

**УДК 621.316**

А.Е. ДЕНИСОВ, инженер электрического цеха (АО «Кемеровская генерация», Кемеровская ГРЭС)

Научный руководитель Н.М. ШАУЛЕВА, к.т.н., доцент (КузГТУ)  
г. Кемерово

### **КОМПЕНСАЦИЯ ВЛИЯНИЯ ЛЕНТЫ И ТЕМПЕРАТУРЫ ТЕНЗОДАТИЧКА ПРИ НЕПРЕРЫВНОМ ДОЗИРОВАНИИ**

Каждую отрасль промышленности в современном мире невозможно представить без различных автоматических дозаторов.

При использовании ленточных дозаторов непрерывного действия возможно отклонение конечного сгруженного продукта. Это обусловлено рядом факторов и влияет на качество конечного продукта технологического цикла, в который интегрирован автоматический дозатор непрерывного действия.

Ярко выраженными проблемами являются влияние транспортной ленты и влияние температуры на чувствительный элемент - преобразователь нагрузки, при эксплуатации в сложных климатических условиях.

Под влиянием ленты понимается влияние натяжения и веса ленты, которые оказывают влияние на первичный аналоговый преобразователь, тем самым искажая реальный вес дозируемого материала, проходящего через весовой стол дозатора.

Также поскольку тензометрические преобразователи нагрузки выполняются из металлов – они подвержены линейному расширению и сужению кристаллической решетки, что также искажает итоговое значение дозируемого материала.

Данные погрешности оказывают негативное влияние на класс точности дозатора и качество продукта, что в конечном итоге увеличивает вероятность брака продукции и влечет за собой экономические потери.

При изменении температуры окружающей среды во времени (например, при взвешивании с помощью бункерной весоизмерительной системы высокотемпературных жидкостей в химической промышленности, при работе крановых весов в литейном цехе и т. д.), возникает динамическая составляющая температурной погрешности, обусловленная различной тепловой инерционностью тензодатчика и датчика температуры. Тепловая инерционность датчика температуры обусловлена невозможностью мгновенного изменения теплового состояния датчика и является источником динамической погрешности измерения температуры, то есть

несоответствия выходного сигнала датчика температуре окружающей среды. Тензодатчик, как правило, имеет тепловую инерционность в несколько раз большую, чем датчик температуры. Это приводит к тому, что значение температуры, измеренное датчиком температуры, в случае изменения во времени температуры окружающей среды не будет соответствовать температуре тензодатчика.

Для устранения динамической составляющей температурной погрешности предложено использование метода экстраполяции к установившемуся значению.

Компенсация влияния ленты заключается в следующем:

Сила  $F$ , фактически полученная измерительным датчиком (то есть взвешивающей рамой), представляет собой разницу между весом  $P$  материала в секции взвешивания и силой  $f$  отскока ленты (которая вызвана деформацией силы):

$$F = P \cdot f. \quad (1)$$

Величина этой силы отскока  $f$ . Это зависит не только от силы тяжести  $P$ , которой он подвергается, но также и от натяжения ремня, то есть коэффициента упругости ремня. Поэтому:

$$F(t) = P(t) - f(t). \quad (2)$$

Вес ленты в секции взвешивания, то есть вес нулевой тары, может быть удален путем калибровки нуля и не учитывается. Среди них сила отскока:

$$f(t) = P(t) \cdot K(t), \quad (3)$$

где  $K(t)$  - коэффициент упругости ремня случайным образом с изменениями температуры окружающей среды, влажности, содержания влаги в ремне и степени износа и т. д. Изменение - это случайная переменная времени. Приведенная выше формула может быть преобразована в следующую формулу:

$$F(t) = P(t) - P(t) \cdot K(t). \quad (4)$$

То есть:

$$F(t) = P(t) \cdot (1 - K(t)). \quad (5)$$

Можно видеть, что из-за случайности  $K(t)$   $F(t)$  все еще является случайным, даже когда  $P(t)$  не изменяется. Поэтому случайное изменение натяжения ремня, то есть коэффициент упругости  $K(t)$  приводит к тому, что точность электронной шкалы ремня не остается стабильной в течение длительного времени.

Данный способ может компенсировать влияние ленты дозатора в режиме реального времени, чтобы устранить ошибки взвешивания,

вызванные изменениями натяжения и веса ленты, и повысить точность взвешивания.

Компенсация влияния ленты реализуется следующим образом: нижнем обводном ролике дозатора размещается тензодатчик. Данный датчик используется для измерения электрического сигнала давления, приложенного лентой на обводной ролик, и датчик преобразует механическое давление сигнал, который поступает в весовой модуль системы управления дозатором. Измеряя вес, преобразованный в электрический сигнал получают изначальный сигнал влияния ленты  $F_0(T_0)$  и в реальном времени значение электрического сигнала  $F_0(T_N)$ . Соотношение,  $\lambda = \frac{F_0(T_0)}{F_0(T_N)}$ , умножая отношение  $\lambda$  на электрический сигнал веса материала, измеренный компенсирующим тензодатчиком, чтобы получить скомпенсированный электрический сигнал веса материала. Затем данный сигнал поступает в весовой модуль для дальнейшей обработки, для расчета фактического измерения после устранения коэффициента изменения влияния ленты.

В основе компенсации лежит следующий принцип: как показано на рисунке 6.1, давление  $F$ , оказываемое на ленту весом, определяемое тензодатчиком:

$$F_0(T) = P_0 - F_0(T) = P_0 - P_0 K(T) = P_0 [1 - K(T)]. \quad (6)$$

В момент времени  $T_0$  с  $T_N$ , предполагая  $P(T_0) = P(T_N) = P$ , получаем:

$$F(T_0) = P(1 - K(T_0)) \quad F(T_N) = P(1 - K(T_N)). \quad (7)$$

$$F_0(T_0) = P_0(1 - K(T_0)) \quad F_0(T_N) = P_0(1 - K(T_N)). \quad (8)$$

$T_0, F(T_N)$  измеряется весовым столом дозатора;

$F_0(T_0), F_0(T_N)$ , значение измеряется датчиком нагрузки, который используется для обнаружения изменений влияния ленты.

Во время калибровки определяется время  $T_0$ . При этом в ПЛК записывается значение  $F(T_0)$  представляющее вес  $P$  (это операция калибровки или проверки), затем ПЛК записывает и сохраняет  $F_0(T_0)$ , в любое время  $N$ . Пусть счетчик обнаружит  $F(T_0)$  и  $F_0(T_N)$ , в таком случае значение рассчитывается следующим образом:

$$\frac{F(T_N) \cdot F_0(T_0)}{F_0(T_N)} = F(T_0) = P(1 - K(T_0)). \quad (9)$$

---

Таким образом, при одинаковом весе материала  $P$  будет отображаться одинаковое значение  $F(T_0)$ . Для разных значений  $P$ , так как коэффициент равняется  $(1 - K(T_0))$ . Без изменений  $F$  становится линейной функцией  $P$  и больше не имеет случайности, тем самым обеспечивая долгосрочную стабильность точности взвешивания на весовом столе. То есть коэффициент компенсации  $\lambda$  влияния ленты изменяется.

Данный метод находит коэффициент компенсации изменения влияния ленты путем измерения изменения величины давления фиксированной массы на нижнем ремне ленточного конвейера в реальном времени, тем самым устраняя влияние ленты и улучшая масштаб электронной шкалы ремня.

#### Список литературы:

1. Гудвин Г.К., Гребен С.Ф., Сальгадо М.Э. Проектирование систем управления. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2004. 911 с..
2. Зотов М.Г. Многокритериальное конструирование систем автоматического управления. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2004. 375 с
3. Раннев Г.Г. Интеллектуальные средства измерений / Г.Г. Раннев. – М.: Издательский центр «Академия», 2011. – 272 с.

#### Информация об авторах:

Денисов Александр Евгеньевич, инженер электрического цеха АО «Кемеровская генерация» - Кемеровская ГРЭС, 650000, Кемеровская Область - Кузбасс область, город Кемерово, Кузнецкий проспект, 30, DenisovAIE@sibgenco.ru

Шаулева Надежда Михайловна, к.т.н., доцент, КузГТУ, 650000, г. Кемерово, ул. Весенняя, д. 28, shnm.eav@kuzstu.ru