Л и т е р а т у р а

1. **International** vocabulary of metrology — Basic and general concepts and associated terms (VIM-3). JCGM 200:2008; **Международный** словарь по метрологии. Основные и общие понятия и соответствующие термины. СПб.: НПО «Профессионал», 2010.
2. **ГОСТ Р 50779.10—2000**. Статистические методы. Вероятность и основы статистики. Термины и определения; **ISO 3534-1:1993**. Statistical methods. Probability and general statistical terms. Terms and definitions.
3. **РМГ 29—99**. Метрология. Основные термины и определения.

4. **Александров Ю. И.** Стандартные образцы. Что это такое? // Измерительная техника. 1990. № 2. С. 5—53; **Aleksandrov Yu. I.** What are standard specimens? (for discussion) // Measurement Techniques. 1990. V. 33. N 2. P. 175—180.
5. **ГОСТ Р ИСО 11095—2007**. Статистические методы. Линейная калибровка с использованием образцов сравнения.
6. **Р 50.2.056—2007**. Образцы материалов и веществ стандартные. Термины и определения.
7. **ГОСТ 8.315—97**. ГСИ. Стандартные образцы состава и свойств веществ и материалов. Основные положения.

Дата принятия 15.04.2013 г.

ЛИНЕЙНЫЕ И УГЛОВЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ

620.1.08.621.758

Высотомеры для линейных измерений

М. И. ЭТИНГОФ

ОАО «НИИИзмерения», Москва, Россия, e-mail: etingof@glasnet.ru

Проведен анализ метрологических возможностей современных штангенрейсмасов и высотомеров, рассмотрена область их рационального применения. Подробно изложена конструкция современного высотомера.

Ключевые слова: штангенрейсмас, высотомер, инкрементный преобразователь.

The analysis of metrological capabilities of the present-day shtangenreysmas and height gages is carried out. The full description of modern height gages design is presented.

Key words: shtangenreysmas, height gages, incremental.

Штангенрейсмас предназначен для разметочных работ на плите и измерений высоты установленных на ней деталей. Первым разработанным и выпускаемым высотомером был механический штангенрейсмас с отсчетом по штриховой шкале и нониусу. Штангенрейсмасы выпускают с диапазонами измерений от 0 до 200, 300, 600 и 1000 мм [1]. Цена деления нониуса 0,05 и 0,1 мм. С появлением инкрементных емкостных преобразователей стали выпускать электронный штангенрейсмас с цифровым отсчетом (похожий на электронный штангенциркуль), что существенно повысило удобство при измерении и разметке. У электронного штангенрейсмаса дискретность цифрового отсчета 0,01 мм, предел допускаемой погрешности при измерениях до 600 мм составляет 0,05 мм, а до 1000 мм — 0,1 мм [2]. Одновременно с появлением оптоэлектронных инкрементных преобразователей с большими диапазонами измерений наладили выпуск более сложных и точных однокоординатных (по вертикальной оси) высотомеров. Бывают и двухкоординатные модели.

Высотомер состоит из жесткого литого чугунного корпуса, установленного на чугунном основании, имеющем три притертые опорные точки и расположенном на гранитной плите. В корпусе на шариковых направляющих без люфтов перемещается каретка с жестким измерительным твердосплавным наконечником. Там же находится неподвижная

стеклянная шкала оптоэлектронного инкрементного преобразователя, а на подвижной каретке расположены считывающее устройство, электронный блок преобразователя и цифровой дисплей. Каретка перемещается вручную при помощи маховичка. Также сейчас выпускают и моторизованные высотомеры.

Высотомеры предназначены для абсолютных и относительных измерений размеров деталей. «Нуль» может быть установлен в любой точке диапазона измерения нажатием одноименной кнопки на электронном блоке. Для легкого перемещения высотомера по плите и предохранения ее от царапин и износа в опорных точках основания имеются сопла, в которые подается сжатый воздух из встроенного компрессора. Между плитой и основанием образуется воздушная подушка. При измерениях подача воздуха прекращается. Отклонение от перпендикулярности опорной плоскости основания и линии перемещения каретки составляет 5—10 мкм. Вся электроника и компрессор высотомера питаются от аккумуляторов, делая его автономным прибором, удобным для применения в цеховых условиях.

При помощи высотомеров можно измерять высоту деталей, размеры пазов и уступов, наружные диаметры валов, внутренние диаметры отверстий и другие параметры. В электронном блоке с программным устройством проводятся все вычисления и результат выводится на цифровой дис-

блей. Такое устройство позволяет внести коррекцию в показания инкрементного преобразователя, исключив систематические ошибки. Это делают на стадии калибровки по ступенчатой мере длины и отмечают в сертификате на прибор. Таким образом, современный высотомер является полноценной однокоординатной измерительной машиной (1D) с ручным управлением. Благодаря простоте и удобству в обращении он не требует высокой квалификации персонала или специального обучения.

Штангенрейсмасы и высотомеры широко рекламируют и выпускают ведущие зарубежные фирмы: Tesa (Швейцария), Maht (Германия), MITUTOYO (Япония). В России производят только механические и электронные штангенрейсмасы. Каждая фирма предлагает несколько моделей с разными диапазонами измерений.

Общие характеристики высотомеров

Диапазон измерения высотомеров . . . 0—350; 0—600; 0—1000 мм
Дискретность цифрового отсчета 0,0001; 0,001; 0,01 мм
Повторяемость (2σ) 1,5 мкм
Предел допускаемой погрешности измерения
(L в метрах) ($2 + 3L$) мкм
Измерительное усилие ($1,6 \pm 0,5$) Н

Одним из недостатков высотомера является его невысокая точность измерений по сравнению, например, с точностью измерений с использованием координатно-измерительной машины. Это связано с нарушением принципа Аббе, отклонением от перпендикулярности основания и линии перемещения наконечника, одноконтным измерением и погрешностями от тепловых деформаций. Другой недостаток — высокая стоимость. По указанным причинам на мелкосерийном и ручном производстве чаще применяют дешевые штангенрейсмасы, а на автоматическом — трехкоординатные измерительные машины, которые точнее высотомеров и позволяют измерять больше параметров деталей.

Л и т е р а т у р а

1. ГОСТ 164—90. Штангенрейсмасы. Технические условия.
2. Этингоф М.И. Современный штангенциркуль // Измерительная техника. 2012. № 8. С. 29—30; Etingof M. I. Modern vernier caliper // Measurement techniques. 2012. V. 55. N 8. P. 890—893.

Дата принятия 27.05.2013 г.

ОПТИКО-ФИЗИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ

681.2.082

Определение пространственно-энергетических характеристик лазерного излучения с учетом ограниченного динамического диапазона измерительного устройства

А. М. РАЙЦИН

Московский технический университет связи и информатики, Москва, Россия,
e-mail: arcadiyram@rambler.ru

На основе двумерного распределения Пирсона уточнены формулы для определения ширины и диаметра лазерного пучка существующего стандарта ГОСТ Р ИСО 11146—2008, учитывающие ограниченность динамического диапазона измерительного устройства.

Ключевые слова: излучение, распределение плотности мощности, диаметр и ширина пучка, координаты энергетического центра.

Based on two-dimensional Pearson distribution the formulas for determination of the width and diameter of laser beam of existing standard ISO 11146—2008, taking into account the limited dynamic range of measuring device are received.

Key words: radiation, power density distribution, beam diameter and width, energy center coordinates.

Во многих технических приложениях, связанных с применением лазеров (оптическая локация, лазерная оптика и т. д.) в качестве модели распределения интенсивности в поперечном сечении лазерного пучка, формируемого идеальным

резонатором, используется гауссова кривая. Однако для реальных резонаторов более адекватным описанием являются асимметричные функции. В [1—2] предложено применять кривые Пирсона. Целесообразность такой модели под-