

Список литературы

1. Указ Президента Республики Узбекистан «О стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан» // Народное слово. – 2017. - №28 (6692). - 8 февраля
2. Узбекистан в цифрах 2013: статистический сборник. – Ташкент, 2013.
3. Beniot Godin. National Innovation System: The System Approach in Historical Perspective. Project on the History and Sociology of STI Statistics. 385 rue Sherbrooke Est. – Montreal, Quebec Canada: H2X 1E3. Working Paper No. 36. 2007, www.csiic.ca.
4. Колосов, В. Основы инновации: учебное пособие. – СПб., 1999. – 69 с.
5. Жураев, Т. Х. Роль современных технологий геометрического моделирования в формировании национальной инновационной системы. // Сельское хозяйство Узбекистана. – 2017. - № 2(46). – С. 113-115.
6. Антонов, А. В. Системный анализ: учеб. пособие. – М.: Высшая школа, 2004. – 454 с.
7. Муродов, Н. М. Технологические основы расстановки корпусов двухъярусного плуга. – Ташкент: Фан, 2010. – 129 с.
8. Жураев, Т. Х. Основы геометрического моделирования рабочих органов мелиоративной и сельскохозяйственной техники // Lambert Academic Publishing. – Saarbrucken, 2015. <http://dnb.d-nb.de>
9. Жураев, Т. Х. Геометрическое моделирование для PDM систем предприятий сельскохозяйственного машиностроения // Современные инструментальные системы, информационные технологии и инновации: материалы XII-ой международной научно-технической конференции. – Курск, 2015. – С. 116-119.
10. . Опыт внедрения PLM – системы на промышленном предприятии / Е. А. Воскресенская, А. В. Степанов, В. Н. Рева, В. П. Рогов // CAD/CAM/CAE Observer. – 2005. - № 4 (22)

УДК 636.085.6

ТЕНЗОМЕТРИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ВЗВЕШИВАНИЯ И ДОЗИРОВАНИЯ КОРМОВ

Д.Н. Колоско, канд. техн. наук, доцент
Белорусский государственный аграрный технический университет,
Беларусь, г. Минск
e-mail: Kolosko.d.n.@gmail.com

Аннотация. В статье рассмотрены особенности взвешивания и дозирования в кормопроизводстве; классификация тензометрических датчиков по виду измеряемых величин и конструктивным типам; практическое применение тензодатчиков в зависимости от конструкции оборудования.

Ключевые слова: взвешивание, дозирование, тензометрирование, тензометрический датчик, бортовые весы, бункер-перегрузчик, дозатор бункерного типа.

STRAIN-GAUGING OF PROCESSES OF WEIGHING AND DISPENSING OF FORAGES

D. Kolosko, Cand. of Technical Sciences, Docent, Associate Professor
Belarusian state agricultural technical university, Belarus, г. Minsk
e-mail: Kolosko.d.n.@gmail.com

Abstract. In article features of weighing and dispensing in forage production are considered; classification of strain-gauge sensors by the form the measured sizes and to constructive types; practical use of strain gages depending on an equipment design.

Keywords: weighing, dispensing, strain-gauging, strain-gauge sensor, onboard scales, bunker reloader, dozer of bunker type.

Взвешивание и дозирование – основные технологические операции при приготовлении комбикормов и кормосмесей в промышленном животноводстве. Точность этих начальных операций в последовательной цепочке процесса приготовления определяется зоотехническими и технологическими требованиями и обосновывается экономическими соображениями.

Существуют два способа дозирования – по объему и по весу. Объемное дозирование компонентов не обеспечивает точного выполнения рецептуры комбикормов в результате непостоянства сыпучих свойств этих компонентов в процессе дозирования. Возникающие в процессе дозирования изменения в объемном весе хотя бы одного из ингредиентов отрицательно влияют на точность работы, зависящую от скорости прохождения продукта через дозатор.

Весовое дозирование основано на тензометрировании – экспериментальном определении напряженного состояния конструкций при помощи тензометрических преобразователей. Тензометрирование широко применяется в сельском хозяйстве, особенно в весовых устройствах, также в более сложном оборудовании, при использовании которого требуется измерение степени нагружения. Основным преимуществом и отличием использования электронного весового оборудования с применением тензодатчиков по сравнению с механическим, является большая функциональность, точность и меньшие габариты.

Принцип действия тензометрического датчика (тензорезистора) основан на измерении выходного электрического сигнала, возникающего в зависимости

от деформирования элемента конструкции. Деформация чувствительного элемента тензометрического преобразователя изменяет его электрическое сопротивление и вызывает изменение выходного сигнала, определяемого как отношение приращения сопротивления тензорезистора к его начальному сопротивлению.

Современные тензорезисторы представляют собой чувствительный элемент (тонкая проволока, фольга, напыленная в вакууме полупроводниковая пленка) в виде петлеобразной решетки, который скрепляется с подложкой (ткань, бумага, пленка) с помощью клея. На исследуемый объект тензорезисторы крепятся с помощью клея со стороны подложки. Для изготовления тензорезисторов используют константан, нихром, никель, висмут, а также кремний и германий.

По виду измеряемых физических величин тензометрические датчики разделяются на пять категорий.

1) измерения сил – тензометрический датчик силы представляет собой гибкое тело, которое под влиянием действующей силы подвергается линейной деформации (рисунок 1, а). Тензорезистор, наклеенный на рабочее тело датчика, являющегося опорой для груза или прилагаемого усилия, может измерить силу, направленную на эту опору, или вес лежащего на ней груза. Осевые тензометрические датчики нагрузки применяются в различных видах взвешивания: мобильное измерение нагрузки в различном подъемном оборудовании; стационарное взвешивание нагрузки на платформах, в цистернах, силосах, кузовах машин.

2) измерения вибрации/ускорения – тензорезистор, наклеенный на тонкую упругую пластину, позволяющий измерять частоту, а также амплитуду воздействующих на пластину вибрации и ускорения (рисунок 1, б). Предназначен для измерения ускорений движущихся объектов – самолетов, ракет, наземных или морских средств; вибрационного ускорения жестких конструкций - до десятков кГц; измерения ударных импульсивных ускорений.

3) измерения перемещений – тензорезистор, наклеенный на упругий элемент, позволяющий определить перемещение и усилие на этот упругий элемент (рисунок 1, в). Примером применения служит деформация упругого элемента, пропорциональная углу поворота дроссельной заслонки, в процессе работы карбюратора при открытии дроссельной заслонки и повороте ее приводного вала, преобразуемая при помощи собранных в мостовую измерительную схему тензорезисторов в выходной электрический сигнал.

4) измерения давления – тензорезистор, наклеенный на диафрагму (мембрану), позволяющий определить давление воздуха или жидкости на эту диафрагму (рисунок 1, г). Как правило, тензорезистор приклеивают на заднюю поверхность диафрагмы, чтобы избежать его повреждения за счет непосредственного давления воздуха или жидкости. Особенность таких преобразователей – использование малых деформаций чувствительных элементов, что повышает их надежность и стабильность характеристик, и обеспечивает виброустойчивость.

5) измерения крутящего момента – тензорезистор, наклеенный на карданный вал автомобильного двигателя, или торсионный вал бурильной машины, позволяющий измерить силу трансмиссии, иными словами крутящий момент данного вала (рисунок 1, д). [1]



Рисунок 1. Тензометрические датчики измерения:

а) – силы и веса; б) – вибрации/ускорения; в) – перемещений;
г) – давления; д) – крутящего момента

В зависимости от измеряемой величины и расположения в конструкции тензометрические датчики могут работать на различные виды нагружения: изгиб, сдвиг, растяжение (сжатие). Основные конструктивные типы тензометрических датчиков (рисунок 2):

– **балочные** тензодатчики имеют форму балки (простая балка или балка среза), один край которых крепится неподвижно, на противоположный край прикладывается сила;

– **мостовые** тензодатчики имеют также форму балки (двухопорные или сдвоенная балка), крепление которых происходит с обеих сторон, сила прикладывается посередине;

– **одноточечные** тензодатчики по форме и способу закрепления похожи на балочные, но имеют особенную внутреннюю конструкцию, позволяющую быть нечувствительным к смещению точки приложения силы;

– **колонные** тензодатчики имеют форму колонны и сферические опорные поверхности определенного радиуса, позволяющие им самостоятельно возвращаться в горизонтальное положение;



а)



б)



в)



г)



д)



е)

Рисунок 2 - Конструктивные типы тензорезисторных датчиков:

а) – балочный, б) – одноточечный, в) – колонные, г) – типа «шайба», д) – S-образный, е) – миниатюрный.

– **тензодатчики типа «шайба»** отличаются от колонных отсутствием степени свободы качения. Верхняя часть датчика выполняется в виде сферы, что позволяет исключить передачу изгибающего момента на датчик;

– **S-образные тензодатчики** могут работать как на сжатие, так и на растяжение, но чаще используются при растяжении в виде подвесов бункеров и прочих емкостей;

– **миниатюрные тензодатчики имеют малые размеры** для возможности применения в местах с ограниченным пространством и рассчитаны на малые нагрузки. [2]

По данным проведенного патентного поиска за период с 2005 г. по 2015 г., в различных отраслях промышленности и сельского хозяйства иностранными фирмами получен 21 патент на системы для взвешивания и дозирования на борту мобильных агрегатов. Активное патентование показывает интерес к этому вопросу за рубежом и позволяет сделать заключение о перспективности данного направления в современном весоизмерительном оборудовании.

Одной из возможностей для замены классических автомобильных весов является «взвешивание на борту», т. е. размещение тензодатчиков измерения веса на самом транспортном средстве, между кузовом и рамой шасси. Рама шасси выполняет функции фундамента, кузов является грузоприемной платформой (рисунок 3).



Рисунок 3. Схема размещения бортовых весов на самосвале

ЗАО «ВИК «Тензо-М» совместно со специалистами ГОУ ВПО «Ижевский государственный технический университет» разработаны бортовые весы для контроля перевозок самосвалами на основе освоенных в серийном производстве датчиков веса. Бортовые весы самосвала состоят из датчиков веса, монтируемых под кузовом, и электронного индикатора в кабине водителя. Сигнал бортовых весов совместим с применяемыми бортовыми системами контроля координат автомобиля.

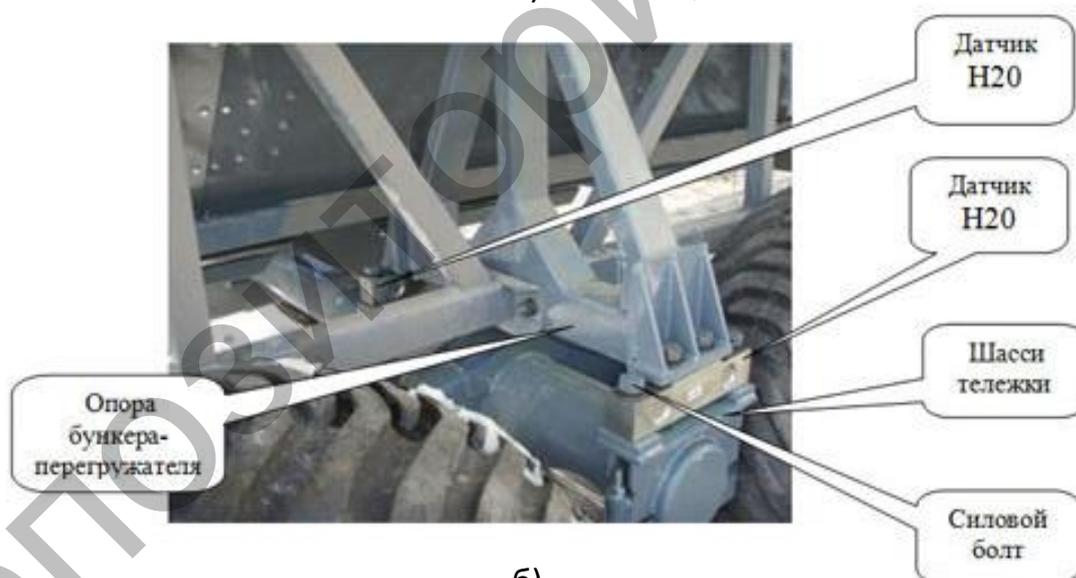
Бортовые автомобильные весы позволяют владельцам и арендаторам самосвала предотвращать поломки, либо объективно устанавливать их причины – перегрузка, плохая дорога, слабая конструкция рамы и других узлов, неправильный выбор скорости (совместно с системой определения координат автомобиля). Появилась возможность контролировать работу водителей, экономить на текущих и капитальных ремонтах за счет эксплуатации самосвала

в оптимальном режиме, уменьшить износ покрышек, объективно учитывать массу перевезенного груза, сократить километраж перевозок [3].

Бункеры-перегрузчики зерна ООО «Лилиани» во время уборки зерновых и пропашных культур принимают зерно с комбайна, перевозят его к краю поля и пересыпают в автомобиль-зерновоз (рисунок 4). Их применение сокращает потери зерновых, уменьшает простои комбайнов и предотвращает уплотнение верхних слоев пашни, неизбежное, если автомобили-зерновозы подъезжают непосредственно к комбайну.



а)



б)

Рисунок 4. Бункер-перегрузчик ООО «Лилиани»: а) – общий вид; б) – расположение тензодатчика между опорой бункера и шасси

Для учета погруженного и выгруженного зерна под опоры бункера установлена весоизмерительная система на четырех тензопреобразователях, размещенных между рамой бункера и шасси тележки. Датчик в тягово-сцепном устройстве измеряет часть веса, приходящегося на фаркоп трактора-транспортировщика.

Оснащение бункера-перегрузчика системой взвешивания на борту позволяет контролировать количество загруженного в бункер зерна в поле во время уборки урожая и отгружать на элеваторе без дополнительного взвешивания на стационарных весах тока.

Применение электронных систем дозирования не требует постоянного контроля и регулировки – все процессы автоматизированы, и вмешательство оператора требуется только в исключительных случаях. При этом практически исключается возможность недобросовестного отношения со стороны сотрудников на этапах дозирования, погрузки или отгрузки готовой продукции. Отчеты о процессах, которые происходят на объекте, формируются автоматически, сохраняются в электронной памяти. Их можно просмотреть или распечатать в любой момент, а также переслать по электронной почте или с помощью sms-сообщения. Учитывая разнообразие форм и широту возможностей, возможно оборудование тензометрическими преобразователями не только бункера или силоса, но практически любой конструкции, в которой находится материал для взвешивания или дозирования.

Из механики известен постулат о том, что опора на три точки определяет единственно возможное положение плоскости, опора на четыре точки предполагает множество комбинаций. Для обеспечения максимальной точности на дозирующие устройства необходимо устанавливать не менее трех тензодатчиков. Особенно это актуально в процессе дозирования сыпучих материалов, которые отличаются эффектом смещения центра тяжести емкости при ее наполнении. Введение поправки для корректировки этого эффекта в случае одного или двух датчиков практически невозможно.

Фирма Buschhoff (Германия), известный производитель мобильных комбикормовых заводов, выпускающий типовой ряд TOURMIX02-VE с весовым смесителем в 8300 литров (рисунок 5), использует весовую систему, работающую с помощью трех тензодатчиков. [4]



Рисунок 5. Мобильный комбикормовый завод TOURMIX02

Весовой дозатор бункерного типа представляет собой устройство для автоматического дозирования кормов и материалов, предназначенных для последующей упаковки или введения в состав смесей. Принцип действия основан на преобразовании силы веса дозируемого материала, находящегося в емкости бункера, с помощью тензодатчиков в электрический сигнал, пропорциональный массе груза.

В зависимости от способа закрепления бункера и расположения опор применяются различные по конструкции типы тензодатчиков. Для тензометрирования подвешенного бункера используются **S-образные тензодатчики (рисунок 6)**. При расположении опор на полу или на среднем уровне применяются тензодатчики типа «шайба», имеющие полусферическую верхнюю часть. [5]



Рисунок 6. Способы закрепления бункерных дозаторов и применяемые тензорезисторные датчики

Приведенные примеры практического применения тензометрических систем как основы взвешивания и дозирования демонстрируют возможности совершенствования и оптимизации процессов взвешивания, дозирования и фасовки кормов и других сыпучих материалов, применяемых в агропромышленном комплексе.

Список литературы

1. Костилов, К. Тензометрические датчики силы / К. Костилов, Й. Чуван // [Электронный ресурс]. – Режим доступа http://www.kite.ru/articles/sensor/2010_1_16.php
2. Применение тензорезисторов для измерения физических величин // [Электронный ресурс]. – Режим доступа http://www.zetlab.ru/support/articles/tenzo/tenzo_use.php
3. Годзиковский, В. А. Весы на борту транспортного средства – большая экономия и новые возможности для грузоперевозчиков // [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://www.tenso-m.ru/publications/349/>
4. Мобильный комбикормовый завод TOURMIX // [Электронный ресурс]. – Режим доступа http://vilomix.net/tourmix_kombikormovy_i_zavod.html
5. ТВЭУ – тензометрическое весоизмерительное электронное устройство // [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://www.tenso-m.ru/f/catalog>

УДК 631.312.35

К ВОПРОСУ УМЕНЬШЕНИЯ УДЕЛЬНОГО РАСХОДА ТОПЛИВА ТРАКТОРА «БЕЛАРУС 2022» НА ПАХОТЕ

О.И. Мисуно, канд. техн. наук, доцент;
А.И. Осирко, инженер

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»
г. Минск, Республика Беларусь
e-mail: 1misuno.o.i@gmail.com

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы снижения расхода топлива при работе пахотных агрегатов в составе тракторов «Беларус 2022». Решение представляется в применении плугов с комбинированными рабочими органами, у которых по сравнению с лемешно-отвальными плугами меньшее тяговое сопротивление и лучшее качество обработки почвы.

Ключевые слова: трактор, лемешно-отвальный плуг, плуг с комбинированными рабочими органами, расход топлива.

TO THE QUESTION OF REDUCTION OF SPECIFIC FUEL
CONSUMPTION OF THE BELARUSIAN OF 2022 TRACTOR ON THE
PLOWED LAND