ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 71931.4— 2025

Неразрушающий контроль сварных соединений элементов из термопластичных материалов

Часть 4

КОНТРОЛЬ ВЫСОКИМ НАПРЯЖЕНИЕМ

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2025

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 ПОДГОТОВЛЕН Ассоциацией сварщиков полимерных материалов (Ассоциация СПМ) на основе официального перевода на русский язык немецкоязычной версии указанного в пункте 4 стандарта, который выполнен Федеральным государственным бюджетным учреждением «Российский институт стандартизации» (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 19 февраля 2025 г. № 73-ст

4 Настоящий стандарт идентичен стандарту ДИН ЕН 13100-4:2013 «Неразрушающий контроль сварных соединений элементов из термопластичных материалов. Часть 4. Контроль высоким напряжением» (DIN EN 13100-4:2013 «Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen thermoplastischer Kunststoffe — Teil 4: Hochspannungsprüfung», IDT).

Дополнительные сноски в тексте стандарта, выделенные курсивом, приведены для пояснения текста оригинала

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 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 (*gost.e-ecolog.ru

© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 2025

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 Термины и определения 1
3 Обозначения 1
4 Принцип контроля 1
5 Тип прибора 2
5.1 Общие положения 2
5.2 Высокочастотный искровой контрольный прибор 2
5.3 Электроискровой прибор постоянного тока для обнаружения дефектов 2
5.4 Импульсный прибор для обнаружения дефектов 2
6 Определение контрольного напряжения 3
6.1 Общие положения 3
6.2 Стыковые соединения 3
6.3 Нахлесточные соединения 4
7 Контрольный электрод 4
8 Метод проведения контроля 4
8.1 Контроль электроискровым прибором постоянного тока и импульсным прибором для обнаружения дефектов 4
8.2 Контроль высокочастотным искровым прибором 5
9 Протокол контроля 6

Введение

Стандарт ДИН ЕН 13100-4:2013 подготовлен на основе европейского стандарта ЕН 13100-4:2012, который входит в серию стандартов ЕН 13100 «Неразрушающий контроль сварных соединений элементов из термопластичных материалов».

Стандарт ЕН 13100-4:2012 подготовлен Техническим комитетом CEN/TC 249 «Пластмассы», секретариат которого возглавляет Бельгийский орган по стандартизации (NBN).

Соответствующим немецким органом по стандартизации в этой области является рабочая группа NA 054-05-12 AA «Соединения пластмасс» в комитете по стандартизации пластмасс (FNK).

Стандарт ЕН 13100 включает следующие части:

- часть 1. Визуальный контроль;
- часть 2. Радиографический (рентгеновский) контроль;
- часть 3. Ультразвуковой контроль;
- часть 4. Контроль высоким напряжением.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Неразрушающий контроль сварных соединений элементов из термопластичных материалов

Часть 4

КОНТРОЛЬ ВЫСОКИМ НАПРЯЖЕНИЕМ

Non-destructive testing of welded joints of thermoplastics semi-finished products.
Part 4. High voltage testing

Дата введения — 2025—03—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает основные требования к оборудованию и методам контроля высоким напряжением стыковых и нахлесточных соединений листов из термопластичных материалов для выявления внутренних дефектов. Настоящий стандарт распространяется только на новые соединения.

2 Термины и определения

В настоящем стандарте применен следующий термин с соответствующим определением:

2.1 **электрическая прочность диэлектрика** (dielectric strength): Максимальное напряжение, которое может выдержать единица толщины материала непрерывно без разрушения.

3 Обозначения

Обозначения приведены в таблице 1.

Таблица 1 — Обозначения величин

Обозначение	Определение	Единица измерения
D_s	Электрическая прочность диэлектрика	В · мм$^{-1}$
V_B	Напряжение пробоя	В
d_t	Расстояние от контрольного электрода до провода	мм
V_I	Начальное контрольное напряжение	В
V_A	Фактическое напряжение, используемое для контроля	В
V_o	Напряжение, вызывающее искровой разряд в области отверстия в термопластичном листе	В

4 Принцип контроля

К одной стороне сварного соединения, подвергаемого контролю, подводят высокое напряжение соответствующим электродом, при этом другая сторона должна находиться в контакте с токопроводящей подложкой, которую в некоторых случаях необходимо соединить обратной электрической связью с контрольным прибором.

Издание официальное

Контроль должен проводиться при достаточно высоком напряжении, чтобы был возможен электрический пробой (искровой разряд) воздушного промежутка между контрольным электродом и проводником. В зависимости от используемого контрольного прибора дефектный участок выявляется искровым разрядом, одновременно фиксируемым световым и/или звуковым сигналом.

Требования безопасности охраны окружающей среды (например, удар током, опасность взрывов в легковоспламеняющейся атмосфере), а также воздействие на окружающую среду (например, электромагнитные помехи) следует учитывать во время эксплуатации оборудования.

Примечание — Содержание влаги в бетоне может придать ему электропроводность, необходимую для того, чтобы его можно было использовать для проведения контроля высоким напряжением.

5 Тип прибора

5.1 Общие положения

Существует три типа приборов для контроля высоким напряжением. Наиболее подходящий тип прибора зависит от метода проводимого контроля и от требований заказчика.

5.2 Высокочастотный искровой контрольный прибор

5.2.1 Принцип работы

Данный прибор генерирует высокочастотное напряжение переменного тока до 100 кВ. Питание прибора осуществляется от электрической сети. Выходная мощность низкая и обычно нестабильная. Выходное напряжение настраивают по длине искрового разряда. Наличие дефектов следует определять визуально по искровым разрядам.

5.2.2 Преимущества:

- отсутствие необходимости электрического соединения с подложкой, если она изготовлена из металла и ее площадь в 1000 раз больше площади контрольного электрода;
- высокое выходное напряжение позволяет проводить контроль более толстого материала или нахлесточных сварных соединений большей длины.

5.2.3 Недостатки:

- отсутствие измерителя выходного напряжения;
- обнаружение дефекта только визуально по искровому разряду;
- питание от сети переменного тока.

5.3 Электроискровой прибор постоянного тока для обнаружения дефектов

5.3.1 Принцип работы

Электроискровой прибор постоянного тока генерирует высокое напряжение постоянного тока до 50 кВ. Питание прибора может быть осуществлено от электрической сети или аккумулятора. Выходная мощность низкая и обычно стабилизируется (постоянная). Выходное напряжение определяется встроенным или внешним измерителем. При обнаружении дефекта активируется световой или звуковой сигнал и появляется искровой разряд.

5.3.2 Преимущества:

- точная настройка контрольного напряжения;
- возможность использования на подложке.

5.3.3 Недостатки:

- необходимо соединение с подложкой;
- возможно отрицательное влияние влажности на поверхности листов из термопластичных материалов.

5.4 Импульсный прибор для обнаружения дефектов

5.4.1 Принцип работы

Данный прибор генерирует импульсное высокое напряжение постоянного тока до 50 кВ. В зависимости от производителя частота импульсов может составлять от 30 до 10 000 импульсов в секунду. Импульсные приборы, как правило, имеют более высокую мощность на выходе, чем высокочастотный искровой контрольный прибор или прибор постоянного тока для обнаружения дефектов. Выходное напряжение проверяют, используя амплитудный вольтметр. При обнаружении дефекта активируется световой или звуковой сигнал и появляется искровой разряд.

5.4.2 Преимущества:
- допускается работа при наличии небольшого количества влаги на поверхности.

5.4.3 Недостатки:
- необходимо соединение с подложкой;
- выходное напряжение не контролируется (требуется специальный измерительный прибор);
- низкая скорость контроля, зависящая от частоты пульсации.

6 Определение контрольного напряжения

6.1 Общие положения

Настоящий раздел распространяется на контрольное оборудование, выходное напряжение которого может быть настроено на заданное значение.

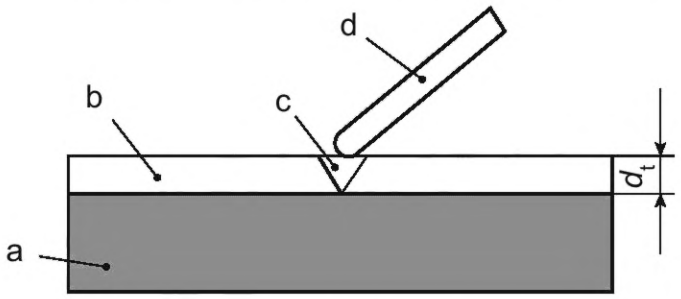
6.2 Стыковые соединения

6.2.1 Организация контроля

В случае стыковых сварных соединений в листах из термопластичных материалов толщиной от 1 до 30 мм (см. рисунок 1) значение начального контролируемого напряжения V_I определяют по формуле

$$V_I = 250 \cdot (1000 d_t)^{1/2}, \quad (1)$$

где d_t равно толщине листа при условии, что контрольный электрод находится в контакте с верхней поверхностью листа, а электропроводящая подложка контактирует с нижней поверхностью листа.



a — подложка; b — термопластичный лист; c — сварной шов; d — электрод

Рисунок 1 — Стыковое сварное соединение

Однако в зависимости от электрической прочности листа V_I может повредить материал. Напряжение пробоя V_B определяют следующим образом:

$$V_B = D_s \cdot d_t. \quad (2)$$

Величина напряжения пробоя V_B для каждого листа должна быть рассчитана по формуле (2), используя значение D_s, указанное производителем листа.

Если $V_I < V_B$, то фактическое контрольное напряжение V_A должно быть равно V_I.

Если $V_I > V_B$, то проводят серию тестов, описанных в 6.2.2, для определения V_A.

Если электрическая прочность неизвестна, тогда выходное напряжение контрольного оборудования устанавливают равным 1,3 V_I. Затем контрольный электрод должен быть установлен на контрольный образец[1)], изготовленный из материала, идентичного материалу контрольных сварных соединений, и должно быть применено напряжение в течение 1 мин. Если на листе не выявятся дефекты, то значение V_A будет равно V_I. В случае повреждения материала проводят дальнейшие тесты по определению V_A, как описано в 6.2.2.

6.2.2 Определение V_A при $V_I > V_B$

В контрольном образце, изготовленном из материала, идентичного материалу сварных контрольных соединений, чистым сверлом просверливают вертикальное отверстие диаметром 1 мм. Минималь-

1) *Под контрольным образцом подразумевается образец, изготовленный из материала, идентичного материалу контрольных сварных соединений, к которому не применяли процессы сварки.*

ное расстояние от отверстия до края контрольного образца должно быть в пять раз больше толщины листа. На электроде, установленном над отверстием, повышают напряжение до тех пор, пока через отверстие не пройдет искровой разряд. Отмечают данную величину напряжения V_o.

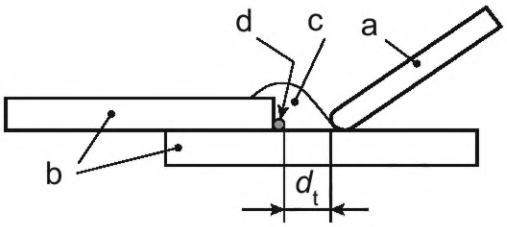
Другие отверстия в контрольном образце просверливают под углом 45°. Минимальное расстояние между отверстиями, а также от любого из отверстий до края контрольного образца должно быть в пять раз больше толщины листа. Контрольное напряжение должно быть увеличено до $(V_B + V_o)/2$ и, если все отверстия выявлены, тогда следует использовать V_A.

Если какое-либо из отверстий не выявлено, контрольное напряжение должно быть увеличено на 10 % и тесты нужно повторить, используя новые отверстия. Контрольные отверстия можно использовать только один раз.

6.3 Нахлесточные соединения

Для нахлесточных соединений расстояние от контрольного электрода до подложки d_t может во много раз превышать толщину материала объекта контроля, и, таким образом, требуемое контрольное напряжение может привести к разрушению материала.

Для того чтобы снизить требуемое контрольное напряжение, следует установить тонкий неизолированный провод как можно ближе к внутренней стороне сварного соединения. См. рисунок 2.



a — электрод; b — термопластичный лист; c — сварной шов; d — провод

Рисунок 2 — Нахлесточное сварное соединение

Если напряженность электрического поля, создаваемая контрольным напряжением, выше, чем электрическая прочность листа, то следует проверить, может ли материал объекта контроля выдержать более высокое контрольное напряжение. Для этого устанавливают электрод на контрольный образец, состоящий из материала объекта контроля (кроме области сварного соединения), и прикладывают контрольное напряжение в течение 1 мин.

Контрольное напряжение можно использовать, если отсутствуют повреждения в материале контрольного образца. При повреждении материала максимальное расстояние между контрольным электродом и проводом должно быть сокращено либо путем уменьшения ширины сварного соединения, либо путем замены используемого материала, а контрольное напряжение повторно пересчитывают.

7 Контрольный электрод

Контрольный электрод должен быть изготовлен таким образом, чтобы он соприкасался с поверхностью листа без зазора или просвета области, подлежащей контролю.

Для углубленных или выступающих областей необходимо использовать щеточный электрод малого размера (имеется в виду электрод с контактной поверхностью менее 1 см^2).

Для нахлесточных соединений следует использовать щеточный электрод малого размера или остроконечный электрод.

Контрольный электрод следует содержать в исправном состоянии, обеспечивающем контакт с поверхностью листа в любое время при проведении контроля.

8 Метод проведения контроля

8.1 Контроль электроискровым прибором постоянного тока и импульсным прибором для обнаружения дефектов

Контрольная поверхность должна быть чистой и сухой.

Контрольный электрод должен быть подсоединен к высоковольтному контрольному прибору в соответствии с инструкцией изготовителя.

Высоковольтный обратный проводник от детектора должен быть подключен к подложке или проводу, и между подложкой и заземлением должны быть сделаны отдельные электрические связи.

Выходное напряжение детектора должно быть скорректировано до требуемого уровня V_A.

Для проверки работоспособности детектора контрольный электрод устанавливают на подложке, при этом должен быть виден искровой разряд и должен сработать звуковой или световой сигнал.

Контрольный электрод перемещают без остановок вдоль сварного шва, сохраняя при этом контакт с поверхностью, со скоростью не более 40 см/с или медленнее, если это указано изготовителем детектора.

Места расположения дефектов должны быть четко обозначены по мере их обнаружения.

Все обнаруженные дефекты устраняют, после чего на данном участке контроль повторяют.

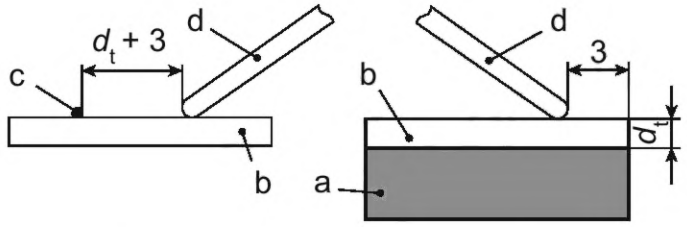
8.2 Контроль высокочастотным искровым прибором

Контрольная поверхность должна быть чистой и сухой.

Контрольный электрод должен быть подсоединен к искровому контрольному прибору в соответствии с инструкцией изготовителя.

По возможности между подложкой или проводом и заземлением должна быть предусмотрена отдельная электрическая связь, т. к. это даст более яркую искру.

При использовании контрольного электрода выходная мощность искрового контрольного прибора должна быть отрегулирована таким образом, чтобы длина искры на 3 мм превышала ожидаемое максимальное расстояние между электродом и подложкой или проводом (см. рисунок 3).



a — подложка; b — пластмассовый лист; c — провод; d — электрод

Рисунок 3 — Настройки высокочастотного искрового прибора для
1) нахлесточного сварного соединения,
2) стыкового сварного соединения

В случае стыковых сварных соединений контрольный электрод располагают на поверхности листа на расстоянии 3 мм от края и повышают выходное напряжение искрового контрольного прибора до тех пор, пока не появится искровой разряд от электрода до подложки.

В случае нахлесточных сварных соединений заземленный провод прикрепляют к поверхности листа, а контрольный электрод располагают на расстоянии от провода, превышающем на 3 мм максимальное ожидаемое расстояние при проведении контроля (т. е. при ожидаемом максимальном расстоянии, равном 10 мм, контрольный электрод следует расположить на расстоянии 13 мм от провода).

Контрольный электрод перемещают без остановок вдоль сварного шва, сохраняя при этом контакт с поверхностью, со скоростью, соответствующей указанию изготовителя высокочастотного искрового прибора, но не более 20 см/с. Если скорость электрода слишком медленная, это может привести к повреждению материала.

Дефектные участки определяют по более ярким искрам от электрода.

После обнаружения дефекта его местоположение должно быть четко обозначено. Все обнаруженные дефекты устраняют, после чего на данном участке повторно проводят контроль.

9 Протокол контроля

Протокол контроля должен содержать ссылку на настоящий стандарт, а также:

a) данные для идентификации объекта контроля;
b) тип материала;
c) геометрию сварного шва;
d) толщину материала;
e) способ сварки;
f) тип применяемого контрольного прибора;
g) описание использованного контрольного электрода;
h) применяемое контрольное напряжение или длину искры;
i) количество и местоположение обнаруженных дефектов;
j) Ф.И.О. специалиста, проводившего контроль;
k) дату проведения контроля.

УДК 25.160.40:006.354 ОКС 25.160.40

Ключевые слова: неразрушающий контроль, сварные соединения, элементы, термопластичные материалы, контроль высоким напряжением

Редактор *М.В. Митрофанова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *Л.С. Лысенко*
Компьютерная верстка *И.А. Налейкиной*

Сдано в набор 21.02.2025. Подписано в печать 26.02.2025. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 1,40. Уч.-изд. л. 1,18.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении в ФГБУ «Институт стандартизации»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru