ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р ИСО 17641-1— 2011

ИСПЫТАНИЯ РАЗРУШАЮЩИЕ СВАРНЫХ ШВОВ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

Испытания на сопротивляемость образованию горячих трещин в сварных соединениях. Процессы дуговой сварки

Часть 1

Общие положения

ISO 17641-1:2004
Destructive tests on welds in metallic materials — Hot cracking tests for weldments — Arc welding processes — Part 1: General
(IDT)

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2012

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 на русский язык стандарта, указанного в пункте 4

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

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30 ноября 2011 г. № 661-ст

4 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту ИСО 17641-1:2004 «Разрушающие испытания сварных швов металлических материалов. Испытания на сопротивляемость образованию горячих трещин в сварных соединениях. Процессы дуговой сварки. Часть 1. Общие положения» (ISO 17641-1:2004 «Destructive tests on welds in metallic materials — Hot cracking tests for weldments — Arc welding processes — Part 1: General»)

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

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

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

© Стандартинформ, 2012

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

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины и определения 2
4 Показатели, обозначения и единицы измерения 2
5 Основы теории образования горячих трещин 2
6 Виды испытаний 3
7 Описание испытаний 3
8 Применения 4
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов ссылочным национальным стандартам Российской Федерации 6

Введение

ИСО 17641-1 подготовлен Европейским комитетом по стандартизации (СЕН) в сотрудничестве с техническим комитетом ИСО/ТК 44 «Сварка и родственные процессы», подкомитетом ПК 5 «Испытания и контроль сварных швов» в соответствии с Соглашением о техническом сотрудничестве между ИСО и СЕН (Венское Соглашение).

ИСО 17641 состоит из следующих частей под общим наименованием «Разрушающие испытания сварных швов металлических материалов. Испытания на сопротивляемость образованию горячих трещин в сварных соединениях. Процессы дуговой сварки»:

- часть 1. Общие положения;
- часть 2. Испытания с естественной жесткостью;
- часть 3. Испытания с приложением внешней нагрузки (технический отчет).

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ИСПЫТАНИЯ РАЗРУШАЮЩИЕ СВАРНЫХ ШВОВ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

Испытания на сопротивляемость образованию горячих трещин в сварных соединениях. Процессы дуговой сварки

Часть 1

Общие положения

Destructive tests on welds in metallic materials. Hot cracking tests for weldments. Arc welding processes. Part 1. General

Дата введения — 2013—01—01

1 Область применения

Настоящий стандарт содержит основные положения, касающиеся образования горячих трещин в металле сварного шва и основном металле, и испытания, применяемые для оценки сопротивляемости образованию этих трещин при дуговой сварке.

Часть 2 (испытания с естественной жесткостью) устанавливает испытания, которые следует использовать для оценки сопротивляемости образованию горячих трещин металла сварного шва. Деформации, вызывающие образование трещин, создаются за счет жесткости сварного узла.

Часть 3 (испытания с приложением внешней нагрузки) описывает испытания, которые могут быть использованы для оценки сопротивляемости образованию горячих трещин основного металла и металла сварного шва. Деформации, вызывающие образование трещин, создаются путем нагружения испытуемого образца внешней силой.

Примечание — Испытания, приведенные в части 3, требуют использования нестандартного специального оборудования. Лаборатории применяют разные процедуры, условия испытаний и размеры образцов. Поэтому, хотя воспроизводимость внутри одной лаборатории обычно является хорошей, при испытаниях в разных лабораториях иногда возможны расхождения.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие международные стандарты. Для датированных ссылок последующие поправки или изменения любых из этих публикаций действительны для настоящего стандарта только после введения поправок и изменений к нему.

ЕН ИСО 17641-2:2005 Разрушающие испытания швов на металлических материалах. Испытания свариваемых деталей на горячее растрескивание в процессе дуговой сварки. Часть 2. Самоограничивающие испытания (ISO 17641-2:2005)

EN ISO 17641-2:2005 Destructive tests on welds in metallic materials — Hot cracking tests for weldments — Arc welding processes — Part 2: Self-restraint tests (ISO 17641-2:2005)

СЕН ИСО/ТО 17641-3:2005 Разрушающие испытания сварных швов металлических материалов. Испытания на сопротивляемость образованию горячих трещин в сварных соединениях. Процессы дуговой сварки. Часть 3. Испытания с приложением внешней нагрузки (ИСО/ТО 17641-3:2005)

CEN ISO/TR 17641-3:2005 Destructive tests on welds in metallic materials — Hot cracking tests for weldments — Arc welding processes — Part 3: Externally loaded tests (ISO/TR 17641-3:2005)

Издание официальное

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **горячие трещины** (hot cracks): Нарушения сплошности материала, происходящие при высокой температуре вдоль границ зерен (дендритные границы), когда деформация или темп деформации превышают определенный уровень.

Примечание — Мелкие трещины, видимые только при увеличении более чем в 50 раз, часто рассматриваются как микротрещины.

3.1.1 **кристаллизационные трещины** (solidification cracks): Горячие трещины, образующиеся при кристаллизации жидкой фазы металла сварного шва.

Примечание — Обычно они выходят на поверхность сварного шва, но иногда могут быть под поверхностью.

3.1.2 **ликвационные трещины** (liquation cracks): Горячие трещины, образующиеся при расплавлении ликватов в зоне термического влияния (ЗТВ) основного металла или в многопроходных швах, когда наплавленный металл повторно нагревается при выполнении последующих проходов сварки.

3.1.3 **трещины, вызванные падением пластичности** (ductility dip cracks): Горячие трещины, образующиеся при сварке из-за снижения высокотемпературной пластичности. Как и ликвационные трещины они могут возникать в ЗТВ или в многопроходных швах.

3.2 **испытания с естественной жесткостью** (self-restraint tests): Испытания, при которых деформация шва образца происходит за счет напряжений, возникающих при сварке жестко закрепленного узла.

3.3 **испытания с приложением внешней нагрузки** (externally loaded tests): Испытания, при которых деформация шва образца происходит за счет напряжений, возникающих под действием внешней силы, создаваемой специальным испытательным оборудованием.

4 Показатели, обозначения и единицы измерения

Примененные в стандарте показатели, обозначения и единицы измерения приведены в таблице 1.

Таблица 1 — Показатели, обозначения и единицы измерения

Обозначение	Показатель	Единица измерения
$MSI_{(TT)}$	Показатель склонности к возникновению микротрещин (испытание на растяжение)[a]	мм/мм
$MSI_{(LBT)}$	Показатель склонности к возникновению микротрещин (испытание на продольный изгиб)[b]	мм/мм
L_{tot}	Суммарная длина всех обнаруженных в образце горячих трещин	мм
V_{crit}	Критическая скорость деформации для возникновения первой горячей трещины	мм/с
BTR	Температурный интервал хрупкости, т. е. разница между NST и DTR (см. СЕН ИСО/ТО 17641-3:2003, рисунок 2)	K

[a] $MSI = L_{MF}/L_0 \cdot d \cdot \pi$
[b] $MSI = L_{MF}/b \cdot l_0$

5 Основы теории образования горячих трещин

Горячие трещины возникают в сварном шве и ЗТВ основного материала, когда деформации, развивающиеся при охлаждении сварного соединения или под действием извне, превосходят пластичность металла в определенной зоне сварного соединения. Они имеют размеры от очень малых ликвационных трещин (длиной менее 1 мм) в ЗТВ или многопроходных швах до крупных кристаллизационных трещин, которые могут распространяться на всю длину сварных соединений.

Примечание 1 — Эти трещины не следует путать с холодными трещинами, которые всегда возникают при температурах ниже 200 °С.

Горячие трещины не ограничиваются конкретными системами сплавов. Они могут возникать в сталях, в том числе коррозионно-стойких, сплавах на основе никеля, меди и алюминия. Причин возникновения горячих трещин много, но обычно они возникают, когда локальная пластичность недостаточна для противодействия развивающимся сварочным деформациям. Недостаток пластичности может зависеть от свойств микроструктуры и ориентации (по отношению к направлению деформирования) и в некоторых случаях от присутствия хрупких включений и прослоек с низкой температурой плавления. В этом отношении некоторые системы сплавов очень чувствительны к присутствию примесей, таких как сера, фосфор, свинец и другие. Общепризнано, что аустенитные однофазные микроструктуры, особенно металла сварного шва, в том или ином виде склонны к горячему растрескиванию. Содержание примесей в таких сталях и сплавах влияет на возникновение трещин.

Примечание 2 — Точный механизм образования горячих трещин пока полностью не выяснен.

6 Виды испытаний

6.1 Испытания с естественной жесткостью

Эти испытания зависят от жесткости (закрепления) сварного узла, в результате которой возникает деформация, достаточная для возникновения трещин. Испытания с естественной жесткостью включают в себя испытания:

a) заключающиеся в сварке жестко закрепленного узла и непосредственной проверке испытуемого шва на наличие трещин;

b) заключающиеся в сварке стыкового сварного шва с полным проплавлением, из которого вырезают образец, подвергаемый дополнительной деформации для обнаружения ранее возникших горячих трещин (особенно микротрещин), облегчения выявления их направления и размеров. Для разрушения после сварки применяют растяжение или изгиб. Они не предназначены для инициирования новых трещин.

Испытания под действием сварочных напряжений пригодны только для оценки горячих трещин металла сварного шва.

6.2 Испытания с приложением внешней нагрузки

Эти испытания предусматривают внешнее нагружение образца во время процесса сварки или уже сваренного образца, который одновременно нагревают и нагружают.

Испытания с приложением внешней нагрузки включают в себя испытания:

a) при которых нагрузка прикладывается при выполнении сварного шва;

b) при которых сварной шов повторно нагревается и одновременно нагружается, чтобы получить возможность оценки склонности к возникновению трещин.

Эти испытания внешней нагрузкой пригодны для оценки образования горячих трещин металла сварного шва, основного металла и зоны термического влияния.

7 Описание испытаний

7.1 Испытания с естественной жесткостью

7.1.1 Общие положения

Подробности процедур испытания приведены в ЕН ИСО 17641-2.

7.1.2 Испытание на сопротивляемость образованию горячих трещин в шве таврового соединения (T-joint weld cracking test)

Процедура испытания предназначена для оценки склонности к возникновению кристаллизационных трещин металла однопроходного углового сварного шва. Применяют три типа образца с увеличивающейся от образца к образцу жесткостью, которая обеспечивается увеличением толщины листа и/или применением в испытуемом узле ребер жесткости. Оценка является по существу качественной, поскольку прямое измерение сварочных напряжений недоступно. Оценка основывается на длине и положении трещин (если они есть) в испытуемом сварном шве.

7.1.3 Испытание растяжением металла сварного шва (weld metal tensile test)

Это испытание предназначено для оценки сопротивляемости металла сварного шва, вырезанного из стыкового соединения, образованию ликвационных трещин и трещин, вызванных падением пластичности. Разрушение цилиндрического образца, вырезанного из стыкового шва, открывает трещины, возникшие при сварке. При проверке соседней с изломом области трещины могут быть обнаружены и измерены.

Примечание — См. ЕН ИСО 17641-2, рисунки 2 и 3.

7.1.4 Испытание продольным изгибом (longitudinal bend test)

Это испытание предназначено для оценки сопротивляемости образованию трещин при кристаллизации, ликвации и падении пластичности наплавленного металла стыковых швов. Изгиб продольных образцов, вырезанных из стыкового шва, открывает возникшие при сварке трещины, которые могут быть обнаружены и измерены.

Примечание — См. ЕН ИСО 17641-2, рисунки 4 и 5.

7.2 Испытания с приложением внешней нагрузки

7.2.1 Общие положения

Подробности процедур испытания приведены в СЕН ИСО/ТО 17641-3.

7.2.2 Испытание растяжением с нагревом (hot tensile test)

Сопротивляемость образованию горячих трещин определяют путем выполнения испытания растяжением с нагревом, имитирующим сварочный термический цикл. Чтобы оценить сопротивляемость образованию кристаллизационных и ликвационных трещин используют разные процедуры и размеры образцов:

a) чтобы моделировать возникновение кристаллизационных трещин, образец нагревают до температуры плавления, а зажимы оборудования фиксируют образец таким образом, что усадочная деформация металла вызывает образование трещин;

b) чтобы моделировать возникновение ликвационных трещин, серию образцов нагревают до температуры чуть ниже температуры солидуса, а оценка сопротивляемости образованию трещин основывается на испытании некоторого числа образцов для построения кривой пластичности при высоких температурах.

7.2.3 Испытание нагрузкой, действующей вдоль сварного шва (varestraint test) и испытание нагрузкой, действующей поперек сварного шва (transvarestraint test)

Испытания нагрузкой, действующей вдоль и поперек сварного шва, используют для определения сопротивляемости образованию горячих трещин путем нагружения образца одновременно с его сваркой.

При испытании нагрузкой, действующей вдоль сварного шва, нагрузку прикладывают в направлении, совпадающем с осью сварного шва. Испытание дает возможность оценки возникновения кристаллизационных, ликвационных трещин и трещин, возникающих из-за падения пластичности металла.

При испытании нагрузкой, действующей поперек сварного шва, нагрузку прикладывают в поперечном по отношению к оси сварного шва направлении. Испытание применяют для оценки сопротивляемости образованию только кристаллизационных трещин. В заданный момент выполнения сварочной операции производят нагружение образца путем его изгиба вокруг оправки определенной формы. По завершении испытания визуально оценивают и измеряют трещинообразование. Сопротивляемость образованию трещин оценивают по длине трещин на стороне, подвергшейся растяжению.

7.2.4 Испытание регулируемым растяжением плоского образца (controlled flat tensile test)

Это испытание проводят путем растяжения одного плоского образца, который растягивают в продольном направлении в испытательном оборудовании, обеспечивающим линейное увеличение скорости нагружения. Управляемая нагрузка прикладывается во время выполнения сварного шва. Скорость растяжения, вызывающая горячее растрескивание, характеризуется как критическая скорость растяжения и используется в качестве меры сопротивляемости образованию горячих трещин.

8 Применения

Возможные применения различных испытаний изложены в таблицах 2 и 3.

Таблица 2 — Испытания на сопротивляемость образованию горячих трещин на образцах с естественной жесткостью и их применение

Тип испытания	Вид трещин	Результат	Применение
Испытание на сопротивляемость образованию горячих трещин в сварном шве таврового соединения	Кристаллизационные	Качественный	Сертификация сварочных материалов. Сертификационное испытание сварочных материалов

Окончание таблицы 2

Тип испытания	Вид трещин	Результат	Применение
Испытание растяжением металла сварного шва	Кристаллизационные	Качественный или количественный, если используется показатель чувствительности к возникновению микротрещин $MSI_{(TT)}$	Аттестация процедуры сварки. Испытание образца изготовленного изделия. Сертификация сварочных материалов. Сертификационное испытание сварочных материалов
	Ликвационные		
	Возникающие из-за падения пластичности металла		
Испытание продольным изгибом	Кристаллизационные	Качественный или количественный, если используется $MSI_{(LBT)}$	Аттестация процедуры сварки. Испытание образца изготовленного изделия. Сертификация сварочных материалов. Сертификационное испытание сварочных материалов
	Ликвационные		
	Возникающие из-за падения пластичности металла		

Таблица 3 — Испытания на сопротивляемость образованию горячих трещин на образцах с приложением внешней нагрузки и их применение

Тип испытания	Вид трещин	Результат	Применение
Испытание нагрузкой, действующей вдоль сварного шва	Кристаллизационные	L_{tot} BTR	Основной материал, выбор и сертификация. Металл сварного шва, выбор и сертификация. Процедуры сварки
	Ликвационные	L_{tot}	
	Возникающие из-за падения пластичности металла	L_{tot}	
Испытание нагрузкой, действующей поперек сварного шва	Кристаллизационные	L_{tot}	Выбор металла сварного шва. Процедуры сварки
Испытание регулируемым растяжением плоского образца	Кристаллизационные	V_{crit}	Выбор материала. Узлы с многопроходными сварными швами. Процедуры сварки. Сочетания материалов
	Ликвационные	V_{crit}	
	Возникающие из-за падения пластичности металла	V_{crit}	
Испытание растяжением с нагревом	Кристаллизационные	BTR	Выбор и сертификация материала
	Ликвационные	BTR	

Приложение ДА
(справочное)

Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов ссылочным национальным стандартам Российской Федерации

Таблица ДА.1

Обозначение ссылочного международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего национального стандарта
ЕН ИСО 17641-2:2005	—	*
СЕН ИСО/ТО 17641-3:2003	—	*
* Соответствующий национальный стандарт отсутствует. До его утверждения рекомендуется использовать перевод на русский язык данного международного стандарта. Перевод данного международного стандарта находится в Национальном агентстве контроля и сварки (НАКС).		

УДК 621.791.053:006.354 ОКС 25.160.40 В09

Ключевые слова: сварные швы, дуговая сварка, горячие трещины, испытания

Редактор *Н.В. Таланова*
Технический редактор *Н.С. Гришанова*
Корректор *А.С. Черноусова*
Компьютерная верстка *В.И. Грищенко*

Сдано в набор 02.11.2012. Подписано в печать 10.12.2012. Формат 60x84 1/8. Гарнитура Ариал. Усл. печ. л. 1,40.
Уч.-изд. л. 0,80. Тираж 120 экз. Зак. 1088.

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