Металлографические методы определения неметаллических включений

ГОСТ 2789–73 Шероховатость поверхности. Параметры и характеристики

ГОСТ 2999–75 Металлы и сплавы. Метод измерения твердости по Виккерсу

ГОСТ 3443–87 Отливки из чугуна с различной формой графита. Методы определения структуры

ГОСТ 5639–82 Стали и сплавы. Методы выявления и определения величины зерна

ГОСТ 5640–68 Сталь. Металлографический метод оценки микроструктуры листов и ленты

ГОСТ 6996–66 Сварные соединения. Методы определения механических свойств

ГОСТ 7122–81 Швы сварные и металл наплавленный. Методы отбора проб для определения химического состава

ГОСТ 7268–82 Сталь. Метод определения склонности к механическому старению по испытанию на ударный изгиб

ГОСТ 7565–81 Чугун, сталь и сплавы. Метод отбора проб для определения химического состава.

ГОСТ 8233–56 Сталь. Эталоны микроструктуры

ГОСТ 9012–59 Металлы. Метод измерения твердости по Бринеллю

ГОСТ 9013–59 Металлы. Метод измерение твердости по Роквеллу

ГОСТ 9206–80 Порошки алмазные. Технические условия

ГОСТ 9450–76 Измерение микротвердости вдавливанием алмазных наконечников

ГОСТ 9454–78 Металлы. Метод испытания на ударный изгиб при пониженных, комнатной и повышенных температурах

ГОСТ 9651–84 ИСО 783–89 Металлы. Методы испытаний на растяжение при повышенных температурах

ГОСТ 10054–82 Шкурка шлифовальная бумажная водостойкая. Технические условия

ГОСТ 10243–75 Сталь. Метод испытаний и оценки макроструктуры

ГОСТ 11150–84 Металлы. Методы испытания на растяжение при пониженных температурах

ГОСТ 11701–84 Металлы. Методы испытаний на растяжение тонких листов и лент

ГОСТ 11878–66 Сталь аустенитная. Метод определения содержания ферритной фазы в прутках

ГОСТ 12026–76 Бумага фильтровальная лабораторная. Технические условия

ГОСТ 12344–2003 Стали легированные и высоколегированные. Методы определения углерода

ГОСТ 12345–2001 Стали легированные и высоколегированные. Методы определения серы

ГОСТ 12346–78 Стали легированные и высоколегированные. Методы определения кремния

ГОСТ 12347–77 Стали легированные и высоколегированные. Методы определения фосфора

ГОСТ 12348–78 Стали легированные и высоколегированные. Методы определения марганца

ГОСТ 12349–83 Стали легированные и высоколегированные. Методы определения вольфрама

ГОСТ 12350–78 Стали легированные и высоколегированные. Методы определения хрома

ГОСТ 12351–2003 Стали легированные и высоколегированные. Методы определения ванадия

ГОСТ 12352–81 Стали легированные и высоколегированные. Методы определения никеля

ГОСТ 12354–81 Стали легированные и высоколегированные. Методы определения молибдена

ГОСТ 12355–78 Стали легированные и высоколегированные. Методы определения меди

ГОСТ 12356–81 Стали легированные и высоколегированные. Методы определения титана

ГОСТ 12359–99 Стали углеродистые, легированные и высоколегированные. Методы определения азота

ГОСТ 12358–2002 Стали легированные и высоколегированные. Методы определения мышьяка

ГОСТ 12361–2002 Стали легированные и высоколегированные. Методы определения ниобия

ГОСТ 18300–87 Спирт этиловый ректификованный технический. Технические условия

ГОСТ 18895–97 Сталь. Метод фотоэлектрического спектрального анализа

ГОСТ 19200–80 Отливки из чугуна и стали. Термины и определения дефектов

ГОСТ 21130–75 Изделия электротехнические. Зажимы заземляющие и знаки заземления. Конструкция и размеры

ГОСТ 22536.0–87 Сталь углеродистая и чугун нелегированный. Общие требования к методам анализа

ГОСТ 22536.1–88 Сталь углеродистая и чугун нелегированный. Методы определения общего углерода и графита

ГОСТ 22536.2–87 Сталь углеродистая и чугун нелегированный. Методы определения серы

ГОСТ 22536.3–88 Сталь углеродистая и чугун нелегированный. Методы определения фосфора

ГОСТ 22536.4–88 Сталь углеродистая и чугун нелегированный. Методы определения кремния

ГОСТ 22536.5–87 Сталь углеродистая и чугун нелегированный. Методы определения марганца

ГОСТ 23677–79 Твердомеры для металлов. Общие технические требования.

ГОСТ 22838–77 Сплавы жаропрочные. Методы контроля и оценки макроструктуры

ГОСТ 25706–83 Лупы. Типы, основные параметры. Общие технические требования

ГОСТ 28033–89 Сталь. Метод рентгенофлюоресцентного анализа

ГОСТ 28473–90 Чугун, сталь, ферросплавы, хром, марганец металлические. Общие требования к методам анализа

ГОСТ 30242–97 Дефекты соединений при сварке металлов плавлением

Примечание - При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов на территории государства по соответствующему указателю стандартов, составленному по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться замененным (измененным) стандартом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **ремонт:** Комплекс операций по восстановлению исправности или работоспособности изделий и восстановлению ресурсов изделий или их составных частей.

[ГОСТ 18322, термин 2]

3.2 **восстановление:** Процесс перевода объекта в работоспособное состояние из неработоспособного состояния.

[ГОСТ 27.002, термин 5.2]

3.3 **метод разрушающего контроля:** Метод контроля при котором может быть нарушена пригодность объекта к применению.
[ГОСТ 16504, термин 88]

3.4 **сварка:** Получение неразъемных соединений посредством установления межатомных связей между соединяемыми частями при их нагревании и (или) пластическом деформировании.
[ГОСТ 2601, термин 1]

3.5 **наплавка:** Нанесение посредством сварки плавлением слоя металла на поверхность изделия.
[ГОСТ 2601, термин 6]

3.6 **сварное соединение:** Неразъемное соединение, выполненное сваркой.
[ГОСТ 2601, термин 57]

3.7 **сварной шов:** Участок сварного соединения, образовавшийся в результате кристаллизации расплавленного металла или в результате пластической деформации при сварке давлением или сочетания кристаллизации и деформации.
[ГОСТ 2601, термин 65]

3.8 **зона сплавления при сварке:** Зона частично сплавившихся зерен на границе основного металла и металла шва.
[ГОСТ 2601, термин 124]

3.9 **зона термического влияния:** Участок основного металла, не подвергшийся расплавлению, структура и свойства которого изменились в результате нагрева при сварке или наплавке.
[ГОСТ 2601, термин 124]

3.10 **контрольные сварные соединения (наплавки):** Сварные соединения (наплавки), выполняемые при аттестации технологии сварки (наплавки) в производственных условиях, являющиеся однотипными по отношению к производственным сварным соединениям (наплавкам) и предназначенные для проведения разрушающего и неразрушающего контроля качества

3.11 **проба:** Часть изделия, предназначенная для изготовления заготовок образцов для испытаний.
[ГОСТ 7564, пункт 3.2]

3.12 **заготовка:** Часть пробы, обработанная или необработанная механически, подвергнутая, в случае необходимости, термической обработке, предназначенная для изготовления образцов для испытаний.

[ГОСТ 7564, пункт 3.3]

3.13 **образцы для испытаний:** Часть пробы или заготовки определенного размера, обработанная или необработанная механически и доведенная до состояния, необходимого для конкретного испытания.

В некоторых случаях образцом может быть проба или заготовка.

[ГОСТ 7564, пункт 3.4]

3.14 **образец для анализа:** Определенное количество материала, взятого из образца или непосредственно из продукта, сохраняющее средний химический состав продукта.

[ГОСТ 7565-81, Приложение 4. пункт 3.3]

3.15 **механические испытания:** Испытания на воздействие механических факторов.

[ГОСТ 16504, термин 62]

3.16 **макроструктура:** Строение материала (металла), видимое невооруженным глазом или при небольшом увеличении, до 50^{x}.

3.17 **микроструктура:** Строение материала (металла и сплавов), выявляемое с помощью микроскопа (оптического или электронного).

3.18 **макрошлиф:** Образец для исследования макроструктуры.

3.19 **микрошлиф**: Образец металла, имеющий шлифованную и полированную гладкую поверхность; используется для исследования микроструктуры.

3.20 **темплет:** Отшлифованный и протравленный макрошлиф, изготовленный в поперечном или продольном сечении образца.

3.21 **фасетка:** Участок хрупкого разрушения сварного соединения, с блестящей кристаллической поверхностью.

3.22 **обезуглероженный слой:** Поверхностный слой стали или чугуна, потерявший частично или весь углерод вследствие взаимодействия с коррозионной средой.

[ГОСТ 5272, термин 55]

3.23 **система анализа изображений**: Единая система отдельных приборов (программно-аппаратный комплекс, включающий микроскоп, компьютер, специальное программное обеспечение, цифровую камеру (фотоаппарат),

позволяющую производить съемку изображений), предназначенная для получения, преобразования, количественной обработки изображений, хранения полученной информации и позволяющая проводить фотометрические измерения.

4 Общие положения

4.1 Оценку свойств сварных соединений в конструкциях и деталях подвижного состава для всех видов сварки плавлением проводят по следующим характеристикам:

твердость (HV, HB, или HRA, HRB, или HRC) и/или микротвердость (Hμ); предел текучести физический σ_T, МПа (кгс/мм^2) или предел текучести условный $\sigma_{0,2}$, МПа (кгс/мм^2); временное сопротивление σ_B, МПа (кгс/мм^2); относительное удлинение после разрыва (на пятикратных образцах) σ_5, %; относительное сужение после разрыва, φ, %; ударная вязкость, Дж/см^2 (кгс·м/см^2); способность соединения принимать заданный по размеру и форме изгиб (характеризуется углом изгиба α); макроструктура сварного соединения (геометрия всех зон и выявленные дефекты); микроструктура сварного соединения (структурные составляющие, размер зерна всех зон, наличие микродефектов); химический состав металла шва (наплавленного металла).

4.2 При других видах сварки (кроме сварки плавлением) оценку свойств сварных соединений в конструкциях и деталях подвижного состава проводят по следующим характеристикам: твердость (HV, или HB, или HRA, HRB и HRC) и/или микротвердость (Hμ); макроструктура сварного соединения (геометрия всех зон и выявленные дефекты); микроструктура сварного соединения (структурные составляющие, размер зерна всех зон, наличие микродефектов); химический состав металла шва (наплавленного металла).

4.3 Периодичность проведения оценки свойств сварных соединений конструкций и деталей подвижного состава по характеристикам, приведенным в п. 4.1 и п. 4.2 должна быть указана в нормативной и технической документации на проведение ремонта конструкций и деталей подвижного состава с использованием сварочных технологий.

4.4 Перед поступлением на предприятия новой партии сварочных материалов (электродов, сварочных проволок сплошного сечения и порошковых) необходимо проводить проверку свойств по характеристикам, указанным в п. 4.1 для каждого наименования, но не реже одного раза в год.

4.5 Характеристики механических свойств, химического состава, макроструктуры и микроструктуры сварных соединений в конструкциях и деталях подвижного состава, приведенные в п. 4.1 и п. 4.2, определяют для:

– сварочных технологических процессов ремонта и восстановления конструкций и деталей подвижного состава, разрабатываемых, впервые вводимых и действующих;

– сварочных материалов, разрабатываемых, впервые вводимых и применяемых, для ремонта конструкций и деталей подвижного состава с использованием сварочных технологий;

– конструкционных материалов из различных марок сталей и сплавов, разрабатываемых и впервые вводимых, для конструкций, имеющих сварные соединения и/или ремонтируемых использованием сварочных технологий, и деталей подвижного состава, ремонтируемых с использованием сварочных технологий;

– выявления причин разрушения в эксплуатации конструкций и деталей подвижного состава по сварным соединениям.

5 Определение механических свойств сварных соединений

Механические свойства сварных соединений в конструкциях и деталях подвижного состава определяют при проведении следующих испытаний:

– измерении твердости металла различных участков сварного соединения и наплавленного металла (см. 5.3);

– испытании металла различных участков сварного соединения и наплавленного металла на ударный изгиб (см. 5.4);

– испытании металла различных участков сварного соединения и наплавленного металла на статическое (кратковременное) растяжение в соответствии с требованиями ГОСТ 6996;

– испытании металла различных участков сварного соединения на стойкость против механического старения в соответствии с требованиями ГОСТ 6996;

– испытании сварного соединения на статическое растяжение в соответствии с требованиями ГОСТ 6996;

– испытании сварного соединения на статический изгиб (загиб) в соответствии с требованиями ГОСТ 6996.

Другие виды статических испытаний для определения свойств сварных соединений конструкций и деталей подвижного состава проводят в том случае, если они регламентируются нормативной и технической документацией на эти конструкции и детали.

5.1 Отбор проб и изготовление образцов для определения механических свойств

5.1.1 Образцы для определения механических свойств при механических испытаниях изготавливают из проб, вырезанных непосредственно из конструкции или детали подвижного состава, или из специально сваренных для проведения испытаний контрольных сварных соединений.

При выполнении контрольных сварных соединений характер подготовки под сварку, марка и толщина основного металла, марки сварочных материалов, положение шва в пространстве, начальная температура основного металла, режим сварки и термической обработки должны полностью отвечать условиям изготовления конструкций и деталей подвижного состава или назначению испытания.

5.1.2 Вырезку проб и заготовок для образцов целесообразно выполнять холодным способом, не допускающим деформации (поверхностного упрочнения) и нагрева, искажающего первоначальную структуру металла сварного соединения и механические свойства.

Допускается вырезать заготовки кислородной, плазменной, анодно-механической и другими методами резки.

При термических способах вырезки проб их размеры определяют с учетом припуска на последующую механическую обработку, обеспечивающую отсутствие металла, подвергшегося термическому влиянию при резке в рабочей части образцов.

Припуск на величину заготовки, при котором обеспечивается отсутствие в рабочей части образца металла с измененными в результате резки свойствами, назначают в зависимости от метода резки. Значения припусков под механическую обработку должны соответствовать требованиям ГОСТ 6996.

5.1.3 Размеры проб определяются количеством и размерами образцов. Пробы, заготовки и образцы для испытаний и анализа должны быть замаркированы. Клеймение проб, контрольных соединений заготовок и готовых образцов можно производить любым способом так, чтобы клеймо располагалось вне рабочей части образца и сохранялось на нем после испытания.

5.1.4 Форма и размеры образцов для испытаний на статическое растяжение при комнатной температуре должны соответствовать требованиям ГОСТ 1497, при пониженных температурах – требованиям ГОСТ 11150.

Форма и размеры образцов из сварных соединений для этих испытаний должны соответствовать требованиям ГОСТ 6996. К испытаниям не допускаются образцы, имеющие отступления по чистоте механической обработки, а также образцы с механическими повреждениями в рабочей части.

Они заменяются таким же числом новых образцов, изготовленных из той же пробы или контрольного соединения.

5.1.5 При подготовке образцов для измерения твердости должна соблюдаться параллельность рабочей и опорной поверхностей образцов.

5.2 Оборудование для определения механических свойств

5.2.1 Приборы для измерения твердости (твердомеры) должны соответствовать требованиям ГОСТ 23677.

5.2.2 Оборудование для испытаний на статическое растяжение (разрывные машины) при комнатной температуре должно соответствовать требованиям ГОСТ 1497; при пониженной температуре – ГОСТ 11150.

5.2.3 Оборудование для испытаний на ударный изгиб (маятниковые копры) должно соответствовать требованиям ГОСТ 9454.

5.2.4 Оборудование измерительное и вспомогательное, средства контроля должны проходить периодическую поверку (калибровку) и аттестацию в соответствии с требованиями ГОСТ Р 8.568.

5.3 Измерение твердости сварных соединений

5.3.1 Измерение твердости сварных соединений конструкций и деталей подвижного состава проводят следующими методами: по Виккерсу (HV) в соответствии с требованиями ГОСТ 2999, по Бринеллю (НВ) в соответствии с требованиями ГОСТ 9012 и по Роквеллу – шкалам А, В и С (HRA, HRB и HRC) в соответствии с требованиями ГОСТ 9013, отдавая предпочтение замеру по Виккерсу.

5.3.2 Измерение твердости по Виккерсу проводят на микрошлифах или образцах с полированной поверхностью, если очертания шва видны без травления. Шероховатость поверхности должна быть не более 0,16 мкм по ГОСТ 2789.

5.3.3 Измерение твердости по Бринеллю или по Роквеллу проводят на макрошлифах или на образцах с шлифованной поверхностью, если очертания шва видны без травления. Шероховатость поверхности образцов (или участка для измерения твердости) должна быть не более 2,5 мкм по ГОСТ 2789, если нет других указаний в нормативной и технической документации на металлопродукцию.

5.3.4 Измерение микротвердости проводят на микрошлифах или образцах с полированной поверхностью, если очертания шва видны без травления. Шероховатость поверхности должна быть не более 0,32 мкм по ГОСТ 2789.

5.3.5 Измерение твердости проводят в поперечном сечении образцов для всех видов сварных соединений конструкций и деталей подвижного состава в соответствии с приложением А.

5.3.6 Твердость основного металла, различных участков зоны термического влияния и металла шва измеряют по одной или нескольким линиям, указанным на рисунке А.1 (приложение А). Если соединение выполнено из металлов различных марок, то твердость измеряют для каждого из них.

При измерениях, выполняемых в непосредственной близости от границы сплавления, рекомендуется проводить 2–3 измерения в соответствии с позицией I рисунка А.2 (приложение А) или дополнительные измерения по позиции II рисунка А.2 (приложение А).

Допускается проведение измерений на участках сварного соединения, указанных на рисунке А.3 (приложение А).

5.3.7 Твердость стыковых и угловых соединений, выполненных дуговой сваркой, измеряют:

при толщине основного металла или углового шва от 1,5 мм до 9 мм - в соответствии с позицией VIII рисунка А.1 (приложение А) по одной пунктирной линии;

при толщине от 9 мм до 25 мм – в соответствии с позициями I и III рисунка А.1 (приложение А) по двум сплошным линиям;

при толщине от 26 мм до 60 мм – в соответствии с позициями II или III рисунка А.1 (приложение А) по двум сплошным и одной пунктирной линиям.

Схему измерения твердости при толщине основного металла или углового шва более 60 мм оговаривают в технической документации на сварное соединение конкретной детали или конструкции.

5.3.8 Твердость сварных соединений, полученных электрошлаковой сваркой, измеряют в соответствии с позицией IV рисунка А.1 (приложение А). Количество точек измерений в зоне термического влияния должно быть не менее 10.

5.3.9 Твердость различных участков металла наплавки измеряют в соответствии с позицией V рисунка А.1 (приложение А).

5.3.10 Твердость сварных соединений, полученных сваркой давлением, измеряют в соответствии с позицией VI рисунка А.1 (приложение А).

5.3.11 Твердость наплавленного металла при контроле качества сварочных материалов измеряют в соответствии с позицией VII рисунка А.1 (приложение А).

5.3.12 Измерение микротвердости проводят для определения свойств сварных соединений, глубина и площадь которых не позволяют производить замеры твердости вышеуказанными методами; отдельных участков;

структурных составляющих; зерен; тонких слоев покрытий и зон термического влияния сварных соединений; поверхностных явлений (обезуглероживания); явлений связанных с локальным пластическим деформированием; изучения химической и структурной неоднородностей, а также для получения значительного количества замеров (для накопления объективной информации). Измерение микротвердости проводят в соответствии с требованиями ГОСТ 9450.

5.4 Испытание сварных соединений на ударный изгиб

5.4.1 Испытание сварных соединений на ударный изгиб с определением ударной вязкости или работы удара, или процентного соотношения хрупкой и вязкой составляющих поверхности излома для металла шва, наплавленного металла, зоны сплавления и различных участков околошовной зоны следует проводить в соответствии с требованиями ГОСТ 6996.

5.4.2 Форма и размеры образцов для испытаний на ударный изгиб должны соответствовать требованиям ГОСТ 9454.

Для испытаний на ударный изгиб применяют образцы, форма, размер и качество поверхности которых соответствуют требованиям ГОСТ 6996. Предпочтительными для образцов из сварных соединений конструкций и деталей подвижного состава являются образцы с U-образным надрезом.

5.4.3 Испытания на ударный изгиб образцов из сварных соединений конструкций и деталей подвижного состава проводят при температуре минус 70°С в том случае, если в нормативной и технической документации такое требование предъявляется к основному материалу этих конструкций и деталей.

6. Определение макроструктуры сварных соединений

Макроструктуру сварного соединения определяют на специально приготовленном макрошлифе (темплете) с целью выявления формы и размеров участков металла шва, металла различных зоны термического влияния, наплавленного металла, макродефектов сварного соединения, а также для установления характера излома образца после механических испытаний или излома конструкции или детали подвижного состава в эксплуатации.

6.1. Отбор проб и изготовление макрошлифов (темплетов)

6.1.1 Образцы для анализа макроструктуры вырезают из сварных соединений в продольном или поперечном сечениях, и должны охватывать все зоны сварного соединения: сварной шов, зоны термического влияния, до основного металла включительно.

6.1.2 Вырезку образцов выполняют любым способом механической обработки (фрезерованием, сверлением, строганием или резкой), при условии, что он не влечет за собой изменения характеристик в металле. При резке абразивным инструментом образец охлаждают эмульсией, применяемой для холодной механической обработки. Температура в месте реза стальных образцов должна быть не более 80°С.

Если способ вырезки образца влечет за собой изменения в металле (например, газовая кислородная резка), то в пробе должен быть предусмотрен припуск на удаление зоны термического влияния последующей холодной механической обработкой. Размер образца следует выбирать таким образом, чтобы обеспечить удобство выполнения последующих рабочих операций – шлифование темплета, и/или изготовление микрошлифов (при необходимости).

6.1.3 Выбирать место и направление реза для приготовления макрошлифа следует, учитывая следующие факторы:

– для оценки формы и ориентации кристаллитов в металле сварного шва плоскость реза должна проходить, перпендикулярно оси сварного шва;

– при анализе макроструктуры излома сварных соединений оцениваемая поверхность образца должны содержать предполагаемые дефекты, послужившие причиной разрушения (трещины, шлаковые включения, поры, несплавления и т.п.).

6.1.4 Поверхность макрошлифов подвергают торцеванию, строганию или шлифованию. После механической обработки поверхность должна быть ровной и гладкой, не более 20 мкм в соответствии с требованиями ГОСТ 2789.

6.1.5 После подготовки и очистки образца производят макротравление, режимы и реактивы травления определяют в зависимости от основного и присадочного материалов. Рекомендуемые реактивы и режимы травления должны соответствовать требованиям ГОСТ 10243 и ГОСТ 22838.

6.1.6 Травление должно производиться до получения четко выявленной макроструктуры, позволяющей оценивать геометрию и форму сварного шва, наплавленного металла, зоны сплавления, зоны термического влияния и всех примыкающих зон до основного металла, а также сравнивать полученную макроструктуру с фотоэталонами специальных шкал и изображениями (фотоснимками).

6.1.7 После травления образцы промывают в проточной воде и просушивают. При необходимости хранения образцы дополнительно обработать 10%-ным спиртовым раствором аммиака или промыть спиртом и покрыть бесцветным лаком.

6.2 Оборудование для макроанализа

6.2.1 Для выявления макродефектов сварных соединений, определения точного вида излома применяют лупы по ГОСТ 25706, стереомикроскопы с увеличением кратности от 20^{x}.

6.2.2 Геометрические параметры сварного соединения при оценке макроструктуры определяют с использованием различных средств измерения (линейки по ГОСТ 427, штангельциркули по ГОСТ 166 и др.), измерительных микроскопов или систем анализа изображения.

6.3 Оценка макроструктуры

6.3.1 При оценке макроструктуры сварного шва определяют основные геометрические параметры (усиление сварного шва, катет сварного шва, глубину проплавления, величину перекрытия сварных швов/наплавленных валиков, толщину наплавленного металла, количество слоев, объем сварки/наплавки, форму и размеры зоны термического влияния и др.).

6.3.2. При макроанализе на темплетах выявляют макродефекты сварных соединений (усадочные раковины; газовые поры и полости; трещины; свищи; несплавления; непровары; твердые включения; химическую и структурную неоднородности и др.). Основные дефекты макроструктуры сварных соединения преведены на рисунках Б.1, Б.2 и Б.3 в Приложении Б.

6.3.3 При оценке свойств металла шва на этапе отработки технологии сварки, путем варьирования режимов рекомендуется проводить сравнительный анализ макроструктуры анализируемого образца с типизацией первичных макроструктур сварных швов, приведенной в Приложении В:

I тип – характеризуется расположением вдоль оси шва столбчатого кристаллита и линий стыка с ним ведущих граней кристаллитов, растущих от линии сплавления. Образуется при малой скорости сварки.

II тип – макроструктура образуется столбчатыми кристаллитами, направление осей которых представляет ортогональные траектории к семейству фронтов кристаллизации. В центре шва кристаллиты плавно смыкаются под углом, равным нулю. Образуется при малой скорости сварки и отличается низким сопротивлением зарождению и распространению трещин.

III тип – сформирован кристаллитами, которые в процессе кристаллизации прорастают через ось шва, и стык двух фронтов кристаллизации в центре шва образуется переплетением вершин кристаллитов. Макроструктура такого типа характеризуется повышенным сопротивлением разрушению.

IV тип – стык двух фронтов кристаллизации образует четкую поверхность смыкания ведущих граней дендритов. Такая макроструктура возникает при больших скоростях сварки и характеризуется низким сопротивлением разрушению.

V тип – для этого типа характерно расположение в центре шва области разориентированного строения. Эта область ограничена поверхностями срастания с ней ведущих граней кристаллитов, развивающихся от линии сплавления к центру шва.

6.3.4 Оценку макроструктуры излома сварных соединений производят визуально на образцах после ударных испытаний (п.5.4 настоящего стандарта) или излома сварных соединений конструкций и деталей подвижного состава разрушившихся в эксплуатации. По виду изломы подразделяются на зернистые (кристаллические), волокнистые и аморфные.

6.3.5 Зернистый (кристаллический, хрупкий) излом характеризуется хрупким разрушением без существенной пластической деформации и наблюдаемой в изломе зернистой структурой, фасетки излома представляют собой плоскости скалывания отдельных зерен. Этот вид излома подразделяется на межкристаллические (интергранулярные) – происходящие по границам зерен, и транскристаллические (интрагранулярные) – пересекающие сами кристаллиты.

6.3.6 Волокнистый (вязкий) излом характеризуется отсутствием зернистой структуры, которая не наблюдается из-за предшествующей разрушению пластической деформации, искажающей форму зерна.

6.3.7 Аморфный (стекловидный, раковистый) излом имеет неровные поверхности, не имеет кристаллического строения.

7 Определение микроструктуры сварных соединений

Оценку микроструктуры сварных соединений конструкций и деталей подвижного состава проводят с использованием следующих методов металлографического контроля:

– качественного (идентификация и описание структур);

– количественного - определение геометрии (размеров, площадей, формы) структурных составляющих;

– полуколичественного (сравнение с фотоэталонами и шкалами микроструктур).

7.1 Отбор и изготовление образцов для определения микроструктуры

7.1.1 Место отбора и количество образцов для изготовления микрошлифов с целью определения микроструктуры сварных соединений устанавливают нормативной и технической документацией на сварные соединения конструкций и деталей подвижного состава.

7.1.2 При отсутствии указаний отбор образцов для определения геометрии сварного шва, наплавленного металла, зоны сплавления основного и присадочного металлов и т.д., проводят произвольно; для выявления закономерностей между механическими свойствами и структурным состоянием сварных соединений конструкций и деталей подвижного состава, отбор образцов для микроанализа проводят в месте отбора для механических испытаний или темплетов для макроанализа.

7.1.3 Площадь сечения микрошлифа на образце должна быть не менее 1 $см^2$. Для металлопродукции толщиной менее 8 мм допускается изготовление шлифов площадью менее 1 $см^2$ в соответствии с требованиями ГОСТ 5639.

7.1.4 По окончании полирования на микрошлифах не допускаются заусенцы, острые кромки, завалы, выбоины, царапины, выкрашивания включений. Шероховатость поверхности должна быть не более 0,32 мкм по ГОСТ 2789.

7.1.5 По окончании подготовки микрошлифы промывают в этиловом спирте (ГОСТ 18300) и просушивают фильтровальной бумагой (ГОСТ 12026).

7.1.6 Отобранные пробы, заготовки и лабораторные образцы следует хранить при температуре от 15 °С до 25 °С и относительной влажности воздуха не более 50%.

7.2 Оборудование для изготовления и подготовки микрошлифов

7.2.1 Вырезку образцов для изготовления микрошлифов рекомендуется выполнять на абразивных металлорежущих станках с интенсивным охлаждением в процессе резания заготовки, обеспечивающих одновременно в процессе резания шлифовку поверхности.

7.2.2 Шлифовальные и полировальные работы при подготовке микрошлифов проводят ручным или автоматизированным способами, позволяющими удалять с поверхности не травленного микрошлифа царапины, видимые при увеличении 100^x.

7.2.3 Для проведения шлифовальных и полировальных работ автоматизированным способом используют шлифовально-полировальные станки с автоматическими головками для фиксации образцов, регулируемыми скоростями и направлением оборотом шлифовального круга и держателя образцов, прижимным давлением держателя образцов, подачей воды для удаления остатков абразивных материалов.

7.2.4 Шлифовальные работы при ручной подготовке микрошлифов проводят на шлифовальных станках или на шлифовальных шкурках, с постепенно уменьшающимся размером зерна (ГОСТ 10054). Полировальные работы проводят на полировальном станке с горизонтальным расположением диска, обтянутого сукном, с использованием полировальных паст или суспензий.

7.2.5 Для проведения автоматизированных шлифовальных и полировальных работ образцы должны быть запрессованы с помощью специальных смол в плотные пробы «горячим» или «холодным» способом.

7.2.6 «Горячую» запрессовку производится с использованием термоактивных и термопластичных порошков при температуре от 180 °С до 200°С, с использованием автоматического гидравлического пресса. Образец помещают в камеру пресса, засыпают порошком, камеру закрывают, включают пресс. Процесс «горячей» запрессовки образца занимает от 18 до 22 минут, после чего готовую пробу извлекают из пресса.

7.2.7 «Холодную» запрессовку используют для материалов чувствительных к повышенным температурам и давлению, для этого используют специальные смеси порошков и жидкостей. Образец помещают в форму, заливают приготовленной смесью, образец, вместе с застывшим формовочным составом извлекают из формы.

7.2.8 В зависимости от конфигурации образца формы для их запрессовки и держатели для этих образцов могут иметь следующую геометрию:

– цилиндрические формы диаметром – 25 мм, 30 мм, 40 мм, 50 мм;

– прямоугольной с размерами 30 х 60 мм и 40 х 60 мм;

– средняя высота образца должна составлять 10 мм.

7.3 Оценка микроструктуры сварных соединений

7.3.1 Количественную оценку микроструктуры проводят с использованием систем анализа изображения.

7.3.2 Оценку микроструктуры сварных соединений проводят с использованием следующих методов и требований:

– оценку дисперсности пластинчатого и зернистого перлита, размеров игл мартенсита, количества нитридов, карбидной сетки и карбидной

неоднородности, соотношения мартенсита и троостита производится методом сравнения с эталонными шкалами в соответствии с требованиями ГОСТ 8233;

– оценку дисперсности и соотношения зернистого и пластинчатого перлита, оценка остатков цементитной сетки в соответствии с требованиями ГОСТ 1435;

– определение обезуглероженного слоя по структуре под микроскопом – метод М; методом замера твердости – Т; методом замера микротвердости – МТ в соответствии с требованиями ГОСТ 1763;

– определение неметаллических включений в стали и сплавах сравнением с эталонными шкалами – метод Ш; подсчетом количества включений – метод К согласно требованиям ГОСТ 1778.

7.3.3 Методы выявления и определения величины зерна для сварных соединений в конструкциях и деталях подвижного состава из сталей и сплавов проводят согласно ГОСТ 5639:

– методом сравнения вида структуры с эталонными шкалами;

– методом подсчета зерен с использованием анализа изображения;

– методом подсчета пересечений границ зерен (метод хорд) с использованием анализа изображения.

7.3.4 Для сварных соединений в конструкциях и деталях подвижного состава из деформированных (прокатных) сталей проводят оценку перлита, структурно-свободного цементита, полосчатости феррито-перлитной структуры, видманштеттовой структуры методом сравнения с эталонными шкалами согласно требованиям ГОСТ 5640.

7.3.5 Для сварных соединений в конструкциях и деталях подвижного состава из аустенитных сталей проводят оценку содержания альфа-фазы методом сравнения с эталонными шкалами согласно требованиям ГОСТ 11878.

7.3.6 Для сварных соединений в конструкциях и деталях подвижного состава из отливок из чугуна конструкционного назначения микроструктуру оценивают в соответствии с требованиями ГОСТ 3443 по следующим критериям:

– оценку типа структуры, соотношения перлита и феррита, и дисперсности перлита;

– оценку формы, размеров, распределения включений графита и количества графита;

– оценку строения, распределения, диаметра ячеек фосфидных сеток, площадь включений;

– оценку включений цементита.

7.3.7 Характерные виды дефектов микроструктуры сварных соединений конструкций и деталей подвижного состава приведены на рисунках Б.4 и Б.5 в Приложение Б.

8 Контроль химического состава

Определение содержания химических элементов (химический анализ) сварных соединений проводят в соответствии с общими требованиями к методам анализа по ГОСТ 22536.0 и ГОСТ 28473, методами фотоэлектрического спектрального анализа в соответствии с требованиями ГОСТ 18895, рентгенофлюоресцентного анализа в соответствии с требованиями ГОСТ 28033, а также по требованиям стандартов, приведенных в таблице 1. Отбор проб для определения содержания химических элементов проводить в соответствии с требованиями ГОСТ 7565 и требованиями ГОСТ 7122.

Таблица 1 – Методы определения химического состава

Химический состав (в процентах)	Нормативный документ
углерод	ГОСТ 12344, ГОСТ 22536.1
сера	ГОСТ 12345, ГОСТ 22536.2
кремний	ГОСТ 12346, ГОСТ 22536.4
фосфор	ГОСТ 12347, ГОСТ 22536.3
марганец	ГОСТ 12348, ГОСТ 22536.5
вольфрам	ГОСТ 12349
хром	ГОСТ 12350
ванадий	ГОСТ 12351
никель	ГОСТ 12352
медь	ГОСТ 12355
титан	ГОСТ 12356
азот	ГОСТ 12359
ниобий	ГОСТ 12361
молибден	ГОСТ 12354
мышьяк	ГОСТ 12358

9. Оформление результатов

9.1 При всех видах механических испытаний свойств сварных соединений конструкций и деталей подвижного состава, должен быть составлен протокол содержащий:

– сведения о конструкции (детали), времени изготовления изделия, предприятии-изготовителе; толщине и марке основного металла; механических свойствах основного металла (сплава) изделия;

– сведения об объеме и размере сварного шва и/или наплавленного металла, количестве и сроках проведения сварочных и наплавочных работ, способе сварки или наплавки, режимах и технологических приемах выполнения сварочных работ, типе соединения (для сварных швов), виде термической обработки (если она проводилась), используемых сварочных материалах;

– сведения о типе образца, месте его отбора, маркировке;

– виды испытаний, порядок их проведения (дополнительно, в зависимости от вида испытаний, следует указывать температуру испытания, максимальную энергию копра, схему расположения точек замера твердости и др.);

– результаты испытаний на определение механических свойств с указанием места разрушения (по металлу шва, по металлу зоны термического влияния, по основному металлу);

– сведения о наличие дефектов в изломе образца;

– используемую нормативную и техническую документацию.

10 Требования безопасности

10.1 Общие требования

10.1.1 Проведение инструктажа по технике безопасности на предприятии должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.0.004.

10.1.2 Рабочее место должно соответствовать требованиям безопасности в соответствии с требованиями ГОСТ 12.2.061.

10.1.3 Работа на неисправном лабораторном оборудовании запрещается.

10.2 Требования к оборудованию и материалам

10.2.1 Безопасность работы оборудования должна обеспечиваться соответствием его конструкции требованиям ГОСТ Р МЭК 60204–1, ГОСТ 12.2.003, ГОСТ 12.2.007.0. Заземление лабораторного электрооборудования должно проводиться в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.030.

10.2.2 При использовании в качестве реактивов опасных (едких, токсичных) веществ следует руководствоваться требованиями безопасности, изложенными в нормативных документах на эти вещества и требованиями ГОСТ 12.1.005 и ГОСТ 12.1.007.

10.2.3 Применение персональных электронно-вычислительных машин должно отвечать требованиям Санитарных правил и норм [1].

10.3 Характеристики опасных и вредных факторов

10.3.1 При проведении работ предусматривают меры защиты работающих и окружающей среды от воздействия опасных и вредных производственных факторов в соответствии с требованиями ГОСТ 12.0.003.

10.3.2 Концентрации веществ, обладающих вредными свойствами, и уровни опасных и вредных производственных факторов на рабочих местах не должны превышать предельно допустимых значений в соответствии с Гигиеническими нормативами [2].

10.4 Требования к применению средств индивидуальной защиты

При работе с реактивами необходимо применять индивидуальные средства защиты (респираторы, резиновые перчатки, защитные очки, спецодежда), а также соблюдать правила личной гигиены.

10.5 Требования к соблюдению санитарно-гигиенических правил

10.5.1 Производственные и лабораторные помещения должны удовлетворять Санитарным нормам проектирования промышленных предприятий [3].

10.5.2 Естественное и искусственное освещение в помещениях должно отвечать требованиям строительных норм и правил [4].

10.5.3 Вентиляция должна удовлетворять требованиям, предъявляемым к производственным помещениям [5]. Производственные и лабораторные помещения, в которых проводится работа с химическими реактивами, должны быть оснащены приточно-вытяжной вентиляцией согласно ГОСТ 12.4.021, обеспечивающей состояние воздуха рабочей зоны в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.005.

10.6 Требования к противопожарной безопасности

Производственные помещения должны удовлетворять Требованиям пожарной безопасности зданий и сооружений согласно строительным нормам и правилам [6] и должны быть оснащены средствами пожаротушения согласно нормам пожарной безопасности [7].

10.7 Требования к персоналу

10.7.1 Производственная или испытательная лаборатория должна располагать достаточным числом специалистов, имеющих соответствующее образование и квалификацию, и обеспечивать, постоянное обучение и повышение квалификации персонала.

10.7.2 Каждый специалист должен иметь должностную инструкцию, устанавливающую функции, обязанности, права и ответственность, квалификационные требования к образованию.

10.8 Требования к применению знаков безопасности и сигнальных цветов

10.8.1 Перемещающиеся узлы и ограждения технологического оборудования должны быть выкрашены в сигнальные цвета по ГОСТ Р 12.4.026.

10.8.2 Возле клеммы защитного заземления должен быть нанесен специальный знак в соответствии с требованиями ГОСТ 21130.

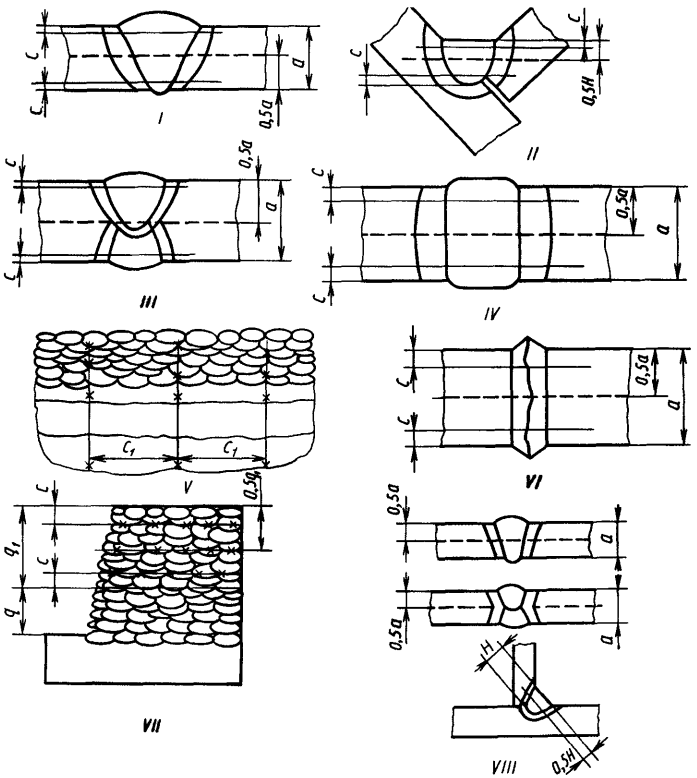
10.8.3 На корпусах электрооборудования, шкафах с силовым оборудованием, дверцах силовых щитков должен быть предупредительный знак W 08 в соответствии с требованиями ГОСТ Р 12.4.026.

10.8.4 В местах, где необходимо предупреждение о возможной опасности, а передача информации с помощью сигнальных цветов или символа затруднена, необходимо применение знака W 09 в соответствии с требованиями ГОСТ Р 12.4.026 с поясняющей надписью.

10.8.5 Для указания местонахождения огнетушителей использовать специальный знак F 04 в соответствии с требованиями ГОСТ Р 12.4.026.

Приложение А
(обязательное)

Схемы измерения твердости сварных соединений по ГОСТ 6996



Примечание: Линии измерения твердости во всех случаях, кроме позиции VII, проходят через все участки сварного соединения.

С-от 2 до 4 мм; для угловых швов, имеющих вогнутую или выпуклую поверхность, величину *С* отсчитывают от места максимальной вогнутости или выпуклости;

C_1-от 10 до 15 мм;

а-толщина основного металла, мм;

Н- толщина углового шва, мм;

q- подготовительный участок толщиной не менее пяти слоев;

q_1- участок измерения твердости толщиной не менее шести слоев.

Рисунок А.1

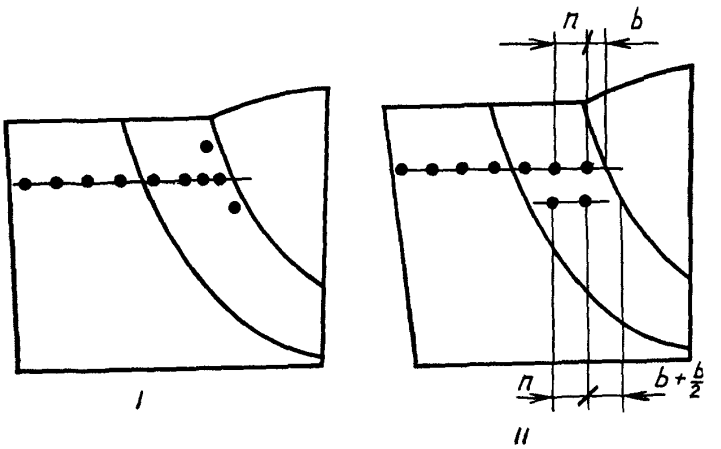


Рисунок А.2

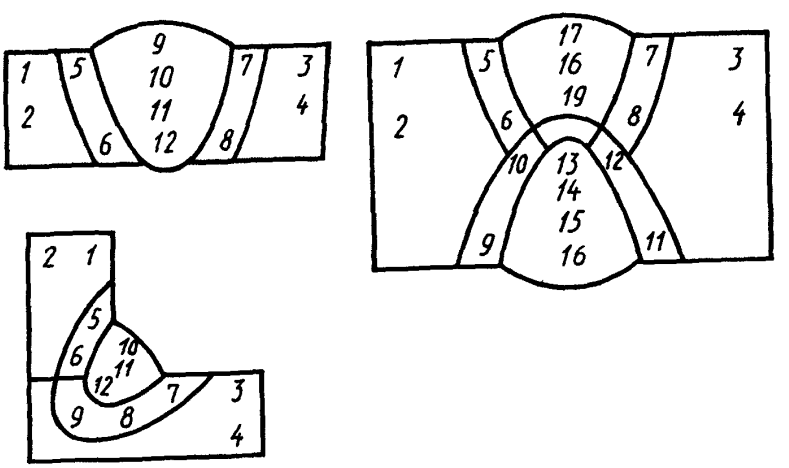
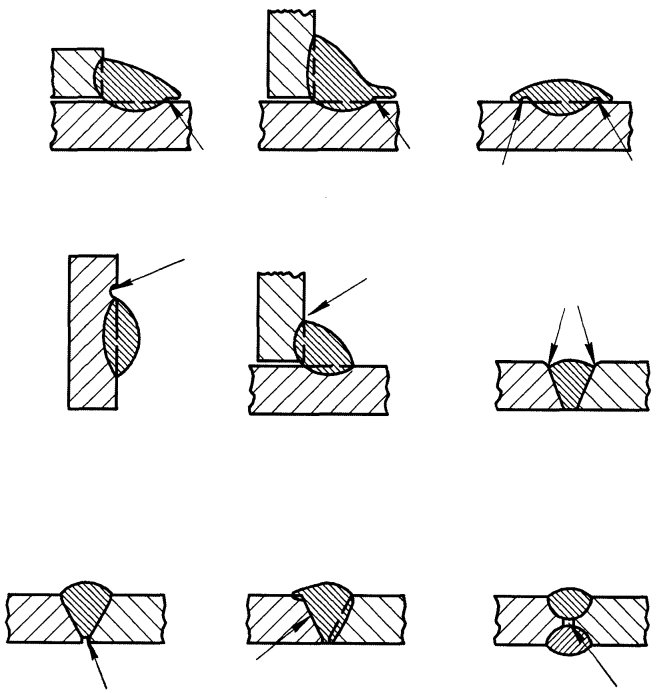


Рисунок А.3

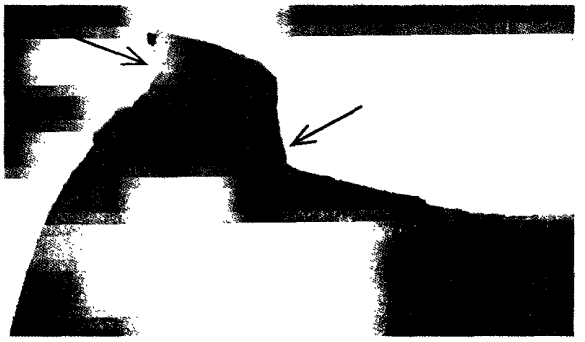
Приложение Б
(рекомендуемое)

Виды дефектов в сварных соединениях

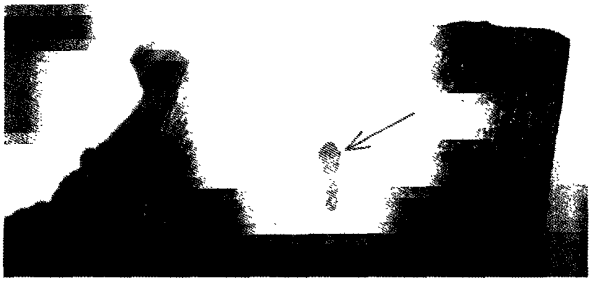


а - наплывы, б – подрезы, *в* - непровары

Рисунок Б.1



Подрез, полученный при нарушении технологии наплавки, 5^x



Пора на границе наплавленного и основного металла (сталь марки 20Г1ФЛ), 5^x

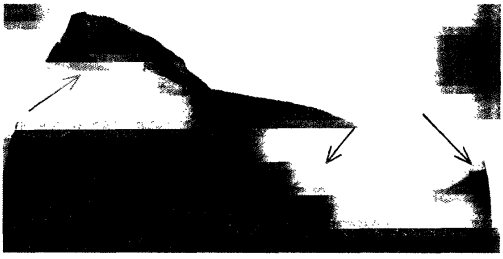


Макродефекты в наплавке поверхности под клин хвостовика автосцепки. Несплавление между слоями наплавленного металла из-за шлаковых включений и подрезы на границе наплавки и основного металла, 3^x

Рисунок Б.2



Трещина, развившаяся при нарушении технологии заварки дефекта, в части предварительной подготовки поверхности, 5^{x}



Участки перегрева основного металла в зоне термического влияния, полученные при нарушении режимов наплавки детали из стали 20Г1ФЛ, 5^{x}

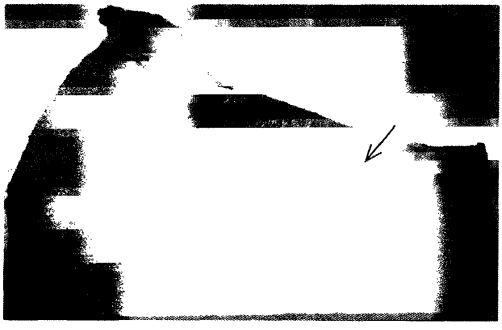
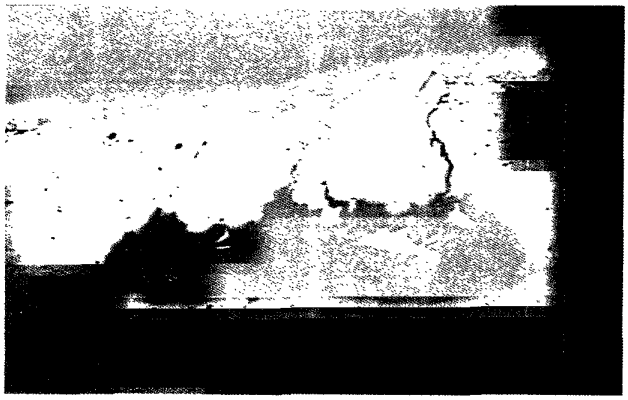
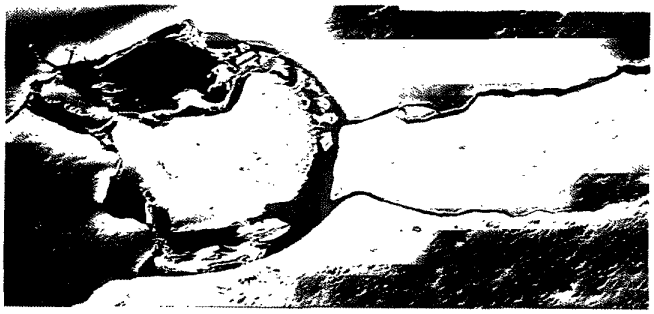


Рисунок Б.3



Шлаковое включение в наплавленном металле (поверхность без травления), 50^{x}





Несплавление в наплавленном металле (поверхность без травления), 50^{x}

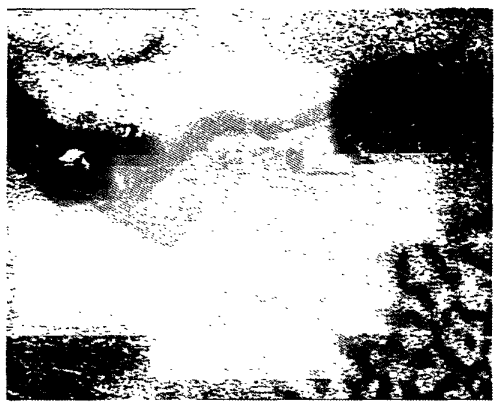


Трещина на границе сплавления присадочного с основным металлом, 100^{x}

Рисунок. Б.4



Шлаковые включения в наплавленном металле (после травления 4% раствором азотной кислоты), 50^{x}



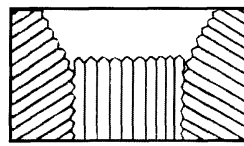


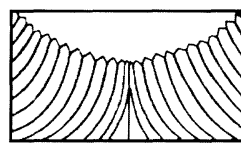
Несплавление между первичной и повторной наплавками детали из стали 20Г1ФЛ, образовавшееся из-за шлаковых включений и загрязнения наплавляемой поверхности, 50^{x}

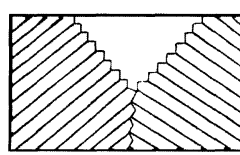
Рисунок Б.5

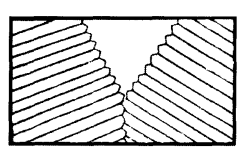
Приложение В
(рекомендуемое)

Типизация первичных макроструктур сварных швов


Тип I


Тип II


Тип III


Тип IV


Тип V

Библиография

[1] СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03	Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работ. Утверждены Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации Г.Г.Онищенко 30 мая 2003 г.
[2] ГН 2.2.5.1313–03	Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Утверждены Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации Г.Г.Онищенко 27 апреля 2003 г.
[3] СН 245 – 71	Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий. Утверждены Государственным комитетом Совета Министров СССР по делам строительства, 5 ноября 1971 г.
[4] СНиП 23-05–95	Строительные нормы и правила. Естественное и искусственное освещение. Приняты и введены в действие постановлением Минстроя России от 2 августа 1995 г. № 18–78 в качестве строительных норм и правил Российской Федерации взамен СНиП II–4–79
[5] СНиП 2.04.05–91*	Строительные нормы и правила. Отопление, вентиляция, кондиционирование. Утверждены постановлением Государственного комитета СССР по строительству и инвестициям от 28 ноября 1991 г. СниП 2.04.05–91* является переизданием СниП 2.04.05–91 с изменением № 1, утвержденным постановлением Госстроя России от 21 января 1994 г. № 18–3, и изменением № 2, утвержденным постановлением Госстроя России от 15 мая 1997 г. № 18–11
[6] СНиП 21–01–97	Строительные нормы и правила. Пожарная безопасность зданий и сооружений. Приняты и введены в действие с 1 января 1998 г. постановлением Минстроя России от 13.02.97 г. № 18-7
[7] НПБ 155–2002	Нормы пожарной безопасности. Техника пожарная. Огнетушители. Порядок установки огнетушителей на производство и проведение сертификационных испытаний. Утверждены приказом ГУГПС МВД России от 28 декабря 2001 г. № 88

ОКС 25.160.40 ОКП 31 8000

Ключевые слова: механические свойства, микроструктура, макроструктура

Проректор МИИТа
по научной работе В.М. Круглов

Руководитель разработки,
начальник НТЦ ТТ МИИТа С.Ю. Петров

Исполнитель,
старший научный сотрудник Е.А. Тимакова

Исполнитель,
научный сотрудник Д.В. Шестов

Исполнитель,
ведущий инженер Т.П. Печёнова

СТО РЖД 1.05.008-2009

Согласовано

Заместитель начальника Департамента
технической политики ОАО “РЖД

_____ С.А. Левин

Согласовано

Главный инженер Департамента
локомотивного хозяйства ОАО “РЖД

_____ А.В. Петрунин

Согласовано

Заместитель начальника Управления
Пригородных пассажирских перевозок ОАО “РЖД

_____ В.Д. Аристов

Согласовано

Первый заместитель начальника
Департамента вагонного хозяйства ОАО “РЖД

_____ А.Н. Лукьянов

gost.e-ecolog.ru