**Эталоны. Применение и обслуживание.**

При введении измерительных машин в точность с помощью компенсации или для подтверждения точности используются эталоны. В чем особенность таких эталонов? Зачем они нужны? Как их обслуживать? Ответим в этой статье, опираясь на наш практический опыт.

**История метра**

Метр – одна из самых известных единиц измерения системы СИ. Но не каждый знает историю возникновения важнейшей для метрологии единицы измерения.

Как известно, экономика – двигатель прогресса. В IX-X существовало налогообложение, где товар, который брался в качестве налогового, измерялся самыми различными мерами. Единицы мер и весов отличались не только в разных странах, но и на одной территории. Где-то измеряли локтями, где-то ступнями и т.д. По некоторым данным, существовало более 200 тысяч различных единиц измерения. Это было очень неудобно.

И вот наступил век Просвещения. Ученые определили, что вокруг Земли есть параллели и меридианы, с помощью которых можно определить координаты предметов и городов на территории Земли. Ученые призывали ввести универсальную меру или католический метр. И в 1668 году они попытались дать первое определение метру - длина (математического) маятника, полупериод колебаний которого равен одной секунде. Это оказалась не очень удобная единица измерения – поэтому от нее отказались.

Спустя 100 лет Французская Академия приняла считать метром одну сорокамиллионную часть Парижского меридиана. Ученые вычислили этот размер и в 1799 году изготовили первичный эталон метра, состоящий на 90% из платины и на 10% из иридия. От этого исходного первичного эталона делали копии, которые отправляли в разные страны. В каждой стране эта копия становилась государственным национальным эталоном. В России находится эталон копия № 28 во ВНИИМ им. Д.И. Менделеева.

Сам исходный метр хранится во Франции в городе Севр. Погрешность которого составляет 0,1 мкм. Что было очень точно для тех времен.

Но в 1960 году от этой идеи отказались. Так как выяснили, что физическое представление метра не является величиной постоянной. Метр ежегодно уменьшался на доли микронов. Тогда метр определили, как 1 650 763,73 длин оранжевых линий, излучаемого изотопом криптона в вакууме. Погрешность уже этого способа определения метра составила четыре нанометра. Точность определения метра возросла.

Но и это определение продержалось недолго. Через два десятка лет после его введения метрологи пришли к выводу, что длину метра следует определить на основе эталона времени. В итоге в 1983 году метр определили, как расстояние, которое свет проходит в вакууме за 1 / 299 792 458 секунды. И точность уже такого современного измерения метра составляет 0,1 нанометра.

**Что такое микроны**

Погрешности измерений эталонов достаточно высокие. Если брать эталоны, которые хранятся в компании МС Метролоджи – это десятые и сотые доли микрона погрешности. Что же такое микрон (мкм)? Это 10−6 метра или 0,001 мм. Давайте разберем на примерах: 1 миллиметр – диаметр толщины канцелярской скрепки. Толщина булавки – 0,6 миллиметра. Свиной волос - 0,1 миллиметра. Человеческий волос – от 40 до 90 микрон. Газетный лист – 80 микрон. Человек с абсолютным зрением сможет различить величину в 40 микрон без использования средств увеличения. Толщина сигаретной бумаги – 30 микрон. Пыльца растений приблизительно – 15 микрон. Пыль – 5 микрон. Частички сигаретного дыма – 2-3 микрона. И самая популярная на сегодняшний день величина вируса COVID – примерно 100 нанометров (0,1 микрона).

**Что такое эталоны**

У нас в стране есть один самый главный эталон - государственный. Он же по классификации государственной поверочной схемы называется первичным эталоном. В Российской Федерации первичный эталон – это копия №28. С ним сравнивают все остальные эталоны. По иерархии от первичного эталона вниз идет 13 градаций. После первичного идет вторичный эталон, далее рабочие эталоны, которые делятся на 4 разряда следом идут рабочие средства измерения, которые делятся на 6 классов с нулевого по пятый. Соответственно в такой же последовательности размер вторичного эталона узнается в сравнении с первичным, размер рабочего эталона первого разряда со вторичным эталоном и т.д. Таким же образом мы сравниваем с эталонами наши приборы, которые на предприятиях являются рабочим средством измерений. Например, координатная измерительная машина имеет погрешность от 0,8 микрон, соответственно для того чтобы её поверить используются рабочие эталоны третьего разряда. Погрешность их измерений это сотые микрона, то есть на два порядка точнее.

**Какие эталоны есть у нас**

Если говорить о метре, то это эталоны длины. Концевая мера длины (КМД) — это эталон длины, выполненный в виде параллелепипеда или цилиндра из хромистой стали.

В работе мы используем те концевые меры длины, которые использовались еще в Советском Союзе. Мы специально ищем и выкупаем наборы, которые где-то лежали на заводах. Да, есть современные эталоны, которые, например, изготавливает завод «КРИН». Но мы предпочитаем именно те, которые были изготовлены в Советском Союзе. Почему? Потому что современные концевые меры длины изготавливают из металла, который не успевает состарится, поэтому они ежегодно меняют свой размер. Например, сталь, из которой изготавливаются концевые меры длины, имеет коэффициент расширения от 10 до 12 микрометров на 1 градус. А это не очень удобно. Тем мерам, которыми пользуемся мы - больше 20-30 лет. И они при постоянной температуре практически не меняют свои значения.

Например, раньше на заводе «ЛОМО» в Санкт-Петербурге чугунные отливки для микроскопов выкладывали на открытый воздух и хранили от 3 до 5 лет. После того как происходило старение, металл переставал сжиматься и расширяться - изготавливали измерительные приборы, микроскопы.

То же самое и с концевой мерой длины, чем она старее, тем меньше у нее подвижность, тем более она стабильна. Вот почему у нас уникальные меры, советские, состаренные. Даже те меры, которые повреждаются и по действующей классификации переходят в разряд брака, остаются у нас. Мы не можем использовать их для поверки, но для настройки точности средства измерения они подходят.

Брак определяется в соответствии с методикой поверки на концевые меры длины. Он определяется поверителями в центрах стандартизации и метрологии. Например, наличие коррозии, оставленной от человеческого пальца на концевой мере, уже является браком. Несоблюдение хотя бы одного параметра переводит в состояние брака. А параметров несколько: внешний вид, притираемость поверхности, взаимная параллельность рабочей поверхности, длина.

Кроме мер длины у нас еще есть совершенно разные и достаточно уникальные меры отклонений формы, которые используются для поверки кругломеров:

* Стеклянная пластина, которая представляет собой эталон прямолинейности длиной 500 миллиметров, изготовленная из специального стекла, которое имеет практически нулевой коэффициент расширения. Это эталон немецкой компании Carl Zeiss.
* Эталонный цилиндр. Его ошибка формы на цилиндричность составляет примерно 1 микрон. Это такая достаточно высокая точность. К примеру, в московском институте метрологической службы «ВНИИМС», который как раз специализируется на измерении эталонов и средств измерений отклонений формы, данный эталон поверить не могут. Так как у них нет более точного средства измерения, чем этот эталон. Также этот эталон имеет сертификат калибровки Metas.

Metas – швейцарский национальный институт, который имеет специализацию на измерение диаметров, измерения тел вращения и измерения отклонений формы. Этот сертификат имеет очень высокую степень доверия и по международной системе признания сертификатов национальных институтов абсолютно признается в Российской Федерации.

Эталоны шероховатости – 4 вида от простых металлических до самых точных стеклянных, где величина ошибки формы составляет сотые доли микрона:

* Керамическая полусфера используется для определения точности радиального биения стола кругломеров. Ее ошибка формы составляет примерно 0,05 микрометра ошибки формы.
* Керамическая сфера 30 миллиметров - достаточно уникальная, так как очень сложно найти изготовителя. Ее ошибка формы составляет 0,1 микрометра. Она используется для поверки координатно-измерительных машин.

Есть еще ряд других эталонов, которые не входят государственную поверочную схему, они не могут быть использованы для поверки, но мы их используем для настройки. Например, это некие стеклянные сетки, которые используются для настройки видеоизмерительных систем OGP.

**Хранение эталонов**

Место хранения эталонов должно быть закрытым и обеспечено определенным микроклиматом.

У каждого эталона есть свой кейс или шкатулка. Например, уникальные эталоны Jenoptik для проверки установок Opticline, которые состоят из множества дисков, перевозятся в специальных металлизированных кейсах.

Концевые меры длины перевозят в специальных кейсах фирмы Pelican, внутри которых изготовлен специальный ложемент, для того чтобы они не повредились.

Очень большую важность имеет перевозка эталонов, потому что повреждение эталона может привести к тому, что в дальнейшем он уже не сможет использоваться как эталонное средство измерения.