**Введение**

Проблема обеспечения высокого качества продукции тесным образом связана с проблемой качества измерений. Между ними явно прослеживается непосредственная связь: там, где качество измерений не соответствует требованиям технологического процесса, не возможно достичь высокого уровня качества продукции. Поэтому обеспечение качества в значительной степени зависит от успешного решения вопросов, связанных с точностью измерений параметров качества материалов и комплектующих изделий и поддержания заданных технологических режимов. Иными словами, технический контроль качества осуществляется путем замеров параметров технологических процессов, результаты измерений которых необходимы для регулирования процессом. Следовательно, качество измерений представляет собой совокупность свойств состояния измерений, обеспечивающих результаты измерений с требуемыми точностными характеристиками, получаемые в необходимом виде за определенный отрезок времени. Единство измерений - состояние, процесс измерений, результаты которых выражаются в общепринятых, узаконенных единицах, характеризующихся размерами равными в установленных пределах размерам единиц, воспроизводимых эталонам первичного образца. При этом отклонения результатов измерений прогнозируются с заданной вероятностью, не выходя за установленные пределы. Именно “привязка” измерений к государственным эталонам является наиболее важным условием обеспечения единства измерений. Она, по стандарту ИСО серии 9000, - необходима и обязательна в обеспечении качества продукции. Таким образом, можно перечислить основные принципы соблюдения единства измерений: - размер единиц государственных средств измерений равен размерам единиц, воспроизводимых первичными эталонами; - результаты измерений выражаются в общепринятых, узаконенных единицах; - отклонения результатов измерений известны и прогнозируемы; - отклонения измерений находятся в рамках установленных пределов.

**1. Средства измерений**

Средство измерений - техническое средство (или их комплекс), предназначенное для измерений, имеющее нормированные метрологические характеристики, воспроизводящее и ( или ) хранящее единицу физической величины, размер которой принимается неизменным в пределах установленной погрешности и в течение известного интервала времени.

**1.1 Классификация средств измерения**

По метрологическому назначению средства измерений подразделяются на:

- рабочие средства измерений, предназначенные для измерений физических величин, не связанных с передачей размера единицы другим средствам измерений. (Пример РСИ электросчетчик для измерения электрической энергии);

- образцовые средства измерений, предназначенные для обеспечения единства измерений в стране.

По степени автоматизации средства измерений подразделяются на:

- автоматические, производящие в автоматическом режиме все операции, связанные с обработкой результатов измерений, их регистрацией, передачей данных или выработкой управляющего сигнала;

- автоматизированные, производящие в автоматическом режиме одну или часть измерительных операций;

- неавтоматические, не имеющие устройств для автоматического выполнения измерений и обработки их результатов ( рулетка, теодолит- для измерения плоских углов).

По стандартизации средства измерений подразделяются на:

- стандартизованные, изготовленные в соответствии с требованиями государственного или отраслевого стандарта;

- не стандартизованные - уникальные средства измерений, предназначенные для специальной измерительной задачи, в стандартизации требований к которому нет необходимости. Не стандартизованные средства измерений не подвергаются государственным испытаниям (поверкам), а подлежат метрологическим аттестациям.

По конструктивному исполнению средства измерений подразделяются на:

- меры;

- измерительные преобразователи;

- измерительные приборы;

- измерительные установки;

- измерительно-информационные системы.

Мера - средство измерений, предназначенное для воспроизведения и (или) хранения физической величины одного или нескольких заданных размеров, значения которых выражены в установленных единицах и известны с необходимой точностью.

Измерительный преобразователь – техническое средство с нормированными метрологическими характеристиками, служащее для преобразования измеряемой величины в другую величину или измерительный сигнал, удобный для обработки, хранения, дальнейших преобразований, индикации или передачи. Примеры измерительных преобразователей – термопара, пружина динамометра, микрометрическая пара винт-гайка.

Измерительный прибор - средство измерений, предназначенное для получения значений измеряемой физической величины в установленном диапазоне. Измерительный прибор предназначен для получения измерительной информации от измеряемой физической величины, ее преобразования и выдачи в форме, поддающейся непосредственному восприятию оператором.

Измерительная установка – cовoкyпнocть oбъeдинeнныx технических cpедcтв измерений (измepительныx пpибopов, меp, измеpитeльныx пpеoбpазoватeлeй) и дpyгиx ycтpойств, котоpое ocyщecтвляeт перевод технической xаpактepистики сигналoв измepитeльнoй инфopмaции в фoрмy, пoдxодящyю для пpямого воспpиятия наблюдателем, и paзмeщенная cтaционapнo.

Измepитeльнaя cистема - сoвoкyпность технических cрeдcтв измерений и вспомогательных yстpойcтв, oбъeдиненныx кaналами связи, кoтoроe ocyщеcтвляeт перевод технической xаpактеpистики сигналов измepитeльнoй информации в фоpмy, пoдxодящей для aвтoматичеcкой обpaбoтки, пepедачи и использования в качестве управляющих сигналов.

**2. Поверка средств измерений**

Технической формой надзора за единообразием средств измерений является государственная (ведомственная) поверка средств измерений, устанавливающая их метрологическую годность.

Достоверная передача размера единиц во всех звеньях метрологической цепи от эталонов или от исходного образцового средства измерений к рабочим средствам измерений производится в определенном порядке, приведенном в поверочных схемах.

Поверочная схема - это утвержденный в установленном порядке документ, устанавливающий средства, методы и точность передачи размеров единиц от эталона или исходного образцового средства измерений рабочим средствам измерений. Требования к содержанию и построению схем установлены ГОСТ 8.061-80.

Различают государственные, ведомственные, локальные поверочные схемы органов государственной или ведомственных метрологических служб.

Государственная поверочная схема распространяется на все средства измерений данной ФВ, применяемые в стране.

Ведомственная поверочная схема разрабатывается органом ведомственной службы, согласовывается с главным центром эталонов – разработчиком государственной поверочной схемы средств измерений данной ФВ и распространяется только на средства измерений, подлежащих

Локальная поверочная схема распространяется на рабочие средства измерений (РСИ), подлежащие поверке в данном метрологическом подразделении на предприятии, имеющем право поверки средств измерений, и оформляется в виде стандарта организации.

Термин "поверка" введен ГОСТ "ГСИ. Метрология. Термины и определения." как "определение метрологическим органом погрешностей средств измерений и установление его пригодности к применению". Поверке подвергаются средства измерений, выпускаемые из производства и ремонта, получаемые из-за рубежа, а также находящиеся в эксплуатации и хранении.

Пригодными к применению в течение определенного межповерочного интервала времени признают те средства измерений, поверка которых подтверждает их соответствие метрологическим и техническим требованиям к данному средству измерений.

Средства измерений подвергают первичной, периодичной, инспекционной, выборочной, поэлементной, комплектной и экспертной поверкам. Первичная поверка - поверка, выполняемая при выпуске средства измерений из производства или после ремонта, а также при ввозе средства измерений из-за границы партиями, при продаже. Периодическая поверка - поверка средств измерений, находящихся в эксплуатации или на хранении, выполняемая через установленные межповерочные интервалы времени. Внеочередная поверка - поверка средства измерений, проводимая до наступления срока его очередной периодической поверки. Инспекционная поверка - поверка, проводимая органом государственной метрологической службы при проведении государственного надзора за состоянием и применением средств измерений. Комплектная поверка - поверка, при которой определяют метрологические характеристики средства измерений, присущие ему как единому целому. Поэлементная поверка - поверка, при которой значения метрологических характеристик средств измерений устанавливаются по метрологическим характеристикам его элементов или частей. Выборочная поверка - поверка группы средств измерений, отобранных из партии случайным образом, по результатам которой судят о пригодности всей партии. Экспертная поверка - проводится при возникновении разногласий по вопросам, относящимся к метрологическим характеристикам, исправности средств измерений и пригодности их к применению.

**3. Методы поверки**

Под методами поверки понимают методы передачи размера единиц физической величины. В основу классификации применяемых методов поверки положены следующие признаки, в соответствии с которыми средства измерений могут быть поверены:

- без использования компаратора или прибора сравнения, то есть непосредственным сличением поверяемого СИ с эталонным СИ того же вида;

- сличением поверяемого СИ с эталонным СИ того же вида с помощью компаратора или других средств сравнения;

- прямым измерением поверяемым СИ значения физической величины, воспроизводимой эталонной мерой;

- прямым измерением эталонным СИ значения физической величины, воспроизводимой подвергаемой поверке мерой;

- косвенным измерением величины, воспроизводимой мерой или поверяемым прибором, подвергаемыми поверке;

- путем независимой (автономной) поверки.

При поверке методом непосредственного сличения устанавливают требуемые значения измеряемой величины X и сравнивают показания поверяемого прибора Хп и эталонного прибора Хэ. Разность между их показаниями будет определять абсолютную погрешность поверяемого прибора, которую приводят к нормированному значению для получения приведенной погрешности.

Основным достоинством метода непосредственного сличения является простота и отсутствие необходимости применения сложного оборудования. Метод сличения при помощи компаратора (прибора сравнения) применяют тогда, когда невозможно или сложно сравнить показания двух приборов или двух мер. Измерения в этом случае выполняют путем введения в схему поверки компаратора, позволяющего косвенно сравнивать две однородные или разнородные физические величины. Компаратором может быть средство измерений, одинаково реагирующее на сигнал эталонного и поверяемого средства измерений.

Например, при сличении мер сопротивления, емкости и индуктивности в качестве компаратора используют мосты постоянного или переменного тока. При сравнении мер сопротивления и ЭДС – потенциометры. Метод прямых измерений заключается в прямом измерении поверяемым прибором значения физической величины воспроизводимой мерой. Практическая реализация метода прямых измерений предъявляет к мерам следующие требования:

- возможность воспроизведения мерой той же физической величины, в единицах которой проградуировано поверяемое средство измерений;

- достаточный для перекрытия всего диапазона измерения поверяемого средства измерений диапазон физических величин воспроизводимых мерой;

- соответствие точности меры, а в ряде случаев и ее типа и плавности изменения размера требованиям, которые предъявляются в нормативных документах (НД) по поверке данного средства измерений.

Суть метода косвенных измерений заключается в следующем: проводят прямые измерения нескольких физических величин с помощью эталонных СИ и получают значения X 01 , X 02 ,… , X 0m. Затем, используя известную функциональную зависимость f между этими величинами и величиной, которая измеряется поверяемым прибором, определяют действительное значения величины, то есть находят результат косвенного измерения по формуле:

Q0 = f ( X 01 , X 02 ,… , X 0m)

Метод используется тогда, когда действительные значения величин, измеряемые поверяемым средством измерений невозможно или трудно определить прямым измерением или когда косвенные измерения более простые или точные.

Например, поверка электрического счетчика активной энергии с помощью образцового ваттметра и секундомера. По показаниям ваттметра определяют значение мощности P0 и поддерживают ее неизменной в течение времени t0, которое в свою очередь определяется по эталонному секундомеру. Тогда действительное значение энергии W0 можно рассчитывать по формуле:

W0 = P0∙t0.

При выполнении поверки методом косвенных измерений следует учитывать тот факт, что конечный результат и погрешность косвенного измерения зависит от составляющих погрешностей прямых измерений. Автономная поверка это поверка без применения эталонных средств измерений (СИ). Она применяется при разработке особо точных СИ, которые невозможно или очень сложно поверить одним из рассмотренных выше методов поверки ввиду отсутствия еще более точных СИ с соответствующими пределами измерении. Суть этой поверки, которая наиболее часто используется для поверки приборов сравнения, заключается в сравнении величин, воспроизводимых отдельными элементами поверяемого СИ с величиной, выбранной в качестве опорной и конструктивно воспроизводимой в самом поверяемом СИ. Например, при поверке m-ной декады потенциометра необходимо убедиться в равенстве падений напряжений на каждой n-ной ступени этой декады. Для этого, выбрав в качестве опорной величины сопротивление первой ступени декады, можно поочередно сравнивать с помощью компаратора падение напряжения на каждой n-ной ступени с падением напряжения на этом сопротивлении. Метод трудоемок, но обладает высокой точностью.

Реализация рассмотренных выше методов поверки осуществляется с помощью способов комплектной и поэлементной поверки.

При комплектной поверке средство измерений поверяют в полном комплекте его составных частей, без нарушения взаимосвязей между ними. Погрешности, которые при этом определяют, рассматривают как погрешности, свойственные поверяемому средству измерений как единому целому. При этом средство измерений находится в условиях, максимально приближенных к реальным условиям эксплуатации, что позволяет в ходе поверки выявить многие, присущие поверяемому средству измерений недостатки: дефекты внутреннего монтажа, неисправности переключающих устройств и т.п. С учетом простоты и хорошей достоверности результатов, комплектной поверке всегда, когда это возможно отдают предпочтение.

В случае невозможности реализации комплектной поверки, ввиду отсутствия эталонных средств измерений, несоответствия их требованиям точности или пределам измерений, применяют поэлементную поверку. Поэлементная поверка средств измерений это поверка, при которой его погрешности определяют по погрешностям отдельных частей. Затем по полученным данным расчетным путем определяют погрешности, свойственные поверяемому средству измерений как единому целому. При этом предполагают, что закономерности взаимодействия отдельных частей средства измерений точно известны, а возможности посторонних влияний на его показания исключены и поддаются точному учету.

Иногда применение поэлементной поверки оказывается единственно возможным. Часто ее используют при поверке сложных СИ, состоящих из компаратора со встроенными в него образцовыми мерами. Следует особо отметить, что по результатам поэлементной поверки, если действительная погрешность превышает допускаемую, то можно непосредственно установить причину неисправности СИ.

Существенным недостатком поэлементной поверки является ее трудоемкость и сложность реализации по сравнению с комплектной поверкой.

**4. Порядок разработки и требования к методикам поверки средств измерения**

Классификация, правила, содержание и порядок создания документов на методики поверки средств измерения установлены инструкцией МИ 2526 - 99 "ГСИ. Нормативные документы на методики поверки средств измерений. Основные положения".

Документы на методики поверки, применяемые в двух или более министерствах (ведомствах), разрабатывают в виде:

- раздела технического описания (ТО), определяющего методику поверки, или инструкции по поверке в составе эксплуатационной документации, устанавливающей методику поверки одного типа средств измерений;

- рекомендации метрологического института, определяющей методику поверки группы средств измерений, объединенных общим признаком и применяемых как непосредственно для поверки, так и для разработки документов по поверке других средств измерений, относящихся к той же группе. Документы на методики поверки, проводимой в одном министерстве (ведомстве), разрабатывают в виде ведомственных методических указаний; в одной организации (на одном предприятии) – в виде методических указаний предприятия. Разделы технического описания или инструкции на методики поверки средств измерений разрабатывают организации-разработчики средств измерений при подготовке их к испытаниям для утверждения типа или (при пересмотре устаревшего документа на методику поверки) организации-разработчики (изготовители) средств измерений при подготовке их к испытаниям на соответствие утвержденному типу. ГЦИ СИ, органы ГМС при проведении испытаний средств измерений проводят экспериментальную апробацию документов на методики поверки и определяют возможность их применения при серийном производстве и в эксплуатации. Наименование документа на методику поверки состоит из наименования системы (ГСИ), наименования поверяемых средств измерений и наименование объекта регламентации. Документы на методику поверки должны содержать вводную часть, устанавливающую назначение документа, степень его соответствия требованиям международных документов, а также рекомендуемый межповерочный интервал, и разделы, расположенные в следующем порядке:

- операции поверки;

- средства поверки;

- требования безопасности;

- условия поверки;

- подготовка к поверке;

- проведение поверки;

- обработка результатов измерений;

- оформление результатов поверки.

Если к квалификации поверителей предъявляют особые требования, после раздела «Средства измерений» в документы на методики поверки включают раздел «Требования к квалификации поверителей». В обоснованных случаях допускается объединять или исключать отдельные разделы. В инструкции МИ 2526-99 установлены требования к содержанию разделов документов на методики поверки средств измерений. Документы на методики поверки могут содержать приложения. В качестве приложений оформляют, например, программу обработки результатов измерений на ЭВМ, форму протокола записи результатов измерений, технические описания вспомогательных устройств и поверочных приспособлений и т. д.

**Список литературы**

1. Димов Ю.В. метрология, стандартизация и сертификация. Учебник для вузов. 2-е изд. – СПб.: Питер, 2006.

2. Метрология, стандартизация и сертификация: Учебник/Ю.И. Борисов, А.С. Сигов и др.; Под ред. А.С. Сигова. – М. Форум:Инфра-М, 2005.

3. Руководство по выражению неопределенности измерения. – ВНИИМ, С-Пб.: 2005.