ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р ИСО 3581— 2009

Материалы сварочные

ЭЛЕКТРОДЫ ПОКРЫТЫЕ ДЛЯ РУЧНОЙ ДУГОВОЙ СВАРКИ КОРРОЗИОННО-СТОЙКИХ И ЖАРОСТОЙКИХ СТАЛЕЙ

Классификация

ISO 3581:2003
Welding consumables — Covered electrodes for manual metal arc welding of stainless and heat-resisting steels — Classification
(IDT)

Издание официальное

БЗ 12—2009/1004

Москва
Стандартинформ
2010

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», а правила применения национальных стандартов Российской Федерации — ГОСТ Р 1.0—2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения»

Сведения о стандарте

1 ПОДГОТОВЛЕН Федеральным государственным учреждением «Научно-учебный центр «Сварка и контроль» при МГТУ им. Н.Э. Баумана (ФГУ НУЦСК при МГТУ имени Н.Э. Баумана), Национальным Агентством Контроля и Сварки (НАКС) и Санкт-Петербургским государственным политехническим университетом (СПбГТУ) на основе собственного аутентичного перевода стандарта, указанного в пункте 4

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 364 «Сварка и родственные процессы»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 15 декабря 2009 г. № 788-ст

4 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту ИСО 3581:2003(E) «Материалы сварочные. Электроды покрытые для ручной дуговой сварки коррозионно-стойких и жаростойких сталей. Классификация» (ISO 3581:2003(E) «Welding consumables — Covered electrodes for manual metal arc welding of stainless and heat-resisting steels — Classification») с учетом поправки ИСО 3581:2003/ДАМ 1 «Материалы сварочные. Электроды покрытые для ручной дуговой сварки коррозионно-стойких и жаростойких сталей. Классификация» (ISO 3581:2003/DAM 1 «Welding consumables — Covered electrodes for manual metal arc welding of stainless and heat-resisting steels — Classification»)

При применении настоящего стандарта рекомендуется использовать вместо ссылочных международных стандартов соответствующие им национальные стандарты, сведения о которых приведены в дополнительном приложении ДА

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодно издаваемом информационном указателе «Национальные стандарты», а текст изменений и поправок — в ежемесячно издаваемых информационных указателях «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ежемесячно издаваемом информационном указателе «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет

© Стандартинформ, 2010

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения . . . 1
2 Нормативные ссылки . . . 1
3 Классификация . . . 2
4 Символы и требования . . . 4
4.1 Символ покрытого электрода . . . 4
4.2 Символ химического состава металла шва . . . 4
4.3 Символ типа покрытия электрода . . . 4
4.4 Символ эффективного переноса металла электрода и рода тока . . . 12
4.5 Символ положения сварки . . . 12
5 Химический анализ . . . 12
6 Механические испытания . . . 13
6.1 Общие положения . . . 13
6.2 Температура предварительного подогрева и температура между проходами . . . 13
6.3 Последовательность выполнения проходов . . . 13
7 Испытание углового сварного шва . . . 14
8 Требования к округлению величин . . . 15
9 Повторные испытания . . . 15
10 Технические условия на поставку . . . 16
11 Примеры обозначения . . . 16
Приложение А (справочное) Типы покрытия . . . 17
Приложение В (справочное) О содержании феррита в металле шва . . . 18
Приложение ДА (обязательное) Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов ссылочным национальным стандартам Российской Федерации . . . 20
Библиография . . . 21

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Материалы сварочные

ЭЛЕКТРОДЫ ПОКРЫТЫЕ ДЛЯ РУЧНОЙ ДУГОВОЙ СВАРКИ КОРРОЗИОННО-СТОЙКИХ И ЖАРОСТОЙКИХ СТАЛЕЙ

Классификация

Welding consumables.
Covered electrodes for manual metal arc welding of stainless and heat-resisting steels.
Classification

Дата введения — 2011—01—01

1 Область применения

Настоящий стандарт определяет требования к классификации покрытых электродов для ручной дуговой сварки коррозионно-стойких (нержавеющих) и жаростойких сталей, основанной на химическом составе металла шва, типе покрытия и других свойствах электрода, а также механических свойствах металла шва в состоянии после сварки или термической обработки.

Настоящий стандарт содержит технические требования для классификации, использующей методы, основанные на номинальном химическом составе (далее — «классификация по номинальному составу») и на системе легирования (далее — «классификация по системе легирования»).

Примечания

1) Разделы, подразделы и таблицы с указанием «классификация по номинальному составу» или по ИСО 3581-А применимы только для покрытых электродов, классифицированных этим методом.

2) Разделы, подразделы и таблицы с указанием «классификация по системе легирования» или по ИСО 3581-В применимы только для покрытых электродов, классифицированных этим методом.

3) Разделы, подразделы и таблицы без указания метода классификации применимы для покрытых электродов, классифицированных обоими методами.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы датированные и недатированные ссылки на международные стандарты. При датированных ссылках последующие редакции международных стандартов или изменения к ним действительны для настоящего стандарта только после введения изменений к настоящему стандарту или путем подготовки новой редакции настоящего стандарта. При недатированных ссылках действительно последнее издание приведенного стандарта (включая изменения).

ИСО 544 Материалы сварочные. Технические условия поставки присадочных материалов. Вид продукции, размеры, допуски и маркировка

ISO 544 Welding consumables — Technical delivery conditions for welding filler materials — Type of product, dimensions, tolerances and markings

ИСО 2401 Электроды покрытые. Определение эффективности наплавки, коэффициента перехода металла и коэффициента наплавки

ISO 2401 Covered electrodes — Determination of the efficiency, metal recovery and deposition coefficient

ИСО 6847 Материалы расходные сварочные. Наплавка слоя металла для химического анализа

ISO 6847 Welding consumables — Deposition of a weld metal pad for chemical analysis

ИСО 6947 Швы сварные. Рабочие положения. Определение углов наклона и поворота

Издание официальное

ISO 6947 Welds — Working positions — Definitions of angles of slope and rotation

ИСО 8249 Сварка. Определение ферритного числа (FN) в наплавленном металле аустенитной и феррито-аустенитной хромо-никелевой нержавеющей стали

ISO 8249 Welding — Determination of Ferrite Number (FN) in austenitic and duplex-austenitic Cr-Ni stainless steel weld metals

ИСО 13916 Сварка. Руководство по измерению температуры предварительного подогрева, температуры металла между проходами сварки и температуры сопутствующего подогрева

ISO 13916 Welding — Guidance on the measurement of preheating temperature, interpass temperature and preheat maintenance temperature

ИСО 14344 Сварка и родственные процессы. Процессы электрической сварки под флюсом и в защитных газах. Рекомендации по приобретению сварочных материалов

ISO 14344 Welding and allied processes — Flux and gas shielded electrical welding processes — Procurement guidelines for consumables

ИСО 15792-1:2000 Материалы сварочные. Методы испытания. Часть 1. Методы испытания образцов из наплавленного материала при сварке стали, никеля и никелевых сплавов

ISO 15792-1:2000 Welding consumables — Test methods — Part 1: Test methods for all-weld metal test specimens in steel, nickel and nickel alloys

ИСО 15792-3 Материалы сварочные. Методы испытаний. Часть 3. Классификационные испытания сварочных материалов по положению сварки и провару корня шва в угловых швах

ISO 15792-3 Welding consumables — Test methods — Part 3: Classification testing of positional capacity and root penetration of welding consumables in a fillet weld

ИСО 80000-1:2009 Величины и единицы измерений. Часть 1. Общие положения*

ISO 80000-1:2009 Quantities and units — Part 1: General*

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов и классификаторов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте национального органа Российской Федерации по стандартизации в сети Интернет или по ежегодно издаваемому информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим ежемесячно издаваемым информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный стандарт заменен (изменен), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться заменяющим (измененным) стандартом. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Классификация

В настоящем стандарте используются два метода классификации для указания химического состава наплавленного металла шва, полученного данным электродом.

При классификации «по номинальному составу» используют обозначения, указывающие номинальное содержание легирующих элементов, расположенные в определенном порядке, и некоторые другие символы для обозначения низких, но значимых уровней других элементов, уровни содержания которых нельзя выразить целыми числами.

При классификации по «системе легирования» используются традиционные обозначения групп элементов, состоящие из трех или четырех цифр, и, в отдельных случаях, дополнительный знак или знаки для модификаций содержания каждого исходного элемента в группе.

Оба метода включают в себя дополнительные обозначения для указания некоторых других требований классификации.

В таблице 1 представлен перечень испытаний, необходимых для классификации электродов по каждому из методов классификации.

В большинстве случаев конкретный электрод может быть классифицирован обоими методами. В этих случаях можно применять либо одно из классификационных обозначений, либо одновременно оба.

* ISO 80000-1:2009 отменяет и заменяет ISO 31-0:1992.

Таблица 1 — Перечень требований к испытаниям

Символ электрода		Диаметр электрода[a], мм	Положение сварки[b]					
			для проведения химического анализа		для проведения испытания на растяжение металла шва		для испытания углового сварного шва	
ГОСТ Р ИСО 3581-А	ГОСТ Р ИСО 3581-В		ГОСТ Р ИСО 3581-А	ГОСТ Р ИСО 3581-В	ГОСТ Р ИСО 3581-А	ГОСТ Р ИСО 3581-В	ГОСТ Р ИСО 3581-А	ГОСТ Р ИСО 3581-В
Тип покрытия В, положение сварки 1, 2	Положение сварки и тип покрытия –15	3,2; 3,0 4,0 5,0; 4,8 6,0; 5,6; 6,4	PA То же * То же	PA	* PA * То же	* PA * То же	PB, PF, PD * То же »	* PB, PF, PD PB То же
Все типы покрытия, положение сварки 3	**	3,2; 3,0 4,0 5,0; 4,8	PA То же *	**	* PA *	**	PB * То же	**
Все типы покрытия, положение сварки 4	Положение сварки –4 и все типы покрытия	2,4; 2,5 3,2; 3,0 4,0 5,0; 4,8	* PA То же *	PA	* То же PA *	* То же PA *	*	PG
Все типы покрытия, положение сварки 5	**	3,2; 3,0 4,0 5,0; 4,8	PA То же *	**	* PA *	**	PB, PG * То же	**
Тип покрытия R, положение сварки 1, 2	Положение сварки и тип покрытия –16, –17	3,2; 3,0 4,0 5,0; 4,8 6,0; 5,6; 6,4	PA То же * То же	PA То же » *	* PA * То же	* PA * То же	PB, PF, PD * То же »	* PB, PF, PD PB То же
Не применяется	Положение сварки и тип покрытия –26, –27	3,2; 3,0 4,0 5,0; 4,8 6,0; 5,6; 6,4	**	PA	**	* PA * То же	**	* PB То же »

[a] Если электрод какого-либо диаметра не выпускается, его следует заменить ближайшим из выпускаемых (при условии, что диаметр отличается от указанных в настоящей таблице).

[b] Аббревиатуры PA, PB, PD, PF и PG указывают положения сварки в соответствии с ИСО 6947:

PA — нижнее положение;

PB — горизонтальное (для углового шва);

PD — потолочное;

PF — вертикальное, сварка снизу вверх;

PG — вертикальное, сварка сверху вниз.

* Положение сварки не регламентировано.

** Положение сварки не применяется.

3А Классификация по номинальному составу

Классификация включает свойства металла шва, полученного покрытым электродом, как приведено ниже. Она основана на использовании электрода диаметром 4,0 мм.

Классификационное обозначение состоит из пяти символов:

1) первый — символ покрытого электрода (см. 4.1А);
2) второй — символ химического состава металла шва (см. таблицу 2);
3) третий — символ типа покрытия электрода (см. 4.3А);

4) четвертый — символ эффективного переноса металла электрода (отношение массы металла, наплавленного при стандартных условиях, к массе электродного стержня) и рода тока (см. таблицу 4А);

5) пятый — символ положения сварки (см. таблицу 5А).

Классификационное обозначение по ИСО 3581-А состоит из двух частей:

а) обязательная часть

В эту часть включены символы, указывающие тип электрода, химический состав и тип покрытия электрода (см. 4.1, 4.2 и 4.3А);

b) дополнительная часть

В эту часть включены символы, указывающие эффективный перенос металла электрода, род тока, положения сварки для применяемого электрода (см. 4.4А и таблицу 5А).

Полное обозначение должно быть указано на упаковках и в технической документации производителя.

3В Классификация по системе легирования

Классификация включает свойства металла шва, полученного покрытым электродом, как приведено ниже. Она основана на использовании электрода диаметром 4,0 мм.

Классификационное обозначение состоит из четырех символов:

1) первый — символ покрытого электрода (см. 4.1В);

2) второй — символ химического состава металла шва (см. таблицу 2);

3) третий — символ положения сварки (см. таблицу 5В);

4) четвертый — символ типа покрытия электрода и рода тока для применяемого электрода (см. 4.3В).

При классификации электродов по ИСО 3581-В все четыре символа: покрытого электрода, системы легирования, положения сварки и типа покрытия электрода (см. 4.1В, 4.2, 4.3 и таблицу 5В) являются обязательными.

Полное обозначение должно быть указано на упаковках и в технической документации производителя.

Примечание — Состав электродного стержня, который может значительно отличаться от состава металла шва, не является критерием при классификации.

4 Символы и требования

Примеры обозначения для обеих классификаций приведены в приложении А.

4.1 Символ покрытого электрода

4.1А Классификация по номинальному составу

Символом покрытого электрода для ручной дуговой сварки коррозионно-стойких и жаростойких сталей в соответствии с ИСО 3581-А является буква «Е».

4.1В Классификация по системе легирования

Символом покрытого электрода для ручной дуговой сварки коррозионно-стойких и жаростойких сталей в соответствии с ИСО 3581-В являются буквы «ES». «Е» указывает на покрытый электрод, «S» — на коррозионно-стойкие и жаростойкие стали.

4.2 Символ химического состава металла шва

Символы химического состава металла шва, определенного в соответствии с разделом 5, указаны в таблице 2. Металл шва, полученный при использовании покрытых электродов, указанный в таблице 2 в соответствии с разделом 6, должен также соответствовать требованиям к механическим свойствам, указанным в таблице 3.

4.3 Символ типа покрытия электрода

Описание типов покрытия приведено в приложении А.

Тип покрытия электрода во многом определяет условия применения электрода и свойства металла шва.

4.3А Классификация по номинальному составу

Для обозначения типа покрытия используют два символа:

В — основное покрытие;

R — рутиловое покрытие.

4.3В Классификация по системе легирования

Для обозначения типа покрытия электрода используют три символа:

5 — основное покрытие для сварки на постоянном токе;

6 — рутиловое покрытие для сварки на постоянном или переменном токах (за исключением положения сварки и типа покрытия — 46, когда используется постоянный ток);

7 — модифицированное покрытие на основе рутила, содержащее значительное количество диоксида кремния, предназначенное для сварки на постоянном или переменном токах (за исключением положения сварки и типа покрытия — 47, когда используется постоянный ток).

Таблица 2 — Требования к химическому составу

Символ классификации по		Химический состав[a], [b], % (по массе)										
номинальному составу[b], [c], [d] (ГОСТ Р ИСО 3581-А)	системе легирования[d], [e] (ГОСТ Р ИСО 3581-В)	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Cu	Nb + Ta	N
—	409Nb	0,12	1,0	1,00	0,040	0,030	11,0—14,0	0,6	0,75	0,75	0,50—1,50	—
13	(410)			1,50	0,030	0,025					—	
(13)	410		0,9	1,00	0,040	0,030		0,7			—	
13 4	(410NiMo)	0,06	1,0	1,50	0,030	0,025		3,0—5,0	0,40—1,00		—	
(13 4)	410NiMo		0,9	1,00	0,040	0,030	11,0—12,5	4,0—5,0	0,40—0,70		—	—
17	(430)	0,12	1,0	1,50	0,030	0,025	16,0—18,0	0,6	0,75		—	
(17)	430	0,10	0,9	1,00	0,040	0,030	15,0—18,0				—	
—	430Nb		1,0								0,50—1,50	
19 9	(308)	0,08	1,2	2,00	0,030	0,025	18,0—21,0	9,0—11,0			—	—
(19 9)	308		1,0	0,50—2,50	0,040	0,030					—	
19 9 H	(308H)	0,04—0,08	1,2	2,00	0,030	0,025					—	
(19 9 H)	308H		1,0	0,50—2,50	0,040	0,030					—	
19 9 L	(308L)	0,04	1,2	2,00	0,030	0,025					—	
(19 9 L)	308L		1,0	0,50—2,50	0,040	0,030					—	
(20 10 3)	308Mo	0,08						9,0—12,0	2,00—3,00		—	
—	308LMo	0,04									—	
—	349[f]	0,13						8,0—10,0	0,35—0,65		0,75—1,20	
19 9Nb	(347)	0,08	1,2	2,0	0,030	0,025		9,0—11,0	0,75		8 × C – 1,10	
(19 9Nb)	347		1,0	0,50—2,50	0,040	0,030					8 × C – 1,00	
—	347L	0,04										

Продолжение таблицы 2

Символ классификации по		Химический состав[a] [b], % (по массе)										
номинальному составу[b], [c], [d] (ГОСТ Р ИСО 3581-А)	системе легирования[d], [e] (ГОСТ Р ИСО 3581-В)	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Cu	Nb + Ta	N
19 12 2	(316)	0,08	1,2	2,00	0,030	0,025	17,0—20,0	10,0—13,0	2,00—3,00	0,75	—	—
(19 12 2)	316		1,0	0,50—2,50	0,040	0,030		11,0—14,0			—	
(19 12 2)	316H	0,04—0,08									—	
(19 12 3L)	316L	0,04									—	
19 12 3L	(316L)		1,2	2,00	0,030	0,025		10,0—13,0	2,50—3,00		—	
—	316LCu		1,0	0,50—2,50	0,040	0,030		11,0—16,0	1,20—2,75	1,00—2,50	—	—
—	317	0,08					18,0—21,0	12,0—14,0	3,00—4,00	0,75	—	
—	317L	0,04									—	
19 12 3 Nb	(318)	0,08	1,2	2,00	0,030	0,025	17,0—20,0	10,0—13,0	2,50—3,00		8 × C – 1,10	
(19 12 3 Nb)	318	0,08	1,0	0,50—2,50	0,040	0,030	17,0—20,0	11,0—14,0	2,00—3,00		6 × C – 1,0	
19 13 4 N L	—	0,04	1,2	1,00—5,00	0,030	0,025		12,0—15,0	3,00—4,50		—	0,20
—	320	0,07	0,6	0,50—2,50	0,040	0,030	19,0—21,0	32,0—36,0	2,00—3,00	3,00—4,00	8 × C – 1,0	—
—	320LR	0,03	0,3	1,50—2,50	0,020	0,015					8 × C – 0,4	
22 9 3 N L	(2209)	0,04	1,2	2,50	0,030	0,025	21,0—24,0	7,5—10,5	2,50—4,00	0,75	—	0,08—0,20
(22 9 3 N L)	2209		1,0	0,50—2,00	0,040	0,030	21,5—23,5		2,50—3,50			
23 7 N L				0,40—1,5	0,030	0,020	22,5—25,5	6,5—10,0	0,80	0,50		0,10—0,20
25 7 2 N L[c]	—		1,2	2,00	0,035	0,025	24,0—28,0	6,0—8,0	1,00—3,00	0,75		0,20
25 9 3 Cu N L	(2593)			2,50	0,030		24,0—27,0	7,5—10,5	2,50—4,00	1,50—3,50		0,10—0,25
25 9 4 N L[c], [g]	(2593)							8,0—11,0	2,50—4,50	1,50		0,20—0,30
—	2553	0,06	1,0	0,50—1,50	0,040	0,030		6,5—8,5	2,90—3,90	1,50—2,50		0,10—0,25
(25 9 3 Cu N L)	2593	0,04						8,5—10,5		1,50—3,00		0,08—0,25

Продолжение таблицы 2

Символ классификации по		Химический состав[a], [b], % (по массе)										
номинальному составу[b], [c], [d] (ГОСТ Р ИСО 3581-А)	системе легирования[d], [e] (ГОСТ Р ИСО 3581-В)	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Cu	Nb + Ta	N
18 15 3 L	—	0,04	1,2	1,00—4,00	0,030	0,025	16,5—19,5	14,0—17,0	2,50—3,50	0,75	—	—
18 16 5 N L[c]	—				0,035		17,0—20,0	15,5—19,0	3,50—5,00			0,20
20 25 5 Cu N L	(385)				0,030		19,0—22,0	24,0—27,0	4,00—7,00	1,00—2,00		0,25
20 16 3 Mn NL[c]	—			5,00—8,00	0,035		18,0—21,0	15,0—18,0	2,50—3,50	0,75		0,20
25 22 2 N L	—			1,00—5,00	0,030		24,0—27,0	20,0—23,0	2,00—3,00			
27 31 4 Cu L	—			2,50			26,0—29,0	30,0—33,0	3,00—4,50	0,60—1,50		—
18 8 Mn[c]	—	0,20		4,50—7,50	0,035		17,0—20,0	7,0—10,0	0,75	0,75	—	—
18 9 Mn Mo[c]	(307)	0,04—0,14		3,00—5,00			18,0—21,5	9,0—11,0	0,50—1,50			
(18 9 Mn Mo)	307		1,0	3,30—4,75	0,040	0,030		9,0—10,7				
20 10 3	(308Mo)	0,10	1,2	2,50	0,030	0,025	18,0—21,0	9,0—12,0	1,50—3,50			
23 12 L	(309L)	0,04					22,0—25,0	11,0—14,0	0,75			
(23 12 L)	309L		1,00	0,5—2,5	0,040	0,030		12,0—14,0	0,75			
(22 12)	309	0,15										
23 12 Nb	(309Nb)	0,10	1,20	2,5	0,030	0,025		11,0—14,0			8 × C – 1,1	—
—	309LNb	0,04	1,00	0,5—2,5	0,040	0,030		12,0—14,0			0,7—1,0	
(23 12 Nb)	309Nb	0,12										
—	309Mo								2,00—3,00		—	
23 12 2 L	(309LMo)	0,04	1,20	2,5	0,030	0,025		11,0—14,0				
(23 12 2 L)	309LMo		1,00	0,5—2,5	0,040	0,030		12,0—14,0				
29 9[c]	(312)	0,15	1,20	2,5	0,035	0,025	27,0—31,0	8,0—12,0	0,75			
(29 9)	312		1,00	0,5—2,5	0,040	0,030	28,0—32,0	8,0—10,5				

Продолжение таблицы 2

Символ классификации по		Химический состав[a], [b], % (по массе)										
номинальному составу[b], [c], [d] (ГОСТ Р ИСО 3581-А)	системе легирования[d], [e] (ГОСТ Р ИСО 3581-В)	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Cu	Nb + Ta	N
16 8 2	(16–8–2)	0,08	0,60	2,5	0,030	0,025	14,5—16,5	7,5—9,5	1,50—2,50	0,75	—	—
(16 8 2)	16–8–2	0,10		0,5—2,5		0,030			1,00—2,00			
25 4	—	0,15	1,20	2,5		0,025	24,0—27,0	4,0—6,0	0,75			
—	209[h]	0,06	1,00	4,0—7,0	0,04	0,030	20,5—24,0	9,5—12,0	1,50—3,00		—	0,10—0,30
—	219			8,0—10,0			19,0—21,5	5,5—7,0	0,75			
—	240			10,5—13,5			17,0—19,0	4,0—6,0				
22 12	(309)	0,15	1,20	2,5	0,030	0,025	20,0—23,0	10,0—13,0			—	—
25 20	(310)	0,06—0,20		1,0—5,0			23,0—27,0	18,0—22,0				
(25 20)	310	0,08—0,20	0,75	1,0—2,5		0,030	25,0—28,0	20,0—22,5				
25 20 H	(310H)	0,35—0,45	1,20	2,5		0,025	23,0—27,0	18,0—22,0				
(25 20 H)	310H		0,75	1,0—2,5		0,030	25,0—28,0	20,0—22,5				
—	310Nb	0,12			0,030		25,0—28,0	20,0—22,0			0,70—1,00	—
—	310Mo								2,00—3,00		—	
18 36	(330)	0,25	1,20	2,5		0,025	14,0—18,0	33,0—37,0	0,75			
(18 36)	330	0,18—0,25	1,00	1,0—2,5	0,040	0,030	14,0—17,0					
—	330H	0,35—0,45										
—	383	0,03	0,90	0,5—2,5	0,02	0,02	26,5—29,0	30,0—33,0	3,20—4,20	0,60—1,50		
(20 25 5 Cu N L)	385	0,03	0,90	1,00—2,50	0,03	0,02	19,50—21,50	24,0—26,0	4,20—5,20	1,20—2,00		
—	630	0,05	0,75	0,25—0,75	0,04	0,03	16,00—16,75	4,5—5,0	0,75	3,25—4,00	0,15—0,30	—
21 10 N[i]	—	0,06—0,09	1,00—2,00	0,30—1,00	0,02	0,01	20,50—22,50	9,5—11,0	0,50	0,30	—	0,10—0,20

Окончание таблицы 2

[a] Если в таблице приведено одно значение, то оно означает его максимальную величину.
[b] Покрытые электроды, химический состав которых отсутствует в таблице и которые пользователь желает классифицировать по этому методу, можно обозначать аналогично с добавлением впереди буквы «Z».
[c] Суммарное содержание фосфора и серы (P и S) не должно превышать 0,050, за исключением: 25 7 2 N L; 18 16 5 N L; 20 16 3 Mn N L; 18 8 Mn; 18 9 Mn Mo и 29 9.
[d] Обозначение в скобках [например, (308L) или (19 9 L)] указывает примерное, но неполное соответствие в другом методе обозначения. Правильным обозначением для данного диапазона химического состава является обозначение без скобок. Покрытому электроду могут быть присвоены независимо оба обозначения, а при наличии более жестких ограничений по химическому составу — те, которые удовлетворяют обоим наборам требований к обозначению.
[e] Анализ должен быть проведен на содержание элементов, для которых в данной таблице указаны величины. Если в ходе анализа были обнаружены другие элементы, необходимо провести повторный анализ, чтобы определить, не превышает ли общее содержание таких элементов 0,50 % (кроме железа).
[f] Содержание ванадия должно находиться в пределах 0,10 % — 0,30 %; титана — не более 0,15 %; вольфрама в пределах 1,25 % — 1,75 %.
[g] Содержание вольфрама не должно превышать 1,0 %.
[h] Содержание ванадия должно находиться в пределах 0,10 % — 0,30 %.
[i] Содержание церия — 0,05 %.

Таблица 3 — Требования к механическим свойствам

Символ по номинальному составу (ГОСТ Р ИСО 3581-А)	Символ по системе легирования (ГОСТ Р ИСО 3581-В)	Минимальный предел текучести $R_{p0,2}$, МПа	Минимальный предел прочности при растяжении R_m, МПа	Минимальное относительное удлинение[a], %	Термическая обработка после сварки
—	409Nb	—	450	13	[b]
13	(410)	250		15	[c]
(13)	410	—			[d]
13 4	(410NiMo)	500	750		[e]
(13 4)	410NiMo	—	760	10	[f]
17	(430)	300	450	15	[g]
(17)	430	—			[b]
—	430Nb	—		13	[b]
19 9	(308)	350	550	30	—
(19 9)	308	—			
19 9 H	(308H)	350			
(19 9 H)	308H	—			
19 9 L	(308L)	320	510		
(19 9 L)	308L	—			
—	308Mo	—	550		
—	308LMo	—	520		
—	349	—	690	23	
19 9 Nb	(347)	350	550	25	
(19 9 Nb)	347	—	520		
—	347L	—	510		
19 12 2	(316)	350	550		
(19 12 2)	316	—	520		
—	316H	—			

Продолжение таблицы 3

Символ по номинальному составу (ГОСТ Р ИСО 3581-А)	Символ по системе легирования (ГОСТ Р ИСО 3581-В)	Минимальный предел текучести $R_{p0,2}$, МПа	Минимальный предел прочности при растяжении R_m, МПа	Минимальное относительное удлинение[4]. %	Термическая обработка после сварки
19 12 3 L	(316L)	320	510	25	—
(19 12 3 L)	316L	—	490		
—	316LCu	—	510		
—	317	—	550	20	
—	317L	—	510		
19 12 3 Nb	(318)	350	550	25	
(19 12 3 Nb)	318	—		20	
19 13 4 N L	—	350		25	
—	320	—		28	
—	320LR	—	520		
22 9 3 N L	(2209)	450	550	20	
(29 9 3 N L)	2209	—	690	15	—
25 7 2 N L	—	500	700		—
25 9 3 Cu N L	—		620	18	—
25 9 4 N L	—				—
—	2553	—	760	13	—
—	2593	—			—
18 15 3 L	—	300	480	25	—
18 16 5 N L	—				—
20 25 5 Cu N L	—	320	510		—
20 16 3 Mn N L	—				—
25 22 2 N L	—				—
27 31 4 Cu L	—	240	500		—
18 8 Mn	—	350			—
18 9 Mn Mo	(307)				—
(18 9 Mn Mo)	307	—	590		—
20 10 3	—	400	620	20	—
—	309	—	550	25	—
23 12 L	(309L)	320	510		—
(23 12 L)	309L	—			—
23 12 Nb	(309Nb)	350	550		—
(23 12 Nb)	309Nb	—			—
—	309Mo	—			—
23 12 2 L	(309LMo)	350			—
(23 12 2 L)	309LMo	—	510		—
—	309LNb	—			—

Окончание таблицы 3

Символ по номинальному составу (ГОСТ Р ИСО 3581-А)	Символ по системе легирования (ГОСТ Р ИСО 3581-В)	Минимальный предел текучести $R_{p0.2}$, МПа	Минимальный предел прочности при растяжении R_m, МПа	Минимальное относительное удлинение[a], %	Термическая обработка после сварки
29 9	(312)	450	650	15	—
(29 9)	312	—	660		—
16 8 2	(16-8-2)	320	510	25	—
(16 8 2)	16-8-2	—	520		—
25 4	—	400	600	15	—
—	209	—	690		—
—	219	—	620		—
—	240	—	690	25	—
22 12	—	350	550		—
25 20	(310)			20	—
(25 20)	310	—		25	—
25 20 H	(310H)	350	550	10[b]	—
(25 20 H)	310H	—	620	8	—
—	310Nb	—	550	23	—
—	310Mo	—		28	—
18 36	(330)	350	510	10[b]	—
(18 36)	330	—	520	23	—
—	330H	—	620	8	—
—	383	—	520	28	—
—	385	—			—
—	630	—	930	6	[i]
23 7 NL	—	450	570	20	—
21 10 N	—	350	550	30	—

Примечание — Прочность и относительное удлинение металла шва могут быть ниже, чем у основного металла.

[a] Исходная базовая длина образца равна пяти диаметрам испытуемого образца.

[b] Температура 760 °С — 790 °С в течение 2 ч. Охлаждение в печи до температуры 595 °С со скоростью, не превышающей 55 °С/ч, затем на открытом воздухе до комнатной температуры.

[c] Температура 840 °С — 870 °С в течение 2 ч. Охлаждение в печи до температуры 600 °С, а затем на воздухе.

[d] Температура 730 °С — 760 °С в течение 1 ч. Охлаждение в печи до температуры 315 °С со скоростью, не превышающей 110 °С/ч, а затем на открытом воздухе до комнатной температуры.

[e] Температура 580 °С — 620 °С в течение 2 ч. Охлаждение на воздухе.

[f] Температура 595 °С — 620 °С в течение 1 ч. Охлаждение на воздухе до комнатной температуры.

[g] Температура 760 °С — 790 °С в течение 2 ч. Охлаждение в печи до температуры 600 °С, затем на воздухе.

[h] Эти электроды обеспечивают высокое содержание углерода в металле шва для работы при высоких температурах. Относительное удлинение образца при комнатной температуре имеет слабое соответствие таким условиям.

[i] Температура 1025 °С — 1050 °С в течение 1 ч. Охлаждение на воздухе до температуры окружающей среды, дисперсное упрочнение при температуре 610 °С — 630 °С в течение 4 ч, затем охлаждение до температуры среды.

4.4 Символ эффективного переноса металла электрода и рода тока

4.4A Классификация по номинальному составу

Символ эффективного переноса металла электрода, определенного в соответствии с ИСО 2401, и рода тока указаны в таблице 4А.

Таблица 4А — Символ эффективного переноса металла электрода и рода тока (классификация по номинальному составу)

Символ	Эффективный перенос металла электрода, %	Род тока[a)]
1	Не более 105	a.c., d.c.
2		d.c.
3	Св. 105 до 125 включ.	a.c., d.c.
4		d.c.
5	Св. 125 до 160 включ.	a.c.; d.c.
6		d.c.
7	Св. 160	a.c.; d.c.
8		d.c.

[a)] Чтобы продемонстрировать возможность сварки на переменном токе, испытания следует выполнять при напряжении не более 65 В (a.c. — переменный ток; d.c. — постоянный ток).

4.4B Классификация по системе легирования

В данной классификации символ эффективного переноса металла электрода не указан. Род тока включен в символ типа покрытия в соответствии с 4.3В.

4.5 Символ положения сварки

Символы положения сварки, при которых электрод испытывается в соответствии с ИСО 15792-3, указаны в таблице 5А или 5В.

Таблица 5А — Символ положения сварки (классификация по номинальному составу)

Символ	Положение сварки[a)]
1	PA, PB, PD, PF, PG
2	PA, PB, PD, PF
3	PA, PB
4	PA
5	PA, PB, PG

[a)] Положение сварки определено в ИСО 6947.
PA — нижнее положение;
PB — горизонтальное (для углового шва);
PD — потолочное.
PF — вертикальное, сварка снизу вверх;
PG — вертикальное, сварка сверху вниз.

Таблица 5В — Символ положения сварки (классификация по системе легирования)

Символ	Положение сварки[a)]
–1	PA, PB, PD, PF
–2	PA, PB
–4	PA, PB, PD, PF, PG

[a)] Положение сварки определено в ИСО 6947:
PA — нижнее положение;
PB — горизонтальное (для углового шва);
PD — потолочное,
PF — вертикальное, сварка снизу вверх;
PG — вертикальное, сварка сверху вниз.

5 Химический анализ

Химический анализ металла шва может быть проведен на любом соответствующем образце. В спорных случаях следует использовать образцы, изготовленные в соответствии с ИСО 6847. Результаты химического анализа должны удовлетворять требованиям таблицы 2.

Может быть использован любой аналитический метод, но в спорных случаях следует использовать общепринятые опубликованные методы.

6 Механические испытания

6.1 Общие положения

Испытания на растяжение и другие требуемые испытания должны быть выполнены в состоянии после сварки или в состоянии послесварочной термической обработки в соответствии с таблицей 3. Образец выполняется из металла шва типа 1.3 в соответствии с ИСО 15792-1. Условия сварки приведены в 6.2 и 6.3 настоящего стандарта.

6.2 Температура предварительного подогрева и температура между проходами

Температура предварительного подогрева и температура между проходами должны быть приняты в соответствии с типом металла шва, как указано в таблицах 6А и 6В соответственно.

Таблица 6А — Температура предварительного подогрева и температура между проходами (классификация по номинальному составу)

Символ по системе легирования	Металл шва	Температура предварительного подогрева и температура между проходами, °С
13 17	Мартенситная и ферритная хромистая сталь	200—300
13 4	Мягкая мартенситная коррозионно-стойкая сталь	100—180
Все остальные	Аустенитная и дуплексная ферритно-аустенитная коррозионно-стойкая сталь	150 макс.

Таблица 6В —Температура предварительного подогрева и температура между проходами (классификация по системе легирования)

Символ по системе легирования	Металл шва	Температура предварительного подогрева и температура между проходами, °С
410	Мартенситная и ферритная хромистая коррозионно-стойкая сталь	200—300
409 Nb 430 430 Nb		150—260
410 NiMo 630	Мягкая мартенситная коррозионно-стойкая сталь	100—260
Все остальные	Аустенитная и дуплексная ферритно-аустенитная коррозионно-стойкая сталь	150 макс.

Температура металла между проходами должна быть измерена с применением термокарандашей, контактных термометров или термопар по центру сварного элемента на расстоянии 25 мм от края кромки (см. ИСО 13916).

Температура металла между проходами не должна превышать температуры, указанной в таблицах 6А и 6В. Если после какого-либо прохода температура между проходами превышена, то испытуемый образец должен быть охлажден на воздухе до температуры ниже указанного верхнего предела.

6.3 Последовательность выполнения проходов

Для электрода диаметром 4 мм и образца типа 1.3 по ИСО 15792-1 каждый слой следует выполнять за два прохода. Количество слоев должно быть от семи до девяти.

Направление сварки при выполнении прохода не должно изменяться. Каждый проход должен быть выполнен при токе, составляющем от 70 % до 90 % максимального значения, рекомендованного производителем. Независимо от типа покрытия сварка должна осуществляться на переменном токе, если рекомендован и переменный, и постоянный ток, и на постоянном токе обратной полярности, если рекомендован постоянный ток.

7 Испытание углового сварного шва

Образец для испытания угловых сварных швов должен соответствовать ИСО 15792-3.

7А Классификация по номинальному составу

Требования к испытанию сварного углового шва указаны в таблице 7А. Толщина пластины *t* должна быть от 10 до 12 мм, ширина *w* должна быть 55 мм, длина *l* должна быть 250 мм.

Таблица 7А — Требования к испытанию угловых сварных швов (классификация по номинальному составу)

Символ положения сварки по ГОСТ Р ИСО 3581-А	Символ типа покрытия по ГОСТ Р ИСО 3581-А	Положение сварки	Диаметр электрода, мм	Теоретическая толщина углового шва, мм	Максимальная разность катетов, мм	Максимальная выпуклость шва, мм
1 или 2	R или B	PB	6,0	5,0 мин.	2,0	3,0
1 или 2	R B	PF	4,0	4,5 макс. 5,5 макс.	Не регламентируется	2,0
1 или 2	R B	PD	4,0	4,5 макс. 5,5 макс.	1,5 2,0	2,5 3,0
3	R или B	PB	6,0	5,0 мин.	2,0	3,0
4	R или B	Не регламентируется	Не регламентируется	Не регламентируется	Не регламентируется	Не регламентируется
5	R B	PB	6,0 5,0	4,5 мин.	1,5	2,5
5	R B	PD	4,0	4,5 мин. 5,5 мин.	1,5 2,0	2,5 3,0
5	R или B	PG	5,0	5,0 мин.	Не регламентируется	1,5[a)]

[a)] Максимальная вогнутость.

7В Классификация по системе легирования

Толщина пластины сварного углового шва *t* и требуемые результаты к испытаниям указаны в таблице 7В. Длина пластины *l* должна быть 250 мм, ширина *w* должна быть 50 мм.

Таблица 7В — Толщина пластины сварного соединения с угловым швом и требуемые результаты испытаний (классификация по системе легирования)

Символ положения сварки и типа покрытия по ГОСТ Р ИСО 3581-В	Диаметр электрода, мм	Род тока	Номинальная толщина пластины, *t*, мм	Положение сварки	Катет углового шва (наибольший), мм	Максимальная разность катетов, мм	Максимальная выпуклость шва, мм
–15	4,0	d.c.(+)	6; 8; 10	PF	8,0	Не регламентировано	2,0
				PB и PD	6,0	1,5	1,5
	4,8; 5,0		10	PB	8,0		2,0
	5,6; 6,0; 6,4				10,0	2,0	
–16	4,0	a.c.	6; 8; 10	PF	8,0	Не регламентировано	2,0
				PB и PD	6,0	1,5	1,5
	4,8; 5,0		10	PB	8,0		2,0
	5,6; 6,0; 6,4				10,0	2,0	

Окончание таблицы 7В

Символ положения сварки и типа покрытия по ГОСТ Р ИСО 3581-В	Диаметр электрода, мм	Род тока	Номинальная толщина пластины, t, мм	Положение сварки	Катет углового шва (наибольший), мм	Максимальная разность катетов, мм	Максимальная выпуклость шва, мм
–17	4,0	a.c.	6; 8; 10	PF	12,0	Не регламентировано	2,0
				PB и PD	8,0	1,5	1,5
	4,8; 5,0		10	PB			2,0
	5,6; 6,0; 6,4				10,0	2,0	2,0
–25	4,0	d.c.(+)	10; 12	PB	8,0	1,5	1,5
	4,8; 5,0						2,0
	5,6; 6,0; 6,4				10,0	2,0	2,0
–26; –27	4,0	a.c.	10; 12	PB	8,0	1,5	1,5
	4,8; 5,0						2,0
	5,6; 6,0; 6,4				10,0	2,0	2,0
–45, –46 –47	2,4; 2,5	d.c.(+)	6, 8, 10	PG	5,0	Не регламентировано	2,0[a]
	3,0; 3,2 4,0				6,0 8,0		3,0[a] 4,0[a]
	4,8; 5,0				10,0		5,0[a]

[a] Максимальная вогнутость.

8 Требования к округлению величин

При определении соответствия требованиям настоящего стандарта реальные величины, полученные при испытании, должны подвергаться округлению в соответствии с правилами, изложенными в ИСО 80000-1—2009 (правило А приложения В).

Если измеренные величины получены на оборудовании, калиброванном в единицах, отличных от единиц настоящего стандарта, то измеренные величины, перед их округлением, должны быть переведены в единицы настоящего стандарта. Если средняя арифметическая величина должна сравниваться с требованиями настоящего стандарта, то округление должно быть выполнено только после расчета этой средней арифметической величины.

Если приведенный в разделе «Нормативные ссылки» стандарт на методы испытания содержит инструкции по округлению, противоречащие инструкциям настоящего стандарта, то должны быть выполнены требования по округлению в соответствии со стандартом на методы испытания. Результаты округления должны удовлетворять требованиям соответствующей таблицы для классификации при испытаниях.

9 Повторные испытания

Если проведенное испытание не подтвердило соответствие требованиям, то его следует повторить дважды. Результаты обоих повторных испытаний должны удовлетворять требованиям. Образцы для повторных испытаний могут быть взяты из первичного соединения или из нового сварного соединения. Для химического анализа повторное испытание необходимо лишь для тех отдельных элементов, которые не отвечают требованиям испытаний. Если результаты одного или обоих повторных испытаний не отвечают требованиям настоящего стандарта, то испытуемый материал следует рассматривать как не удовлетворяющий требованиям этой классификации.

В случае, если при подготовке или после завершения любого испытания точно установлено, что предписанные или соответствующие методики нарушены при подготовке сварного соединения или образца(ов) к испытанию или при проведении испытания, то такое испытание следует считать недействительным независимо от того, что это испытание фактически выполнено, а его результаты отве-

чают или не отвечают требованиям настоящего стандарта. Такое испытание следует повторить с соблюдением требований предписанных методик. В этом случае не требуется удвоения количества образцов для испытания.

10 Технические условия на поставку

Технические условия на поставку должны отвечать требованиям стандартов ИСО 544 и ИСО 14344.

11 Примеры обозначения

Обозначение покрытых электродов должно следовать принципам, приведенным в 11.1А и 11.1В.

11.1А Классификация по номинальному составу

Пример 1А — Металл шва, наплавленный покрытым электродом для ручной дуговой сварки (E), имеет химический состав 19 % Cr, 12 % Ni и 2 % Mo (19 12 2) в соответствии с таблицей 2. Покрытие электрода — рутиловое (R). Электрод может быть использован на переменном или постоянном токах с эффективным переносом металла электрода 120 % (3) при сварке стыковых и угловых швов в нижнем положении (4).

Обозначение такого электрода:

ГОСТ Р ИСО 3581-А — E 19 12 2 R 3 4.

Обязательная часть:

ГОСТ Р ИСО 3581-А — E 19 12 2 R,

где ГОСТ Р ИСО 3581 — обозначение настоящего стандарта, буква «А» указывает классификацию по номинальному составу;

E — покрытый электрод для ручной дуговой сварки (см. 4.1А);

19 12 2 — химический состав металла шва (см. таблицу 2);

R — тип покрытия электрода (см. 4.3А);

3 — выполнение сварки на переменном или постоянном токах и эффективный перенос металла электрода 120 % (см. таблицу 4А);

4 — при выполнении сварки стыковых и угловых швов в нижнем положении (см. таблицу 5А).

11.1В Классификация по системе легирования

Пример 1В — Металл шва, наплавленный покрытым электродом для ручной дуговой сварки (E) коррозионно-стойких и жаростойких сталей (S), имеет химический состав 19 % Cr, 12 % Ni и 2 % Mo (316) в соответствии с таблицей 2. Покрытие электрода — рутиловое (6). Электрод может быть использован на переменном или постоянном токах для сварки стыковых и угловых швов в нижнем положении (2).

Обозначение такого электрода:

ГОСТ Р ИСО 3581-В — ES316-26,

где ГОСТ Р ИСО 3581 — обозначение стандарта, буква «В» указывает классификацию по системе легирования;

ES — покрытый электрод для ручной дуговой сварки коррозионно-стойких и жаростойких сталей (см. 4.1В);

316 — химический состав металла шва (см. таблицу 2);

2 — положения сварки (см. таблицу 5В);

6 — тип покрытия электрода (см. 4.3В).

Приложение А
(справочное)

Типы покрытия

Покрытие электрода для ручной дуговой сварки может весьма существенно отличаться в разных классификациях. Оба метода классификации, приведенные в настоящем стандарте, используют символы для обозначения основных составляющих покрытия.

Ниже приведено краткое описание каждого покрытия с указанием основных характеристик.

А.1А Классификация по номинальному составу

В этом методе приняты два символа для обозначения типа покрытия электрода.

А.1.1А Основное покрытие, символ В

Символ В указывает на покрытие с большим содержанием минералов и веществ таких, как мрамор (карбонат кальция), доломит (карбонат кальция и магния) и плавиковый шпат (фтористый кальций). Электроды с основным покрытием, как правило, подходят только для сварки на постоянном токе обратной полярности.

А.1.2А Рутиловое покрытие, символ R

Символ R указывает на покрытие с большим содержанием минерала рутила, основным компонентом которого является диоксид титана. В состав покрытия также входят другие легко ионизирующиеся вещества и минералы. Электроды с этим типом покрытия могут быть использованы на переменном и постоянном токах.

А.1В Классификация по системе легирования

В этом методе приняты три символа для обозначения типа покрытия электрода.

А.1.1В Основное покрытие, символ 5

Символ 5 указывает на покрытие с большим содержанием минералов и веществ таких, как мрамор (карбонат кальция), доломит (карбонат кальция и магния) и плавиковый шпат (фтористый кальций).

Электроды с таким типом покрытия могут быть использованы для работы только на постоянном токе обратной полярности.

А.1.2В Рутиловое покрытие, символ 6

Символ 6 указывает на покрытие с большим содержанием минерала рутила, основным компонентом которого является диоксид (двуокись) титана. В состав покрытия также входят другие легко ионизирующиеся вещества и минералы. Электроды с этим типом покрытия могут быть использованы как на переменном, так и постоянном токах.

А.1.3В Кислое покрытие, символ 7

Символ 7 указывает на модифицированное рутиловое покрытие, в котором часть диоксида титана заменена диоксидом кремния. Такое покрытие характеризуется высокой жидкотекучестью шлака и легкостью выполнения проходов швов. Для дуговой сварки характерен струйный перенос, при этом сложнее выполнять сварку тонкого металла в вертикальном положении.

Примечание — По методу А (классификация по номинальному составу) не делается различия между рутиловым и кислым типами покрытия, в отличие от метода В (классификация по системе легирования).

Приложение В
(справочное)

О содержании феррита в металле шва

В.1 Общие сведения

Настоящее приложение основано на статье [3].

Содержание феррита в металле шва из коррозионно-стойкой стали имеет важное значение при производстве и эксплуатации сварной конструкции. Во избежание затруднений определенное содержание феррита часто регламентируют. Традиционно содержание феррита указывалось в процентах, но в настоящее время, согласно ИСО 8249, используется Ферритное Число (далее — FN).

В.2 Влияние феррита

Наиболее важным и полезным эффектом феррита в сварных швах из номинально аустенитных коррозионно-стойких сталей является хорошо известная зависимость между понижением склонности к горячим трещинам и наличием самого феррита. Помимо других факторов, минимальное содержание феррита, необходимое для обеспечения отсутствия горячих трещин, зависит от химического состава металла шва. Максимальное содержание феррита определяется возможным его влиянием на механические и коррозионные свойства. Требуемое содержание феррита может быть установлено подбором соотношения содержания ферритообразующих элементов (таких как хром) к содержанию аустенитообразующих (таких как никель) в пределах, допускаемых соответствующими техническими требованиями.

В.3 Связь между составом и структурой

Содержание феррита, как будет отмечено ниже, обычно определяется с помощью магнитометрической аппаратуры и выражается Ферритным Числом. Содержание феррита можно также определить с помощью структурных диаграмм. В качестве наиболее точной рекомендуется использовать структурную диаграмму Совета по исследованиям в области сварки (WRC) [4]. Химический состав сплава связывается со структурой посредством группировки ферритообразующих элементов в так называемый «эквивалент хрома», а аустенитообразующих элементов — в «эквивалент никеля». Диаграмма WRC — 1992 позволяет предсказать структуру с точностью до ± 4 FN при расчетном содержании феррита до 18 FN. Диаграмма может быть использована для значений Ферритных Чисел до 100 (то есть ее можно использовать для дуплексных сталей).

В.4 Образование феррита

Принято считать, что образование горячих трещин зависит от характера кристаллизации. Конечное содержание феррита и его морфология зависят от реакций в процессе кристаллизации и, в дальнейшем, в твердой фазе. Склонность к горячим трещинам в зависимости от характера кристаллизации снижается в следующем порядке: однофазный аустенитный, первичный аустенитный, смешанный тип и однофазный феррит, первичный феррит. Хотя и Ферритное Число, и характер кристаллизации зависят преимущественно от химического состава, их связь не всегда однозначна. Однако имеется система стандартизации, которая позволяет более практично регламентировать и измерять содержание феррита на ее основе.

В.5 Влияние условий сварки

Содержание феррита в металле шва определяется не только выбором присадочного металла. Кроме влияния доли участия основного металла, содержание феррита в металле шва может существенно зависеть от режима сварки. Несколько факторов могут изменить химический состав металла шва. Наиболее важным из них является азот, который может попасть в металл шва через сварочную дугу. Высокое напряжение дуги может привести к значительному уменьшению Ферритного Числа. Другими факторами являются снижение содержания хрома за счет окисляющих веществ в покрытии или увеличение углерода за счет диссоциации CO_2. Весьма высокое тепловложение может также оказать влияние, особенно на дуплексные стали. Если выявлено существенное отличие содержания феррита в наплавленном металле по сравнению с сертификатом производителя, то весьма вероятно, что причиной такого отличия является один или несколько из вышеуказанных факторов.

В.6 Влияние термической обработки

Коррозионно-стойкие стали, как основной металл, обычно поставляются после гомогенизации и закалки. Большинство сварных соединений, напротив, вводятся в эксплуатацию в состоянии после сварки. Однако в некоторых случаях может или должна выполняться после сварки термическая обработка. Она может стать причиной некоторого уменьшения магнитометрически определяемого FN и даже его снижения до нуля. Влияние термической обработки на механические и коррозионные свойства может быть значительным, но здесь не рассматривается.

В.7 Определение содержания феррита

В.7.1 Содержание феррита должно быть согласовано сторонами, заинтересованными в качестве сварной конструкции из коррозионно-стойкой стали. Этими сторонами могут быть: производитель присадочного металла, изготовитель сварной конструкции, регулирующий орган и страховая компания. Поэтому необходимо, чтобы метод определения содержания феррита был воспроизводимым.

Ранее для определения содержания феррита в металле шва из коррозионно-стойкой стали широко использовалась металлография. В зависимости от реактива для травления воздействовали либо на феррит, либо на аустенит, отличая феррит в аустенитной матрице. Ферритная фаза очень мелкая, неоднородная по форме и неравномерно распределена в матрице. Надежность и воспроизводимость этого метода были низкими. Более того, металлографические исследования требуют разрушения образца, что не всегда выполнимо для контроля качества на производстве.

В.7.2 Феррит, как ферромагнетик, легко отличим от аустенита. Магнитные свойства аустенитного металла шва пропорциональны содержанию в нем феррита. На магнитные свойства также влияет состав феррита (чем больше легирующих примесей в феррите, тем слабее его магнитные свойства по сравнению с ферритом, имеющим меньшее содержание этих примесей). Поэтому такое свойство может быть использовано для определения содержания феррита, если возможно применить аттестованную методику калибровки магнитных средств измерения.

Желательно проводить калибровку таким образом, чтобы результаты можно было напрямую преобразовать в «процент феррита». Однако из-за вышеуказанного влияния состава феррита и, как оказалось, невозможности достичь единогласия по действительному «проценту феррита» была введена произвольная шкала FN. Первоначально FN считалось достоверным показателем «процента феррита» в металле шва типа 19 9 или 308, однако позднейшие исследования показали, что FN заметно завышает FN в металле шва. С точки зрения практики это не важно. Значительно более важным является возможность различных измерительных служб воспроизвести одни и те же результаты с малым разбросом по содержанию феррита в данном сварном образце, а система измерения FN позволяет это выполнить.

В.7.3 Калибровка конкретного лабораторного оборудования, основанная на системе измерения FN, осуществляется с использованием первичных стандартных образцов, которые представляют собой основу из углеродистой стали с нанесенным немагнитным покрытием стандартной толщины. Такие стандартные образцы доступны для получения из Национального института стандартов и технологий США (NIST). Каждому такому образцу присваивается FN в соответствии с таблицей 1 ИСО 8249 [1]. Кроме того, в системе FN оборудование, калиброванное по первичным стандартным образцам, может быть использовано для присвоения FN образцам металла швов, которые, в свою очередь, могут быть использованы как вторичные стандартные образцы для калибровки различных других измерительных устройств, более удобных в производственных или полевых условиях.

В.7.4 При многократных испытаниях в разных лабораториях с использованием первичной или вторичной калибровки было установлено, что при определении FN на заданных образцах металла шва воспроизводимость составляет не более ± 1 FN — в диапазоне от 0 FN до 28 FN, предусмотренном в ИСО 8249. Это значительно более высокая воспроизводимость, чем получаемая металлографическими методами. Были разработаны принципы для расширения системы диапазонов FN, предназначенных для дуплексных сталей, и эта информация была опубликована в ИСО 8249.

Вторичные стандартные образцы теперь также доступны в NIST[1)]. Ранее вторичные стандартные образцы можно было получить в TWI[2)].

В.8 Реализация измерений ферритного числа

При регламентировании и определении содержания феррита важно оперировать с действительно достижимыми для сварного образца числами. Нереально указывать и пытаться измерять нулевое FN в номинально полностью аустенитном металле шва. Максимальная величина FN, равная 0,5 FN, вполне реальна и достижима. Нереально регламентировать и пытаться измерять FN в диапазоне, близком к величине воспроизводимости (погрешности) процесса сварки и измерения. Таким образом, регламентация диапазона от 5 до 10 FN или от 40 до 70 FN реальна и достижима. Однако диапазоны от 5 до 6 FN и от 45 до 55 FN не реалистичны. Также нереально регламентировать и ожидать, что измерение Ферритных Чисел на криволинейных поверхностях, поверхностях вблизи кромок и сильно магнитных материалов или на необработанных поверхностях (содержащих «чешуйки» шва) будут совпадать с измерениями на гладкой обработанной поверхности шва по его центру.

[1)] Национальный институт стандартов и технологий, Гейтерсберг, США (MD, 20899, USA).

[2)] Институт сварки, Abington Hall, Абингтон, Кэмбридж, Великобритания (CB1 6AL, U.K).

Приложение ДА
(обязательное)

Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов ссылочным национальным стандартам Российской Федерации (и действующим в этом качестве межгосударственным стандартам)

Таблица ДА.1

Обозначение ссылочного международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего национального стандарта
ИСО 544	MOD	ГОСТ Р 53689—2009 (ИСО 544:2003) «Материалы сварочные. Технические условия поставки присадочных материалов. Вид продукции, размеры, допуски и маркировка»
ИСО 2401	—	*
ИСО 6847	—	*
ИСО 6947	—	*
ИСО 8249	MOD	ГОСТ Р 53686—2009 (ИСО 8249.2000) «Сварка. Определение содержания ферритной фазы в металле сварного шва аустенитных и двухфазных аустенитных хромоникелевых коррозионностойких сталей»
ИСО 13916	—	*
ИСО 14344	—	*
ИСО 15792-1:2000	IDT	ГОСТ Р ИСО 15792-1—2009 «Материалы сварочные. Методы испытаний. Часть 1. Методы испытаний образцов наплавленного металла из стали, никеля и никелевых сплавов»
ИСО 15792-3:2000	—	*
ИСО 80000-1	—	*

* Соответствующий национальный стандарт отсутствует. До его утверждения рекомендуется использовать перевод на русский язык данного международного стандарта. Перевод данного международного стандарта находится в Федеральном информационном фонде технических регламентов и стандартов.

Примечание — В настоящей таблице использованы следующие условные обозначения степени соответствия стандартов:
- IDT — идентичные стандарты;
- MOD — модифицированные стандарты.

Библиография

[1] ИСО 8249:2000 Сварка. Определение ферритного числа (FN) в металле шва из аустенитной и дуплексной ферритно-аустенитной хромоникелевой нержавеющей стали
(ISO 8249:2000) (Welding — Determination of Ferrite Number (FN) in austenitic and duplex ferritic-austenitic Cr-Ni stainless steel and metals)

[2] ЕН 1600 Материалы присадочные. Электроды покрытые для ручной дуговой сварки металлическим электродом коррозионно-стойких и жаростойких сталей. Классификация
(EN 1600) (Welding consumables — Covered electrodes for manual arc welding of stainless and heat resisting steels — Classification)

[3] Lefebvre J. Guidance on specifications of ferrite in stainless steel weld metal. Welding in the World, 31(6), 1993, pp. 390—406

[4] Kotecki, D.J. and Siewert, T.A. WRC—1992 Constitution diagram for stainless steel weld metals: A modification of the WRC—1988 diagram. Welding Journal, 71(5), 1992, pp. 171—178

УДК 621.791.04:006.354 ОКС 25.160.20 В05

Ключевые слова: материалы сварочные, электроды покрытые, сварка, металл шва, технические условия на поставку, типоразмеры, маркировка

Редактор *Т.М. Кононова*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *М.В. Бучная*
Компьютерная верстка *И.А. Налейкиной*

Сдано в набор 01.11.2010. Подписано в печать 24.11.2010. Формат 60 × 84 1/8. Бумага офсетная. Гарнитура Ариал
Печать офсетная. Усл. печ. л. 3,26. Уч.-изд. л. 2,77. Тираж 191 экз. Зак. 933.

ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123995 Москва, Гранатный пер., 4.
www.gostinfo.ru gost.e-ecolog.ru
Набрано во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» на ПЭВМ.
Отпечатано в филиале ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» — тип. «Московский печатник», 105062 Москва, Лялин пер., 6.