УДК 658.5

Автоматическая коррекция погрешностей

Одинцов В. П.

«Самарский государственный технический университет», Самара, Россия.

Аннотация

Любой первичный измерительный преобразователь и последующие преобразователи измерительного канала работают в сложных условиях, которые изменяются во времени. Это обусловлено сначала тем, что контролируемый технологический процесс характеризуется рядом технологических параметров, которые изменяются в широком диапазоне значений. Эти параметры влияют на ПИП и другие преобразователи измерительного канала. Кроме того, на элементы ИК влияет окружающая среда. Всё это приводит к тому, что возникают погрешности измерения, которые изменяются в процессе контроля и управления технологическими процессами. В данной статье были рассмотрены различные способы и приемы автоматической коррекции погрешностей. Выяснено, что в последние годы было проведено весьма большое количество разнообразных работ, направленных на создание как конкретных схем автоматических ИУ повышенной точности, так и новых автоматизированных методов повышения точности ИУ. Выяснено, что большой интерес представляют те разработки, в которых высокая точность ИУ при жестких условиях эксплуатации достигается структурными методами без применения точных элементов и стабильных материалов или, вернее, с минимальным их применением. Подробно рассмотрели следующие способы автоматической коррекции погрешностей: принцип экранирования помех, принцип компенсации погрешности, принцип обратной связи.

Ключевые слова: первичный измерительный преобразователь, автоматическая коррекция погрешностей, принцип экранирования помех, принцип компенсации погрешности, принцип обратной связи.

Automatic measurement error correction

Odintsov V. P.

Any primary measuring transducer and subsequent transducers of the measuring channel operate under difficult conditions that change over time. This is primarily due to the fact that the controlled technological process is characterized by a number of technological parameters that vary over a wide range of values. These parameters affect the PIP and other converters of the measuring channel. In addition, the environment influences the IC elements. All this leads to the fact that there are measurement errors that change in the process of monitoring and control of technological processes. In this article, various methods and techniques of automatic error correction were considered. It was found that in recent years a very large number of various works have been carried out aimed at creating both specific schemes of automatic DIs of increased accuracy, and new automated methods for increasing the accuracy of DIs. It was found that of great interest are those developments in which the high accuracy of the DUT under severe operating conditions is achieved by structural methods without the use of precise elements and stable materials, or, rather, with their minimal use. The following methods of automatic error correction were considered in detail: the principle of noise shielding, the principle of error compensation, the principle of feedback.

Keywords: primary measuring transducer, automatic error correction, interference shielding principle, error compensation principle, feedback principle.

Введение

Любой датчик или первичный измерительный преобразователь (ПИП) и последующие преобразователи измерительного канала (ИК) работают в сложных условиях, которые изменяются во времени. Это обусловлено сначала тем, что контролируемый

технологический процесс характеризуется рядом технологических параметров, которые изменяются в широком диапазоне значений. Эти параметры влияют на ПИП и другие преобразователи измерительного канала. Кроме того, на элементы ИК влияет окружающая среда. Всё это приводит к тому, что возникают погрешности измерения, которые изменяются в процессе контроля и управления технологическими процессами.

Проблема повышения точности измерений, разумеется, не нова. Но до сравнительно недавнего времени эта проблема серьезно интересовала в основном лишь метрологов, создающих эталоны единиц физических величин, образцовые средства измерений, и исследователей, определяющих значения физических констант. Кроме того, эта проблема решалась применительно главным образом к лабораторным статическим измерениям, т. е. к измерениям мало изменяющихся во времени величин, производимым в постоянных, мало изменяющихся спокойных внешних условиях. При этом наибольшую долю общей погрешности результатов измерений составляла собственная погрешность применяемых измерительных приборов, т. е. погрешность, обусловленная главным образом несовершенством конструкции и материалов, из которых изготавливались приборы. Отсюда вытекали и обычно применявшиеся методы повышения точности результатов измерений: повышение стабильности, "точности" конструкций измерительных приборов, применение для их изготовления наиболее стабильных материалов, с одной стороны, и тщательный, часто весьма кропотливый, трудоемкий учет даже малых изменений внешних условий и статистическая обработка результатов измерений, с другой стороны [1].

В последние годы проведено весьма большое количество разнообразных работ, направленных на создание как конкретных схем автоматических ИУ повышенной точности, так и новых автоматизированных методов повышения точности ИУ. Большой интерес представляют те разработки, в которых высокая точность ИУ при жестких условиях эксплуатации достигается структурными методами без применения точных элементов и стабильных материалов или, вернее, с минимальным их применением.

Подходы к автоматической коррекции погрешностей

Для повышения точности каналов автоматических информационно-измерительных систем и систем управления (АИУС) используют различные методы, которые можно разделить на две группы:

1. методы предупреждения появления данной погрешности;
2. методы снижения уровня существующей погрешности [2].

К первой группе можно отнести конструкторско-технологические, защитно-

предупредительные методы. Эти методы наиболее удобны, так как предупреждают появление погрешности или снижают её уровень наиболее простыми путями при минимальном структурном усложнении СИ; их стремятся использовать в первую очередь. Конструкторско-технологические методы предусматривают использование элементов и узлов более высокого качества со стабильными параметрами. Примером может быть использование манганиновых резисторов для уменьшения температурной погрешности, использование плёночных резисторов для уменьшения частотной погрешности, изготовление полупроводниковых элементов на общей подложке. Защитно-предупредительные методы предназначены для уменьшения влияния внешних факторов путём уменьшения их изменения в локализованном пространстве. Это термостабилизация, экранирование, стабилизация, например напряжения питания и и.д. Примерами таких методов могут могут быть: магнитное или электростатическое экранирование, амортизация для защиты от вибраций и др.

К другой группе относят методы коррекции, статистической минимизации погрешностей. Эти методы основаны на выявлении уже существующих погрешностей аналитическим или экспериментальным путём и их учёте во время обработки конечного результата измерения или снижении в процессе измерения. Примерами такого метода могут быть: уменьшение случайных погрешностей методом временного или пространственного усреднения результатов многоразовых измерений, уменьшение погрешностей квантования путём корректирования погрешностей измерительных преобразователей и каналов. Эти методы наиболее эффективны при выявлении систематических или случайных погрешностей, которые медленно изменяются.

Некоторые методы автокоррекции погрешности

Обычно стремятся так спроектировать измерительное устройство, чтобы избежать громоздких вычислений, производимых для определения средней величины измерений с целью уменьшения случайной погрешности. Это можно осуществить посредством экранирования помех, компенсации погрешности, введения обратной связи. Прежде всего, необходимо выяснить, являются ли помехи аддитивными или мультипликативными, а также возможность воздействия на помехи до входа их в измерительную систему.

1. Принцип экранирования помех

Хотя основная область использования этого принципа связана с динамическими измерениями, с компенсацией помех, изменяющихся во времени, он используется также и при статических или квазистатических измерениях. Если на помехи, аддитивные или

мультипликативные, можно воздействовать до входа их в измерительную систему, то следует устранить их влияние посредством экранирования. Например, влияние температуры на прецизионные весы устраняется термостатированием. Другой способ уменьшения влияния температуры окружающей среды состоит в нагреве чувствительных элементов до такой высокой температуры, что колебания температуры окружающей среды не оказывают заметного влияния на точность измерения. В качестве других примеров применения принципа экранирования помех можно назвать осушку или насыщение влагой пробы газа при измерении концентрации его составляющих элементов.

Преимущество экранирования помех по сравнению с рассматриваемой их компенсацией состоит в том, что оно позволяет успешно бороться и с мультипликативными помехами [3].

2. Принцип компенсации погрешности

Принцип компенсации погрешности основан на том, что возмущающее воздействие помех на измерительное устройство остается, но его эффект вычисляется, и возникающая погрешность компенсируется. Компенсация аддитивных помех существенно проще, так как её воздействие складывается с измерительным сигналом, и коррекция сводится к вычитанию этого воздействия. Для компенсации мультипликативной помехи необходима дополнительная обработка измерительного сигнала и сигнала помех.

Наиболее известным примером применения этого принципа в случае аддитивной помехи является компенсация температуры при измерении деформации с помощью тензометров. Температурное изменение сопротивления рабочего тензорезистора компенсируется точно таким же изменением сопротивления пассивного компенсационного тензорезистора. Возможны также схемы с несколькими активными тензорезисторами.

Примером компенсации мультипликативных помех может служить компенсация влияния изменения температуры и давления газа на измерение его расхода с помощью измерительной диафрагмы. В этом случае компенсация влияния изменения температуры и давления осуществляется при помощи вычисления.

3. Принцип обратной связи

Этот принцип применим для устранения влияния как аддитивных, так и мультипликативных помех. Его преимущество состоит в том, что он может быть использован тогда, когда помехи не могут быть определены.

Этот принцип основан на том, что выходная величина определяется и сравнивается с сигналом чувствительного элемента. Если возникает расхождение этих величин, то выходная величина изменяется усилителем или интегрирующим устройством до получения соответствия между выходной и входной величинами.

Качество соотнесения входа к выходу существенно зависит от качества сравнения этих величин. Поэтому приборному узлу, выполняющему эту операцию, следует уделить особое внимание. Нелинейность измерительного прибора и влияние помех, действующих на прибор, в значительной степени снижаются. Измерительное устройство с обратной связью представляет собой систему регулирования; оно должно быть тщательно проанализировано с точки зрения динамики, в частности, устойчивости [4].

Принцип обратной связи находит применение в измерительной технике прежде всего там, где требуется сравнительно большая выходная мощность и имеются внутриприборные помехи. Применение этого принципа является единственной возможностью борьбы с такими внутренними помехами, как трение, люфт и т.д.

Типичным примером применения этого принципа является автоматический самопишущий потенциометр. Входное напряжение сравнивается с напряжением, снимаемым с ползуна потенциометра, которое пропорционально выходной величине ха. При наличии разности напряжений усилитель управляет двигателем, который перемещает каретку с указателем, пером и ползунком потенциометра до тех пор, пока не наступит равенство указанных напряжений. При этом влияние трения, люфта, дрейфа усилителя и т.п. исключается или уменьшается. Линейность прибора в основном определяется линейностью собственно потенциометра [5].

Заключение

В ходе реферата были рассмотрены различные способы и приемы автоматической коррекции погрешностей. Выяснено, что в последние годы было проведено весьма большое количество разнообразных работ, направленных на создание как конкретных схем автоматических ИУ повышенной точности, так и новых автоматизированных методов повышения точности ИУ. Выяснено, что большой интерес представляют те разработки, в которых высокая точность ИУ при жестких условиях эксплуатации достигается структурными методами без применения точных элементов и стабильных материалов или, вернее, с минимальным их применением. Подробно рассмотрели следующие способы автоматической коррекции погрешностей: принцип экранирования помех, принцип компенсации погрешности, принцип обратной связи.

Список литературы

1. Миляев, Д.В. / Аналоговые измерительные устройства // Д. В. Миляев – Томск:

ТПУ, 2013. - 250 с.
2. Цветков, Э.И. / Процессорные измерительные средства. – Л.: Энергоатомиздат, 1989. - 224 с.
3. Измерительные преобразователи [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://helpiks.org/6-48767.html - свободный (дата обращения 10.12.2020).
4. Таланчук П.М. и др. Средства измерения в автоматических информационных системах и системах управления. - К.: Радуга, 1994. - 672 с.
5. Современные методы коррекции погрешностей средств измерения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://masters.donntu.org/2002/kita/gerchikov/lib/lib4.htm - свободный (дата обращения 10.12.2020).