

Метрологическое обеспечение измерений геометрических параметров изделий методами неразрушающего контроля

Л. С. БАБАДЖАНОВ, М. Л. БАБАДЖАНОВА

Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы,
Москва, Россия, e-mail: leon@vniims.ru

Представлены основные результаты работ, выполняемых во ВНИИМС в области метрологического обеспечения измерений толщины покрытий и листовых материалов, износа стальных канатов, параметров дефектов.

Ключевые слова: стандартный образец, мера, образец искусственного дефекта, неразрушающий контроль.

The principal results of works carried out in VNIIMS in the field of metrological assurance of coating thickness, sheet material thickness and defect parameters measurements are presented.

Key words: reference material, measure, artificial defect sample, nondestructive control.

В последнее десятилетие XX в. во ВНИИМС сформировалось направление работ по метрологическому обеспечению измерений геометрических параметров изделий методами неразрушающего контроля (рис. 1), которые проводятся во всех металлообрабатывающих отраслях промышленности. Это направление включает разработку эталонных средств измерений (СИ) и методик измерений, испытаний, поверки и калибровки; изготовление эталонных средств поверки; проведение испытаний, поверки и калибровки СИ; метрологическую экспертизу и стандартизацию нормативных документов по метрологии; оказание услуг предприятиям по проведению прецизионных измерений.

Во ВНИИМС проводятся исследования по усовершенствованию исходных средств и методов измерений ступенчатых мер толщины покрытий, в которых применяются профилографы-профилометры последних модификаций [1]. На этой основе разработаны и включены в государственный реестр СИ (ГР № 34825—07) новые наборы мер толщины покрытий типов: МП на МО, МП на НТО, НТП на МО, НТП на НТО, ИТП, предназначенные для градуировки, настройки и поверки толщиномеров покрытий [1]. В таблице приведены

основные метрологические характеристики этих наборов. Здесь МП — магнитное покрытие; МО — магнитное основание; НТО — немагнитное токопроводящее основание; НТП — немагнитное токопроводящее покрытие; ИТП — имитатор толщины покрытия.

Различные типы наборов мер толщины покрытий изготовлены совместно с промышленными предприятиями и внедрены в некоторых центрах стандартизации и метрологии и на предприятиях России. Конструкция и способ изготовления мер толщины покрытий запатентованы [2, 3].

Нормативной и организационной основами работы по метрологическому обеспечению измерений толщины покрытий в стране служат разработанные во ВНИИМС новые нормативные документы, в частности, методика поверки [4], новая государственная поверочная схема [5], проект стандарта на общие технические требования к мерам толщины покрытий (взамен ГОСТ 25177—85).

Различным организациям Москвы и других регионов страны со стороны ВНИИМС предоставляется большой объем услуг по испытаниям и поверке толщиномеров. В результате первичной поверки обеспечивается бесперебойный выпуск магнитных толщиномеров покрытий в ООО «Контроль. Измерение. Диагностика» (Москва).

При оценке состояния метрологического обеспечения измерений толщины покрытий следует отметить, что, несмотря на достигнутые успехи, все еще не решены вопросы, относящиеся к измерениям толщины покрытий в отверстиях малого диаметра, поэтому соответствующие толщиномеры не поверяются, а проходят калибровку косвенным методом.

Опыт работ в области измерений толщины покрытий, а также оснащенность ВНИИМС современными СИ длины (приборы ULM OPAL 300, UPMC 850 и др.) позволяют проводить исследования, связанные с измерением листовых материалов. В частности, разработаны меры толщины стального проката, проводятся испытания и поверка отечественных и зарубежных толщиномеров, основанных на различных принципах неразрушающего контроля.



Рис. 1. Виды измерений геометрических параметров методами неразрушающего контроля

Основные метрологические характеристики наборов мер толщины покрытий

Тип набора и габаритные размеры	Номинальные значения толщины, мкм	Пределы допускаемой погрешности, мкм
МП на МО	5, 10, 20, 50, 75, 100	$\pm(0,02X + 0,15)$
МП на НТО	5, 10, 20, 50, 75, 100	$\pm(0,02X + 0,15)$
НТП на МО	5, 20, 50, 100, 150, 200	$\pm(0,02X + 0,15)$
НТП на НТО	5, 20, 50, 100, 150, 200	$\pm(0,02X + 0,15)$
ИТП:		
пленки	12, 20, 50, 75, 100, 150, 200, 350	$\pm(0,02X + 0,15)$
стекло	500, 750, 1000, 1500, 2000, 5000, 10000, 20000	$\pm(0,02X + 0,15)$
Габаритные размеры, мм:		
меры	Основание 40×40×10, покрытие 20×20	
имитатора ИТП	Стекло диаметром 20, пленки 35×35	

В сотрудничестве с фирмой «ИНТРОН ПЛЮС» (Москва) во ВНИИМС развивается новое направление по метрологическому обеспечению контроля относительного изменения сечения стальных канатов, весьма важное для обеспечения безопасности подъемно-транспортных механизмов. Созданы необходимые для поверки имитаторы потери сечения стальных канатов ИК-МДК (ГР № 24994—03) и разработаны методики поверки. Проведены испытания типа и включены в государственный реестр СИ измерители износа стальных канатов (дефектоскопы) «ИНТРОС» (ГР № 17492—03). Таким образом, в стране налажена первичная и периодическая поверки СИ относительного изменения сечения стальных канатов, применяемых на канатных дорогах и в разнообразных подъемных механизмах.

В последние годы во ВНИИМС получили развитие работы в области обеспечения единства измерений геометрических параметров дефектов методами неразрушающего контроля. К сожалению, системного решения этой проблемы в стране все еще не существует, поэтому ее актуальность для обеспечения качества и безопасности промышленных объектов и транспортных средств разного вида не вызывает сомнения.

Еще в 1976 г. во ВНИИМС в рамках специализации в области измерений параметров шероховатости поверхности были выполнены работы по описанию, нормированию и измерениям параметров поверхностных дефектов, на основе которых был разработан международный стандарт. Полученные результаты пересекались и пересекаются с работой по терминологии в области неразрушающего контроля, а применяемая в области измерений параметров шероховатости поверхности аппаратура позволяет в определенном диапазоне размеров решать также задачи дефектометрии.

На практике наибольшее распространение для контроля продукции получили дефектомеры, базирующиеся на ультразвуковом, вихретоковом, магнитном, радиографическом, оптическом, рентгеновском и других методах.

Правильность и точность неразрушающего контроля геометрических параметров дефектов материалов и изделий зависят от состояния единства измерений в данной области, и этому вопросу уделено внимание в ряде работ, например [7, 8]. На решение этой проблемы направлены проводи-

мые в настоящее время во ВНИИМС теоретические и экспериментальные исследования.

Анализ показывает, что особенность методов неразрушающего контроля, заключающаяся в чувствительности разных методов к одному и тому же параметру дефекта, позволяет использовать этот параметр в качестве унифицированного средства передачи размера единицы длины одновременно разным средствам неразрушающего контроля.

Из результатов измерений вихретоковым дефектоскопом ВД-90НП комплекта образцов искусственных дефектов и зазоров КОИДЗ-ВД следует, что зависимость показаний дефектоскопа от глубины дефекта вида «трещина» (рис. 2) имеет линейный характер (в пределах определенной погрешности). При такой градуировке дефектоскоп может измерять глубину данных дефектов. Таким образом, с помощью указанного комплекта образцов искусственных дефектов и зазоров может осуществляться передача размера единицы длины дефектоскопу, и этот комплект также можно применять для поверки дефектоскопов.

Проведенные исследования авторов позволили предложить вариант построения поверочной схемы для дефектомеров [9], в которой основными средствами передачи размера дефекта служат образцы искусственных дефектов (ОИД) [8].

Для проверки соответствия ОИД техническим требованиям во ВНИИМС создана и зарегистрирована система добровольной сертификации образцов дефектов (РОСС RU.Г426.04ФОО от 04.06.2007 г.) применяемых в области неразрушающего контроля материалов и изделий. При проведении сертификации используются методы оценки соответствия, основанные на правилах и нормах, которые позволяют с достаточной степенью достоверности определить соответствие ОИД требованиям отечественных стандартов и другой нормативно-технической документации.

Услугами этой системы добровольной сертификации воспользовались предприятия подшипниковой промышленности, которые сертифицировали образцы трещины на ролике подшипника 42726 мод. ОTR-32.

Наряду с сертификацией ВНИИМС проводит поверку и калибровку различных ОИД (образцы дефекта ЗАО «Виматек», образцы искусственных дефектов ЗАО «НИИИМ МНПО «СПЕКТР» и др.).

Отметим, что существует потребность в усовершенствовании поверочной схемы для толщиномеров покрытий, вызванная необходимостью создания государственного специального эталона для области измерений толщины полупроводниковых слоев. Из-за отсутствия такого эталона в настоящее время не удастся обеспечить прямые абсолютные измерения эталонных мер толщины в полупроводниковой технологии.

Из представленного обзора проведенных во ВНИИМС исследований следует, что создана научно-техническая основа для дальнейшего развития метрологического обеспечения измерений гео-

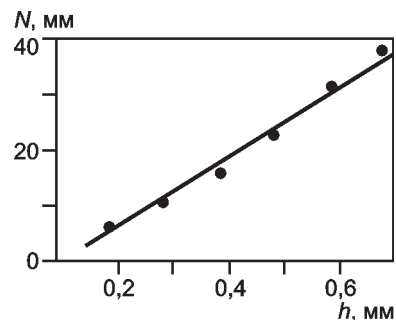


Рис. 2. Зависимость показаний дефектоскопа ВД-90НП (высоты импульса) от глубины дефекта

метрических параметров изделий методами неразрушающего контроля, и работы в данном направлении будут продолжены.

Л и т е р а т у р а

1. **Бабаджанов Л. С., Бабаджанова М. Л.** Метрологическое обеспечение измерений толщины покрытий. Теория и практика. М.: Изд-во стандартов, 2004.

2. **Пат. 2307316 РФ.** Набор мер толщины покрытий для проверки магнитных толщиномеров / Л. С. Бабаджанов, М. Л. Бабаджанова // Изобретения. Полезные модели. 2007. № 27.

3. **Пат. 2392581 РФ.** Способ изготовления меры толщины покрытия / Л. С. Бабаджанов, М. Л. Бабаджанова // Изобретения. Полезные модели. 2010. № 17.

4. **МИ 1903—97.** ГСИ. Эталоны толщины покрытий. Методика поверки.

5. **Р 50.2.006—2001.** ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений толщины покрытий в диапазоне от 1 до 20 000 мкм.

6. **ИСО 8785—1999.** Геометрические характеристики изделий (GPS). Дефекты поверхности. Термины, определения и параметры.

7. **Неразрушающий контроль:** Справочник / Под общ. ред. В. В. Клюева. М.: Машиностроение, 2003.

8. **Бабаджанов Л. С., Бабаджанова М. Л.** Меры и образцы в области неразрушающего контроля. М.: ФГУП «СТАНДАРТ-ИНФОРМ», 2007.

9. **Бабаджанов Л. С.** К вопросу обеспечения единства измерений геометрических параметров дефектов материалов и изделий средствами неразрушающего контроля // Измерительная техника. 2009. № 5. С. 15—19; **Babadzhanov L. S.** Unified measurement of defect geometrical parameters by the use of nondestructive testing // Measurement Techniques. 2009. V. 52. N 5. P. 459—464.

Дата принятия 01.09.2010 г.

331.7.002.1

ВНИИМС — центр подготовки кадров метрологов

В. Ю. ИВАНОВ

Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы,
Москва, Россия, e-mail: vivanov@vniims.ru

Показана история возникновения и развития системы профессиональной подготовки метрологов, начиная с аспирантуры и базовых кафедр. Описана созданная во ВНИИМС система добровольной сертификации экспертов-метрологов по 24 специальностям.

Ключевые слова: подготовка кадров, базовая кафедра, эксперт-метролог, система добровольной сертификации.

Some facts from the history of building and developing the system of training of qualified metrologists is featured. The Centre has been preparing metrology specialists starting from post-graduate courses and company-based education. A system of facultative certification of metrology experts built by VNIIMS is described, which provides with receiving certification in 24 specialties.

Key words: metrology personnel training, basic cathedra, metrology expert, voluntary certification system.

Профессиональная подготовка, переподготовка и повышение квалификации кадров метрологов — ключевая проблема развития метрологической службы России, одно из приоритетных направлений деятельности ВНИИМС по обеспечению единства измерений в стране.

В 1973 г. во ВНИИМС был создан специализированный «Отдел научно-методических основ подготовки кадров метрологов» для координации и научно-методического руководства профессиональным обучением метрологов всех уровней квалификации, от научных работников до техников-поверителей.

В 70—80-е годы после решений правительства об усилении роли стандартизации и метрологии в улучшении каче-

ства выпускаемой продукции встал вопрос о повышении уровня квалификации специалистов в данной области. Тем более, что этот уровень уже явно обозначился в международных стандартах ИСО серии 9000, а также в международном документе МД 14 «Рекомендуемая квалификация инженера-метролога» (1984 г.), разработанном с участием ВНИИМС.

Новая инженерная специальность широкого профиля «Метрология, стандартизация и управление качеством» была утверждена в 1987 г. при активной поддержке одноименного Научно-методического совета, куда входили представители метрологических кафедр вузов СЗПИ, МИП, МИЭМ, а также специалисты ВНИИМС, ВНИИНМАШ и ВНИИС. Этому предшествовала многолетняя творческая работа по