ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р ИСО 2560— 2009 (ИСО 2560:2009)

МАТЕРИАЛЫ СВАРОЧНЫЕ. ЭЛЕКТРОДЫ ПОКРЫТЫЕ ДЛЯ РУЧНОЙ ДУГОВОЙ СВАРКИ НЕЛЕГИРОВАННЫХ И МЕЛКОЗЕРНИСТЫХ СТАЛЕЙ. КЛАССИФИКАЦИЯ

ISO 2560:2009
Welding consumables —
Covered electrodes for manual metal arc welding of non-alloy and fine grain steels — Classification
(IDT)

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2011

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 им. Н.Э. Баумана), национальным агентством контроля и сварки (НАКС) 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 агенства по техническому регулированию и метрологии от 15 декабря 2009 г. № 1076-ст

4 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту ИСО 2560:2009 «Материалы сварочные. Электроды покрытые для ручной дуговой сварки нелегированных и мелкозернистых сталей. Классификация» (ISO 2560:2009 «Welding consumables — Covered electrodes for manual metal arc welding of non-alloy and fine grain steels — Classification»)

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодно издаваемом 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 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, 2011

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен 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 . . . 3
4.1 Символ покрытого электрода . . . 3
4.2 Символы прочности и относительного удлинения металла шва . . . 3
4.3 Символ свойств металла шва при ударе . . . 4
4.4 Символ химического состава металла шва . . . 5
4.5 Символ типа покрытия электрода . . . 6
4.6 Символ условий послесварочной термической обработки металла шва . . . 7
4.7 Символ эффективного переноса металла электрода и рода тока . . . 7
4.8 Символ положения сварки . . . 8
4.9 Символ содержания диффузионного водорода в наплавленном металле . . . 8
5 Механические испытания . . . 8
5.1 Температура предварительного подогрева и температура между проходами . . . 9
5.2 Последовательность выполнения проходов . . . 12
6 Химический анализ . . . 12
7 Испытание углового сварного шва . . . 15
8 Требования к округлению величин . . . 17
9 Повторные испытания . . . 17
10 Технические условия на поставку . . . 17
11 Примеры обозначения . . . 17
Приложение А (справочное) Методы классификации . . . 19
Приложение В (справочное) Описание типов покрытия электрода. (Классификация по пределу текучести и энергии удара 47 Дж) . . . 21
Приложение С (справочное) Описание типов покрытия электродов. (Классификация по пределу прочности при растяжении и энергии удара 27 Дж) . . . 23
Приложение D (справочное) Примечания по диффузионному водороду и предотвращению образования холодных трещин . . . 25
Приложение ДА (обязательное) Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов ссылочным национальным стандартам Российской Федерации (и действующим в этом качестве межгосударственным стандартам) . . . 26
Библиография . . . 27

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

МАТЕРИАЛЫ СВАРОЧНЫЕ. ЭЛЕКТРОДЫ ПОКРЫТЫЕ ДЛЯ РУЧНОЙ ДУГОВОЙ СВАРКИ НЕЛЕГИРОВАННЫХ И МЕЛКОЗЕРНИСТЫХ СТАЛЕЙ. КЛАССИФИКАЦИЯ

Welding consumables. Covered electrodes for manual metal arc welding of non-alloy and fine grain steels. Classification

Дата введения — 2011—01—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает требования к классификации покрытых электродов и наплавленному металлу в состоянии после сварки и послесварочной термообработки для ручной дуговой сварке нелегированных и мелкозернистых сталей с минимальным пределом текучести до 500 МПа или минимальным пределом прочности при растяжении до 570 МПа.

Настоящий стандарт содержит технические требования для классификации по пределу текучести металла шва и средней энергии удара 47 Дж (метод А) и по пределу прочности при растяжении металла шва и средней энергии удара 27 Дж (метод В).

Примечания

1 Разделы, подразделы и таблицы, номера которых заканчиваются буквой «А», применимы только для покрытых электродов, классифицированных по пределу текучести металла шва и средней энергии удара 47 Дж.

2 Разделы, подразделы и таблицы, номера которых заканчиваются буквой «В», применимы только для покрытых электродов, классифицированных по пределу прочности при растяжении металла шва и средней энергии удара 27 Дж.

3 Разделы, подразделы и таблицы, номера которых не имеют буквенных обозначений «А» или «В», применимы для всех покрытых электродов, которые классифицируются согласно настоящему стандарту.

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 продукта, размеры, допуски и маркировка

ИСО 2401 Электроды покрытые. Метод определения КПД коэффициента перехода металла стержня в шов и коэффициента наплава

ИСО 3690 Сварка и родственные процессы. Определение содержания водорода в металле шва при дуговой сварке ферритной стали

ИСО 6847 Материалы сварочные. Наплавка слоя металла для химического анализа

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

Издание официальное

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

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

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

ИСО 15792-3:2000 Материалы сварочные. Методы испытаний. Часть 3. Классификационные испытания сварочных материалов по положению сварки и провару корня шва в угловых швах

ИСО 80000-1 Величины и единицы. Часть 1. Общие положения

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) документом. 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 свойств металла шва при растяжении и ударе. Оба метода включают в себя дополнительные обозначения для указания некоторых других требований классификации, как видно из следующих подпунктов. В большинстве случаев электрод может быть классифицирован обоими методами. В этих случаях можно применять либо одно из классификационных обозначений, либо одновременно оба.

Классификация включает свойства металла шва, полученного при сварке покрытым электродом, как приведено ниже. Она основана на использовании электрода диаметром 4,0 мм, применяемого по ИСО 15792-3. Если электрод указанного диаметра не выпускается, для испытаний металла шва должен быть использован электрод диаметром, ближайшим к 4,0 мм.

3А Классификация по пределу текучести и энергии удара 47 Дж

Классификационное обозначение состоит из восьми символов:

1) первый — символ покрытого электрода;

2) второй — символ прочности и относительного удлинения металла шва (см. таблицу 1А);

3) третий — символ свойств металла шва при ударе (см. таблицу 2А);

4) четвертый — символ химического состава металла шва (см. таблицу 3А);

5) пятый — символ типа покрытия электрода (см. 4.5А);

6) шестой — символ эффективного переноса металла электрода (отношение массы металла, наплавленного при стандартных условиях, к массе электродного стержня) и рода тока (см. таблицу 5А);

7) седьмой — символ положения сварки (см. таблицу 6А);

8) восьмой — символ содержания диффузионного водорода в наплавленном металле (см. таблицу 7).

3В Классификация по пределу прочности при растяжении и энергии удара 27 Дж

Классификационное обозначение состоит из семи символов:

1) первый — символ покрытого электрода;

2) второй — символ прочности металла шва (см. таблицу 1В);

3) третий — символ типа покрытия электрода, рода тока и положения сварки (см. таблицу 4В);

4) четвертый — символ химического состава металла шва (см. таблицу 3В);

5) пятый — символ условий послесварочной термической обработки, после которой испытывался металл шва (см. 4.6В);

6) шестой — символ указывает, что электрод удовлетворяет требованию по энергии удара в 47 Дж при температуре, которую обычно используют при требовании по энергии удара в 27 Дж;

7) седьмой — символ содержания диффузионного водорода в наплавленном металле (см. таблицу 7).

Классификационное обозначение состоит из двух частей:

a) обязательная часть

В эту часть включены символы, указывающие электрод, прочность и относительное удлинение, свойства при ударе, химический состав и тип покрытия электрода (см. 4.1, 4.2A, 4.3A, 4.4A, и 4.5A);

b) дополнительная часть

В эту часть включены символы, указывающие эффективный перенос металла электрода, род тока, положения сварки для применяемого электрода и содержание диффузионного водорода (см. 4.7A, 4.8A и 4.9).

Классификационное обозначение состоит из двух частей:

a) обязательная часть

В эту часть включены символы, указывающие электрод, прочность, тип покрытия, род тока, положение сварки, химический состав и условия термической обработки (см. 4.1, 4.2B, 4.4B, 4.5B и 4.6B);

b) дополнительная часть

В эту часть включены: символ дополнительного обозначения энергии удара 47 Дж, который определен в 4.3B, и символ содержания диффузионного водорода, который определен в 4.9.

Обозначение (см. раздел 11), включающее в себя обязательную часть и любые выбранные элементы дополнительной части, должно быть указано на упаковках и в технической документации производителя. Схема полного обозначения электродов, классифицируемых по пределу текучести и энергии удара 47 Дж, приведена на рисунке A.1 (метод A). Схема полного обозначения электродов, классифицируемых по пределу прочности при растяжении и энергии удара 27 Дж, приведена на рисунке A.2 (метод B).

4 Символы и требования

4.1 Символ покрытого электрода

Символом покрытого электрода для ручной дуговой сварки является буква «E», расположенная в начале обозначения.

4.2 Символы прочности и относительного удлинения металла шва

4.2A Классификация по пределу текучести и энергии удара 47 Дж

Символы предела текучести, предела прочности и относительного удлинения при растяжении металла шва в состоянии после сварки, определенные в соответствии с разделом 5, указаны в таблице 1A.

4.2B Классификация по пределу прочности при растяжении и энергии удара 27 Дж

Символы предела прочности при растяжении металла шва в состоянии после сварки или послесварочной термической обработки, определенного в соответствии с разделом 5, указаны в таблице 1B.

Требования по пределу текучести и относительному удлинению зависят от химического состава, условий термической обработки, типа покрытия и от требований по пределу прочности при растяжении, как показано в таблице 8B для полной классификации.

Таблица 1A — Символ прочности и относительного удлинения металла шва (классификация по пределу текучести и энергии удара 47 Дж)

Символ	Минимальный предел текучести[a], МПа	Предел прочности при растяжении, МПа	Минимальное относительное удлинение[b], %
35	355	От 440 до 570 включ.	22
38	380	От 470 до 600 включ.	20

Таблица 1B — Символ прочности металла шва (классификация по пределу прочности при растяжении и энергии удара 27 Дж)

Символ	Минимальный предел прочности при растяжении, МПа
43	430
49	490

Окончание таблицы 1А

Символ	Минимальный предел текучести[a], МПа	Предел прочности при растяжении, МПа	Минимальное относительное удлинение[b], %
42	420	От 500 до 640 включ.	20
46	460	От 530 до 680 включ.	
50	500	От 560 до 720 включ.	18

[a] В качестве предела текучести при наличии пластического течения принимается предел упругости R_{eL}, в противном случае — условный предел текучести $R_{p0,2}$.

[b] Расчетная длина образца должна быть равна пяти диаметрам испытуемого образца.

Окончание таблицы 1В

Символ	Минимальный предел прочности при растяжении, МПа
55	550
57	570

4.3 Символ свойств металла шва при ударе

4.3А Классификация по пределу текучести и энергии удара 47 Дж

Символы, указывающие температуру, при которой достигнуто среднее значение энергии удара 47 Дж при соблюдении условий, приведенных в разделе 5, представлены в таблице 2А.

Испытаниям должны быть подвергнуты три образца, при этом только одно значение энергии удара может быть ниже 47 Дж, но не ниже 32 Дж.

Если металл шва классифицирован по определенной температуре, то, в соответствии с таблицей 2А, эта классификация автоматически распространяется и на любую более высокую температуру.

Таблица 2А — Символ свойств металла шва при ударе (классификация по пределу текучести и энергии удара 47 Дж)

Символ	Температура для минимального среднего значения энергии удара 47 Дж, °С
Z	Не регламентировано
A	20
0	0
2	минус 20
3	минус 30
4	минус 40
5	минус 50
6	минус 60

4.3В Классификация по пределу прочности при растяжении и энергии удара 27 Дж

Специальный символ для свойств при ударе не установлен. Полная классификация в таблице 8В определяет температуру, при которой достигается значение энергии удара 27 Дж в состоянии после сварки или послесварочной термической обработки при соблюдении условий, приведенных в разделе 5.

Испытаниям должны быть подвергнуты пять образцов. При этом два значения энергии удара, минимальное и максимальное, не учитывают. Два из трех оставшихся значений должны быть более 27 Дж, одно из трех значений может быть ниже, но не менее 20 Дж. Среднее из трех оставшихся значений должно быть не менее 27 Дж.

Введение дополнительного символа «U» после символа условий термической обработки указывает, что дополнительное требование по энергии удара в 47 Дж при температуре испытания, соответствующей энергии удара 27 Дж, также было удовлетворено. В случае требования по энергии удара в 47 Дж количество испытанных образцов и полученные значения должны отвечать требованиям 4.3А.

4.4 Символ химического состава металла шва

4.4A Классификация по пределу текучести и энергии удара 47 Дж

Символы химического состава металла шва, определенного в соответствии с разделом 6, указаны в таблице 3А.

Таблица 3А — Символ химического состава металла шва (классификация по пределу текучести и энергии удара 47 Дж)

Символ сплава	Химический состав[a), b), c)], % (по массе)		
	Mn	Mo	Ni
Без символа	2,0	—	—
Mo	1,4	0,3—0,6	
MnMo	1,4—2,0		
1Ni	1,4	—	0,6—1,2
Mn1Ni	1,4—2,0		
2Ni	1,4		1,8—2,6
Mn2Ni	1,4—2,0		1,2—2,6
3Ni	1,4		2,6—3,8
1NiMo		0,3—0,6	0,6—1,2
Z	Любой другой согласованный состав		

a) Если не оговорено, то содержание Mo и Cr должно быть не более 0,2, Ni и Cu — не более 0,3, V и Nb — не более 0,05 для каждого элемента.

b) Если в таблице приведено одно значение, то оно означает максимальную величину.

c) Материалы, химический состав которых отсутствует в таблице, можно обозначать аналогично с добавлением впереди буквы «Z». Химические диапазоны состава не определены, поэтому два электрода с одинаковым символом Z могут быть не взаимозаменяемыми.

4.4B Классификация по пределу прочности при растяжении и энергии удара 27 Дж

Символы основных легирующих элементов и, в некоторых случаях, номинальный уровень наиболее важного легирующего элемента металла шва, определенных в соответствии с разделом 6, указаны в таблице 3В. Символ химического состава следует непосредственно за символом типа покрытия, а не за символом прочности. Полная классификация, приведенная в таблице 10В, определяет конкретные требования к химическому составу для определенной классификации электродов.

Таблица 3В — Символ химического состава металла шва (классификация по пределу прочности при растяжении и энергии удара 27 Дж)

Символ сплава	Химический состав	
	Основной легирующий элемент	Номинальный уровень, % (по массе)
Без символа, –1, –P1 или –P2	Mn	1,0
–1M3	Mo	0,5
–3M2	Mn Mo	1,5 0,4
–3M3	Mn Mo	1,5 0,5
–N1	Ni	0,5
–N2		1,0
–N3		1,5
–3N3	Mn Ni	
–N5	Ni	2,5
–N7		3,5
–N13		6,5
–N2M3	Ni Mo	1,0 0,5
–NC	Ni Cu	0,5 0,4
–CC	Cr Cu	0,5 0,4
–NCC	Ni Cr Cu	0,2 0,6 0,5
–NCC1	Ni Cr Cu	0,6 0,6 0,5
–NCC2	Ni Cr Cu	0,3 0,2 0,5
–G	Любой другой согласованный состав	

4.5 Символ типа покрытия электрода

4.5A Классификация по пределу текучести и энергии удара 47 Дж

Тип покрытия электрода существенно зависит от состава шлакообразующих компонентов. Символы типа покрытия должны соответствовать символам, приведенным в таблице 4А.

Таблица 4А — Символ типа покрытия (классификация по пределу текучести и энергии удара 47 Дж)

Символ	Тип покрытия
A	Кислый
C	Целлюлозный
R	Рутиловый
RR	Рутиловый толстый
RC	Рутило-целлюлозный
RA	Рутило-кислый
RB	Рутило-основной
B	Основной
Примечание — Описание характеристик каждого из этих типов покрытия приведено в приложении В.	

4.5B Классификация по пределу прочности при растяжении и энергии удара 27 Дж

Тип покрытия электрода существенно зависит от типа шлакообразующих компонентов. Тип покрытия также определяет подходящее положение сварки и род тока в соответствии с таблицей 4В.

Таблица 4В — Символ типа покрытия (классификация по пределу прочности при растяжении и энергии удара 27 Дж)

Символ	Тип покрытия	Положение сварки[a)]	Род тока[b)]
03	Рутило-основной	Все[c)]	a.c. и d.c. (±)
10	Целлюлозный	Все	d.c. (+)
11			a.c. и d.c. (+)
12	Рутиловый	Все[c)]	a.c. и d.c. (–)
13			a.c. и d.c. (±)
14	Рутиловый + железный порошок		
15	Основное		d.c. (+)
16			a.c. и d.c. (+)
18	Основной + железный порошок		a.c. и d.c. (+)
19	Ильменитовое		a.c. и d.c. (±)
20	Оксид железа	PA, PB	a.c. и d.c. (–)
24	Рутиловый + железный порошок		a.c. и d.c. (±)
27	Оксид железа + железный порошок		
28	Основной + железный порошок	PA, PB, PC	a.c. и d.c. (+)
40	Не определено	По рекомендациям производителя	
45	Основное	Все	d.c. (+)
48			a.c. и d.c. (+)

[a)] Положение определено в ISO 6947: PA — нижнее, PB — горизонтальное, — вертикальное (для углового шва), PC — горизонтальное, PG — вертикальное сверху вниз.

[b)] Переменный ток — a.c.; постоянный ток — d.c.
(–) — прямая полярность (электрод отрицательный); (+) — обратная полярность (электрод положительный).

[c)] Положения, обозначенные как «Все», могут включать или не включать сварку в вертикальном положении сверху вниз. Это должно быть указано в документации производителя.

Примечание — Описание характеристик каждого из этих типов покрытия приведено в приложении С.

4.6 Символ условий послесварочной термической обработки металла шва

4.6A Классификация по пределу текучести и энергии удара 47 Дж

Классификация основана на механических свойствах металла шва только в состоянии после сварки, поэтому нет символа условий послесварочной термической обработки.

4.6B Классификация по пределу прочности при растяжении и энергии удара 27 Дж

Если электрод классифицирован в состоянии после сварки, то к обозначению следует добавить символ «A». Если электрод классифицирован в состоянии послесварочной термической обработки, то к классификации следует добавить символ «P».

При классифицировании в состоянии послесварочной термической обработки температура термической обработки должна быть (620 ± 15) °C, за исключением химических составов N5 и N7, для которых температура должна быть (605 ± 15) °C, и N13, для которого температура должна быть (600 ± 15) °C. Время выдержки при температуре послесварочной термической обработки должно быть $1^{+0,25}_{0}$ ч.

Если электрод классифицирован по обоим методам, то к обозначению следует добавить символ «AP».

Когда испытуемый образец помещают в печь, температура печи должна быть не более 300 °C. Скорость нагрева от этой точки до указанной температуры выдержки должна быть в диапазоне от 85 °C/ч до 275 °C/ч. После завершения выдержки образец следует охладить в печи до температуры ниже 300 °C со скоростью не более 200 °C/ч. Образец может быть удален из печи при любой температуре ниже 300 °C и охлажден на открытом воздухе до комнатной температуры.

4.7 Символ эффективного переноса металла электрода и рода тока

4.7A Классификация по пределу текучести и энергии удара 47 Дж

Символы эффективного переноса металла электрода, определенного в соответствии с ИСО 2401, и рода тока указаны в таблице 5A.

Таблица 5A — Символ номинальной эффективности электрода и рода тока (классификация по пределу текучести и энергии удара 47 Дж)

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

[a)] Чтобы продемонстрировать возможность сварки на a.c., испытания следует выполнять при напряжении холостого хода не более 65 В.

[b)] Переменный ток — a.c.; постоянный ток — d.c.

4.7B Классификация по пределу прочности при растяжении и энергии удара 27 Дж

Нет специального символа эффективного переноса металла электрода и рода тока. Род тока включен в символ типа покрытия (см. таблицу 4B). Эффективный перенос металла электрода не указывается.

4.8 Символ положения сварки

4.8A Классификация по пределу текучести и энергии удара 47 Дж

Символы положения сварки, при которых электрод испытывается в соответствии с ИСО 15792-3, указаны в таблице 6А. Требования к испытаниям (см. раздел 7).

Таблица 6А — Символ положения сварки (классификация по пределу текучести и энергии удара 47 Дж)

Символ	Положение сварки в соответствии с ИСО 6947
1	PA, PB, PC, PD, PE, PF, PG
2	PA, PB, PC, PD, PE, PF
3	PA, PB
4	PA
5	PA, PB, PG

4.8B Классификация по пределу прочности при растяжении и энергии удара 27 Дж

Нет специального символа положения сварки. Требования по положению сварки следуют из символа типа покрытия (см. таблицу 4В).

4.9 Символ содержания диффузионного водорода в наплавленном металле

В таблице 7 приведены символы содержания диффузионного водорода в наплавленном металле при использовании электрода диаметром 4,0 мм, определенного методом, описанным в ИСО 3690.

Используемый ток должен быть от 70 % до 90 % максимальной величины, рекомендуемой производителем. Электроды, рекомендуемые для использования на переменном и постоянном токах, должны быть испытаны на переменном токе. Электроды, рекомендуемые для использования только на постоянном токе, должны быть испытаны на постоянном токе обратной полярности.

Производитель должен предоставить информацию о рекомендуемом роде тока и условиях повторной сушки для достижения допустимого уровня содержания диффузионного водорода.

Таблица 7 — Символ содержания диффузионного водорода в наплавленном металле

Символ	Содержание водорода, мл/100 г наплавленного металла, не более
H5	5
H10	10
H15	15

Примечание — Дополнительная информация о диффузионном водороде приведена в приложении D.

5 Механические испытания

5А Классификация по пределу текучести и энергии удара 47 Дж

Испытания на растяжение и удар, а также любые необходимые повторные испытания должны быть выполнены в состоянии после сварки, используя образец из металла шва типа 1.3 в соответствии с ИСО 15792-1, при условиях сварки, приведенных в 5.1 и 5.2 настоящего стандарта.

5В Классификация по пределу прочности при растяжении и энергии удара 27 Дж

Испытания на растяжение и удар, а также любые необходимые повторные испытания должны быть выполнены в состоянии после сварки и/или послесварочной термической обработки, используя образец из металла шва типа 1.3 в соответствии с ИСО 15792-1, при условиях сварки, приведенных в 5.1 и 5.2 настоящего стандарта.

Если предписана обработка для удаления диффузионного водорода, механические испытания следует производить в соответствии с ИСО 15792-1.

5.1 Температура предварительного подогрева и температура между проходами

Температура предварительного подогрева металла и температура между проходами должны быть измерены с применением термокарандашей, контактных термометров или термопар (см. ИСО 13916).

5.1A Классификация по пределу текучести и энергии удара 47 Дж

Предварительный подогрев не требуется, сварку можно начинать при комнатной температуре. Температура между проходами должна находиться в диапазоне от 90 °С до 175 °С. Если после какого либо прохода температура между проходами превышена, то испытуемый образец должен быть охлажден на воздухе до температуры ниже указанного верхнего предела.

Для того, чтобы одновременно достичь требуемые свойства при растяжении и ударе, возможно потребуется поддерживать температуру между проходами в более узком диапазоне.

5.1B Классификация по пределу прочности при растяжении и энергии удара 27 Дж

Температура предварительного подогрева и между проходами для электродов, не имеющих символа химического состава или с символом «–1» (см. таблицы 3B и 8B), должно быть от 100 °С до 150 °С. Температура предварительного подогрева и между проходами для всех других химических составов должна быть от 90 °С до 110 °С.

Таблица 8B — Требования к механическим испытаниям (классификация по пределу прочности при растяжении и энергии удара 27 Дж)

Классификация	Предел прочности при растяжении[a], МПа	Предел текучести[a], МПа	Относительное удлинение[a], A_5, %	Температура испытания образца с V-образным надрезом по методу Шарпи[b], °С
E4303	430	330	20	0
E4310				–30
E4311				
E4312			16	—
E4313				
E4316			20	–30
E4318				
E4319				–20
E4320				—
E4324			16	
E4327			20	–30
E4340				0
E4903	490	400		
E4910	От 490 до 650 включ.			–30
E4911				
E4912	490		16	—
E4913				
E4914				
E4915			20	–30
E4916				
E4916-1				–45
E4918				–30
E4918-1				–45
E4919				–20

Продолжение таблицы 8В

Классификация	Предел прочности при растяжении[a], МПа	Предел текучести [a], МПа	Относительное удлинение[a], A_5, %	Температура испытания образца с V-образным надрезом по методу Шарпи[b], °С
E4924	490	400	16	—
E4924-1			20	–20
E4927				–30
E4928				–20
E4948				–30
E5716	570	490	16	
E5728				–20
E4910-P1	490	420	20	–30
E5510-P1	550	460	17	
E5518-P2				
E5545-P2				
E4910-1M3	490	420	20	—
E4911-1M3		400		
E4915-1M3				
E4916-1M3				
E4918-1M3				
E4919-1M3				
E4920-1M3				
E4927-1M3				
E5518-3M2	550	460	17	–50
E5516-3M3				
E5518-3M3				
E4916-N1	490	390	20	–40
E4928-N1				
E5516-N1	550	460	17	
E5528-N1				
E4916-N2	490	390	20	
E4918-N2	490	390	20	–50
E5516-N2	550	От 470 до 550 включ.		–40
E5518-N2				
E4916-N3	490	390		
E5516-N3	550	460	17	–50
E5516-3N3				
E5518-N3				
E4915-N5	490	390	20	–75
E4916-N5				
E4918-N5				
E4928-N5				–60
E5516-N5	550	460	17	
E5518-N5				

Окончание таблицы 8В

Классификация	Предел прочности при растяжении[a], МПа	Предел текучести [a], МПа	Относительное удлинение[a], A_5, %	Температура испытания образца с V-образным надрезом по методу Шарпи[b], °С
E4915-N7	490	390	20	–100
E4916-N7				
E4918-N7				
E5516-N7	550	460	17	–75
E5518-N7				
E5516-N13				–100
E5518-N2M3				–40
E4903-NC	490	390	20	0
E4916-NC				
E4928-NC				
E5716-NC	570	490	16	
E5728-NC				
E4903-CC	490	390	20	
E4916-CC				
E4928-CC				
E5716-CC	570	490	16	
E5728-CC				
E4903-NCC	490	390	20	
E4916-NCC				
E4928-NCC				
E5716-NCC	570	490	16	
E5728-NCC				
E4903-NCC1	490	390	20	
E4916-NCC1				
E4928-NCC1				
E5516-NCC1	550	460	17	–20
E5518-NCC1				
E5716-NCC1	570	490	16	0
E5728-NCC1				
E4916-NCC2	490	420	20	–20
E4918-NCC2				
E49XX-G		400		—
E55XX-G	550	460	17	
E57XX-G	570	490	16	

[a] Единичные значения являются минимально допустимыми.
[b] Знак « – » обозначает, что показатель не регламентирован.

5.2 Последовательность выполнения проходов

Последовательность выполнения проходов должна соответствовать указанной в таблице 9.

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 применим и переменный и постоянный ток, и на постоянном токе рекомендуемой полярности, если требуется постоянный ток.

Таблица 9 — Последовательность выполнения проходов

Диаметр электрода[a], мм	Многослойный шов		
	Номер слоя	Количество проходов на слой	Количество слоев
4,0	От первого до последнего	2[b]	7—9

[a] Для диаметров, отличных от 4,0 мм, последовательность выполнения проходов должна быть определена изготовителем.

[b] Два верхних слоя могут быть выполнены тремя проходами каждый.

6 Химический анализ

Химический анализ может быть проведен на любом соответствующем образце. Однако в спорных случаях следует использовать образцы, изготовленные в соответствии с ИСО 6847. Может быть использован любой аналитический метод, но в спорных случаях следует использовать общепринятые опубликованные методы.

6A Классификация по пределу текучести и энергии удара 47 Дж

Результаты химического анализа должны удовлетворять требованиям, приведенным в таблице 3А.

6B Классификация по пределу прочности при растяжении и энергии удара 27 Дж

Результаты химического анализа должны удовлетворять требованиям, приведенным в таблице 10В.

Таблица 10В — Требования к химическому составу металла шва (классификация по пределу прочности при растяжении и энергии удара 27 Дж)[a], [b]

Содержание элементов приведено в процентах по массе

Классификация	C	Mn	Si	P	S	Ni	Cr	Mo	V	Cu	Al
E4303	0,20	1,20	1,00	—	—	0,30	0,20	0,30	0,08	—	—
E4310											
E4311											
E4312											
E4313											
E4316											
E4318	0,03	0,60	0,40	0,025	0,015						
E4319	0,20	1,20	1,00	—	—						
E4320											
E4324											
E4327											
E4340	—	—	—			—	—	—	—		
E4903	0,15	1,25	0,90			0,30	0,20	0,30	0,08		

Продолжение таблицы 10В

Содержание элементов приведено в процентах по массе

<table>
<tr><th>Классификация</th><th>C</th><th>Mn</th><th>Si</th><th>P</th><th>S</th><th>Ni</th><th>Cr</th><th>Mo</th><th>V</th><th>Cu</th><th>Al</th></tr>
<tr><td>E4910</td><td rowspan="4">0,20</td><td rowspan="2">1,25</td><td rowspan="2">0,90</td><td rowspan="2">0,035</td><td rowspan="2">0,035</td><td rowspan="19">0,30</td><td rowspan="19">0,20</td><td rowspan="19">0,30</td><td rowspan="19">0,08</td><td rowspan="28">—</td><td rowspan="28">—</td></tr>
<tr><td>E4911</td></tr>
<tr><td>E4912</td><td rowspan="2">1,20</td><td rowspan="2">1,00</td><td rowspan="2">—</td><td rowspan="2">—</td></tr>
<tr><td>E4913</td></tr>
<tr><td>E4914</td><td rowspan="14">0,15</td><td rowspan="2">1,25</td><td rowspan="2">0,90</td><td rowspan="14">0,035</td><td rowspan="14">0,035</td></tr>
<tr><td>E4915</td></tr>
<tr><td>E4916</td><td rowspan="4">1,60</td><td>0,75</td></tr>
<tr><td>E4916-1</td><td rowspan="5">0,90</td></tr>
<tr><td>E4918</td></tr>
<tr><td>E4918-1</td></tr>
<tr><td>E4919</td><td rowspan="3">1,25</td></tr>
<tr><td>E4924</td></tr>
<tr><td>E4924-1</td></tr>
<tr><td>E4927</td><td rowspan="4">1,60</td><td>0,75</td></tr>
<tr><td>E4928</td><td rowspan="3">0,90</td></tr>
<tr><td>E4948</td></tr>
<tr><td>E5716</td><td rowspan="2">0,12</td><td rowspan="15">0,030</td><td rowspan="15">0,030</td><td rowspan="2">0,30</td><td>0,35</td><td>—</td></tr>
<tr><td>E5728</td></tr>
<tr><td>E4910-P1</td><td rowspan="2">0,20</td><td rowspan="2">1,20</td><td rowspan="2">0,60</td><td rowspan="3">1,00</td><td rowspan="3">0,50</td><td>0,10</td></tr>
<tr><td>E5510-P1</td><td rowspan="2">0,20</td><td>0,05</td></tr>
<tr><td>E5518-P2</td><td rowspan="12">0,12</td><td rowspan="2">0,90—1,70</td><td rowspan="2">0,80</td></tr>
<tr><td>E5545-P2</td></tr>
<tr><td>E4910-1M3</td><td rowspan="2">0,60</td><td rowspan="2">0,40</td><td rowspan="8">—</td><td rowspan="8">—</td><td rowspan="8">0,40—0,65</td><td rowspan="8">—</td></tr>
<tr><td>E4911-1M3</td></tr>
<tr><td>E4915-1M3</td><td rowspan="4">0,90</td><td>0,60</td></tr>
<tr><td>E4916-1M3</td></tr>
<tr><td>E4918-1M3</td><td>0,80</td></tr>
<tr><td>E4919-1M3</td><td rowspan="3">0,40</td></tr>
<tr><td>E4920-1M3</td><td>0,60</td></tr>
<tr><td>E4927-1M3</td><td>1,00</td></tr>
<tr><td>E5518-3M2</td><td>1,00—1,75</td><td rowspan="2">0,80</td><td rowspan="3">0,90</td><td>0,25—0,45</td></tr>
<tr><td>E5516-3M3</td><td rowspan="2">1,00—1,80</td><td>0,40—0,65</td></tr>
<tr><td>E5518-3M3</td></tr>
<tr><td>E4916-N1</td><td rowspan="4">0,60—1,60</td><td rowspan="4">0,90</td><td rowspan="4">0,30—1,00</td><td rowspan="6">0,35</td><td rowspan="6">0,05</td></tr>
<tr><td>E4928-N1</td></tr>
<tr><td>E5516-N1</td></tr>
<tr><td>E5528-N1</td></tr>
<tr><td>E4916-N2</td><td rowspan="2">0,08</td><td rowspan="2">0,40—1,40</td><td rowspan="2">0,50</td><td rowspan="3">0,80—1,10</td><td rowspan="3">0,15</td></tr>
<tr><td>E4918-N2</td></tr>
<tr><td>E5516-N2</td><td rowspan="2">0,12</td><td rowspan="2">0,40—1,25</td><td rowspan="2">0,80</td></tr>
<tr><td>E5518-N2</td></tr>
<tr><td>E4916-N3</td><td rowspan="4">0,10</td><td rowspan="2">1,25</td><td rowspan="3">0,60</td><td rowspan="4">1,10—2,00</td><td rowspan="4">—</td><td rowspan="4">—</td><td rowspan="4">—</td></tr>
<tr><td>E5516-N3</td></tr>
<tr><td>E5516-3N3</td><td>1,60</td></tr>
<tr><td>E5518-N3</td><td rowspan="2">1,25</td><td>0,80</td></tr>
<tr><td>E4915-N5</td><td>0,05</td><td>0,50</td><td>2,00—2,75</td></tr>
</table>

Окончание таблицы 10В

Содержание элементов приведено в процентах по массе

<table>
<tr><th>Классификация</th><th>C</th><th>Mn</th><th>Si</th><th>P</th><th>S</th><th>Ni</th><th>Cr</th><th>Mo</th><th>V</th><th>Cu</th><th>Al</th></tr>
<tr><td>E4916-N5</td><td rowspan="2">0,05</td><td rowspan="2">1,25</td><td rowspan="2">0,50</td><td rowspan="2">0,030</td><td rowspan="2">0,030</td><td rowspan="4">2,00—2,75</td><td rowspan="15">—</td><td rowspan="15">—</td><td rowspan="15">—</td><td rowspan="15">—</td><td rowspan="15">—</td></tr>
<tr><td>E4918-N5</td></tr>
<tr><td>E4928-N5</td><td>0,10</td><td>1,00</td><td>0,80</td><td>0,025</td><td>0,02</td></tr>
<tr><td>E5516-N5</td><td rowspan="2">0,12</td><td rowspan="8">1,25</td><td>0,60</td><td rowspan="8">0,030</td><td rowspan="8">0,030</td></tr>
<tr><td>E5518-N5</td><td>0,80</td></tr>
<tr><td>E4915-N7</td><td rowspan="3">0,05</td><td rowspan="3">0,50</td><td rowspan="5">3,00—3,75</td></tr>
<tr><td>E4916-N7</td></tr>
<tr><td>E4918-N7</td></tr>
<tr><td>E5516-N7</td><td rowspan="2">0,12</td><td rowspan="2">0,80</td></tr>
<tr><td>E5518-N7</td></tr>
<tr><td>E5516-N13</td><td>0,06</td><td>1,00</td><td rowspan="2">0,60</td><td>0,025</td><td rowspan="2">0,020</td><td>6,00—7,00</td></tr>
<tr><td>E5518-N2M3</td><td>0,10</td><td>0,80—1,25</td><td>0,020</td><td>0,80—1,10</td><td>0,10</td><td>0,40—0,65</td><td>0,02</td><td>0,10</td><td>0,05</td></tr>
<tr><td>E4903-NC</td><td rowspan="20">0,12</td><td rowspan="12">0,30—1,40</td><td rowspan="12">0,90</td><td rowspan="20">0,030</td><td rowspan="20">0,030</td><td rowspan="5">0,25—0,70</td><td rowspan="5">0,30</td><td rowspan="20">—</td><td rowspan="20">—</td><td rowspan="5">0,20—0,60</td><td rowspan="20">—</td></tr>
<tr><td>E4916-NC</td></tr>
<tr><td>E4928-NC</td></tr>
<tr><td>E5716-NC</td></tr>
<tr><td>E5728-NC</td></tr>
<tr><td>E4903-CC</td><td rowspan="5">—</td><td rowspan="5">0,30—0,70</td></tr>
<tr><td>E4916-CC</td></tr>
<tr><td>E4928-CC</td></tr>
<tr><td>E5716-CC</td></tr>
<tr><td>E5728-CC</td></tr>
<tr><td>E4903-NCC</td><td rowspan="5">0,05—0,45</td><td rowspan="12">0,45—0,70</td><td rowspan="5">0,30—0,70</td></tr>
<tr><td>E4916-NCC</td></tr>
<tr><td>E4928-NCC</td></tr>
<tr><td>E5716-NCC</td></tr>
<tr><td>E5728-NCC</td></tr>
<tr><td>E4903-NCC1</td><td rowspan="8">0,50—1,30</td><td>0,35—0,80</td><td rowspan="8">0,40—0,80</td><td rowspan="8">0,30—0,75</td></tr>
<tr><td>E4916-NCC1</td></tr>
<tr><td>E4928-NCC1</td><td>0,80</td></tr>
<tr><td>E5516-NCC1</td><td rowspan="4">0,35—0,80</td></tr>
<tr><td>E5518-NCC1</td></tr>
<tr><td>E5716-NCC1</td></tr>
<tr><td>E5728-NCC1</td><td>0,80</td></tr>
<tr><td>E4916-NCC2</td><td rowspan="2">0,40—0,70</td><td rowspan="2">0,40—0,70</td><td rowspan="2">0,025</td><td rowspan="2">0,025</td><td rowspan="2">0,20—0,40</td><td rowspan="2">0,15—0,30</td><td rowspan="2">0,08</td><td rowspan="2">0,30—0,60</td></tr>
<tr><td>E4918-NCC2</td></tr>
<tr><td>E49XX-G</td><td rowspan="3">—</td><td rowspan="3">—</td><td rowspan="3">—</td><td rowspan="3">—</td><td rowspan="3">—</td><td rowspan="3">—</td><td rowspan="3">—</td><td rowspan="3">—</td><td rowspan="3">—</td></tr>
<tr><td>E55XX-G</td></tr>
<tr><td>E57XX-G</td></tr>
</table>

[a] Единичные значения соответствуют максимальным значениям.

[b] Знак «–» обозначает, что показатель не регламентирован.

7 Испытание углового сварного шва

Образец для испытания углового сварного шва должен соответствовать образцу, приведенному на рисунке 1 ИСО 15792-3.

7А Классификация по пределу текучести и энергии удара 47 Дж

Материал пластины должен быть выбран из ряда материалов, для которых электрод рекомендован производителем. Поверхность должна быть очищена от окалины, ржавчины и других загрязнений. Толщина пластины *t* должна быть от 10 до 12 мм, ширина *b* должна быть не менее 75 мм, длина *l* должна быть не менее 300 мм. Диаметры электрода для испытания каждого типа покрытия, положения сварки при испытании и требуемые результаты испытаний приведены в таблице 11А.

7В Классификация по пределу прочности при растяжении и энергии удара 27 Дж

Материал пластины должен быть из нелегированной стали с содержанием углерода не более 0,30 г/100 г. Свариваемые поверхности должны быть очищены. Толщина пластины *t* должна быть от 10 до 12 мм согласно таблице 11В. Ширина *b*, длина *l*, положения сварки при испытании каждого типа покрытия и требуемые результаты испытания приведены в таблицах 11В и 12В.

Таблица 11А — Требования к испытанию угловых сварных швов[a] (классификация по пределу текучести и энергии удара 47 Дж)

Размеры в миллиметрах

Символ положения сварки для классификации	Тип покрытия	Положение сварки	Диаметр электрода[a]	Теоретическая толщина углового шва	Разность катетов	Выпуклость
1 или 2	C RX[b] B	PB	6,0	4,5 мин. 5,0 мин. То же	1,5 макс. 2,0 макс. То же	2,5 макс. 3,0 макс. То же
3	A RR			5,0 мин.	2,0 макс.	3,0 макс
5	R B		5,0	4,5 мин.	1,5 макс.	2,5 макс.
1 или 2	C RX[b] B	PF	4,0	4,5 макс. То же 5,5 макс.	—	2,0 макс.
1 или 2	C RX[b] B	PD		4,5 макс. То же 5,5 макс.	1,5 макс. То же 2,0 макс.	2,5 макс. То же 3,0 макс.
5	B	PG		5,0 мин.	—	1,5 макс.[c]

[a] В тех случаях, когда наибольший диаметр, необходимый для выполнения сварки, меньше указанного, используйте наибольший диаметр и измените пропорционально критерии. В противном случае электроды с неуказанными в таблице диаметрами испытанию не подлежат.

[b] RX включает R, RC, RA и RB.

[c] Максимальная вогнутость.

Таблица 11В — Требования к испытанию угловых сварных швов (классификация по пределу прочности при растяжении и энергии удара 27 Дж)

Размеры в миллиметрах

Тип покрытия	Род тока и полярность	Диаметр электрода[a]	Положение сварки	Минимальная ширина пластины b	Минимальная длина пластины l	Размер катета углового сварного шва
03	a.c. и d.c. (+)	5,0 6,0	PF, PD PB	75	300 400	10,0 макс. 8,0 мин.
10	d.c. (+)					8,0 макс. 6,5 мин.
11	a.c. и d.c. (+)					
12	a.c. и d.c. (–)					10,0 макс. 8,0 мин.
13	a.c., d.c. (–) и d.c. (+)					
14		4,0 6,0				8,0 макс. 8,0 мин.
15	d.c. (+)					
16	a.c. и d.c. (+)					
18						
19		5,0 6,0				10,0 макс. 8,0 мин.
20	a.c. и d.c. (–)	6,0	PB		400	8,0 мин.
24	a.c. и d.c. (–) и d.c. (+)				400 или 650[b]	
27	a.c. и d.c. (–)					
28	a.c. и d.c. (+)					
40	—[c]	—	—		—	—
45	d.c. (+)	4,0 5,0	PE, PG		300	8,0 макс. 6,5 мин.
48	a.c. и d.c. (+)		PD, PG PB, PG		300 300 или 400[d]	

[a] В тех случаях, когда наибольший диаметр, необходимый для выполнения сварки, меньше указанного, используйте наибольший диаметр и измените пропорционально критерии. В противном случае электроды с неуказанными в таблице диаметрами испытанию не подлежат.

[b] При длине электрода 450 мм значение l должно быть не менее 400 мм; при длине электрода 700 мм значение l должно быть не менее 650 мм.

[c] Знак «–» обозначает, что показатель не регламентирован. Требования должны быть согласованы между покупателем и поставщиком.

[d] При длине электрода 350 мм значение l должно быть не менее 300 мм; при длине электрода 450 мм или 460 мм значение l должно быть не менее 400 мм.

Таблица 12В — Допустимая разность катетов и допустимая максимальная выпуклость

Размеры в миллиметрах

Измеренный катет углового сварного шва	Максимальная разность катетов	Максимальная выпуклость
Не более 4,0	1,0	2,0
4,5	1,5	
5,0 или 5,5	2,0	
6,0 или 6,5	2,5	
7,0; 7,5 или 8,0	3,0	2,5
8,5	3,5	
Не менее 9,0	4,0	

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 (В.3, правило А).

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 какой-либо из приведенных в разделе 2 стандартов на методы испытания, содержит инструкции по округлению, противоречащие требованиям настоящего стандарта, то должны быть выполнены требования по округлению в соответствии со стандартом на методы испытания. Результаты округления должны удовлетворять требованиям соответствующей таблицы.

9 Повторные испытания

Если проведенное испытание не подтвердило соответствие требованиям, указанным в настоящем стандарте, то его следует повторить дважды. Результаты обоих повторных испытаний должны удовлетворять необходимым 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 отвечают 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

11А Классификация по пределу текучести и энергии удара 47 Дж

Обозначение покрытого электрода включает номер настоящего стандарта, букву «А» и должно следовать принципу, приведенному в примере 1А.

Пример 1А

Металл шва, наплавленный покрытым электродом для ручной дуговой сварки (Е), имеет минимальный предел текучести 460 МПа (46) и минимальное среднее значение энергии удара 47 Дж при температуре минус 30 °С (3), химический состав 1,1 г/100 г Mn и 0,7 г/100 г Ni (1Ni). Покрытие электрода — основное (В). Электрод

11В Классификация по пределу прочности при растяжении и энергии удара 27 Дж

Обозначение покрытого электрода включает номер настоящего стандарта, букву «В» и должно следовать принципу, приведенному в примере 1В.

Пример 1В

Металл шва, наплавленный покрытым электродом для ручной дуговой сварки (Е), имеет минимальный предел прочности при растяжении 550 МПа (55) и отвечает требованию по энергии удара в 47 Дж при температуре минус 40 °С (U) в состоянии после сварки. Энергия удара превышает 27 Дж при температуре

может быть использован на переменном и постоянном токах с эффективным переносом металла электрода 140 % (5) при сварке стыковых и угловых швов в нижнем положении (3). Содержание диффузионного водорода в наплавленном металле определяется согласно ИСО 3690 и не превышает 5 мл/100 г наплавленного металла (H5).

Обозначение такого электрода:

ГОСТ Р ИСО 2560-А-Е 46 3 1Ni В 5 3 Н5.

Обязательная часть:

ГОСТ Р ИСО 2560—А—Е 46 3 1Ni В,

где ГОСТ Р ИСО 2560-А — номер настоящего стандарта (классификация по пределу текучести и энергии удара 47 Дж);

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

46 — предел текучести и относительное удлинение (см. таблицу 1А);

3 —свойства при ударе (см. таблицу 2А);

1Ni — химический состав металла шва (см. таблицу 3А);

В — тип покрытия электрода (см. 4А);

5 — эффективный перенос металла электрода и род тока (см. таблицу 5А);

3 — положение сварки (см. таблицу 6А);

Н5 — содержание диффузионного водорода (см. таблицу 7).

минус 40 °С в состоянии после сварки (А). Химический состав: 1,1 г/100 г Mn и 1 г/100 г Ni (-N2). Покрытие электрода — основное с железным порошком. Электрод может быть использован на переменном токе и постоянном токе обратной полярности во всех положениях, за исключением вертикального сверху вниз (18). Содержание диффузионного водорода в наплавленном металле определяется согласно ИСО 3690 и не превышает 5 мл/100 г наплавленного металла (Н5).

Обозначение такого электрода:

ГОСТ Р ИСО 2560-В-Е5518-N2 А U Н5.

Обязательная часть:

ГОСТ Р ИСО 2560-В — Е5518-N2 А,

где ГОСТ Р ИСО 2560-В — номер настоящего стандарта (классификация по пределу прочности при растяжении и энергии удара 27 Дж);

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

55 — предел прочности при растяжении (см. таблицу 1В);

18 — основной тип покрытия с железным порошком для сварки на переменном токе и постоянном токе обратной полярности во всех положеннях, за исключением вертикальной сверху вниз (см. таблицу 4В);

–N2 — 1 г/100 г — основной легирующий элемент (см. таблицу 3В);

Е5518-N2 А — полное описание требований к предельным значениям элементов химического состава и механическим свойствам (см. таблицы 8В и 10В) в состоянии после сварки;

U — дополнительное требование по энергии удара в 47 Дж при основной температуре испытания, соответствующей энергии удара 27 Дж;

Н5 — содержание диффузионного водорода (см. таблицу 7).

Приложение А
(справочное)

Методы классификации

А.1 ГОСТ Р ИСО 2560-А

Метод классификации покрытых электродов для сварки нелегированных и мелкозернистых сталей по пределу текучести и минимальной энергии удара 47 Дж в соответствии с ГОСТ Р ИСО 2560-А, показан на рисунке А.1.

А.2 ГОСТ Р ИСО 2560-В

Метод классификации покрытых электродов для сварки нелегированных и мелкозернистых сталей по пределу прочности при растяжении и минимальной энергии удара 27 Дж в соответствии с ГОСТ Р ИСО 2560-В, показан на рисунке А.2.

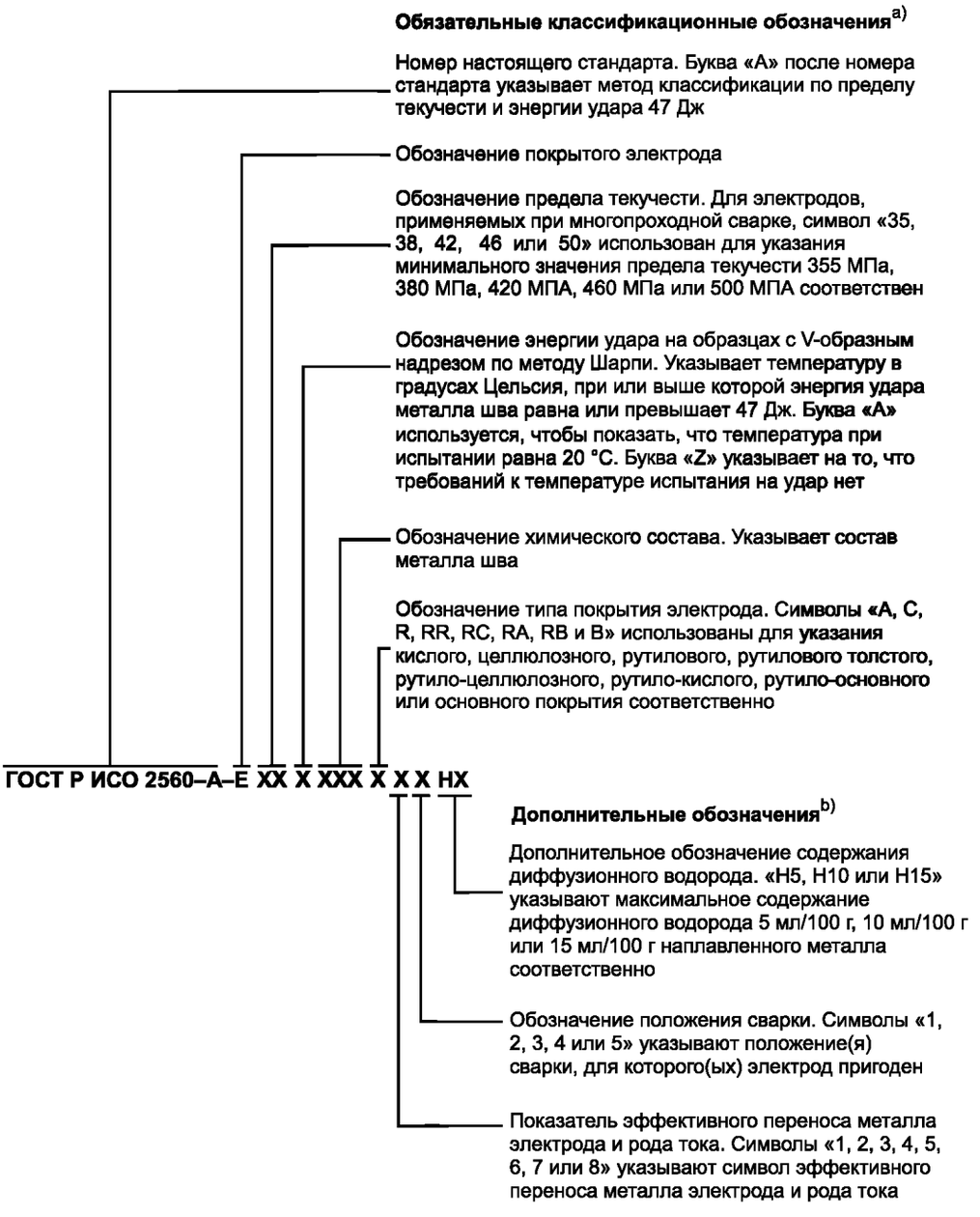


Рисунок А.1 — Обозначение электродов по ГОСТ Р ИСО 2560-А (классификация по пределу текучести и энергии удара 47 Дж)

[a)] Совокупность этих обозначений составляет классификацию покрытых электродов.

[b)] Эти обозначения, как необязательные, не являются составляющей частью классификации покрытых электродов.



Рисунок А.2 — Обозначение электродов по ГОСТ Р ИСО 2560-В (классификация по пределу прочности при растяжении и энергии удара 27 Дж)

[a)] Совокупность этих обозначений составляет классификацию покрытых электродов.

[b)] Эти обозначения, как необязательные, не являются составляющей частью классификации покрытых электродов.

Приложение В
(справочное)

Описание типов покрытия электрода
(Классификация по пределу текучести и энергии удара 47 Дж)

В.1 Общие положения

Сварочно-технологические свойства покрытого электрода и механические свойства металла шва в значительной степени зависят от его покрытия. Однородная смесь веществ покрытия обычно содержит следующие шесть главных составляющих:

- шлакообразующие материалы;
- раскислители;
- защитные газообразующие материалы;
- ионизирующие вещества;
- связующие;
- легирующие элементы (при необходимости).

Кроме того, может быть добавлен железный порошок для увеличения эффективного переноса металла электрода (см. 4.6А), который может оказывать влияние на сварочно-технологические свойства в зависимости от положения сварки.

Термин «толстое покрытие» подразумевает покрытие, у которого отношение диаметра покрытия к диаметру электродного стержня больше или равно 1,6.

В.2 Электроды с кислым покрытием

Покрытие этого типа характеризуется содержанием большого количества оксида железа и, как следствие, высокой окислительной способностью по отношению к раскислителям (ферромарганец). В электродах с толстым покрытием кислый шлак обеспечивает мелкокапельный перенос и формирует плоские и гладкие сварные швы. Тем не менее, электроды с кислым покрытием имеют ограниченное применение для сварки в различных пространственных положениях и более чувствительны к кристаллизационным трещинам, чем другие типы электродов.

В.3 Электроды с целлюлозным покрытием

Покрытие этого типа содержит большое количество горючих органических веществ, в особенности целлюлозу. Благодаря глубоко проникающей дуге электроды с таким покрытием особенно подходят для сварки в вертикальном положении сверху вниз.

В.4 Электроды с рутиловым покрытием

Электроды с этим типом покрытия обеспечивают крупнокапельный перенос металла, благодаря чему они подходят для сварки листового металла, а также для сварки во всех пространственных положениях, за исключением вертикального сверху вниз.

В.5 Электроды с рутиловым толстым покрытием

Электроды с таким типом покрытия имеют отношение диаметра покрытия к диаметру стержня, равное 1,6 и более. Их характерными особенностями являются высокое содержание рутила в покрытии, хорошие характеристики повторного возбуждения дуги и равномерные мелкочешуйчатые сварные швы.

В.6 Электроды с рутило-целлюлозным покрытием

Электроды с таким типом покрытия подобны электродам с рутиловым типом покрытия, за исключением содержания большего количества целлюлозы. Электроды с этим типом покрытия подходят для сварки в вертикальном положении сверху вниз.

В.7 Электроды с рутило-кислым покрытием

Сварочные характеристики электродов с покрытием смешанного типа сопоставимы с электродами, имеющими кислое покрытие.

Однако в покрытии этих электродов существенная часть оксида железа заменена рутилом. Поэтому эти электроды, имеющие в основном толстое покрытие, пригодны для всех положений сварки, за исключением вертикального сверху вниз.

В.8 Электроды с рутило-основным покрытием

Характерными особенностями этого типа покрытия являются большое количество рутила и увеличенное содержание компонентов основного вида. Такие электроды, имеющие в основном толстое покрытие, характеризу-

ются высокими механическими свойствами. Они обладают одинаковыми сварочно-технологическими свойствами при сварке во всех положениях, за исключением вертикального сверху вниз

В.9 Электроды с основным покрытием

Характерной особенностью толстого покрытия этих электродов является содержание большого количества карбонатов щелочноземельных металлов, например, мрамора (карбоната кальция), а также плавикового шпата (фтористого кальция). Для улучшения сварочно-технологических свойств может быть необходима более высокая концентрация компонентов неосновного вида (например, рутила и/или кварца), особенно при сварке на переменном токе.

Электроды с основным типом покрытия имеют два отличительных свойства: а) энергия удара металла шва, выполненного этими электродами, выше, особенно при низких температурах, чем энергия удара шва, выполненного электродами другого типа; б) металл шва, выполненный этими электродами, обладает более высокой стойкостью против образования трещин, чем выполненный электродами всех других типов.

Стойкость сварных швов против образования кристаллизационных трещин обусловливается высокой металлургической чистотой металла шва. Низкая вероятность образования холодных трещин обусловливается низким содержанием водорода, что обеспечивается применением просушенных электродов. Содержание водорода в наплавленном металле ниже, чем при использовании электродов всех других типов, и не должно превышать допустимый верхний предел, равный 15 мл/100 г наплавленного металла.

Обычно электроды с основным типом покрытия применяют для сварки во всех пространственных положениях, за исключением вертикального сверху вниз. Электроды с основным типом покрытия, специально предназначенные для сварки в вертикальном положении сверху вниз, имеют особый состав шлака.

Приложение С
(справочное)

Описание типов покрытия электродов

(Классификация по пределу прочности при растяжении и энергии удара 27 Дж)

С.1 Общие положения

Сварочно-технологические свойства покрытого электрода и механические свойства металла шва в значительной степени зависят от его покрытия. Однородная смесь веществ покрытия обычно содержит следующие шесть главных составляющих:

- шлакообразующие материалы;
- раскислители;
- защитные газообразующие материалы;
- ионизирующие вещества;
- связующие;
- легирующие элементы (при необходимости).

Кроме того, может быть добавлен железный порошок для увеличения номинальной эффективности электрода, который может оказывать влияние на сварочно-технологические свойства в зависимости от положения сварки.

Некоторые марки электродов, которые пригодны для сварки, как на переменном, так и на постоянном токах одной или обеих полярностях, могут быть оптимизированы производителем для конкретного рода тока в зависимости от требований рынка.

С.2 Покрытие типа 03

Покрытие этого типа содержит смесь диоксида титана (рутила) и карбоната кальция (мрамора), поэтому электроды с этим типом покрытия обладают некоторыми характеристиками электродов с рутиловым покрытием и некоторыми характеристиками электродов с основным покрытием (см. С.6 и С.9).

С.3 Покрытие типа 10

Покрытие этого типа содержит большое количество горючих органических веществ, в особенности целлюлозу. Благодаря глубоко проникающей дуге, электроды с таким покрытием пригодны для сварки в вертикальном положении сверху вниз. Дуга стабилизируется в первую очередь за счет присутствия натрия, поэтому эти электроды преимущественно пригодны для сварки на постоянном токе, и, как правило, обратной полярности (плюс на электроде).

С.4 Покрытие типа 11

Покрытие этого типа содержит большое количество горючих органических веществ, в особенности целлюлозу. Благодаря глубоко проникающей дуге, электроды с таким покрытием пригодны для сварки в вертикальном положении сверху вниз. Дуга стабилизируется в первую очередь за счет присутствия калия, поэтому электроды пригодны для сварки как на переменном токе, так и на постоянном обратной полярности (плюс на электроде).

С.5 Покрытие типа 12

Покрытие этого типа содержит большое количество диоксида титана (обычно в форме минерала рутила). Электроды с таким покрытием обеспечивают мягкую дугу и пригодны для соединения корневых швов при больших зазорах в условиях некачественного монтажа.

С.6 Покрытие типа 13

Покрытие этого типа содержит большое количество диоксида титана (рутила) и стабилизировано калием. Электроды с таким покрытием обеспечивают мягкую спокойную дугу на более низких токах, чем электроды с покрытием типа 12, и особенно пригодны для сварки листового металла.

С.7 Покрытие типа 14

Электроды с таким типом покрытия подобны электродам с покрытиями типа 12 и 13, за исключением того, что они имеют небольшие добавки железного порошка, которые позволяют увеличивать ток и повышать производительность наплавки. Электроды с этим типом покрытия могут быть использованы во всех положениях сварки.

С.8 Покрытие типа 15

Покрытие этого типа является высокоосновным и содержит большое количество мрамора и плавикового шпата. Стабилизация дуги обеспечивается в основном за счет присутствия натрия и электроды с таким типом покрытия обычно пригодны для использования на постоянном токе обратной полярности (плюс на электроде).

Электроды с таким покрытием обеспечивают металл шва высокого металлургического качества при низком содержании диффузионного водорода.

С.9 Покрытие типа 16

Покрытие этого типа является высокоосновным и содержит большое количество мрамора и плавикового шпата. Стабилизация дуги обеспечивается в основном за счет присутствия калия, что позволяет использовать эти электроды для сварки на переменном токе. Они обеспечивают металл шва высокого металлургического качества при низком содержании диффузионного водорода.

С.10 Покрытие типа 18

Электроды с таким типом покрытия подобны электродам с покрытием типа 16, за исключением того, что они имеют несколько большую толщину покрытия с добавлением железного порошка, который позволяет увеличить ток и повысить производительность наплавки по сравнению с электродами с покрытием типа 16.

С.11 Покрытие типа 19

Покрытие этого типа содержит оксиды титана и железа обычно в виде минерала ильменита. Хотя электроды с таким типом покрытия не являются низководородными основными, они обеспечивают получение металла сварного шва с относительно высокой ударной вязкостью.

С.12 Покрытие типа 20

Покрытие этого типа содержит большое количество оксида железа. Шлак очень жидкотекучий, поэтому сварка электродами с таким типом покрытия возможна только в нижнем и горизонтальном положениях. Электроды разработаны, в первую очередь, для сварки тавровых и нахлесточных соединений.

С.13 Покрытие типа 24

Электроды этого типа подобны электродам с покрытием типа 14, за исключением того, что это покрытие толще и содержит большую долю железного порошка. Они в основном пригодны для сварки в нижнем и горизонтальном положениях тавровых и нахлесточных соединений.

С.14 Покрытие типа 27

Электроды с таким типом покрытия подобны электродам с покрытием типа 20, за исключением того, что покрытие имеет большую толщину и содержит в больших количествах железный порошок в добавление к оксиду железа в покрытии типа 20. Электроды с покрытием 27 разработаны для сварки тавровых и нахлесточных соединений с большой скоростью.

С.15 Покрытие типа 28

Электроды с таким типом покрытия подобны электродам с покрытием типа 18, за исключением того, что покрытие имеет большую толщину и содержит в больших количествах железный порошок. В связи с этим их использование обычно ограничено нижним и горизонтальным положениями. Электроды обеспечивают металл шва высокого металлургического качества при низком содержании водорода.

С.16 Покрытие типа 40

Электроды с таким типом покрытия, в отличие от других, не могут быть классифицированы по настоящему стандарту. Они изготавливаются по требованиям потребителя. Положение сварки определяется по договоренности между поставщиком и потребителем. Конкретным примером может служить электрод, специально разработанный для сварки внутри отверстий (заварка отверстий) или пазов.

Т. к. покрытие типа 40 не специфицировано, электроды с покрытиями такого типа могут весьма сильно отличаться друг от друга.

С.17 Покрытие типа 45

Электроды с таким типом покрытия подобны электродам с покрытием типа 15, за исключением того, что покрытие специально разработано для сварки в вертикальном положении сверху вниз.

С.18 Покрытие типа 48

Электроды с таким типом покрытия подобны электродам с покрытием типа 18, за исключением того, что покрытие специально разработано для сварки в вертикальном положении сверху вниз.

Приложение D
(справочное)

Примечания по диффузионному водороду и предотвращению образования холодных трещин

При допущении, что внешние условия являются удовлетворительными (зона сварки чистая и сухая), водород переходит в металл сварного шва из водородосодержащих химических веществ в сварочных материалах и из окружающего воздуха. При использовании электродов с основным покрытием, где главным источником водорода является вода, содержащаяся в покрытии. Диссоциация воды в дуге вызывает повышение содержания атомарного водорода, который поглощается металлом сварного шва. Для данного материала и напряженного состояния опасность образования холодных трещин снижается с уменьшением содержания водорода в металле сварного шва.

При понижении содержания диффузионного водорода в шве до допустимого уровня для предотвращения образования трещин используются предварительный подогрев соединения до заданной температуры и сопутствующий подогрев при температуре, не ниже заданной. Допустимый уровень водорода зависит от конкретных условий применения электродов. Для обеспечения этого уровня должны выполняться условия транспортирования, хранения и сушки, рекомендуемые производителем электродов.

Для испытания партии электродов могут использоваться и другие методы сбора и измерения диффузионного водорода, если они имеют такую же воспроизводимость и калиброваны по методу, приведенному в ИСО 3690. Содержание диффузионного водорода в металле шва зависит от рода тока.

Трещины в сварных соединениях могут быть вызваны диффузионным водородом или в значительной мере определяются его влиянием. Такие трещины в основном развиваются после охлаждения соединения и поэтому названы холодными трещинами.

При сварке углеродистых марганецсодержащих сталей наиболее вероятно образование трещин в зоне термического влияния. Эти трещины располагаются приблизительно параллельно границе сплавления. Опасность образования трещин, вызванных диффузионным водородом, растет с увеличением количества легирующих и уровня напряжений. С увеличением количества легирующих более вероятным местом образования трещин становится металл шва. В этом случае трещины ориентированы, в основном, перпендикулярно к направлению сварки и поверхности основного металла.

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 3690	—	*
ИСО 6847	—	*
ИСО 6947	—	*
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] EN 499:1994 Сварочные материалы. Покрытые электроды для ручной дуговой сварки нелегированных и мелкозернистых сталей. Классификация (Welding consumables — Covered electrodes for manual metal arc welding of non alloy and fine grain steels — Classification).

УДК 621.791.04:006.354 ОКС 25.160.20 В05

Ключевые слова: сварка, материалы сварочные, электроды покрытые, ручная дуговая сварка нелегированной и мелкозернистой сталей, классификация, символы и требования, технические условия на поставку, примеры обозначения электродов

Редактор *В.А. Бучумова*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *Н.И. Гаврищук*
Компьютерная верстка *Л.А. Круговой*

Сдано в набор 07.02.2011. Подписано в печать 04.03.2011. Формат 60 × 84 1/8. Бумага офсетная. Гарнитура Ариал.
Печать офсетная. Усл. печ. л. 3,72. Уч.-изд. л. 3,10. Тираж 129 экз. Зак. 130.

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

gost.e-ecolog.ru