

УДК 681.269 (088.8)

**Н.Д. Кошевой, д-р техн. наук, профессор,
Г.А. Черепашук, канд. техн. наук, доцент,
Е.Е. Калашников**

Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского "ХАИ"

г. Харьков, Украина, 61070

E-mail: kalashnikofe@mail.ru

СПОСОБ МОДЕРНИЗАЦИИ СУЩЕСТВУЮЩИХ ВЕСОИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ НА БАЗЕ ЛЕНТОЧНОГО КОНВЕЙЕРА

Рассмотрены современные весодозирующие системы непрерывного действия, построенные на базе ленточного конвейера. Проведен анализ конструктивных недостатков весоизмерительных систем, влияющих на точность измерения веса сыпучего материала. Предложен способ модернизации существующих весоизмерительных систем на базе ленточного конвейера, учитывающий недостатки используемых в промышленности систем.

Приготовление сыпучих смесей стало неотъемлемой частью технологических процессов многих предприятий. Определение таких параметров технологического процесса как вес или расход сыпучего материала позволяет контролировать и регистрировать данные технологического процесса, а также непосредственно управлять и влиять на технологический процесс. Возрастающие требования к качеству производимой предприятиями продукции обуславливают ужесточение требований технологических процессов. В промышленности для приготовления многокомпонентных смесей широкое распространение получили конвейерные весы.

Для конвейерных весов характерны следующие конструктивные недостатки, влияющие на точность измерения веса:

- погрешность зависит от натяжения конвейерной ленты, которое меняется из-за колебаний температуры в цеху, температуры материала, а также из-за ее естественного растяжения в ходе работы;
- при движении ленты по весоизмерительному ролику все ее неровности, вариации ее толщины и места склейки вносят случайные погрешности [1];
- в процессе эксплуатации конвейерных весов масса тары увеличивается из-за накопления пыли на частях ленты, выступающих за боковые ограничительные стенки;
- микроперемещения весового ролика или весоизмерительной платформы соизмеримы с люфтом в осевой опоре роликов;
- погонная нагрузка на ленту конвейера не постоянна, в связи с чем при резком изменении нагрузки возможны изменения скорости движения конвейерной ленты и возникновение автоколебаний в электроприводе конвейера.

Применение двухагрегатных весоизмерительных систем с весоизмерительным лотком позволяет исключить недостатки характерные обычным конвейерным весам.

В весоизмерительных системах, измеряющих вес сыпучего материала с помощью весоизмерительного лотка, исключаются недостатки, присущие весоизмерительным системам на базе конвейерных весов. Но для этих весоизмерительных систем характерны свои особенности, влияющие на погрешность дозирования сыпучих материалов, а именно:

быстрое стирание материала измерительного лотка абразивным материалом;

- налипание сыпучего материала на измерительный лоток;
- наличие люфта в силопередающих рычагах;
- распределение сыпучего материала на весоизмерительном лотке.

Цель статьи. Изучение весоизмерительных систем для непрерывного дозирования сыпучих материалов на предмет соответствия современным требованиям по точности дозирования и надежности функционирования. Разработка весоизмерительной системы позволяющей исключить недостатки весоизмерительных систем на базе конвейера.

С учетом недостатков [2] существующих конвейерных весоизмерительных систем, разработана весоизмерительная система [3], позволяющая исключить эти недостатки и существенно повысить точность измерения веса сыпучего материала.

В состав разработанной весоизмерительной системы входит бункер с дозируемым компонентом, электровибратор, датчик скорости движения ленты конвейера, концевые выключатели, датчик растяжения ленты, закрепленный под конвейером весоизмерительный лоток, три измерительных канала веса сыпучего материала, датчик температуры, ленточный конвейер, расположенный в цехе, электронный измерительный блок.

В состав каждого измерительного канала веса входят тензометрический датчик силы, вторичный измерительный преобразователь, преобразующий входной аналоговый сигнал с датчика в цифровой код.

Предел основной приведенной погрешности преобразования входного аналогового сигнала в цифровой код не превышает 0,2 %.

Расход материала из бункера зависит от его физических свойств и условий его хранения, температуры и влажности окружающей среды, от состояния стенок бункера и ряда других факторов. При неудачном сочетании этих факторов свободное истечение сыпучего материала из бункера оказывается невозможным из-за образования свода. Наиболее эффективным способом разрушения свода является создание вибрационных полей. Вибрационное воздействие изменяет свойства материала по отношению к статическим силам за счет сглаживания застойных явлений, вызываемых, например, силами сухого трения и сопротивлением сыпучего материала напряжениям сдвига. В разработанной весоизмерительной системе используется электровибратор, расположенный в бункере, способствующий истечению материала из выпускного отверстия бункера. Дозируемый материал с бункера поступает на ленточный конвейер, затем на весоизмерительный лоток.

Весоизмерительный лоток представляет собой наклонную плоскость с системой силопередающих рычагов, подвешенную под окончанием ленточного конвейера. Сыпучий материал, двигаясь по поверхности лотка, воздействует на тензометрические датчики силы, входящие в состав силопередающих рычагов.

Тензометрические датчики поддерживают весоизмерительный лоток перпендикулярно его продольному направлению. Одна верхняя опора (тензометрический датчик силы) весоизмерительного лотка помещена в его средней части, в точке делящей длину весоизмерительного лотка пополам. Вторая верхняя опора размещена в верхнем краю весоизмерительного лотка, на расстоянии длины весоизмерительного лотка от его нижней части. Третья опора весоизмерительного лотка нижняя, размещена снизу (непосредственно под второй опорой) в верхней его части. Все вертикальные опоры расположены в одной плоскости.

Тензометрические датчики силы связаны с весоизмерительным лотком шарнирными соединениями в составе тендерных тяг. Введение в конструкцию тендерных тяг позволяет изменять угол наклона весоизмерительного лотка от 35 до 60°, что позволяет повысить точность дозирования сыпучего материала. Возможность изменения угла наклона весоизмерительного лотка существенно расширяет ряд сыпучих материалов, дозируемых с помощью данной конструкции весоизмерительного лотка.

Шарнирное крепление обоих узлов позволяет освободиться от поперечных сил и моментов, возникающих в результате температурных воздействий и деформаций отдельных деталей и узловстройки. С целью устранения поперечных колебаний весоизмерительного лотка необходимо устанавливать упоры, жестко закрепленные на основании ленточного конвейера. Они устанавливаются так, чтобы зазор между упором и весоизмерительным лотком не превышал 10 мм.

Оригинальное крепление тензометрических преобразователей дает возможность повысить точность дозирования по сравнению с другими весоизмерительными системами, использующими измерительный лоток. На рисунке 1 общий вид весоизмерительного лотка, где 1, 2, 4 – тензометрические датчики силы; 3 – весоизмерительный лоток.

Как следует из описания конструкции весоизмерительного лотка, измеряется не производительность, а сила воздействия сыпучего материала на весоизмерительный лоток.

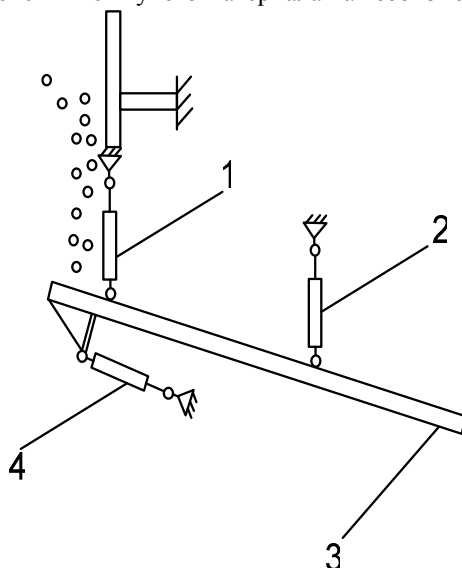


Рисунок 1 – Общий вид измерительного лотка

Благодаря предложенной схеме крепления тензометрических датчиков силы, точность дозирования фактически определяется точностью изготовления силопередающих рычагов тензодатчиков, точностными характеристиками самих датчиков, погрешностью преобразования аналогового сигнала в цифровой код и погрешностью, вносимой микроконтроллером при обработке полученных данных.

Предварительные исследования весоизмерительной системы [4] показали, что место и способ крепления весоизмерительного лотка, угол наклона к горизонтальной плоскости, его форма оказывают существенное влияние на точность дозирования сыпучего материала.

При обработке результатов экспериментальных исследований мгновенная масса расхода вычислялась по следующей формуле:

$$M = (A + B) \sqrt{\frac{F}{6 \cdot g \cdot L \cdot A}}, \quad (1)$$

где M – мгновенная масса расхода; A – сила, действующая на датчик 1; B – сила, действующая на датчик 2; F – сила, действующая на датчик 4; L – длина измерительного лотка; g – ускорение силы тяжести.

В ходе данных исследований была подтверждена работоспособность выражения (1), которое позволяет не учитывать скорость движения частиц сыпучего материала по наклонному весоизмерительному лотку.

Данное выражение не зависит от угла наклона весоизмерительного лотка α , но при этом одновременно устраняются все разностные величины между измеренными силами.

Выражение (1) получено при использовании модельного описания, и адекватно отражает исследуемую величину M . Общий расход материала определялся по формуле:

$$M_{\text{сумм}} = K \cdot \left(\sum_{i=1}^n M_i \right), \quad (2)$$

где $M_{\text{сумм}}$ – общий расход материала; M_i – мгновенная масса сыпучего материала находящаяся на весоизмерительном лотке.

Коэффициент K определяется из следующей зависимости:

$$K = \frac{M_g \cdot T_g}{N(T_g) \cdot M_{\text{уср}}}. \quad (3)$$

Здесь M_g – взвешенная на статических весах масса сыпучего материала, прошедшая через весоизмерительный лоток, при фиксированной производительности (90 % от максимальной); T_g – время, за которое просыпана данная масса сыпучего материала; $N(T_g)$ – количество измеренных значений M_i за время T_g ; $M_{\text{уср}}$ – усредненный мгновенный вес материала, находившегося на весоизмерительном лотке в процессе просыпания сыпучего материала.

Использование формулы (1) при расчете расхода сыпучего материала позволяет не учитывать скорость движения частиц сыпучего материала по наклонной плоскости. Это важное преимущество, так как измерение скорости движения частиц сыпучего материала является очень сложным и трудоемким процессом. Результаты измерений веса не зависят от скорости и плотности потока сыпучего материала при его движении по весоизмерительному лотку.

Цели дальнейших исследований состоят в следующем можно сформулировать следующим образом:

- уменьшить зоны нечувствительности;
- изучить степень влияния налипшего на весоизмерительном лотке сыпучего материала на результаты измерений;
- разработать устройство, позволяющее автоматически производить очистку весоизмерительного лотка от налипшего материала.

В разработанной системе контроль и измерение технологических параметров процесса приготовления сыпучей смеси осуществляется путем опроса первичных измерительных преобразователей и формирования управляющих воздействий на исполнительные механизмы.

Разработанная конструкция весоизмерительного лотка позволяет создавать новую весоизмерительную систему или модернизировать устаревшую, путем встраивания в существующие транспортные технологические линии производств. Время остановки технологического процесса приготовления смеси для переоборудования существующего ленточного конвейера не продолжительно, что важно для коксохимических предприятий горнодобывающей промышленности. Процесс установки весоизмерительного лотка прост, не требует специальных навыков рабочего персонала.

В дальнейшем планируется внедрение весоизмерительной системы для дозирования сыпучих материалов на предприятиях горнодобывающей и металлургической промышленности, что и составит предмет исследований в данном направлении.

Библиографический список

1. Батенко А. Еще раз о ленточных дозаторах и расходомерах / А. Батенко // Комбикорма. — 1999. — № 8. — С. 17–21.
2. Назаров В.Н. Существующие конструкции и способы поверки конвейерных весов и их совершенствование / В.Н. Назаров, О.В. Круг // Метрологическое обеспечение весоизмерительной техники. «Весы-2006»: всероссийская науч.-практ. конф., 4–8 сент. 2006 г.: сб. докл. — Самара: ВНИИМС, 2006. — С. 55–67.
3. Патент UA27285, Украина, МПК³ G 01 F 11/00. Весоизмерительная система / Кошевой Н.Д., Черепашук Г.А., Калашников Е.Е.; заявитель и патентообладатель Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского “Харьковский авиационный институт”. — заявл. 08.06.07; опубл. 25.10.07, Бюл. N 17.
4. Калашников Е.Е. Экспериментальное исследование весоизмерительной системы непрерывного действия / Е.Е. Калашников, Н.Д. Кошевой, Г.А. Черепашук // Научно-технический журнал Национального аэрокосмического университета им. Н.Е. Жуковского «ХАИ» "Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии". — Харьков: ХАИ, 2007. — Вып. 35. — С. 196–199.

Поступила в редакцию 24.10.2008 г.