

«Анализ способов настройки чувствительности при ультразвуковом контроле сварных соединений»

© 2022 г. **Иван Александрович Смирнов***, **В. Н. Коншина****
ФГБОУ ВО ПГУПС, 190031, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 9
* - ivan.18smirnoff@gmail.com; ** - vera.konshina@gmail.com;

Цель работы заключается в анализе способов настройки чувствительности при ультразвуковом контроле сварных соединений деталей подвижного состава и определении расхождений в реализуемых уровнях чувствительности при применении различных способов их настройки, предусмотренных ISO 11666.

Требования к качеству сварных соединений при изготовлении подвижного состава могут быть сформулированы в конструкторской документации (в этом случае в чертеже задаются либо минимальные размеры подлежащих выявлению дефектов, что создает свои проблемы при формулировке браковочных критериев при проведении ультразвукового контроля и в настоящем докладе не рассматривается, либо в терминах эквивалентной площади дефектов [1], что позволяет их однозначно сформулировать) или установлены в виде категории качества в соответствии с требованиями ГОСТ 33976 [2] или класса контроля по ГОСТ EN 15085-5 [3]. В свою очередь, в указанных стандартах категории качества или классы контроля связаны с уровнями качества в соответствии с ГОСТ ISO 5817 [4], которые уже в ГОСТ Р ИСО 17635 [5] привязаны к конкретным уровням приемки по ISO 11666 [6].

В ISO 11666 [6] содержатся конкретные браковочные критерии для ультразвукового контроля швов сварных соединений в большом диапазоне размеров контролируемых сварных соединений (с толщинами от 8 мм до 100 мм). В стандарте указано, что опорный уровень чувствительности можно настраивать 4 разными способами, подразумевая, видимо, и получение одинаковых результатов контроля. При применении способа 2 (настройка по АРД-диаграммам, нормируется диаметр плоскодонного отражателя (ПДО), а для способа 1 соответствующие уровни чувствительности определены по амплитуде эхо-сигнала от бокового цилиндрического отражателя (БЦО). Известно, что зависимость амплитуды от расстояния для БЦО не соответствует закону изменения амплитуды от ПДО [7].

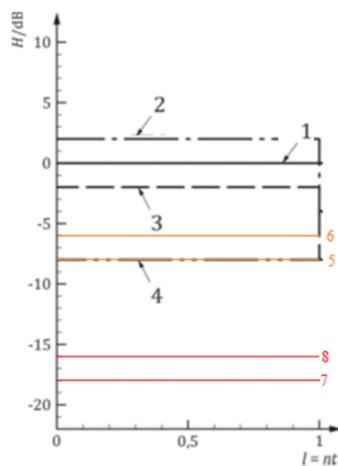
Используя известные формулы акустического тракта [7, 8], были определены величины расхождения уровней чувствительности приемки (различие между опорными уровнями чувствительности и уровнями приемки также определены соответствующими приложениями ISO 11666 [6]) при настройке способами 1 и 2 для диапазона толщин от 8 до 100 мм. Результаты приведены в табл. 1.

Таблица 1 – Результат сравнения уровней чувствительности при настройке по способам 1 и 2 (ISO 11666 [6])

| Наименование параметра УЗК | | | | Диапазон толщин, мм | Разница в чувствительности для уровней приемки 2, 3 и оценочного, ΔH , дБ | |
|---|-----------------------------|---------------------------------|---|---------------------|---|-----------|
| Частота ультразвуковых колебаний, f , МГц | Угол ввода, α , град | Размер пьезопластины, $2a$, мм | Скорость распространения ультразвуковых колебаний в объекте контроля, C_t , м/с | | t_{min} | t_{max} |
| Значение параметров | | | | | | |
| 5 | 65 | 8 | 3260 | 8...14 | -10 | -8 |
| 5 | 70 | 8 | 3260 | 8...14 | -10 | -2 |
| 2,5 | 65 | 8 | 3260 | 15...39 | -6 | -2 |
| 2,5 | 65 | 8 | 3260 | 40...49 | -5 | -4 |
| 2,5 | 60 | 10 | 3260 | 40...49 | -6 | -5 |
| 2,5 | 55 | 10 | 3260 | 40...49 | -6 | -5 |
| 2,5 | 50 | 10 | 3260 | 40...49 | -7 | -6 |
| 2,5 | 50 | 10 | 3260 | 50...99 | -6 | -3 |
| 2,5 | 45 | 10 | 3260 | 50...99 | -6 | -3 |
| 2,5 | 40 | 10 | 3260 | 50...99 | -6 | -4 |

Примечание: «-» означает, что уровень чувствительности при настройке по способу 1 ниже, чем по способу 2.

Анализ табл. 1 показывает, что переход от способа 2 настройки чувствительности к способу 1 приведет во всех указанных диапазонах толщин к изменению предельной чувствительности, а значит и к изменению всех уровней чувствительности. В зависимости от толщины изделия и параметров контроля изменение чувствительности варьируется от 2 до 10 дБ, что может вызвать проблемы с воспроизводимостью результатов контроля и с качеством самого контроля. Пример различия уровней чувствительности приведен на рис. 1.



1 - эталонный уровень, 2 - уровень приемки 2, 3 - уровень регистрации, 4 - оценочный уровень, 5 - уровень приемки 2 для способа 1 на 8 мм, 6 - уровень приемки 2 для способа 1 на 14 мм, 7 - оценочный уровень для способа 1 на 8 мм, 8 - оценочный уровень для способа 1 на 14 мм, H – амплитуда, l - длина несплошностей, p - множитель t , t - толщина

Рисунок 1 - Различия уровней чувствительности при настройке по способу 1 и 2 для диапазона толщин от 8 до 15 мм (уровень приемки 2)

Устранение указанной проблемы возможно, если в отраслевых документах по ультразвуковому контролю сварных соединений подвижного состава будут установлены конкретные требования по способам настройки чувствительности. Такой подход будет использован при разработке проекта межгосударственного стандарта «Соединения сварные в стальных конструкциях железнодорожного подвижного состава».

ЛИТЕРАТУРА

1. *Латидус А., Нурматов И., Пасси Г.* Эталонирование чувствительности и обеспечение её равномерности в прозвучиваемом сечении при ультразвуковом контроле сварных соединений с применением фр-преобразователей // В мире неразрушающего контроля. 2016. №3. С. 17-27.
2. ГОСТ 33976-2016 Соединения сварные в стальных конструкциях железнодорожного подвижного состава. Требования к проектированию, выполнению и контролю качества — М.: ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 2017 — 49 с.
3. ГОСТ EN 15085-5-2015 Железнодорожный транспорт. Сварка железнодорожных транспортных средств и их элементов. Часть 5. Контроль, испытания и документация — М.: ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 2016 — 14 с.
4. ГОСТ Р ИСО 5817-2009 Сварка. Сварные соединения из стали, никеля, титана и их сплавов, полученные сваркой плавлением (исключая лучевые способы сварки). Уровни качества — М.: ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 2011 — 24 с.
5. ГОСТ ISO 17635-2018 Неразрушающий контроль сварных соединений. Общие правила для металлических материалов — М.: ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 2019 — 19 с.
6. ISO 11666:2018 Non-destructive testing of welds. Ultrasonic testing. Acceptance levels
7. *Алешин Н.П.* Физические методы неразрушающего контроля сварных соединений: учебное пособие. — М.: Машиностроение, 2013. — 576 с.
8. *Гурвич А.К., Кузьмина Л.И.* Справочные диаграммы направленности искателей ультразвуковых дефектоскопов. — К.: Техніка, 1980. — 101 с.