

Ю. В. Пономарева^{1}, Г. В. Симонова¹*

Анализ факторов, влияющих на погрешность поверки концевых мер

¹ Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск,
Российская Федерация
* e-mail: juliya150602@mail.ru

Аннотация. Поверка концевых мер является важным процессом в метрологии, который позволяет определить точность измерения длины. Целью исследования является выявление и анализ факторов, влияющих на погрешность поверки концевых мер. Статья рассматривает факторы, влияющие на погрешность поверки концевых мер, представляющие собой устройства для точного измерения размеров и расстояний в различных областях прикладной деятельности. Показано, что основные причины, влияющие на точность и достоверность измерений, связаны с изменением геометрических размеров мер, которые, проявляются при изменении параметров окружающей среды и условиях эксплуатации оборудования.

Ключевые слова: концевые меры, поверка, эталон, влияющие факторы, окружающая среда

Y. V. Ponomareva^{1}, G. V. Simonova¹*

Analysis of factors influencing verification error gauge blocks

¹ Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation
* e-mail: juliya150602@mail.ru

Abstract. Verification of gauge blocks is an important process in metrology, which allows you to determine the accuracy of length measurements. The purpose of the study is to identify and analyze factors affecting the error in checking gauge blocks. The article examines the factors influencing the verification error of gauge blocks, which are devices for accurately measuring dimensions and distances in various fields of applied activity. It shown that the main problems affecting the accuracy and reliability of measurements are associated with changes in the geometric dimensions of measures, which manifest themselves when environmental parameters and equipment operating conditions change.

Keywords: gauge blocks, verification, reference, influencing factors, environment

Введение

Концевые меры (КМД) представляют собой технические устройства с заданными геометрическими параметрами. Длиной концевой меры считается расстояние между поверхностью концевой меры и опорной плитой, к которой притерта мера.

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

вянные 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; 0,1; и т. д. вплоть до 10 мм. Таким образом, с помощью концевых мер можно собрать любой линейный размер с точностью до 1 мкм [1, 2].

Стандартом ISO 3650:1998 установлено четыре класса точности (допуска) КМД:

– КМД класса точности 2 обычно используют как «Рабочие эталоны» в измерительных лабораториях для установки приборов и инструментов при относительных измерениях и их калибровки, а также для настройки контрольных приспособлений и станков;

– КМД класса точности 1 в основном используют как «Рабочие эталоны» в измерительных лабораториях и контрольных пунктах для калибровки приборов и инструментов и для точных измерений;

– КМД класса точности 0 используют в качестве «Исходного эталона» (Образцового средства) в калибровочных и измерительных лабораториях в термоконстантных помещениях для поверки и калибровки КМД, приборов, инструментов и калибров и для выполнения очень точных измерений;

– КМД класса точности 00 используют в качестве «Исходного эталона» (Образцового средства) в калибровочных и измерительных лабораториях государственных метрологических институтов и сертифицированных центров для поверки и калибровки КМД, эталонов длины, приборов, инструментов и калибров. КМД класса точности 00 являются самым точным эталоном [3, 4].

Применяясь в качестве установочных или образцовых мер, они подвергаются постоянному износу и изменению. Чтобы концевые меры могли применяться в качестве образцовых мер длины, должен производиться текущий контроль их длины.

Государственный вторичный эталон единицы длины в диапазоне значений от 0,1 до 100 мм (ВЭТ 2-18-77) (далее эталон) предназначен для хранения и передачи единицы длины рабочим эталонам 1 и 2 разрядов – мерам длины концевым плоскопараллельным, и средствам измерений – мерам длины концевым плоскопараллельным классов точности 00 и 01 по ГОСТ 9038-90 методом прямых измерений в соответствии с Государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии №2840 от 29.12.2018 [5, 6].

Методы и материалы

Свет распространяется в соответствии с типом волн аналогично тому, как распространяются водяные волны. Расстояние между двумя следующими друг за другом гребнями волн называют длиной волны (рис 1).

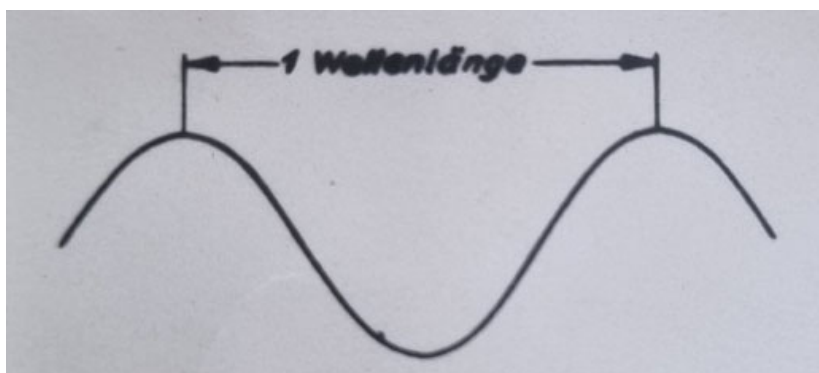


Рис. 1. Длина волны

Две волны одинаковой длины могут формировать в новую волну. При наложении двух волн, смещенных по отношению друг к другу на половину длины волны, обе эти волны взаимно уничтожаются (рис 2).

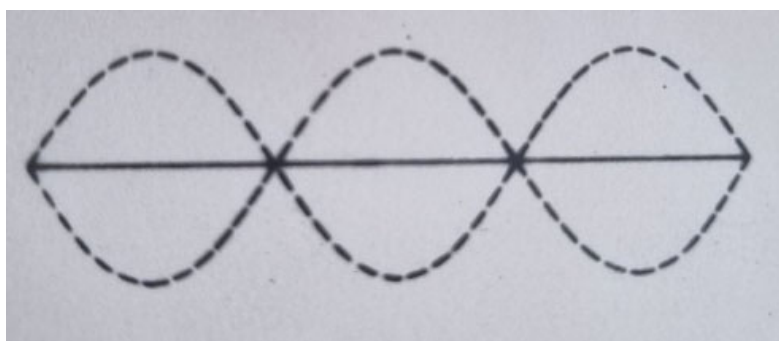


Рис. 2. Длины волн, смещенные на половину периода

Если они смещены на целую длину волны, то возникает новая волна, имеющая двойную высоту (рис 3).

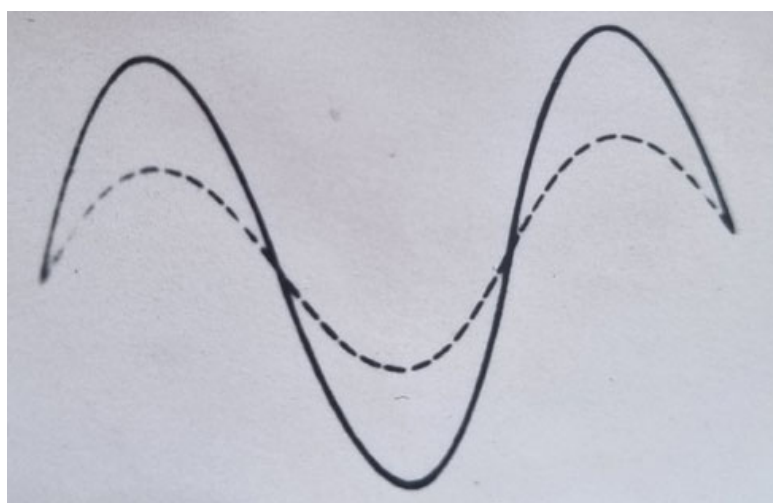


Рис. 3. Длины волн, смещенные на период

Световые волны могут взаимодействовать друг с другом только в том случае, если они имеют два общих свойства: направление колебаний и число колебаний в секунду (одинаковая частота). По этой причине могут взаимодействовать только когерентные световые потоки, например, полученные из одного источника света. Явления, возникающие в результате этого наложения, называют световой интерференцией [7].

Как известно, длина волны не является постоянной величиной. Она зависит от давления, влажности и температуры воздуха. Поэтому результат измерений исходной величины будет искажен, и для устранения искажающих воздействий нужна некоторая корректировка (поправка) полученных значений. Для вычисления значения поправочного коэффициента, необходима информация о параметрах определяющих состояние окружающей среды. Эти характеристик могут быть определены с помощью барометра, прибора для определения влажности и термометра.

Максимальная точность измерения может быть достигнута лишь в том случае, если прибор установлен в помещении, где температура и влажность поддерживаются в соответствии с установленными для данного вида измерений требованиями.

Во время измерения не должно наблюдаться колебаний температуры. В помещениях, где контролируется и поддерживается равномерная температура, подобные колебания практически полностью устраняются. В условия эксплуатации КМД стабилизировать температуру на определенном значении, не всегда возможно, поэтому необходимо следить за тем, чтобы в процессе измерения не было резких изменений температуры. Следовательно, необходимо устанавливать прибор в помещении с возможно хорошей теплоизоляцией, производить текущий контроль температуры и несколько раз повторять измерения [8].

Прибор должен по возможности устанавливаться в помещении, не подвергающемся вибрациям. Вибрации, которые могут быть вызваны машинами и т.д., усложняют измерения или даже делают их совершенно невозможными [9].

Оптические детали, монтированные в корпусе оборудования, должны быть очень чистыми, и чтобы предохранить их от воздействия пыли, крышки должны открываться только для помещения концевых мер. Поверхности оптических деталей, используемых для поверки КМД [10] должны быть защищены от различных воздействий поэтому нельзя прикасаться пальцами к стеклянным или зеркальным поверхностям. Если внутрь попала пыль, то рекомендуется почистить детали и поверхности специальной кисточкой.

Заключение

Исследование подтверждает необходимость учета факторов, таких как давление воздуха, влажность, температура, выбор помещения и обеспечение чистоты оптических деталей для повышения точности и достоверности измерений концевых мер. Кроме того, статья обосновывает важность подтверждения метрологических характеристик концевых мер, поскольку данное оборудование используется в различных областях прикладной деятельности, таких как строи-

тельство, производство, наука и медицина, как важного инструмента для точных измерений размеров и расстояний.

Таким образом, приведенные в статье результаты представляют интерес в области метрологии обеспечения технических измерений, поскольку выявляет важные аспекты обеспечения точности и достоверности измерений с использованием концевых мер.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Этингоф М. И. Роль концевых мер длины в современных технических измерениях / М. И. Этингоф // Измерительная техника. – 2012. – № 3. – С. 18-20.
2. ГОСТ 8.367-79. 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. [Электронный ресурс]. : URL: <https://docs.cntd.ru>.
3. ISO 3650:1998. Length standards – Gauge blocks. [Электронный ресурс] : URL: <https://www.iso.org/ru/standard/1241.html>.
4. ГОСТ 8.401 ГСИ. Классы точности средств измерений. Общие требования. . [Электронный ресурс] : URL: <https://docs.cntd.ru/document>.
5. МИ 1604-87 ГСИ. Меры длины концевые плоскопараллельные. Общие требования к методикам поверки. [Электронный ресурс] : URL: <https://www.ntcexpert.ru>.
6. ГОСТ 9038-90. Меры длины концевые плоскопараллельные. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 1991. – 14 с.
7. Корчагин Г.Е., А.А. Журавлев А.А., Ю.М. Стенин Ю.М. Физика волновых процессов: учебно-методическое пособие / Г.Е. Корчагин, А.А. Журавлев, Ю.М. Стенин. – Казань, 2014. – 77 с.
8. Федеральный закон N 102-ФЗ от 26.06.2008 г. «Об обеспечении единства измерений» [Электронные ресурс] : URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_77904.
9. Приказ Минпромторга России от 31 июля 2020 г. №2510 «Об утверждении порядка проведения поверки средств измерений, требований к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке».
10. Государственная поверочная схема для средств измерений длины в диапазоне от $1 \cdot 10^{(-9)}$ до 100 м и длин волн в диапазоне от 0,2 до 50 мкм, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 декабря 2018 г. N 2840. [Электронные ресурс] : URL: <https://metrcons.ru>.

© Ю. В. Понамарева, Г. В. Симонова, 2024