

## ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ МЕТОДИК ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО КОНТРОЛЯ

Цитович Б.В.<sup>1</sup>, Соколовский С.С.<sup>2</sup>, Петрусенко П.А.<sup>2</sup><sup>1</sup>Белорусский государственный институт повышения квалификации  
по стандартизации, метрологии и управлению качеством<sup>2</sup>Белорусский национальный технический университет  
Минск, Республика Беларусь

Анализ показывает, что на практике часто не различают такие понятия как «измерительный контроль» и «измерение», хотя при значительном сходстве этих процессов между ними есть и принципиальные различия.

Под измерением свойства обычно понимают экспериментальное нахождение количественной оценки его интенсивности. Результат измерения может использоваться при исследовании объектов, при их сравнении и при контроле. Принципиальное отличие контроля от измерения заключается в его целевой установке – установление соответствия свойств объекта определённым требованиям.

Для упорядочения разработки методик выполнения измерений (МВИ) предназначен действующий сегодня в Республике Беларусь стандарт ГОСТ 8.010 – 2013 «Межгосударственный стандарт. Государственная система обеспечения единства измерений. Методики выполнения измерений. Основные положения». Очевидно, что при разработке методик измерительного контроля требования этого стандарта должны полностью соблюдаться. В результате у производителей, не углубляющихся в различия контроля и измерений, и даже у ряда специалистов, профессионально занимающихся измерениями, складывается впечатление, что разработка методик измерительного контроля (МИК) также регламентирована этим стандартом, хотя это нельзя считать достаточно корректным в силу ряда особенностей, которые должны учитываться при подготовке к осуществлению измерительного контроля.

При проектировании МИК в соответствии с ГОСТ 16504 необходимо обеспечить:

1. *Получение действительного значения измеряемого параметра.*

2. *Сопоставление действительного значения параметра с установленными для него нормами для обнаружения его соответствия или несоответствия требованиям.*

Принятый способ нормирования параметра существенно влияет на постановку задачи измерительного контроля (измерений) и структуру её решения. В частности, назначение допустимой погрешности измерений для получения действительных значений параметра с *двухпредельным ограничением* в метрологии рассматривается как тривиальная задача с возможностью применения типового решения. При *однопредельном*

*нормировании* контролируемого параметра ситуация усложняется, поскольку в этом случае отсутствуют типовые решения и требуется использовать индивидуальный подход и соответствующее обоснование назначаемой допустимой погрешности измерения.

Особенности реализации параметра (физической величины) на объекте являются важными свойствами объектов при их метрологическом моделировании и оказывают существенное влияние на проектирование методики контроля. *Вид реализации параметра*, представленного на объекте физической величиной, зависит от особенностей самой физической величины. Если масса реализуется на изделии, (объекте измерения) как одна физическая величина, то линейные размеры (длина) реализуются как множество номинально разных и номинально одинаковых величин, то же можно сказать о твердости, шероховатости, оптических характеристиках. Такой геометрический параметр шара, как («диаметр сферы») реально воспроизводится на детали как бесконечное множество номинально одинаковых толщин, что очень важно для измерительного контроля детали.

Параметр, который подлежит измерительному контролю, с позиций оценки его сложности может быть «простым» или «интегральным». «Простые параметры» объекта характеризуются единичным значением (масса детали, её объём, сопротивление резистора и др.). «Интегральные параметры» оценивают в соответствии с некоторыми правилами, алгоритмами, установленными зависимостями, например, параметры шероховатости поверхности. Такие параметры шероховатости, как средний шаг неровностей или среднее арифметическое отклонение профиля рассчитывают как среднее арифметическое значение из ряда «простых параметров» (шагов и отклонений профиля от средней линии). «Интегральные параметры» приписывают также величинам, характеризующим переменный электрический ток. Установленные правила оценивания «интегральных параметров» могут быть реализованы в преобразующих устройствах средства измерений, как это сделано в профилометрах или в приборах для измерений параметров переменного тока. В иных случаях для получения оценки интегрального результата измерительного контроля приходится выполнять некоторый установленный

набор действий (математическая обработка результатов измерений), что по сути можно считать косвенными измерениями. В такой ситуации методика измерительного контроля часто представляет собой комплекс нескольких МВИ и обязательно должна включать элементы, регламентирующие обработку результатов измерений.

Значительную часть параметров изделий можно считать практически неизменными (на протяжении времени контроля и в течение длительного промежутка времени после него). В отличие от них величины, характеризующие некоторый технологический процесс, обычно изменяются во времени (закономерно или стохастически). В таком случае их можно рассматривать как бесконечное множество физических величин номинально разных или номинально одинаковых, и их измерения в значительной степени определяются этой спецификой. Например, температура некоторого объекта есть бесконечное множество температур, локализованных по времени (и по месту). *Изменяемость параметров во времени* в некоторых случаях может привести к измерениям в динамическом режиме, в результате чего возможно возникновение динамических погрешностей. Это обязательно следует учитывать при разработке МВИ и, если есть возможность, выбирать такие средства измерений, быстроедействие которых обеспечит «квазистатический режим».

Немалое значение при проектировании МИК имеет также решение вопросов обеспечения *инструментальной доступности параметров*, под которой понимают возможность обеспечить взаимодействие чувствительных элементов средств измерений с элементами объекта измерений в нужных точках для корректного «съёма» измерительной информации. Для обеспечения требуемого взаимодействия СИ с объектом измерений может проводиться, например, частичная разборка объекта (снять крышку, отпаять элемент электросхемы и т.п.), а иногда приходится «ломать» объект (разрушающий контроль).

Рассмотренные нюансы, на которые должны обращать внимание специалисты, организующие измерительный контроль объектов, позволяют сделать *вывод о необходимости чёткого предварительного определения («спецификации») измеряемого или контролируемого параметра*. Набор описаний нормированных измеряемых или контролируемых параметров позволяет представить объект в виде метрологической

модели. Среди возможных моделей объектов измерительного контроля представляется необходимым различать две группы: концептуальные и экспериментальные модели. Концептуальные модели создают аналитическим путём. Так, разработку конструкции детали при проектировании нового изделия начинают с идеальной модели объекта. Затем переходят к получению реалистической модели, которая отличается от идеальной из-за различных технологических искажений. Особую роль играет формальная модель, необходимая для установления соответствия ей реального объекта при контроле – нормативная модель. Для выстраивания методики выполнения измерений опираются на аналитически построенные реалистические модели, которые подтверждает или опровергает экспериментальная модель, построенная по результатам измерений. Однако для заключения о годности объекта может быть использована не любая экспериментальная модель, а только та, которая адекватно представляет объект в рамках поставленной задачи контроля. Например, номинально цилиндрическая поверхность рукоятки управления станком может считаться круглой в поперечном сечении даже при значительном различии толщин («диаметров»), но такой подход совершенно неоправдан при контроле подшипниковой шейки вала. При этом существенными могут быть не только элементарные погрешности формы, но и другие, описываемые более сложными моделями, для построения которых приходится использовать метод проб и ошибок, последовательно приближаясь к некоторой оптимальной модели (в рамках поставленной задачи контроля) и последовательно используя предварительную и уточнённые модели. Оптимальной (адекватной) моделью будет такая, отличиями которой от реального объекта в рамках поставленной задачи можно пренебречь. Критерием адекватности экспериментальной модели можно считать пренебрежимо малую методическую погрешность (погрешность идеализации объекта) при применении модели в процессе измерений (контроля).

Таким образом, в ходе проектирования методики измерительного контроля необходимо создать нормативную модель объекта и разработать метод получения адекватной экспериментальной модели. Соответствие этой экспериментальной модели нормативной является подтверждением годности контролируемого объекта.