

ОСОБЕННОСТИ ПОВЕРКИ КОНЦЕВЫХ МЕР ДЛИНЫ

Ирина Дмитриевна Анфилофьева

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, студент, тел. (983)302-94-24, e-mail: masik105@mail.ru

Галина Вячеславовна Симонова

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, доцент кафедры специальных устройств, инноватики и метрологии, тел. (913)724-67-47, e-mail: kaf.metrol@ssga.ru

В данной статье рассматриваются особенности поверки концевых мер длины и возможность устранения субъективной компоненты погрешности результатов контроля.

Ключевые слова: поверка, концевые меры, интерференционное распределение.

FEATURES OF VERIFICATION GAUGE BLOCKS

Irina D. Anfilofeva

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Student, phone: (983)302-94-24, e-mail: masik105@mail.ru

Galina V. Simonova

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Ph. D., Associate Professor, Department of Special Devices, Innovations and Metrology, phone: (913)724-67-47, e-mail: kaf.metrol@ssga.ru

This article discusses the features verification of the scientific gauge and the possibility of eliminating the subjective component the error of the control results.

Key words: scientific gauge block, features, interference.

Основой линейных измерений в любой промышленной сфере является применение плоскопараллельных концевых мер длины (КМД) – брусков из высоколегированной стали или других материалов заданной длины. Данные средства измерений (меры) предназначены для воспроизведения физической величины заданного размера. Рассматриваемый вид средств измерений необходим для поддержания единства измерений и проверки точности приборов предназначенных для измерения линейных размеров, настройки станков, разметочных работ и другой деятельности. При недостаточной точности результатов измерений возможны нарушения работы любой техники, так как КМД используются повсеместно для изготовления и контроля разнообразных технических устройств.

Концевые меры длины представляют собой изделия с отполированными гранями, изготовленные из высоколегированной стали, керамики или других материалов. Меры выпускаются в виде наборов упакованных в пластиковые

или деревянные футляры, где каждая плитка находится на подготовленном для неё месте с указанием номинального размера. Шаг размеров составляет от 1 мкм (0,001 мм), далее 0,01 мм, 0,1 мм, и т. д. вплоть до 10 мм [1]. Таким образом, с помощью концевых мер можно собрать любой линейный размер с точностью до 1 мкм [2].

Плоскопараллельными концевыми мерами длины (КМД) называют меры, имеющие форму прямоугольного параллелепипеда или режы цилиндра с двумя плоскими взаимно параллельными измерительными поверхностями. КМД – меры длины с постоянным значением размера между двумя взаимно параллельными измерительными плоскостями.

Для проверки точности средств измерений, настройки станков, разметочных работ и выполнения других операций необходимая длина формируется композицией из нескольких плиток известной длины с точностью до 1 мкм.

При соединении плиток между собой используется эффект притирки – межмолекулярная диффузия идеально отполированных поверхностей. Плитки удерживаются за счет силы атмосферного давления.

Для подтверждения метрологических характеристик производится поверка концевых мер длины (КМД). Суть операции заключается в сравнении хранимого данной мерой размера с прошедшими поверку мерами более высокого класса точности. Таким образом, периодически сверяются плитки первого и второго класса точности: меры длины концевые плоскопараллельные образцовые 1 и 2-го разрядов и рабочих классов точности 00 и 0 длиной до 1000 мм [3]. Поверка осуществляется методом, указанным в ГОСТ 8.367-79 [1].

Притираемость мер к вспомогательным стеклянным пластинам определяют по наличию интерференционных полос и их цвету.

Определение отклонения от плоскопараллельности, срединной длины и отклонения длины от номинального размера образцовых концевых мер (рабочих мер) осуществляется на основе анализа наблюдаемого интерференционного распределения.

При определении отклонений используется особый метод измерения с применением рабочего эталона и интерференционной установки для измерений длинны концевых мер – интерферометр типа Кёстерса.

Сущность измерения на интерференционном компараторе заключается в измерении размера концевой меры длинами световых волн, т. е. определяется какое количество длин световых волн заключается в длине концевой меры.

Методика измерений реализуется следующим образом: монохроматическим излучением заданного спектрального интервала генерируется одновременно интерференционные распределения полос на материальной поверхности концевой меры и на стеклянной пластине, к которой концевая мера притерта. В общем случае следовало бы установить, которой по счету, считая от стеклянной пластины, соответствует наблюдаемая полоса на концевой мере. Однако, подобное высчитывание количества полос практически невозможно, поскольку, в отличие от интерференционных полос сложного спектрального состава, которые имеют разную цветовую окраску, монохроматические интер-

ференционные полосы выглядят одинаковыми и имеют очень высокие порядки (до сотен тысяч). Данная проблема решается, если учитывать только дробные части интерференционной полосы, но использовать последовательно несколько монохроматических длин волн в разных участках спектра.

Тогда разница длин исследуемой меры и эталонного средства X будет выражаться через некоторое предварительно еще неизвестное число полуволен. Эта величина соответствует разнице размеров объектов и отображается расстоянием между соседними темными интерференционными полосами (равно расстоянию между нулевыми полосами), а доля этой полосы является дробной частью расстояния между полосами. Измерение производится повторно в четырех или шести различных цветах, т.е. концевая мера измеряется несколькими масштабами, из которых каждый имеет иной результат измерения, поскольку используются различные длины волны. Для каждого из этих измерений получается иная дробная часть (n) и из всех, от четырех до шести n каждой длине концевой меры соответствует один определенный ряд дробных частей. Так называемые номинальные дробные части обычных длин концевых мер сведены в таблице, прилагаемой к прибору.

Затем вычисляют разницу между номинальными дробными частями и отсчитанными вышеуказанным путем величины (ряд действительных дробных чисел) причем номинальные дробные части выбираются из действительных дробных чисел и таким образом получают новый ряд дробных частей «ряд разностных дробных частей».

При помощи специальной счетной линейки этот ряд дает отклонение измеряемой меры от номинального размера. Для получения действительной (истинной) длины следует показания счетной линейки (с учетом поправок) прибавить (или вычесть) к номинальному размеру измеряемой меры, в зависимости от знака полученной поправки [3].

Основная особенность и проблема рассматриваемого метода определения характеристик концевых мер заключается в том, что отсчет дробной части отклонения интерференционных полос производится визуально, поэтому задачей данной работы было оценить влияние субъективной составляющей погрешности на результаты измерений.

После определения дробной части и учета поправок на размер меры и длину волны (табличные данные, указанные в ГОСТ 8.367-79), проверяется наличие визуальной ошибки и, при ее отсутствии, отклонение от номинального значения меры при помощи специальной линейки.

Для исследования возможной погрешности вызванной визуальным методом измерения были рассмотрены результаты при максимально возможной погрешности такого метода:

$$\Delta L_{cp_{max}} = - 0,34750 \text{ мкм};$$

$$\Delta L_{cp} = - 0,33475 \text{ мкм};$$

$$\Delta L_{cp_{min}} = - 0,31975 \text{ мкм}.$$

Полученные результаты расчета показали, что, не смотря на специально смоделированную предельно возможную по методике измерений ошибку, погрешность определения длины меры не превысила допустимые пределы абсолютной погрешности определения длины $\pm 0,02$ мкм.

Таким образом показано, что визуальный метод поверки позволят произвести измерения с требуемой в настоящее время точностью [4].

Предложено для сокращения времени поверки и устранения субъективной погрешности оптимизировать данную методику проведения измерений разработкой и применением дополнительной оптической системы с соответствующим программным обеспечением, позволяющим нормировать величину отклонения интерференционных полос объективным методом [5, 6].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ 8.367-79. Государственная система обеспечения единства измерений. Меры длины концевые плоскопараллельные образцовые 1 и 2-го разрядов и рабочие классов точности 00 и 0 длиной до 1000 мм. Методы и средства поверки [Текст]: гос. стандарт СССР. – Введ. 01.01.1981. – Стандартиформ, 1980. – 64 с.

2. ГОСТ 8.401–80 ГСИ. Классы точности средств измерений. Общие требования. – Введ. 01.07.1981. – М.: Изд-во стандартов, 1986. – 12 с.

3. МИ 2060-90 ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений длины в диапазоне от 1 до 10^{-6} степени до 50 м и длин волн в диапазоне 0,2-50 мкм (взамен ГОСТ 8.020-75, ГОСТ 8.101-80) [Текст]: гос. стандарт СССР – Введ. 13.01.1990. – Стандартиформ, 1991. – 13 с.

4. ГОСТ 16263–70 Государственная система обеспечения единства измерений. Метрология. Термины и определения [Текст]: гос. стандарт союза ССР – Введ. 01.01.1971. – Стандартиформ, 1971. – 8 с.

5. ГОСТ Р 8.736-2011 Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Измерения прямые многократные. Методы обработки результатов измерений. Основные положения [Текст]: Введ. 01.01.2013. – Стандартиформ, 2013. – 20 с.

6. Лаптиеv, Э. И. Метрологическое обеспечение испытаний и сертификации продукции и услуг [Текст] / Лаптиеv Э. И., Брюхонов В. А. // Стандарты и качество. – 2015. – №8. – 127с.

© И. Д. Анфилофьева, Г. В. Симонова, 2019