
ПРОБЛЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ, МЕХАНИЗАЦИИ И КОМПЬЮТЕРИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ ЛИТЬЯ

УДК 681.267.3

К. С. Богдан, А. А. Санкин, Н. А. Слажнев

Физико-технологический институт металлов и сплавов НАН Украины, Киев

ПРУЖИННО-ТЕНЗОМЕТРИЧЕСКИЕ ПЛАТФОРМЕННЫЕ ВЕСЫ С БЕСКОНТАКТНЫМ УЗЛОМ СИЛОВВЕДЕНИЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ЛИТЕЙНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Представлены новые конструктивные решения пружинно-тензометрических платформенных весов с бесконтактным магнитным узлом силовведения и проанализированы их статические характеристики и динамические свойства. Отмечены преимущества этих весов по сравнению с известными аналогами. Даны рекомендации по выбору рациональных параметров узла силовведения таких весов с учетом условий эксплуатации и требований метрологии в широком диапазоне взвешивания и дозирования литейных материалов.

Ключевые слова: тензометрический датчик, платформенные весы, узел силовведения, микропроцессор, литейные технологии.

Представлено нові конструктивні рішення пружинно-тензометричних платформених вагів з безконтактним магнітним вузлом силовведення та проаналізовано їх статичні характеристики та динамічні властивості. Відмічено переваги цих вагів порівняно з відомими аналогами. Дано рекомендації щодо вибору раціональних параметрів вузла силовведення таких вагів з врахуванням умов експлуатації і вимог метрології у широкому діапазоні зважування і дозування ливарних матеріалів.

Ключові слова: тензометричний датчик, платформні ваги, вузол силовведення, мікропроцесор, ливарні технології.

New structural decisions of spring-strain gauge scales with the contactless strength module are presented and of its static descriptions and dynamic properties are analyzed. Advantages of such scales, by comparison to the known analogues, are marked. Taking into account of external environments and requirements of metrology for the wide range of weighing and dosage of casting material the recommendations about choice of rational parameters of strength module of such scales are given.

Keywords: strain gauge sensor, platform scales, strength module, microprocessor, casting technologies.

Постановка проблемы

Определяющим фактором повышения качества и размерной точности литых заготовок из черных и цветных сплавов является обеспечение высоких метроло-

Проблемы автоматизации, механизации и компьютеризации процессов литья

гических характеристик и надежности средств измерения массы и дозирования перерабатываемых материалов в технологических процессах литейного производства. Поэтому создание новых и совершенствование существующих весоизмерительных устройств для автоматизации литейных технологий является актуальной задачей.

Анализ последних исследований и публикаций

В большинстве литейных технологий важное место занимают средства измерения массы перерабатываемых кусковых, сыпучих материалов и металлических расплавов. Наиболее широкое распространение получили весы различных конструкций на основе тензометрических силоизмерительных датчиков [1-3]. Так называемые «чистые» платформенные тензометрические весы, в которых сила, созданная массой взвешиваемого груза, воздействует непосредственно на три или четыре тензометрических датчика, расположенных под платформой, имеют сравнительно низкую перегрузочную способность наряду с высокими метрологическими характеристиками. По данным ведущих зарубежных весостроительных фирм допустимая статическая перегрузка таких весов составляет 150 %, а пиковая нагрузка – 300 % от наибольшего предела взвешивания (НПВ), что ограничивает их применение в некоторых процессах литейного производства [2]. К таким процессам относятся, например, взвешивание и дозирование кусковых и, особенно, крупнокусковых шихтовых материалов, когда имеют место систематические либо случайные ударные воздействия на силоизмерительные датчики весов, значительно превышающие их допустимые пиковые перегрузки.

Существуют различные методы и средства защиты тензометрических весов от перегрузок. Установлено, что наиболее эффективное повышение ударостойкости, а следовательно, и надежности тензометрических весов, может быть достигнуто путем создания гибридных конструкций силоизмерительного механизма (СМ), обеспечивающих поглощение кинетической энергии удара до силового входа силоизмерительных датчиков. Одной из таких конструкций является пружинно-тензометрический СМ, разработанный в Физико-технологическом институте металлов и сплавов НАН Украины (ФТИМС) и реализующий способ двойного преобразования силы, созданной массой взвешиваемого груза в электрический сигнал [4]. Этот способ предусматривает преобразование силы F , созданной массой m_r взвешиваемого груза, в линейное перемещение δ_{Σ} центра жесткости упруго подвешенной платформы, последующего преобразования δ_{Σ} в силу F_n с помощью передаточного упругого элемента и ввода ее на силовой вход силоизмерительного датчика, выходной сигнал которого пропорционален массе m_r взвешиваемого груза.

Основной конструктивной особенностью СМ пружинно-тензометрических весов является использование в нем одного силоизмерительного датчика с намного меньшей (при прочих равных условиях) номинальной нагрузкой, что заметно снижает стоимость весов в целом по сравнению с «чистыми» платформенными весами на четырех тензометрических силоизмерительных датчиках.

Целью настоящей работы является усовершенствование конструкции узла силовведения СМ пружинно-тензометрических платформенных весов путем замены передаточной пружины на бесконтактный магнитный узел силовведения.

Задача работы заключается в изучении эффективности предложенного нового технического решения пружинно-тензометрических весов по сравнению с существующими аналогами.

Основной материал исследований

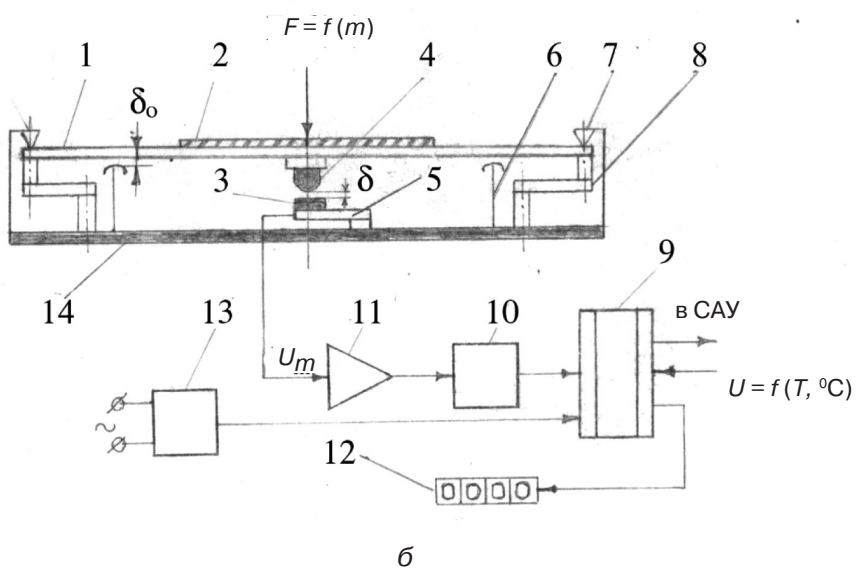
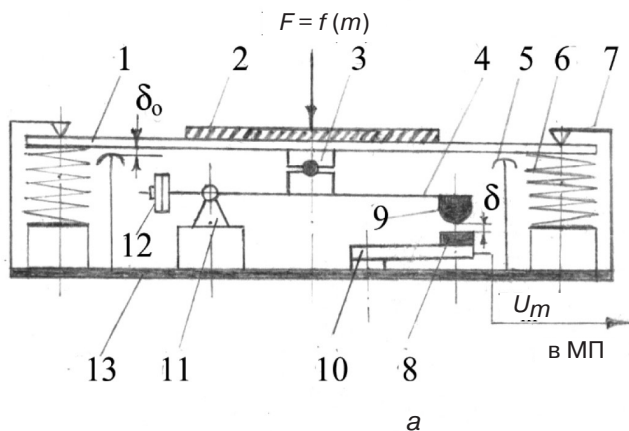
Результаты экспериментальных исследований и заводских испытаний пружинно-тензометрических платформенных весов с узлом силовведения в виде калиброванной пружины подтвердили их надежность и повышенную перегрузочную способ-

Проблемы автоматизации, механизации и компьютеризации процессов литья

ность, особенно при эксплуатации в условиях систематических либо случайных ударных воздействий [5]. Наряду с этим установили, что применение передаточной пружины или другого силовводящего упругого элемента усложняет кинематику весов и приводит к появлению дополнительного источника погрешностей.

В ФТИМС разработаны новые технические решения силоизмерительного механизма пружинно-тензометрических весов, узел силовведения которых выполнен бесконтактным на основе постоянных магнитов [6, 7].

Конструктивно-функциональная схема силоизмерительного механизма, в состав которого входит силопередающий рычаг второго рода, приведена на рисунке, а. Платформа 1 установлена на четырех упругих элементах 6, например винтовых цилиндрических пружинах сжатия, закрепленных на неподвижном основании 12. Перемещение платформы 1 в вертикальной плоскости ограничено механическими упорами (5 – нижними и 7 – верхними). В центре платформы 1 расположена грузоприемная резиновая накладка 2. В подплатформенном пространстве на шарнирной опоре 11, установленной на основании 13, смонтирован рычаг 4, большее плечо которого соединено с платформой 1 с помощью шарового шарнира 3, а на меньшем плече расположен противовес 12 для уравнивания рычага 4



Пружинно-тензометрические весы с бесконтактным узлом силовведения: а – с силопередающим рычагом; б – безрычажный

Проблемы автоматизации, механизации и компьютеризации процессов литья

в исходном состоянии. На большем плече рычага 4 закреплен постоянный магнит 9 с полусферической формой рабочей поверхности.

Второй постоянный магнит 8 с плоской рабочей поверхностью соосно с магнитом 9 закреплен на силовом входе силоизмерительного тензорезисторного датчика 10, установленного на основании 13. Одноименные полюсы магнитов 8 и 9 направлены навстречу друг другу, в результате чего магниты работают на отталкивание. Между магнитами 8 и 9 установлен калиброванный воздушный зазор δ , величина которого зависит от магнитной силы каждого из них, жесткости упругого подвеса платформы 1, коэффициента передачи рычага 4 и номинальной нагрузки датчика 10. Выход датчика 10 подключен к весоизмерительной схеме на основе микропроцессора МП.

Весы предложенной конструкции работают следующим образом. В исходном состоянии, когда платформа 1 не нагружена, выходной сигнал датчика 10 равен нулю и на индикаторе (на схеме не показан) высвечиваются нули во всех разрядах. При увеличении нагрузки на платформу 1 упругие элементы б сжимаются на соответствующую величину. Пропорционально деформации упругих элементов б одновременно уменьшается зазор δ между магнитами 8 и 9, что приводит к появлению силы $F_m = f(\delta)$ на силовом входе силоизмерительного датчика 10. Поскольку зазор δ пропорционален массе m груза на платформе 1, сила F_m также пропорциональна m . Выходной сигнал U_m датчика 10 после преобразований в МП поступает на вход цифрового индикатора, на экране которого высвечивается масса m груза на платформе 1. После разгрузки платформы 1 весоизмерительная система возвращается в исходное состояние. Для защиты датчика 10 от статических и динамических перегрузок в процессе взвешивания в условиях систематических или случайных ударных воздействий зазор δ_0 между ограничителями 5 и платформой 1 на 10-20 % меньше, чем зазор между магнитами 8 и 9.

Для упрощения конструкции СМ и повышения служебных характеристик разработанных пружинно-тензометрических весов предложили еще одно новое техническое решение (рисунок, б), в котором СМ не содержит силовпередающего рычага. Платформа 1 установлена на четырех упругих элементах 8 двойного изгиба, закрепленных на неподвижном основании 13. Перемещение платформы 1 в вертикальной плоскости ограничено нижними 6 и верхними 7 механическими упорами. В центре симметрии платформы 1 размещена резиновая накладка 2. В центре жесткости платформы 1 укреплен верхний постоянный магнит 4 с полусферической рабочей поверхностью и возможностью его перемещения по вертикальной оси с помощью специального механизма (на схеме не показан). Нижний постоянный магнит 3 с плоской рабочей поверхностью закреплен на силовом входе силоизмерительного датчика 5 соосно с магнитом 4. Датчик 5 закреплен на неподвижном основании с возможностью перемещения в горизонтальной плоскости по двум координатам при наладке весов. Между магнитами 3 и 4, одноименные полюсы которых направлены навстречу друг другу, устанавливается (как и на рисунке, а) калиброванный воздушный зазор. Выход датчика 5 через усилитель 11 сигнала и аналого-цифровой преобразователь 10 подключен к микропроцессорному блоку 9 измерения и индикации массы на цифровом индикаторе 12. Питание элементов весоизмерительной схемы осуществляется от блока питания 13, подключенного к сети переменного тока напряжением 220 В.

Результаты экспериментальных исследований, выполненных на физических моделях разработанных пружинно-тензометрических весов с бесконтактным узлом силоведения (рисунок) при НПВ 1000 г, показали, что погрешность от нелинейности зависимости $F_m = f(\delta)$ в диапазоне 1 мм не превышает 0,5 %. При линеаризации этой зависимости программным путем в блоке 9 относительная погрешность взвешивания для СМ с передаточным рычагом (рисунок, а) не превышает 0,1 % от НПВ. Для СМ (рисунок, б) погрешность взвешивания составила 0,05 % от НПВ. Полученные

Проблемы автоматизации, механизации и компьютеризации процессов литья

данные свидетельствуют о том, что предложенные конструкции пружинно-тензометрических весов работоспособны в условиях систематических либо случайных ударных воздействий и могут быть использованы для измерения массы и дозирования материалов при автоматизации литейных технологий.

Выводы

- Предложены новые конструкции пружинно-тензометрических платформенных весов с бесконтактным узлом силоведения.
- Установлено, что статические и динамические характеристики предложенных весов отвечают требованиям, предъявляемым к весам данного класса.
- Полученные данные экспериментов будут использованы при разработке опытных образцов указанных весов.



Список литературы

1. Бауманн Э. Измерение сил электрическими методами. – М.: Мир, 1978. – 381 с.
2. Средства и системы автоматизации литейного производства / К. С. Богдан, В. Н. Горбенко, В. М. Денисенко и др. – М.: Машиностроение, 1981. – 272 с.
3. Гроссман Н. Я., Шнырев Г. Д. Автоматизированные системы взвешивания и дозирования. – М.: Машиностроение, 1988. – 296 с.
4. Пат. 2026535 RU, МКИ⁶ G01G 19/00. Устройство для взвешивания / К. С. Богдан, Н. С. Струтинский. – Оpubл. 10.01.1995, Бюл. № 1.
5. Богдан К. С. Конструктивные особенности и динамические свойства пружинно-тензометрических дозировочных весов для литейных материалов // Процессы литья. – 2007. – № 4. – С. 71-75.
6. Пат. 84090 UA, МПК (2006) G01G 19/00. Пристрій для зважування / К. С. Богдан, А. О. Санкін. – Оpubл. 10.09.2008, Бюл. № 17.
7. Пат. 68192 UA, МПК G01G 19/413 (2006.01). Електромеханічні ваги / К.С. Богдан, А. О. Санкін. – Оpubл. 26.03.2012, Бюл. № 6.

Поступила 03.08.2012

Уважаемые подписчики!

*Подписаться на журнал «Процессы литья»
через Интернет
можно на сайте ГП «Пресса» www.presa.ua
с помощью сервиса «Подписка On-line».*
