

УДК 53.089.6

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ КАЛИБРОВКИ ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ТОКАРНОГО ИНСТРУМЕНТА

Дмитрий Дмитриевич Болдасов

Магистр 2 года

кафедра «Метрология и взаимозаменяемость»

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

Научный руководитель: А.Б. Сырицкий,

кандидат технических наук, доцент кафедры «Метрология и взаимозаменяемость»

Оценка состояния приборов очень важна для уверенности в корректности получаемых результатов. В первую очередь это обеспечивает точность измерений в пределах технических характеристик средства измерения. Регулярные проведения оценки состояния, например, калибровки, служит для поддержания исправности и производительности прибора.

В ФЗ №102 регламентированы сферы государственного регулирования обеспечения единства измерений. Сфера государственного регулирования обеспечения единства измерений распространяется на измерения, которые выполняются при деятельности в области здравоохранения, охраны окружающей среды, обеспечения безопасности труда, экономической, налоговой и иной торгово-финансовой деятельности, оценки соответствия и т.д. (подробнее см. [1]).

Разрабатываемое СИ используется в области технологического обеспечения производства. В соответствии с этим средства измерений, не предназначенные для применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, могут в добровольном порядке подвергаться калибровке [1].

Калибровка осуществляется комплектно или поэлементно. При комплектной калибровке средство измерений калибруют в полном комплекте его составных частей, без нарушения взаимосвязи между ними. Погрешности, которые при этом определяют, рассматривают как погрешности, свойственные калибруемому средству измерений как единому целому. При этом средство измерений находится в условиях, максимально приближенных к реальным условиям эксплуатации, что позволяет в ходе калибровки попутно выявить многие присущие калибруемому средству измерений недостатки: дефекты внутреннего монтажа, неисправности переключающих устройств и т.п. С учетом простоты и хорошей достоверности результатов комплектной калибровке всегда, когда это возможно, отдают предпочтение [2].

В случае невозможности реализации комплектной калибровки, ввиду отсутствия образцовых средств измерений, несоответствия их требованиям точности или пределам измерений, применяют поэлементную калибровку. Поэлементная калибровка средства измерений - это калибровка, при которой его погрешности определяют по погрешностям отдельных частей. Затем по полученным данным расчетом определяют погрешности, свойственные калибруемому 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 или поддаются точному учету [3].

Фазохронометрическая система, для которой разрабатывается методика калибровки, состоит из двух основных модулей: первичный преобразователь (ЛИР-158А) и блок формирования временных интервалов. Данные угловые энкодеры изготавливаются по ГОСТ 26242-90 «Преобразователи перемещений. Общие технические условия» и при выпуске из производства подлежат контролю. По большинству параметров контроль выполняет ОТК предприятия. Контроль точностных характеристик выполняется на установках для контроля

точностных характеристик в соответствии с разработанными на предприятии методиками контроля. Результаты контроля отражаются в принятии решения «соответствует установленным требованиям» или «не соответствует установленным требованиям». Положительное решение регистрируется в паспорте изделия и подтверждается штампом ОТК.

Для данных преобразователей разработана методика поверки «Преобразователи угловых перемещений ЛИР-158. Методы и средства поверки» [4], которая предполагает использование уникального и сложного (так как поддержание стабильного числа механических оборотов влечет за собой высокие требования к конструктивным параметрам и параметрам стабильности электрического тока) оборудования (установка тахометрическая УТ05-60), поэтому комплектная калибровка является технически сложно реализуемой и экономически невыгодной (необходимость снятия системы со станка, транспортировка к месту калибровки), поэтому в данном случае отдается предпочтение поэлементной калибровке.



Рис. 1. Установка тахометрическая УТ05-60

Следует отметить, что при калибровке и энкодера, и генератора используется метод непосредственного сличения.

Этот метод широко применяется при калибровке различных средств измерений. Например, в области электрических и магнитных измерений этот метод применяют при определении метрологических характеристик измерительных приборов непосредственной оценки, предназначенных для измерения тока, напряжения, частоты и т.д.; в области измерения механических величин, в частности, давления. Основой метода служит одновременное измерение одного и того же значения физических величин X аналогичным по роду измеряемой величины поверяемым и образцовым приборами. При поверке данным методом устанавливают требуемое значение X , затем сравнивают показания калибруемого прибора X с показаниями X_0 образцового и определяют разность $D = X - X_0$.

Достоинства метода непосредственного сличения: простота, отсутствие необходимости применения сложного оборудования и др.

При проведении калибровки предлагается сравнивать показания калибруемого энкодера ЛИР-158А 5 класса точности ($\pm 15''$) с показаниями прецизионного энкодера (рабочий эталон), например, ЛИР-1170 2 класса точности ($\pm 1,5''$).



Рис. 2. Энкодер ЛИР-1170

Данный способ, во-первых, реализуется с помощью датчика одного производителя (то есть типы сигнала унифицированы), а также для данного энкодера существует утвержденная методика поверки. Для использования в данной схеме калибровки прецизионный энкодер должен быть поверен согласно своей методике поверки.

Схема предлагаемой методики представлена на рисунке 3. К шаговому двигателю (1) с двумя выходными валами через муфты (2) присоединяются энкодеры ЛИР-1170 (3) и ЛИР-158А (4). На шаговый двигатель подается управляющий сигнал с Блока управления и обработки (5), вал двигателя делает поворот на заданный угол. Измерения проводятся в десяти точках, равномерно распределенных по всему диапазону измерений [5]. Показания обоих энкодеров в каждой точке записываются и обрабатываются Блоком (5). В качестве Блока (5) может использоваться Блок формирования временных интервалов (с двумя разъемами для энкодеров и двумя каналами для передачи данных) при условии его предварительной калибровки. Обработка результатов проводится согласно ГОСТ 8.207-76 [6] с обязательной проверкой результатов измерений на соответствие нормальному закону распределения.

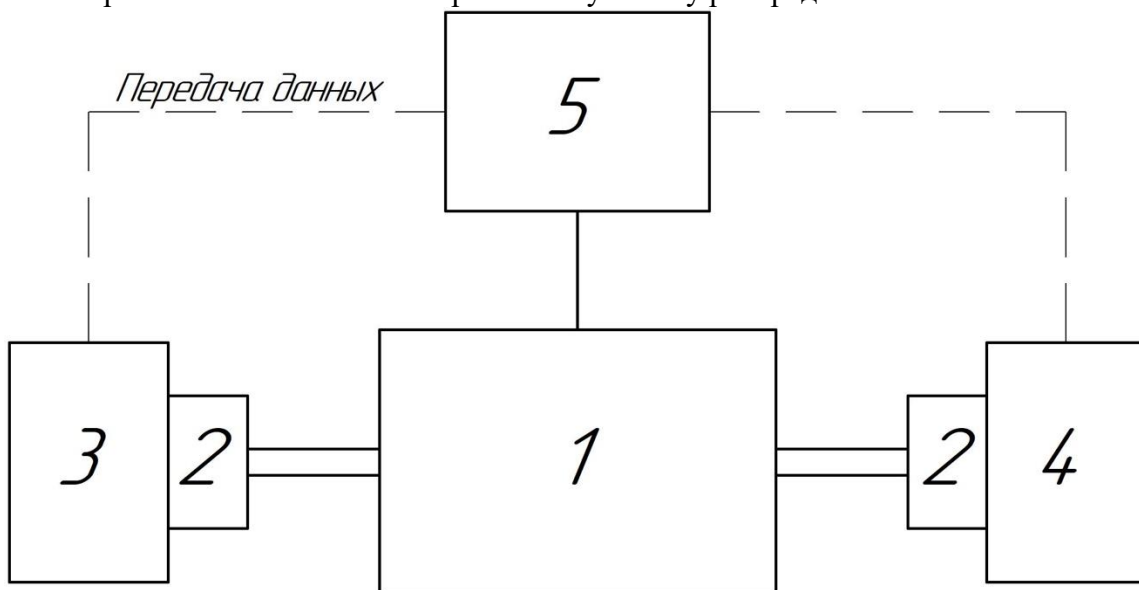


Рис. 3. Схема калибровки энкодера ЛИР-158А

Для проведения калибровки кварцевого генератора в качестве рабочего эталона предлагается применять высокостабильный генератор сигналов, например, генератор 33611А производителя Keysight Technologies Microwave Products (Свидетельство №57738 об утверждении типа средства измерений).

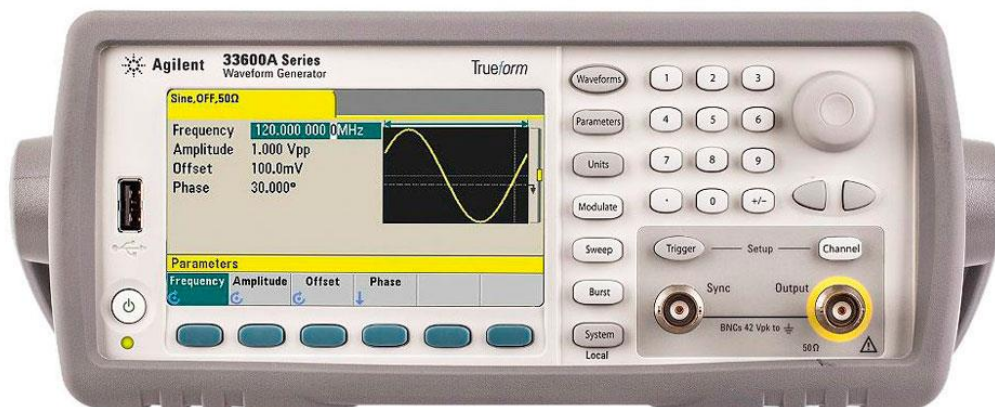


Рис. 4. Генератор 33611А

Основные технические характеристики приведены в таблице 1.

Таблица 1. Характеристики генератора

№ п/п	Характеристика	Значение
1	Диапазон частот синусоидального сигнала, МГц	от 10^{-9} до 80
2	Стабильность частоты сигнала, %	1
3	Погрешность амплитуды сигнала, Гц	$\pm (1 \cdot 10^{-6}F + 15 \text{ пГц})$, F - установленное значение частоты сигнала
4	Разрешение установки частоты, мкГц	1

На вход измерительного блока подается синусоидальный сигнал с амплитудой 1 В. Диапазон рабочих частот выберем от 60 до 3000 об/мин, соответствующий диапазон частот, подаваемых с генератора от 1 до 60 Гц. Для реализации многократных измерений разобьем диапазон на 10 точек измерения и проведем по 10 измерений в каждой точке. Обработка результатов проводится согласно ГОСТ 8.207-76 с обязательной проверкой результатов измерений на соответствие нормальному закону распределения.

Разработанная методика калибровки позволяет оценить текущие характеристики фазохронометрической системы на месте ее непосредственного использования, тем самым уменьшая время простоя связанного оборудования за счет исключения времени транспортировки до калибровочной установки. Также возможно отслеживание деградации точностных характеристик системы во времени и ее учет при последующих калибровках, а также корректировка рекомендуемого межкалибровочного интервала.

Литература

1. Федеральный закон N 102-ФЗ (ред. от 13.07.2015). Об обеспечении единства измерений. Утв. 26.06.2008. 19с.
2. МИ 188-86. Государственная система обеспечения единства измерений. Средства измерений. Установление значений параметров методик поверки. Утв. 1986-06-25. М.: Изд-во стандартов, 1987. 25 с.
3. ПР 50.2.006-94 Государственная система обеспечения единства измерения. Правила по метрологии. Порядок проведения поверки средств измерений. Утв. 1994-07-21. М.: Госстандарт России, 1994. 8 с.
4. Свидетельство об утверждении типа средств измерений RU.E.27.042.A №42407. Преобразователи угловых перемещений ЛИР-158. От 2011.04.07. С приложением на 3 с.
5. МП 2511/0010-15. Методика поверки. Преобразователи угла поворота измерительные KINAX WT 717-12190E0020M00. Утв. 2015-10-28. 5 с.
6. ГОСТ 26242-90. Системы числового программного управления. Преобразователи перемещений. Общие технические условия. Введ. 1991-01-01. М.: Государственный комитет СССР по управлению качеством продукции и стандартам, 1991. 14 с.