

АВТОМАТИЧЕСКАЯ КОРРЕКЦИЯ ТЕМПЕРАТУРНОЙ ПОГРЕШНОСТИ МЕХАНИЧЕСКИХ РЕЗОНАТОРНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ

Юрин А.И., Филимонов В.В.

Московский Государственный Институт Электроники и Математики (Технический Университет) 109028,
Москва, Б. Трехсвятительский пер., 3/12, кафедра МиС, vasily_filimonov@mail.ru

На современном этапе развития измерительной техники точность воспроизведения эталона частоты является наиболее высокой по сравнению с эталонами других физических величин, поэтому метрологические характеристики датчиков, выходной величиной которых является частота, выгодно отличаются от характеристик датчиков с амплитудно-модулированным выходным сигналом.

Эффективность рассмотренных преобразователей с точки зрения их использования для построения высокоточных датчиков показывает, что для практического применения наиболее предпочтительными являются механические резонаторы. При достаточно высокой добротности и стабильности частоты они отличаются технологичностью, низкой стоимостью и универсальностью применения.

Механические резонаторы – маятники, струны, гибкие пластинки, кварцевые кристаллы и т. д. – имеют собственную частоту, зависящую от массы или момента инерции и возвращающих сил, которые могут быть вызваны внешним полем, внешней силой или упругостью самой системы. В соответствии с этим механические резонаторы могут применяться для измерения полей и величин, приводящихся к полям, механической силы и приводящихся к ней величин и всех величин, которые могут влиять на размеры, упругие свойства и массу резонатора.

Однако, при всех вышеперечисленных достоинствах механические резонаторные преобразователи обладают рядом ограничений. Прежде всего, это высокая чувствительность к воздействию внешних факторов, таких, как температура, давление, вибрация и т. д., что приводит к появлению дополнительных погрешностей в реальных условиях эксплуатации. Устранение этих погрешностей путём уменьшения технологических допусков, усложнения конструкции и тщательного подбора материалов приводят к существенному росту стоимости изготовления преобразователей.

С появлением средств вычислительной техники появляется возможность устранения этих недостатков с помощью методов обработки информации и автоматизации коррекции погрешностей, поэтому исследование метрологических характеристик механических резонаторных преобразователей и пересмотр ранее сформулированных требований к механическим резонаторным преобразователям является актуальной задачей.

Как показали проведённые исследования [1], изменение температуры окружающей среды оказывает наибольшее влияние на суммарную погрешность механических резонаторных преобразователей. Поэтому представляет интерес исследование влияния температуры в нестационарных условиях, т. е. при изменении температуры в процессе выполнения измерений.

Для определения возможности автоматической коррекции температурной погрешности механических резонаторов были проведены экспериментальные исследования изменения частоты колебаний струны унифицированного струнного преобразователя линейных перемещений (УИП-4) в условиях нагрева и охлаждения при $T_1 = 298$ К $T_2 = 313$ К. На рис. 1 представлены результаты среднего изменения частоты колебаний струны по результатам десяти циклов нагрева и охлаждения.

При проведении эксперимента было использовано следующее оборудование:

1. Унифицированный струнный преобразователь УИП-4
2. Термостат ТВЗ - 25
3. Частотомер электронно-счётный ЧЗ-34А
4. Автогенератор ЭП - 1

Если задать уровень допустимой температурной погрешности как Δ_T , то при применении метода образцовых сигналов необходимо корректировать погрешность через некоторое время t_k , которое зависит от скорости изменения температуры V_T , температурной чувствительности S_T и постоянной времени τ

преобразователя:
$$t_k = \frac{\Delta_d}{S_T \cdot V_T} e^\tau \quad (1)$$

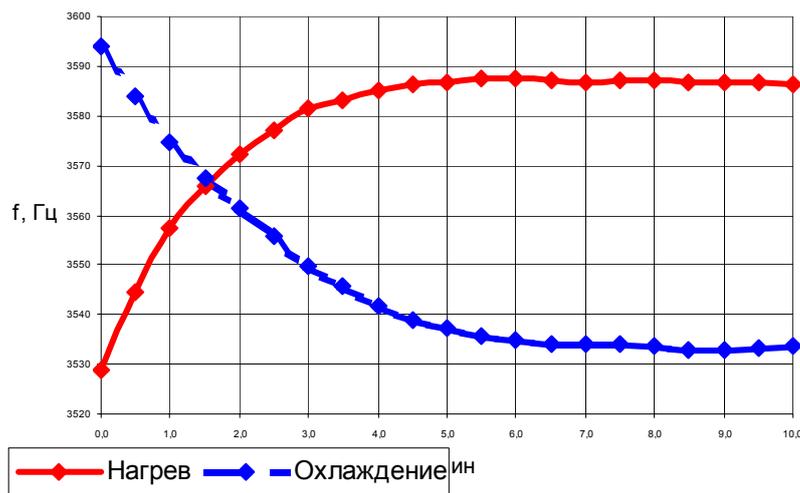


Рис. 1. Результаты экспериментального исследования УИП-4.

Для автоматической коррекции температурной погрешности преобразователя, работающего в современных информационно-измерительных системах необходимо использовать метод вспомогательных измерений. Для этого достаточно измерять текущее значение температуры и, принимая во внимание значения температурной чувствительности преобразователя и постоянной времени, учитывать текущее значение температурной погрешности в алгоритме вычисления результатов измерений.

Для измерения частоты сигнала и коррекции температурной погрешности механических резонаторных преобразователей было разработано специализированное программное обеспечение (ПО), представляющее собой частотомер, выполненный на основе применения аналого-цифрового преобразователя (АЦП) и персонального компьютера (ПК). ПО реализовано на языке графического программирования G в системе создания приложений LabVIEW.

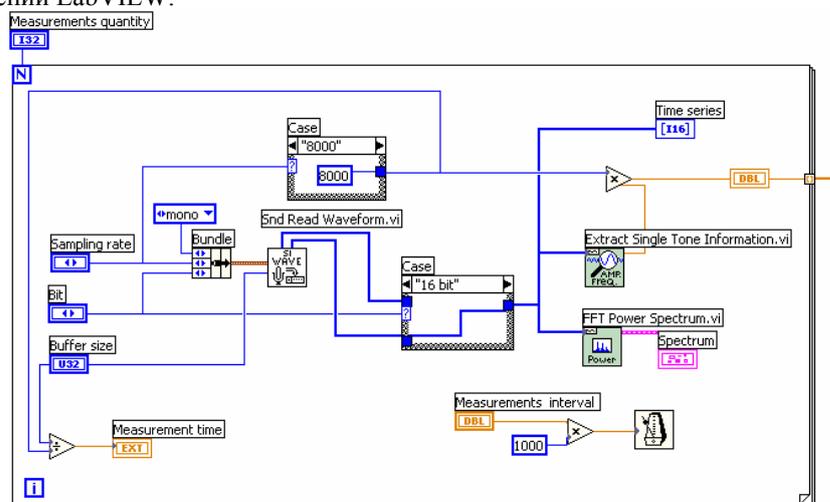


Рис. 2. Фрагмент функциональной схемы, реализующий измерение частоты

ПО (см. рис. 2) реализует один из алгоритмов обработки аналогового сигнала, поступающего с измерительного преобразователя, а именно определение частоты с помощью метода быстрого преобразования Фурье.

После загрузки ПО возможно провести калибровку преобразователя с помощью метода образцовых сигналов и возможностью выбрать необходимую функцию приближения в виде естественной функции преобразования или полинома 2-го порядка. Затем, при последующих измерениях достаточно задать интервал коррекции погрешности от воздействия температуры или производить её вручную при критическом изменении внешних условий. Однако, ПО позволяет реализовать метод вспомогательных измерений в случае подключения вспомогательного измерительного устройства и указания величины температурной чувствительности преобразователя и постоянной времени.

Литература

1.Цейтлин Я.М., Сkachко Ю.В., Капырин В.В. Модифицированные струнные преобразователи для измерения геометрических величин. - М.; Изд-во стандартов, 1989 - 264 с.

2. П. В. Новицкий, В. Г. Кнорринг, В. С. Гутников. Цифровые приборы с частотными датчиками. Л., «Энергия», 1970. 424 с. с рис.

3. Кутателадзе С. С. Теплопередача и гидродинамическое сопротивление: Справочное пособие. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 367 с.: ил.

