

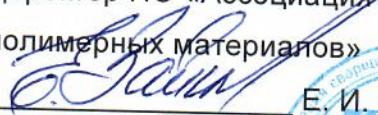


НЕКОММЕРЧЕСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ
АССОЦИАЦИЯ СВАРЩИКОВ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

ИНН 7729451967 КПП 772901001 ОГРН 1137799014297
119530, г. Москва, Очаковское шоссе, д. 18, стр. 3
Тел./факс: +7 (495) 745-68-57

Утверждаю

Директор НО «Ассоциация сварщиков
полимерных материалов»


Е. И. Зайцева

« 15 » февраля 2021



МЕТОДИКА

НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ЭЛЕМЕНТОВ ИЗ ТЕРМОПЛАСТИЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Часть 4
Контроль высоким напряжением

Москва
2021



Содержание

Введение	3
1 Область применения	4
2 Термины и определения	4
3 Обозначения	4
4 Принцип контроля.....	5
5 Тип прибора	5
5.1 Общие положения	5
5.2 Высокочастотный искровой контрольный прибор.....	5
5.3 Электроискровой прибор постоянного тока для обнаружения дефектов ...	6
5.4 Импульсный прибор для обнаружения дефектов.....	6
6 Определение контрольного напряжения	7
6.1 Общие положения	7
6.2 Стыковые соединения.....	7
6.3 Нахлесточные соединения	9
7 Контрольный электрод	10
8 Метод проведения контроля.....	10
8.1 Контроль электроискровым прибором постоянного тока и импульсным прибором для обнаружения дефектов	10
8.2 Контроль высокочастотным искровым прибором	11
9 Протокол контроля	13

Введение

Настоящая методика сформирована Некоммерческой организацией «Ассоциация сварщиков полимерных материалов» (НО «АСПМ») на основе собственного перевода на русский язык англоязычной версии европейского стандарта EN 13100-4:2012 «Неразрушающий контроль сварных соединений элементов из термопластичных материалов. Часть 4. Контроль высоким напряжением» (EN 13100-4:2012 «Non-destructive testing of welded joints of thermoplastics semi-finished products. Part 4. High voltage testing») разработанного Техническим комитетом CEN/TC 249 «Пластмассы».

Стандарт EN 13100 «Неразрушающий контроль сварных соединений элементов из термопластичных материалов» включает следующие части:

Часть 1. Визуальный контроль;

Часть 2. Радиографический (рентгеновский) контроль;

Часть 3. Ультразвуковой контроль;

Часть 4. Контроль высоким напряжением.

Идентичный перевод европейского стандарта EN 13100-4:2012 «Неразрушающий контроль сварных соединений элементов из термопластичных материалов. Часть 4. Контроль высоким напряжением» послужил основой для разработки проекта национального стандарта – ГОСТ Р «Неразрушающий контроль сварных соединений элементов из термопластичных материалов. Часть 4. Контроль высоким напряжением», который с 2017 года находится в ТК 364 «Сварка и родственные процессы» на разных стадиях рассмотрения.

В целях исключения применения методов неразрушающего контроля, разработанных для сварных соединений металлов, а также для обеспечения контроля за качеством сварных соединений термопластичных материалов в условиях отсутствия действующих нормативных документов рекомендуем использовать данную методику.

Дата введения 15 февраля 2021

1 Область применения

Настоящая методика рекомендует применять следующие основные требования к оборудованию и методам контроля высоким напряжением стыковых и нахлесточных соединений листов из термопластичных материалов для выявления локальных сквозных дефектов. Настоящая методика распространяется только на новые, не использованные ранее соединения.

2 Термины и определения

В настоящей методике применен следующий термин с соответствующим определением:

2.1 электрическая прочность диэлектрика (dielectric strength):
Минимальная напряженность одного электрического поля, приводящая к пробое диэлектрика.

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 контрольного сварного соединения 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.

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. Нестабильный, низкий уровень мощности на выходе. 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;
- выходное напряжение высокого уровня 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. Выходное напряжение, как правило, стабильное, имеет низкий уровень мощности. 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.

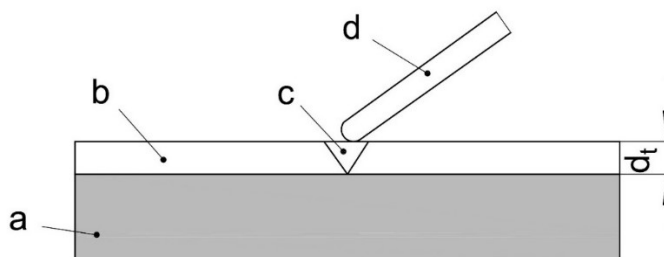
6.2 Стыковые соединения

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

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

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 электрического сопротивления 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 электрическое сопротивление неизвестно, тогда выходное напряжение контрольного оборудования устанавливают равным $1,3 V_I$. Затем контрольный электрод должен быть установлен на несварной контрольный образец, 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 несварном контрольном образце, изготовленном из материала, идентичного материалу сварных контрольных соединений, чистым сверлом просверливают вертикальное отверстие диаметром 1 мм. Минимальное

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 .

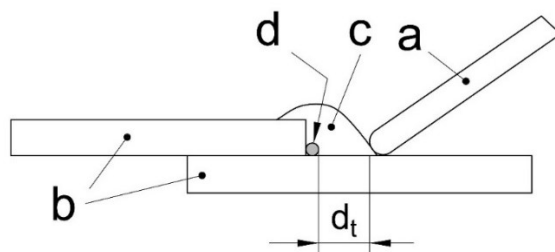
Другие отверстия в контрольном образце просверливают под углом 45° . Минимальное расстояние между отверстиями, а также от любого из отверстий до края контрольного образца должно быть в пять раз больше толщины листа. Контрольное напряжение должно быть увеличено до $(V_B + V_o)/2$ и, если все отверстия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

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 см²).

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 соединения.

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.

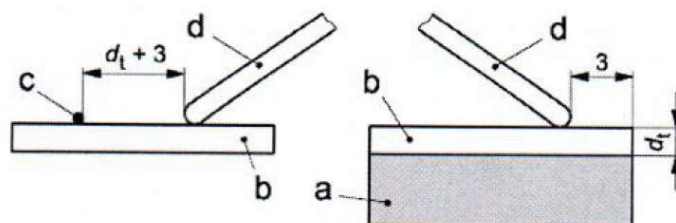
8.2 Контроль высокочастотным искровым прибором

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 должно быть предусмотрено отдельное электрическое соединение, 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).



1 – Нахлесточное сварное соединение 2 – Стыковое сварное соединение

a – подложка; *b* – пластмассовый лист; *c* – провод; *d* – электрод

Рисунок 3 – Настройки высокочастотного искрового прибора

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 не более 20 см/с или не более, если это указано изготовителем высокочастотного искрового прибора. Если скорость электрода слишком медленная, это может привести к повреждению материала.

Дефектные участки определяют по яркими искровыми разрядами 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 настоящую методику, а также:

- a) данные для идентификации контрольного объекта;
- b) тип материала;
- c) геометрию сварного шва;
- d) толщину материала;
- e) процесс 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