

УДК 681.2.089

ОЦЕНКА СОСТАВЛЯЮЩИХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ ПРИ РАЗРАБОТКЕ УНИФИЦИРОВАННОЙ МЕТОДИКИ КАЛИБРОВКИ ВИХРЕТОКОВЫХ ДЕФЕКТΟΣКОПОВ

Илья Денисович Пламеннов

Студент 1 курса

кафедра «Метрология и взаимозаменяемость»

Московский Государственный Технический Университет им. Н.Э.Баумана

Научный руководитель: М.Д. Пламеннова,

Федеральное бюджетное учреждение «Научно-исследовательский центр прикладной метрологии – Ростест»

Описание решаемой задачи

Разработка унифицированной методики калибровки вихретоковых дефектоскопов требует всестороннего учета факторов, влияющих на результат измерений. Особенность вихретокового метода неразрушающего контроля заключается в том, что размеры дефектов не определяются непосредственно по сигналу, а требуют применения инверсионных методов расчета, что вносит дополнительные составляющие неопределенности [1]. Ключевой проблемой, выявленной на начальном этапе разработки, является существенная неоднородность самих образцов с искусственными дефектами (ОИД), используемых при калибровке [2]. Как показано в работе [3], традиционное нормирование только допуска на изготовление ОИД недостаточно для достоверной оценки точности калибровки.

Целью настоящей работы является анализ составляющих неопределенности измерений при калибровке вихретоковых дефектоскопов и разработка подхода к их оценке в рамках разработки унифицированной методики калибровки.

Содержание и основные результаты

В результате проведенного анализа выявлены следующие группы источников неопределенности, которые будут учтены и оценены в разрабатываемой методике калибровки:

1. Источники, связанные с объектом калибровки (дефектоскопом):
 - разброс показаний при многократных сканированиях (случайная составляющая, оцениваемая по типу А);
 - разрешение отсчетного устройства дефектоскопа (систематическая составляющая, оцениваемая по типу В);
 - влияние внешних условий (систематическая составляющая, оцениваемая по типу В).
2. Источники, связанные с ОИД:
 - неоднородность геометрических параметров дефекта по его протяженности (как показано в работе [3], разброс глубины по длине прорези может достигать 30% от номинального, что является доминирующим фактором и источником неопределенности измерений, систематическая составляющая, оцениваемая по типу В);
 - погрешность определения действительного размера ОИД (систематическая составляющая, оцениваемая по типу В);
 - отклонение формы дефекта от номинальной (систематическая составляющая, оцениваемая по типу В).
3. Источники, связанные с методикой измерений:

– некорректное позиционирование датчика относительно дефекта (систематическая составляющая, оцениваемая по типу В) и др.

Выводы

В основу разрабатываемой методики заложен модельный подход к оценке неопределенности измерений, регламентированный ГОСТ 34100.3 – 2017/ISO/IEC Guide 98-3:2009, с учетом специфики вихретокового метода неразрушающего контроля. На основании рассмотренных источников неопределенности модель измерений представляется в виде функции входных величин:

$$Y = f(X_{\text{изм}}, \Delta_{\text{ОИД}}, \Delta_{\text{поз}}, \Delta_{\text{разр}}, \dots),$$

где Y – оценка действительного значения измеряемой глубины дефекта (выходная величина),

$X_{\text{изм}}$ – оценка измеренного калибруемым дефектоскопом значения глубины дефекта,

$\Delta_{\text{ОИД}}$ – поправка на неоднородность геометрических параметров ОИД, определение действительного размера ОИД и отклонение формы дефекта от номинальной,

$\Delta_{\text{поз}}$ – поправка на некорректное позиционирование датчика относительно дефекта,

$\Delta_{\text{разр}}$ – поправка на разрешение отсчетного устройства дефектоскопа и др.

Важным элементом разрабатываемой методики является обеспечение прослеживаемости результатов калибровки к Государственному первичному эталону единицы длины. ФБУ «НИЦ ПМ – Ростест» располагает необходимой эталонной базой, включая рабочие эталоны единицы длины, что позволяет осуществлять передачу размера единицы рабочим ОИД и далее калибруемым дефектоскопам.

Стоит также отметить, что разрабатываемая методика калибровки, для подтверждения ее универсальности, должна охватывать оценку наибольшего количества составляющих неопределенности измерений, соответствующих параметрам различных типов вихретоковых дефектоскопов.

Литература

1. Гадалов В.Н., Губанов О.М., Филонович А.В., Ворначева И.В. Идентификация размеров дефектов при вихретоковом контроле // Справочник. Инженерный журнал. – 2021. – № 11. – С. 16-19
2. Бабаджанов Л.С., Бабаджанова М.Л. О метрологических характеристиках образцов для неразрушающего контроля // Законодательная и прикладная метрология. – 2014. – № 2. – С. 34-36
3. Бабаджанов Л.С., Бабаджанова М.Л., Горбунов В.В., Тяпаев С.В., Цуцуран И.Г. Образцы с искусственными дефектами для калибровки средств вихретокового контроля деталей подшипников // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 2014. – Т. 80, № 1. – С. 31-34.