

Но так как истинное значение физической величины неизвестно, то неизвестна и погрешность измерения. Поэтому на практике имеют дело с приближенными значениями погрешности или с так называемыми их оценками. В формулу для оценки погрешности подставляют вместо истинного значения физической величины ее *действительное значение*. Под *действительным значением физической величины* понимается ее значение, полученное экспериментальным путем и настолько близкое к истинному значению, что в поставленной измерительной задаче может быть использовано вместо него.

Таким образом, формула для оценки погрешности имеет вид

$$\Delta x_{\text{изм}} = x_{\text{изм}} - x_{\text{д}},$$

где $x_{\text{д}}$ — действительное значение физической величины.

Каковы же основные виды погрешностей измерения?

Можно выделить четыре вида:

погрешности, обусловленные методиками выполнения измерений (погрешности метода измерений);
погрешности средства измерения;
погрешности органов чувств наблюдателей (личные погрешности);

погрешности, обусловленные влиянием условий измерений.

Все эти погрешности дают суммарную погрешность измерения. Суммарную погрешность измерения принято разделять на две составляющие — *случайную и систематическую погрешности измерения*.

Случайная погрешность измерения — составляющая погрешности результата измерения, изменяющаяся случайным образом (по знаку и значению) при повторных измерениях, проведенных с такой же тщательностью, одной и той же физической величины.

Например, случайными являются погрешности, которые возникают при многократных измерениях линейкой длины детали.

Систематическая погрешность измерения — составляющая погрешности результата измерения, остающаяся постоянной или закономерно изменяющаяся при повторных измерениях одной и той же физической величины.

Это, например, погрешность, связанная с износом инструмента при обработке детали, погрешность показаний электрического счетчика индукционного типа, если эти показания снимать сразу же после его включения в электрическую сеть (погрешность электрического счетчика в первые часы работы непрерывно уменьшается благодаря прогреву механизма счетчика до температуры, установленной техническими условиями его эксплуатации).

В результатах измерений всегда присутствуют оба вида погрешностей, и часто одна из них значительно превышает другую. В этих случаях меньшей погрешностью пренебрегают.

Например, при измерениях, проводимых с помощью линейки или рулетки, как правило, превалирует случайная составляющая погрешности, а систематическая мала, и ею пренебрегают. Появление случайной составляющей при этих измерениях можно объяснить следующими основными причинами:

неточностью (перекосом) установок рулетки (линейки);

неточностью установок начала отсчета;

изменением угла наблюдения;

усталостью глаз;

изменением освещенности.

Систематическая погрешность возникает из-за несовершенства метода выполнения измерений, погрешности средства измерений, неточного знания математической модели измерений, из-за влияния внешних условий (температуры, влажности и др.), погрешностей градуировки и поверки средства измерений, личных причин.

Так как случайные погрешности результатов измерений являются случайными величинами, в основе их обработки лежат методы теории вероятностей и математической статистики.

Случайная погрешность характеризует такое качество, как точность измерений, а систематическая — правильность измерений.

Различают *абсолютные и относительные погрешности*.

Абсолютная погрешность измерения — погрешность измерения, выраженная в единицах измеряемой величины.

Например, погрешность измерения массы 5 кг равна 0,005 кг.

Результат измерения массы выражен в килограммах, поэтому абсолютная погрешность также выражается в этих же единицах — килограммах.

Относительная погрешность измерения — это погрешность, выраженная отношением абсолютной погрешности измерения к действительному или измеренному значению измеряемой величины. Она может выражаться в долях измеряемой величины или в процентах. Например, если абсолютная погрешность измерения длины 10 м равна 0,01 м, то относительная погрешность будет равна $0,01/10 = 0,001$, или 0,1 %.

Кроме обычной погрешности измерения различают так называемую *грубую погрешность измерения* — *промах*.

Промах — погрешность результата отдельного измерения, входящего в ряд измерений, которое для данных условий резко отличается от остальных результатов этого ряда.

Например, значение взвешиваемой массы гири 10 кг определяется с погрешностью 0,010 кг. В результате воздействия какого-нибудь фактора (например, толчка весов) получилась погрешность, равная 0,1 кг. Эта погрешность и будет промахом — грубой погрешностью.

Как правило, для уменьшения случайной погрешности и исключения промахов проводят многократные измерения. Обра-