|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО**  **ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ** | | |
|  | **Н А Ц И О Н А Л Ь Н Ы Й**  **С Т А Н Д А Р Т**  **Р О С С И Й С К О Й**  **Ф Е Д Е Р А Ц И И** | **ГОСТ Р**  **—2023** |

**МАТЕРИАЛЫ СВАРОЧНЫЕ**

**Материалы для наплавки**

**Издание официальное**

**Москва**

**Российский институт стандартизации**

**2023**

**Предисловие**

1 РАЗРАБОТАН Обществом с ограниченной ответственностью «Национальная Экспертно-Диагностическая Компания» (ООО «НЭДК») и ФГБУ «Институт стандартизации»

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 №

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. N 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок – в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «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 (www.rst.gov.ru)*

© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 2023

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

2 Нормативные ссылки

3 Классификация материалов

4 Обозначения и требования

5 Тип сплава, поставки и применение

6 Химический состав

7 Методика округления

8 Повторные испытания

9 Условия поставки

10 Обозначение

Приложение А (рекомендуемое) Область применения и тип поставки

Библиография

**НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**МАТЕРИАЛЫ СВАРОЧНЫЕ**

**Материалы для наплавки**

Welding consumables. Сonsumables for hard-facing

**Дата введения — 2023—00—00**

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на материалы для упрочняющей наплавки поверхностей новых элементов конструкций и заготовок, а также на ремонт (восстановление) поверхностей элементов конструкций, подверженных механическим, химическим, термическим и комбинированным нагрузкам.

Настоящий стандарт устанавливает требования к классификации материалов для наплавки, основанной на химическом составе металла наплавленного покрытыми электродами, порошковыми проволоками и стержнями (прутками), порошковыми и спеченными лентами, спеченными стержнями (прутками), металлическими порошками, а также на химическом составе металла наплавленного проволоками, стержнями (прутками) и лентами сплошного сечения и литыми стержням (пруткам).

**2 Нормативные ссылки**

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты [для датированных ссылок применяют только указанное издание ссылочного стандарта, для недатированных — последнее издание (включая все изменения)]:

ГОСТ Р ИСО 544 Материалы сварочные. Технические условия поставки присадочных материалов и флюсов. Тип продукции, размеры, допуски и маркировка

ГОСТ Р ИСО 6847 Материалы сварочные. Наплавка металла для химического анализа

ГОСТ Р ИСО 14174—2021 Материалы сварочные. Флюсы для дуговой сварки под флюсом и электрошлаковой сварки. Классификация

ГОСТ Р ИСО 14175—2010 Материалы сварочные. Газы и газовые смеси для сварки плавлением и родственных процессов

ГОСТ Р 8.736—2011 Государственная система обеспечения единства измерений. Измерения прямые многократные. Методы обработки результатов измерений. Основные положения.

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования – на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

**3 Классификация материалов**

Классификация материалов для наплавки состоит из двух обязательных и трех дополнительных частей.

Обязательные части:

а) в первой части приведено обозначение типа продукции, см. 4.1;

b) во второй части – обозначение сплава, указывающее диапазон состава и применение, см. таблицу 2.

Дополнительные части:

c) в третей части приведено обозначение типа состава, см. 4.3;

d) в четвертой части – обозначение диапазона твердости наплавленного металла, см. 4.4;

e) в пятой части – обозначение защитных газов и флюсов, см. 4.5.

Части c), d) и e) отделяют дефисом от обязательной части.

**4 Обозначения и требования**

**4.1 Обозначение типа продукции**

Применяют обозначения типа продукции, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 — Обозначения типа продукции

|  |  |
| --- | --- |
| Обозначение | Тип продукции (материала) |
| E | Электрод покрытый плавящийся |
| S | Проволока и стержень (пруток) сплошного сечения |
| T | Проволока и стержень (пруток) порошковые |
| R | Стержень литой |
| B | Лента сплошного сечения |
| C | Стержень (пруток) спеченный, лента порошковая и спеченная |
| P | Порошок металлический |

Примечание — См. также таблицу А.3.

**4.2 Обозначение химического состава**

Обозначения сплавов в таблице 2 указывают на химический состав металла, наплавленного покрытыми электродами, порошковыми проволоками и стержнями, порошковыми и спеченными лентами, спеченными стержнями, металлическими порошками, или химический состав металла наплавленного проволоками, стержнями и лентами сплошного сечения и литыми стержнями.

**4.3 Обозначение типового состава**

В дополнение к условным обозначениям сплавов таблицы 2 следует указывать типовой химический состав всего металла, наплавленного покрытыми электродами, порошковыми проволоками и стержнями, порошковыми и спеченными лентами, спеченными стержнями, металлическими порошками, или химический состав металла наплавленного проволоками, стержнями и лентами сплошного сечения, и литыми стержнями. Типовой химический состав обозначают значимыми легирующими элементами с процентным содержанием, за исключением основного элемента сплава.

Таблица 2 — Обозначения сплава и химический состав

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Обозначение сплава | Применение | Химический состав (по массе)с, % | | | | | | | | | | | | |
| C | Cr | Ni | Mn | Mo | W | V | Nb | Fe | Co | Cu | Al | Другие |
| Fe1 | p | ≤0,4 | ≤3,5 | ≤3 | ≤ 4,5 | ≤1 | ≤1 | ≤1 | - | Остальное | - | - | - | Si, Ti |
| Fe2 | p (g) (s) | 0,4-1,5 | ≤ 7 | ≤1 | ≤3 | ≤4 | ≤1 | ≤1 | - | Остальное | ≤1 | ≤1 | - | Si, Ti |
| Fe3 | s t | 0,1-0,5 | 1-15 | ≤5 | ≤3 | ≤5 | ≤ 10 | ≤1,5 | ≤3 | Остальное | ≤13 | - | - | Si, Ti |
| Fe4 | s t (p) | 0,2-1,5 | 2-10 | ≤4 | ≤3 | ≤10 | ≤20 | ≤4 | - | Остальное | ≤5 | - | - | Si, Ti |
| Fe5 | c s p t w | ≤0,5 | ≤0,1 | 17-22 | ≤ 1 | 3-5 | - | - | - | Остальное | 10-15 | - | ≤ 1 | Si, Ti |
| Fe6 | g p s | ≤2,5 | ≤ 10 | - | ≤ 3 | ≤ 3 | - | - | ≤10 | Остальное | - | - | - | Si, Ti |
| Fe7 | c p t | ≤0,2 | 11-30 | ≤ 6 | ≤ 3 | ≤ 2 | - | ≤ 1 | ≤1 | Остальное | - | - | - | Si, N |
| Fe8 | g p t | 0,2-2 | 5-20 | - | ≤ 3 | ≤ 5 | ≤ 2 | ≤2 | ≤10 | Остальное | - | - | - | Si, Ti |
| Fe9 | k p (n) | ≤1,2 | ≤ 20 | ≤ 5 | 9-20 | ≤ 2 | - | ≤ 1 | - | Остальное | - | - | - | Si, Ti |
| Fe10 | c k p z (n) | ≤0,25 | 17-22 | 7-11 | 3-8 | ≤1,5 | - | - | ≤1,5 | Остальное | - | - | - | Si |
| Fe11 | c n z | ≤0,3 | 17-32 | 8-20 | ≤ 3 | ≤ 4 | - | - | ≤1,5 | Остальное | - | - | - | Si, Cu |
| Fe12 | c n (z) | ≤0,12 | 17-27 | 9-26 | ≤ 3 | ≤ 4 | - | - | ≤1,5 | Остальное | - | - | - | Si |
| Fe13 | g | ≤1,5 | ≤7 | ≤4 | ≤3 | ≤4 | - | - | - | Остальное | - | - | - | Si, B, Ti |
| Fe14 | g (c) | 1,5-4,5 | 25-40 | ≤4 | ≤3 | ≤4 | - | - | - | Остальное | - | - | - | Si |
| Fe15 | g | 3-7 | 20-40 | ≤4 | ≤3 | ≤2 | - | - | ≤10 | Остальное | - | - | - | Si, B |
| Fe16 | g z | 4-8 | 10-40 | - | ≤3 | ≤10 | ≤10 | ≤10 | ≤10 | Остальное | - | - | - | Si, B |

*Продолжение таблицы 2*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Обозначение сплава | Применение | Химический состав (по массе)с, % | | | | | | | | | | | | |
| C | Cr | Ni | Mn | Mo | W | V | Nb | Fe | Co | Cu | Al | Другие |
| Fe17 | c k p v | ≤0,3 | ≤20 | ≤5 | 8-20 | ≤2 | ≤3 | - | - | Остальное | - | - | - | Si |
| Fe20 | c g t z | - | - | - | - | - | - | - | - | Остальное | - | - | - | Твердый материалb |
| Ni1 | c p t | ≤1 | 15-30 | Остальное | ≤1 | ≤6 | ≤2 | ≤1 | - | ≤5 | - | - | - | Si, B |
| Ni2 | c k p t z | ≤0,1 | 14-30 | Остальное | ≤1,5 | 10-30 | ≤8 | ≤1 | ≤5 | ≤10 | ≤ 5 | - | - | Si, Ti |
| Ni3 | c p t | ≤1 | ≤15 | Остальное | ≤1 | ≤6 | ≤2 | ≤1 | - | ≤5 | - | - | - | Si, B |
| Ni4 | c k p t z | ≤0,1 | 1-20 | Остальное | ≤1,5 | ≤30 | ≤8 | ≤1 | ≤5 | ≤3 | ≤15 | - | ≤3 | Si, Ti |
| Ni20 | c g t z | - | - | Остальное | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Твердый материалb |
| Co1 | c k t z | ≤0,6 | 20-35 | ≤10 | 0,1-2 | ≤10 | ≤ 15 | - | ≤ 1 | ≤5 | - | - | - | Si |
| Co2 | t z (c) (s) | 0,6-3 | 20-35 | ≤4 | 0,1-2 | - | 4-10 | - | - | ≤5 | - | - | - | Si |
| Co3 | t z (c) (s) | 1-3 | 20-35 | ≤4 | ≤ 2 | ≤1 | 6-15 | - | - | ≤5 | - | - | - | Si |
| Cr1 | g n | 1-5 | Остальное | - | ≤1 | - | - | 15-30 | - | ≤5 | - | - | - | Si, B, Zr |

*Окончание таблицы 2*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Обозначение сплава | Применение | Химический состав (по массе)с, % | | | | | | | | | | | | |
| C | Cr | Ni | Mn | Mo | W | V | Nb | Fe | Co | Cu | Al | Другие |
| Cu1 | c (n) | - | - | ≤6 | ≤2 | - | - | - | - | ≤5 | - | Остальное | 7-15 | Sn |
| Cu2 | c (n) | - | - | ≤6 | ≤15 | - | - | - | - | ≤5 | - | Остальное | ≤9 | Sn |
| Al1 | c n | - | - | 10-35 | ≤0,5 | - | - | - | - | - | - | ≤ 6 | Остальное | Sn |
| Z | - | Любой другой согласованный состава | | | | | | | | | | | | |
| Применение: с – стойкость к коррозии; g – стойкость к абразивному износу; k – работа на деформационное упрочнение (наклеп); ( ) – применимо ограничено или не применимо ко всем сплавам данного типа; n - не намагничивается; p – стойкость к ударным нагрузкам; s – удержание режущей кромки; v – стойкость к порообразованию; t – термостойкость; z – стойкость к образованию окалины; w – дисперсионно-твердеющий. | | | | | | | | | | | | | | |
| а Материалы, химический состав которых не представлен в таблице, обозначают аналогично, начиная с буквы «Z».  b Плавленный, дробленный или сферический карбид вольфрама.  с Некоторые значения в таблице являются максимальными. | | | | | | | | | | | | | | |

**4.4 Обозначение диапазона твердости**

Таблица 3 устанавливает диапазон твердости наплавленного металла в состоянии после наплавки без термообработки. Обозначение максимальной твердости после термообработки или закалки допускается приводить в скобках.

Таблица 3 — Обозначение диапазона твердости

|  |  |
| --- | --- |
| Обозначение | Диапазон твердости |
| 150  200  250  300  350  400 | 125 HB, но ≤ 175 HB  > 175 HB, но ≤ 225 HB  > 225 НВ, но ≤ 275 НВ  > 275 НВ, но ≤ 325 НВ  > 325 НВ, но ≤ 375 НВ  > 375 НВ, но ≤ 450 НВ |
| 40  45  50  55  60  65  70 | 37 HRC, но ≤ 42 HRC  > 42 HRC, но ≤ 47 HRC  > 47 HRC, но ≤ 52 HRC  > 52 HRC, но ≤ 57 HRC  > 57 HRC, но ≤ 62 HRC  > 62 HRC, но ≤ 67 HRC  > 67 HRC |

**4.5 Обозначение защитных газов и флюсов**

Обозначения должны соответствовать таблице 2 ГОСТ Р ИСО 14175—2010 для защитных газов и таблице 1 ГОСТ Р ИСО 14174—2021 для флюсов. Если проволоки сплошного сечения или порошковые проволоки применяют без газовой защиты, то применяют обозначение «НЕТ».

**5 Тип сплава, поставки и применение**

Наиболее распространенные типы сплавов приведены в таблице 2. Типовое применение приведено в таблице А.1. Условия поставки материалов в таблицах А.2 и А.3 могут влиять на выбор процессов сварки.

Примеры применения, приведенные в таблице А.4, указывают на применение отдельных типов сплавов для различных требований к типу изнашивания. Для комплекса конкретных требований могут рассматриваться иные типы сплавов

**6 Химический состав**

Химический анализ выполняют по ГОСТ Р ИСО 6847 для образцов наплавленных с применением проволок, стержней и лент сплошного сечения или для любых образцов наплавленного металла с применением литых стержней, покрытых электродов, порошковых проволок и лент, спеченных стержней и лент и металлических порошков. Применяют любые аналитические методы, но в случае разногласий следует ссылаться на общепринятые опубликованные методы.

**7 Методика округления**

В целях определения соответствия требованиям настоящего стандарта полученные фактические испытательные значения должны быть подвергнуты правилам округления по ГОСТ Р 8.736-2011 приложение Е. Если измеренные значения получены с помощью оборудования, откалиброванного в единицах, отличных от указанных в настоящем стандарте, измеренные значения должны быть преобразованы в единицы настоящего стандарта до округления. Если среднее значение необходимо сравнить с требованиями настоящего стандарта, округление должно выполняться только после расчета среднего значения. В случае, когда документ по испытаниям, указанный в нормативных ссылках настоящего стандарта, содержит инструкции по округлению, противоречащие инструкциям настоящего стандарта, должны применяться требования к округлению, указанные в стандарте на испытания. Округленные результаты должны соответствовать требованиям соответствующей таблицы для тестируемой классификации.

**8 Повторные испытания**

Если результаты испытания не соответствует требованиям, это испытание следует повторить дважды. Результаты обоих повторных испытаний должны соответствовать требованиям. Образцы для повторного испытания могут быть взяты из первичного испытательного образца или из новых испытательных образцов. Для химического анализа повторное испытание проводят только для конкретных элементов, которые не отвечают требованиям к испытаниям. Если результаты одного или обоих повторных испытаний не соответствуют требованиям, испытываемый материал считается не отвечающим настоящим техническим требованиям для данной классификации.

В случае если во время подготовки или после завершения любого испытания установлено, что установленные или надлежащие методики не были соблюдены при подготовке образца или образцов для испытания, или при проведении испытаний, то испытание считают недействительным, независимо от того, были ли испытания фактически завершены и соответствовали или не соответствовали результаты испытаний требованиям. Эти испытания должны быть выполнены повторно, следуя установленным или надлежащим методикам. В этом случае удвоения количества образцов не требуется.

**9 Условия поставки**

Условия поставки должны соответствовать требованиям ГОСТ Р ИСО 544. Требования к порошковым лентам, спеченным стержням и лентам, к литым стержням и металлическим порошкам должны быть установлены отдельно.

**10 Обозначение**

Материалы для наплавки обозначают в соответствии с разделом 3 и примерами:

***Пример 1 — Проволока сплошного сечения (S) для дуговой сварки в защитном газе c химическим составом в пределах для сплава с обозначением Fe7 таблицы 2 имеет обозначение:***

***Проволока сплошного сечения ГОСТ Р ХХХХХ S Fe7,***

***где ГОСТ Р ХХХХХ — номер стандарта;***

***S — тип продукции (см. таблицу 1);***

***Fe7 — обозначение сплава (см. таблицу 2).***

***Пример 2 — Порошковая проволока (Т) для дуговой сварки в защитном газе с химическим составом в пределах для сплава с обозначением Fe9 таблицы 2, с типовым составом наплавленного металла, содержащего С – 0,4 %, Mn – 16,0 % и Cr – 14,0 %, с твердостью наплавленного металла непосредственно после наплавки 240НВ, твердостью после деформационного упрочнения 48HRC, для сварки в защитном газе М21 согласно ГОСТ Р ИСО 14175-2010 имеет обозначение:***

***Порошковая проволока ГОСТ Р ХХХХХ T Fe9 – C0,4Mn16Cr14 – 250(50) – M21,***

***где ГОСТ Р ХХХХХ — номер стандарта;***

***Т — тип продукции (см. таблицу 1);***

***Fe9 — обозначение сплава (см. таблицу 2);***

***С0,4Mn16Cr14 — обозначение типового химического состава;***

***250(50) — обозначение твердости (см. таблицу 3);***

***М21 — обозначение защитного газа в соответствии с ГОСТ Р ИСО 14175-2010.***

**Приложение А**

**(рекомендуемое)**

**Область применения и тип поставки**

Таблица А.1 — Применение типов сплавов для различных требований

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Обозначение сплава | Требования к износостойкости | | | | | | | Сплав/структура | Диапазон твердости | |
| Механическое воздействие | | Термическое  воздействие | | Стойкость  к коррозии | Сопротивляемость трещинообразованию | Обрабатываемость | [HB] | [HRC] |
| Трение | Удар | Высокая температура | Цикл нагрев-охлаждение |
| Fe1 | 3-4 | 2-3 | 4 | 4 | 4 | 1 | 1 | Феррит/мартенсит | 150-450 | - |
| Fe2 | 3-4 | 2 | 4 | 4 | 4 | 2 | 3 | Мартенсит | - | 30-58 |
| Fe3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | Мартенсит (карбиды) | - | 40-55 |
| Fe4 | 2 | 2-3 | 1-2 | 1-2 | 3 | 2-3 | 3-4 | Мартенсит + карбиды | - | 55-65 |
| Fe5 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | Мартенсит | - | 30-40 |
| Fe6 | 1 | 1 | 2-3 | 2-3 | 4 | 2-3 | 3-4 | Мартенсит + карбиды | - | 48-55а |
| Fe7 | 2 | 2 | 1-2 | 1-2 | 1-2 | 1 | 1-2 | Феррит/мартенсит | 250-450 | - |
| Fe8 | 1-2 | 1-2 | 4 | 4 | 3 | 2-3 | 3-4 | Мартенсит + карбиды | - | 50-65 |
| Fe9 | 4 | 1 | 4 | 4 | 2-3 | 1-2 | 3 | Аустенит | 200-250 | 40-50b |
| Fe10 | 4 | 1 | 1-2 | 1 | 2 | 1 | 2 | Аустенит | 180-200 | 38-42b |
| Fe11 | 4 | 3 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | Аустенит | - | - |

*Продолжение таблицы А.1*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Обозначение сплава | Требования к износостойкости | | | | | | | Сплав/структура | Диапазон твердости | |
| Механическое воздействие | | Термическое  воздействие | | Стойкость  к коррозии | Сопротивляемость трещинообразованию | Обрабатываемость | [HB] | [HRC] |
| Трение | Удар | Высокая температура | Цикл нагрев-охлаждение |
| Fe12 | 4 | 3 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | Аустенит | 150-250 | - |
| Fe13 | 1 | 4 | 2 | 4 | 4 | 4 | 4 | Мартенсит/аустенит + FeB | - | 55-65 |
| Fe14 | 1 | 3-4 | 3 | 4 | 2 | 4 | 4 | Мартенсит/аустенит + карбиды | - | 40-60 |
| Fe15 | 1 | 4 | 2 | 4 | 3 | 4 | 4 | Мартенсит/аустенит + карбиды | - | 55-65 |
| Fe16 | 1 | 4 | 1 | 4 | 3 | 4 | 4 | Мартенсит/аустенит + карбиды | - | 60-70 |
| Fe17 | 2-3 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | Аустенит | 150-350 | 40-55b |
| Fe20 | 1 | 3 | 3 | 4 | 3 | 4 | 4 | Твердый материал в Fe-матрице | 1500-2800 HV (твердый материал) | 50-60 (матрица) |
| Ni1 | 1-2 | 2-3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 3 | Ni-сплав | - | 45-60 |
| Ni2 | 2-3 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | Ni-сплав | 200-400 | - |
| Ni3 | 2 | 2-3 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | Ni-сплав | - | 45-60 |
| Ni4 | 2-3 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | Ni-сплав | 200-400 | - |
| Ni20 | 1 | 2 | 2 | 3 | 2 | 1-2 | 4 | Твердый материал в Ni-матрице | 1500-2800 HV (твердый материал) | 40-55 (матрица) |

*Окончание таблицы А.1*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Обозначение сплава | Требования к износостойкости | | | | | | | Сплав/структура | Диапазон твердости | |
| Механическое воздействие | | Термическое  воздействие | | Стойкость  к коррозии | Сопротивляемость трещинообразованию | Обрабатываемость | [HB] | [HRC] |
| Трение | Удар | Высокая температура | Цикл нагрев-охлаждение |
| Со1 | 2-3 | 1 | 1 | 1-2 | 1 | 1 | 1 | Со-сплав | 250-350 | 40-45b |
| Co2 | 1-2 | 2-3 | 1 | 1-2 | 2 | 2-3 | 3-4 | Co-сплав | - | 35-50 |
| Co3 | 1-2 | 2-3 | 1 | 1-2 | 2 | 2-3 | 3-4 | Сo-сплав | - | 45-60 |
| Cu1 | 3-4 | 2-3 | 4 | 3 | 1 | 2-3 | 2 | CuAl-сплав | 200-450 | - |
| Cu2 | 3-4 | 2 | 4 | 3 | 1 | 3 | 2 | CuAlMn-сплав | 200-300 | - |
| Al1 | 1 | 3 | 4 | 4 | 2 | 2-3 | 3 | Альфа твердый раствор +  интерметаллическая фаза | 150-300 HV | - |
| Cr1 | 1 | 3 | 3 | 3 | 1 | 2-3 | 3-4 | Аустенит + выделившаяся фаза | 600-700 HV | - |
| Оценка применения: 1 — отлично; 2 — хорошо; 3 — удовлетворительно; 4 — неудовлетворительно.  а Искусственное старение от 3 до 4 ч при температуре 480 °С.  b Деформационное упрочнение (наклеп). | | | | | | | | | | |

Таблица А.2 — Типы поставки

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Обозначение сплава | Типы поставки | | | | | | | |
| Проволока и стержень порошковые | Лента порошковая | Лента сплошного сечения и спеченная | Проволока и стержень сплошного сечения | Стержень спеченный | Электрод покрытый плавящийся | Стержень литой | Порошок металлический |
| Fe1 | ● | ● | ● | ● | - | ● | - | - |
| Fe2 | ● | ● | ● | ● | - | ● | - | - |
| Fe3 | ● | ● | ● | ● | - | ● | - | - |
| Fe4 | ● | ○ | ○ | ● | - | ● | - | - |
| Fe5 | ● | ○ | ○ | ● | - | ● | - | ○ |
| Fe6 | ● | ● | - | - | - | ○ | - | - |
| Fe7 | ● | ● | ● | ● | - | ● | - | ● |
| Fe8 | ● | ● | ● | ● | - | ● | - | - |
| Fe9 | ● | ● | ● | - | - | ● | - | - |
| Fe10 | ● | ● | ● | ● | - | ● | - | - |
| Fe11 | ● | ● | ● | ● | - | ● | - | - |
| Fe12 | ● | ● | ● | ● | - | ● | - | - |
| Fe13 | ● | - | - | - | - | ○ | - | - |
| Fe14 | ● | ○ | ● | - | - | ● | - | - |
| Fe15 | ● | - | - | - | - | ● | - | - |
| Fe16 | ● | - | - | - | - | ● | - | - |
| Fe17 | ● | ○ | ○ | ● | - | ● | - | ● |
| Fe20 | ● | - | - | - | ● | ● | ● | - |
| Ni1 | ● | - | - | ● | - | ● | - | ● |
| Ni2 | ● | - | - | ● | - | ● | - | ● |
| Ni3 | ● | - | - | ● | - | ● | - | ● |
| Ni4 | ● | - | - | ● | - | ● | - | ● |
| Ni20 | ● | - | - | - | ● | ● | ● | ● |
| Co1 | ● | - | ○ | ● | - | ● | ● | ● |
| Co2 | ● | - | ○ | ● | - | ● | ● | ● |
| Co3 | ● | - | ○ | ● | - | ● | ● | ● |
| Cu1 | ● | - | - | ● | - | ● | - | ● |
| Cu2 | ● | - | - | ● | - | ● | - | ● |
| Al1 | ● | ○ | - | - | - | - | - | ● |
| Cr1 | - | - | - | - | ○ | - | - | ● |
| ● – используется; ○ – производство возможно; - – не используется | | | | | | | | |

Таблица А.3 — Тип поставки присадочных материалов и процессы для упрочняющей наплавки

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Материалы | Обозначение сварочных процессов по [1] | | | | | | | | | |
| 111 | 131/135 | 132; 133; 136; 138 | 114 | 141; 143 | 121/122 | 72 | 15 | 52 | 311 |
| Электрод покрытый плавящийся | ● | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Стержень литой | - | - | - | - | ● | - | - | ○ | - | ● |
| Проволока сплошного сечения | - | ● | - | - | ● | ● | - | ● | ● | ● |
| Стержень сплошного сечения | - | - | - | - | ● | - | - | - | ● | ● |
| Лента сплошного сечения | - | ○ | - | - | ● | ● | ● | ● | ○ | - |
| Проволока порошковая | - | - | ● | ● | ● | ● | ○ | ● | ● | - |
| Лента порошковая | - | - | ○ | - | ○ | ● | ○ | ○ | - | - |
| Стержень порошковый | - | - | - | - | ● | - | - | - | - | ● |
| Лента спеченная | - | ○ | - | - | ● | ● | ● | ● | ○ | - |
| Стержень спеченный | - | - | - | - | ● | - | - | - | - | ● |
| Металлический порошок | - | - | - | - | - | - | - | ● | ● | ● |
| 15 – сварка дуговая плазменная;  52 – сварка лазерная;  72 – сварка электрошлаковая;  111 – сварка ручная дуговая плавящимся электродом (сварка дуговая плавящимся покрытым электродом);  114 – сварка дуговая порошковой самозащитной проволокой;  121 – сварка дуговая под флюсом сплошной проволокой;  122 – сварка дуговая под флюсом ленточным электродом;  131 – сварка дуговая сплошной проволокой в инертном газе;  132 – сварка дуговая порошковой проволокой с флюсовым наполнителем в инертном газе;  133 – сварка дуговая порошковой проволокой с металлическим наполнителем в инертном газе;  135 – сварка дуговая сплошной проволокой в активном газе;  136 – сварка дуговая порошковой проволокой с флюсовым наполнителем в активном газе;  138 – сварка дуговая порошковой проволокой с металлическим наполнителем в активном газе;  141 – сварка дуговая вольфрамовым электродом в инертном газе с присадочным сплошным материалом (проволокой или стержнем);  143 – сварка дуговая вольфрамовым электродом с присадочным порошковым материалом (проволокой или стержнем) в инертном газе;  311 – сварка ацетиленокислородная. | | | | | | | | | | |
| ● – используется; ○ – производство возможно; - – не используется | | | | | | | | | | |

Таблица А.4 — Примеры применения

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Система | Тип изнашивания | Примеры элементов | Обозначение сплаваа |
| Твердое тело - твердое тело  Трение скольжения  Трение качения  Смешанное трение | Фрикционное изнашивание | Направляющая дорожка, направляющий рельс | Fe1, Fe2, Fe3, Cu1, Cu2 |
| Деформационное изнашивание  Ударное изнашивание | Ковочный молот | Fe9, Fe10, Al1, Ni2, Ni4 |
| Клапанный рычаг, кулачок распределительного вала | Fe1, Fe2, Fe3 |
| Изнашивание при качении  Изнашивание от трения | Трамвайный рельс, стрелочный перевод | Fe9, Fe10 |
| Опорный каток | Fe1, Fe2, Fe3, Fe9 |
| Железнодорожный рельс | Fe1, Fe9, Fe10 |
| Ударное изнашивание при качении  Термоциклическое изнашивание | Направляющий валок для литья | Fe7 |
| Роликовый вал рольганга | Fe3, Fe6, Fe7, Fe8 |
| Приводной ролик, намоточный вал | Fe3 |
| Матрица штампа | Fe3, Fe4, Fe6, Fe8, Co1, Co2, Co3, Ni2, Ni4 |
| Ударно-скользящее изнашивание при работе без дополнительного подогрева | Нож гильотины, режущая кромка | Fe4, Fe5, Fe8, Co1, Co2, Co3 |
| Ударно-скользящее изнашивание при работе с дополнительным подогревом | Нож гильотины для горячей резки | Fe3, Fe4, Co2, Ni2, Ni4 |
| Пуансон | Fe3, Fe4, Co2, Ni2, Ni4 |

*Продолжение таблицы А.4*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Система | Тип изнашивания | Примеры элементов | Обозначение сплаваа |
| Твердое тело - твердое тело с воздействием абразивных частиц | Ударно-скользящее изнашивание | Рабочие органы щековой дробилки, отбойного молотка | Fe6, Fe8, Fe9, Fe14 |
| Лопасть смесителя | Fe6, Fe8, Fe9 |
| Кольчато-зубчатый каток | Fe6, Fe8, Fe9, Fe13, Fe14, Fe15 |
| Бандаж для валковой дробилки цемента | Fe6, Fe8 |
| Рабочие органы угольной и рудной кольцевой мельницы | Fe6, Fe8, Fe13, Fe14, Fe15, Fe16 |
| Колосники и решетки печей | Fe13, Fe14, Fe15 |
| Угольная молотковая дробилка | Fe8, Fe13, Fe14, Fe15 |
| Изношенная наплавленная футеровочная плита | Fe13,Fe14,Fe15 |
| Твердое тело с воздействием абразивных частиц с высоким давлением на поверхность и ударом | Ударно-скользящее изнашивание | Лемех плуга, лопасть ковша | Fe15, Fe20, Ni20 |
| Стоковый желоб, лоток | Fe14,Fe15, Fe20, Ni20 |
| Изношенная наплавленная футеровочная плита | Fe14, Fe15, Ni1, Ni2, Ni3, Ni4, Ni20 |

*Продолжение таблицы А.4*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Система | Тип изнашивания | Примеры элементов | Обозначение сплаваа |
| Твердое тело - твердое тело с воздействием абразивных частиц и высоким давлением на поверхность | Канавочный износ | Экструдер | Fe14, Fe15, Fe20, Ni1, Ni3, Ni20, Co2, Co3, Cr1 |
| Шнековый конвейер | Fe14, Fe15, fe20, Ni1, Ni3, Ni20, Co2, Cr1 |
| Лопасть ковша | Fe15, Fe20, Ni20 |
| Зуб рыхлителя, нож вертикуттера | Fe2, Fe6, Fe8 |
| Лемех плуга | Fe2, Fe6, Fe8, Fe20, Ni20 |
| Детали смесителя, днище смесителя | Fe6, Fe8, Fe14, Fe20, Ni1, Ni3, Ni20 |
| Пресс-форма для прессования кирпича | Fe6, Fe8, Fe14, Ni1, Ni3 |
| Сегмент мельницы, мельничное кольцо | Fe14 |
| Твердое тело - с воздействием абразивных частиц в потоке газа | Эрозионное изнашивание, Т ≥ 500 °С | Клапан доменной печи, колошниковый затвор | Fe6, Fe7, Fe8 |
| Конус засыпного аппарата доменной печи, зона седла | Fe3, Fe6, Fe8 (Fe16) |
| Загрузочная воронка доменной печи | Fe15, Fe16 |
| Печные фитинги, впускной литниковый канал | Fe7, Co1, Co2 |
| Щелевой литник, колесо крыльчатки, ребро усиления | Fe10, Fe15, Fe16, Fe20, Ni1, Ni2, Ni3, Ni4, Ni20 |

*Окончание таблицы А.4*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Система | Тип изнашивания | Примеры элементов | Обозначение сплаваа |
|  |  | Кольчатый каток, колосник | Fe15, Fe16 |
| Лопасть рабочего колеса, изношенная наплавленная футеровочная плита | Fe14, Fe15, Fe20, Ni1, Ni3, Ni20 |
| Твердое тело - с воздействием абразивных частиц в жидкости | Изнашивание вымыванием,  жидкостная эрозия | Брандспойт, изношенная наплавленная футеровочная плита | Fe14, Fe15 |
| Направляющая скольжения дноуглубительного снаряда, соединительная скоба якорной цепи | Fe6, Fe8 |
| Гидронасос | Fe6, Fe7, Fe8, Ni1, Ni3 |
| Детали смесителя | Fe6, Fe7, Fe8 |
| Коррозия, вызванная эрозией | Корабельный винт | Cu1, Cu2 |
| Гидравлическая турбина | Fe7, Fe17, Cu1 |
| Твердое тело - жидкость | Коррозия | Оборудование химического производства | Fe7, Fe11, Fe12 |
| Уплотнительная поверхность фитингов | Fe7, Fe17, Co1, Co2, Co3 |
| Кавитация | Гидравлическая турбина | Fe7, Fe11, Fe12, Fe17, Co1, Co2, Co3 |
| а Согласно таблице 2.  b Направление изнашивания. | | | |

**Библиография**

|  |  |
| --- | --- |
| [1] ГОСТ Р ИСО 4063—2010 | Сварка и родственные процессы. Перечень и условные  обозначения процессов |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| УДК 621.791:006.354 | ОКС 25.160.20 |  |
| Ключевые слова: материалы сварочные, материалы для наплавки, упрочняющая наплавка | | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Генеральный директор  ООО «НЭДК» | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | А.И. Прилуцкий |
| Начальник отдела нефтегазового,  теплогенерирующего оборудования  и станкостроения ФГБУ «Российский институт стандартизации» | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | И.А. Щипаков |