

Измерение веса — не настолько тривиальная задача, как может показаться на первый взгляд, особенно когда речь идет о быстром взвешивании движущихся тел — автомобилей, вагонов, продукции на конвейере

Семененко С.В.
ssv@logicon.ua

Семь раз измерь...

В любой задаче в области компьютерной автоматизации измерений, испытаний и управления технологическим производством самым главным моментом является выбор первичного преобразователя. Одной из таких задач является измерение веса, которое встречается в самых разных отраслях производства — от высокоточных лабораторных измерений до измерения веса карьерных грузовиков и железнодорожных составов.

Наиболее распространенными первичными преобразователями для измерения веса на данный момент являются резистивные тензодатчики. Тензометрия (от лат. *tensus* — напряженный, натянутый и греч. *metrēō* — измеряю) — экспериментальное определение напряженного состояния конструкций, основанное на измерении местных деформаций. При механической деформа-

ции материала его электрическое сопротивление изменяется. Данный эффект называется тензорезистивным эффектом. Тензодатчик — это своего рода конвертер, который преобразовывает обычную механическую силу в некие электрические показания.

История измерений веса

До того как тензодатчики появились в сфере промышленного взвешивания, весы, основанные на механических рычагах, могли взвешивать почти все — от таблетки до автомобиля. Ну а если их откалибровать и содержать в хороших условиях, то показания таких весов были очень точными. Механические весы могли использовать два метода взвешивания: это был либо механизм балансировки, либо механизм определения силы, основанный на механических рычагах.

Самыми первыми датчиками нагрузки для взвешивания, разработанные еще до тензометрических датчиков, были гидравлические и пневматические. В 1843 году английский физик Чарльз Уитстон изобрел мост для измерения электрического сопротивления проводников, названный впоследствии его именем. Мост Уитстона стал идеальным прибором для измерения изменений сопротивления, которые и происходят в тензодатчиках.

Несмотря на то что первый тензодатчик был изобретен в 40-х годах XIX века, их массовое изготовление стало экономически и технически возможным только после того, как это позволило развитие электроники и уровня производства. Однако еще во времена своего появления тензодатчики зарекомендовали себя как неотъемлемые компоненты механических весов, а также и как независимые датчики нагрузки.

Измерительные преобразователи Scaime



Программируемый измерительный преобразователь с цифровой индикацией PAX S

- ▶ Для промышленных весоизмерительных систем.
- ▶ Подключение до 4 параллельно соединенных датчиков (350 Ом).
- ▶ 4-проводная схема подключения.
- ▶ Погрешность измерения 0,02 %.
- ▶ Скорость измерения — до 20 отсчетов/с.
- ▶ Светодиодный 5-разрядный индикатор с высотой знака 14 мм.
- ▶ Модули расширения: дискретные (выходные реле или транзисторы); аналоговые 0—10 В или 4—20 мА; интерфейсные RS-232, RS-485, ModBus RTU, PROFIBUS-DP или DeviceNet.
- ▶ Габариты: 96,5 x 49,5 x 106,6 мм
- ▶ Степень защиты по передней панели IP65
- ▶ Рабочая температура от 0 до +45 °С.



Программируемый измерительный преобразователь с цифровой индикацией IPA 2000

- ▶ Для высокоскоростных весоизмерительных систем.
- ▶ Подключение до 4 параллельно соединенных датчиков (350 Ом).
- ▶ Погрешность измерения 0,05 %.
- ▶ Скорость измерения до 2000 отсчетов/с.
- ▶ Светодиодный 4-разрядный индикатор.
- ▶ Аналоговый выход ±10 В или 4-20 мА.
- ▶ Последовательный интерфейс RS-232.
- ▶ Два релейных выхода.
- ▶ Дистанционное управление функциями через дискретные входы или интерфейс RS-232.
- ▶ Габариты: 96 x 96 x 155 мм
- ▶ Степень защиты по передней панели IP65.



Программируемый весовой терминал IPC 50

- ▶ Для промышленных весоизмерительных систем.
- ▶ Подключение до 8 параллельно соединенных датчиков (350 Ом).
- ▶ 4- и 6-проводная схема подключения.
- ▶ Класс точности 3000d по OIML R76.
- ▶ Скорость измерения до 50 отсчетов/с.
- ▶ 6-разрядный ЖК-индикатор с высотой знака 25 мм.
- ▶ Интерфейс RS-232 для программирования и калибровки.
- ▶ Интерфейс RS-232 для принтера.
- ▶ Модули расширения: дискретный (ввод/вывод), интерфейс RS-485, хранения измерительных данных.
- ▶ Доп. оборудование: термопринтер, выносной индикатор (высота знака 58 мм).
- ▶ Исполнение в настольном корпусе (крашенная или нержавеющая сталь) или для панельного монтажа.
- ▶ Степень защиты IP65.
- ▶ Рабочая температура от -10 до +40 °С.



Цифровой измерительный преобразователь DMJ

- ▶ Подключение до 8 параллельно соединенных датчиков (350 Ом).
- ▶ 4- или 6-проводная схема подключения.
- ▶ Погрешность измерения 0,01 %.
- ▶ Разрешающая способность 24 разряда.
- ▶ Частота обновления данных до 100 Гц.
- ▶ Последовательный интерфейс RS-232 или RS-485.
- ▶ Поддержка протоколов Scmbus, ModBus или PROFIBUS-DP.
- ▶ Модули расширения: аналоговый (0-10 В, 4-20 мА), кодовый (двоично-десятичный код).
- ▶ Тестирование и калибровка через последовательный интерфейс.
- ▶ Напряжение питания 11,5—28 В постоянного тока.
- ▶ Габариты: 35 x 179 x 127 мм
- ▶ Монтаж на DIN-рейку.
- ▶ Рабочая температура от -10 до +40 °С.



Аналоговый измерительный преобразователь CPJ

- ▶ До 4 параллельно подключенных датчиков (350 Ом).
- ▶ 4- и 6-проводная схема подключения.
- ▶ Класс точности 0,05 %.
- ▶ Регулируемый коэффициент усиления 0,1—20 мВ/В.
- ▶ Полоса пропускания до 20 кГц.
- ▶ Встроенный источник калибровочного сигнала.
- ▶ Встроенный фильтр с 5 вариантами частоты среза.
- ▶ Выходной сигнал 0—10 В, 10 В или 4—20 мА.
- ▶ Напряжение питания 24 В постоянного тока.
- ▶ Варианты исполнения: в виде открытой платы, в корпусе для монтажа на DIN-рейку, в герметичном корпусе со степенью защиты IP66.
- ▶ Рабочая температура от 0 до +70 °С.

На сегодняшний день тензометрические датчики нагрузки доминируют в самом различном весоизмерительном оборудовании. Исключением стали лишь некоторые лаборатории, где все еще используются точные балансирующие весы.

Пневматические и гидравлические датчики также по сей день применяются в некоторых сферах деятельности человека.

Например, пневматические датчики нагрузки устанавливаются в местах, где очень важен фактор

внутренней безопасности и гигиены, тогда как гидравлические датчики нагрузки используются в отдаленных местах, где нет доступа к источнику бесперебойного электропитания, так как они в нем совсем не нуждаются.

Практика взвешивания

Одним из ведущих производителей тензодатчиков на данный момент является французская компания Scaime (www.scaime.com). В ее номенклатуре – тензодатчики веса и программируемые измерительные преобразователи, обеспечивающие измерение веса в диа-

пазоне от 1 г до 200 т! Эти датчики работают в широком температурном диапазоне, имеют степень защиты от IP60 до IP68 и могут располагаться во взрывоопасных зонах.

Модельный ряд тензодатчиков Scaime покрывает все основные области применения этого вида комплектующих в весовом оборудовании.

Они делятся на датчики консольного типа, датчики растяжения/сжатия и датчики сжатия. Подробнее характеристики датчиков представлены в таблице.

При установке тензодатчиков необходимо тщательно рассчитывать и выбирать размеры узлов встройки и других структурных эле-

Тензометрические датчики веса Scaime

Серия	AR	BE/BEF	AQ	AL	AK	AG	AN	AP
Тип	Консольный	Консольный	Консольный	Консольный	Консольный	Консольный	Консольный	Консольный
Предел измерения (RC)	200, 600, 1200 г	1; 3; 5; 10 кг / 3; 5 кг	5; 10; 15; 20; 30; 35 кг	3; 5; 7; 10; 10; 15; 20; 30 кг	6; 12; 30; 60; 120; 300 кг	1; 2,5; 5; 10; 15; 20; 30; 50; 75; 100 кг	30; 50; 100; 200 кг	75; 100; 150; 200; 250; 300; 500; 635 кг
Суммарная погрешность, % RC	0,02	0,1	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017
Класс точности (число поверочных интервалов, n max)	—	—	3000	3000	3000	3000	3000	3000
Минимальный поверочный интервал (V min), 1/—RC	—	—	1/5000, 1/10 000	1/5000, 1/10 000	1/6000, 1/12 000	1/5000, 1/10 000	1/5000, 1/10 000	1/5000, 1/10 000
Напряжение питания, В, номинальное/максимальное	-/5	5/10	10/15	10/15	10/15	10/15	10/15	10/15
Входное сопротивление, Ом	410±15	832±80	410±20	410±20	385±20	450±15	410±20	410±20
Выходное сопротивление, Ом	350±5	800±80	350±5	350±5	350±5	350±5	350±5	350±5
Рабочий коэффициент передачи, мВ/В	1—1,2	1,35±18 % (для 1 кг: 1,1)	2±10 %	2±10 %	2±10 %	2±10 %	2±10 %	2±10 %
Диапазон рабочих температур, °С	от -10 до +40	от -20 до +60	от -20 до +60	от -20 до +60	от -20 до +60	от -20 до +60	от -20 до +60	от -20 до +60
Диапазон температур компенсированный, °С	от +5 до +35	от -10 до +40	от -10 до +40	от -10 до +40	от -10 до +40	от -10 до +40	от -10 до +40	от -10 до +40
Безопасная перегрузка, % RC	150	150	150	150	150	150	150	150
Предельно допустимая перегрузка, % RC	200	200	200	200	200	200	200	200
Степень защиты по EN 60529 (ГОСТ 14254-96)	IP60	IP60	IP65	IP65	IP68	IP65	IP65	IP68
Материал	Алюминий	Алюминий	Алюминий	Алюминий	Алюминий	Алюминий	Алюминий	Алюминий
Максимальный размер платформы, мм	150 x 150 (для 200 г — 120 x 120)	150 x 150 (для BE — 100 x 100)	350 x 350	300 x 350 (для 3 кг — 200 x 240)	350 x 350 (6 и 12 кг) 420 x 420 (30 и 60 кг) 600 x 600 (120 и 300 кг)	400 x 400	500 x 500	700 x 700
Особенности	Высокая точность. Для ювелирных и лабораторных весов	Низкая цена. Для серийных и недорогих изделий	Низко-профильная конструкция. Высокая точность. Для почтовых или торговых весов	Рекомендуется для почтовых или торговых весов	Высокие динамические характеристики. Рекомендуется для пищевой или химической промышленности	Универсальный тип. Высокая точность	Дополняет серию AG в сторону больших нагрузок	Низко-профильная конструкция (высота 47 мм). Работа со значительными несимметричными нагрузками

ментов, чтобы они соответствовали возможному допустимым перегрузкам проектируемых весов. Кроме того, при взвешивании вертикально установленных емкостей необходимо принимать дополнительные меры предосторожности во избежание опрокидывания емкости из-за воздействий сильного ветра или

случайных боковых ударов. Также нужно учитывать возможные вибрации и наличие циклических нагрузок при выборе параметров модулей взвешивания.

Обратите внимание, что даже датчики из нержавеющей стали могут быть подвержены коррозии в местах соприкосновения с крепежными

болтами или другими металлическими элементами креплений, в том числе из обычной стали. Поэтому при проектировании весовой системы желательно предусмотреть встроенные или дополнительные элементы безопасности конструкции на случай слома или разрыва датчика или элементов узлов встройки.



	SK30X	SB30X	F60X	F60X	ZFA	SD25X	CA40X	CA40X	R10X
	Консольный	Консольный	Консольный	Консольный	Сжатия/растяжения	Сжатия/растяжения	Сжатия	Сжатия	Сжатия
	300; 500, 1000, 2000 кг	500; 750; 1200; 2000 кг	5; 10; 20; 50; 100; 200; 300; 500 кг	0,5; 1; 2; 5 т	25; 50; 100; 200; 500 кг; 1; 2; 5 т	0,5; 1; 2; 4; 6 т	5; 10; 20; 40 и 60 т	100; 200 т	2,5; 5; 10; 15; 30 т
	0,017	0,017	0,017; 0,008	0,017; 0,013	0,03	0,02	0,017	0,024	0,05
	3000	3000	3000, 6000	3000	1000	2500	3000	3000	1000
	1/10 000	1/10 000	1/5000, 1/10 000	1/5000, 1/10 000	1/2000	1/5000	1/10 000	1/5000	—
	-/15	10/15	10/15	10/15	10/15	10/15	10/15	10/15	10/15
	385±20	380±20	385±20	385±20	385±5	1100±50	820±50	820±50	700±10
	350±5	350±5	350±5	350±5	350±5	1000±10	700±5	700±5	700±3
	2±0,1 %	3±0,25 %	2±0,1 %	2±0,1 %	3±0,5 %	1,2±1 %	2±0,1%	2±0,1 %	2±0,1 %
	от-20 до +60	от-20 до +60	от-20 до +60	от-20 до +60	от-20 до +60	от-20 до +60	от-20 до +60	от -20 до +60	от -20 до +70
	от-10 до +40	от-10 до +40	от-10 до +40	от-10 до +40	от-10 до +50	от-10 до +40	от-10 до +40	от-10 до +40	от-10 до +40
	150	120	150	150	120	150	150	150	150
	200	200 (для 2000 кг – 150)	200	200	150	200	200	200	300
	IP68	IP65	IP68	IP68	IP65	IP65	IP68	IP68	IP68
	Нерж. сталь	Нерж. сталь	Нерж. сталь	Нерж. сталь	Сталь с никелевым покрытием	Нерж. сталь	Нерж. сталь	Нерж. сталь	Нерж. сталь
	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Низкопрофильная конструкция. Для всех типов промышленных весов	Сверхплоская конструкция (высота 19 мм). Для низкопрофильных напольных весов, палетных весов и т. д.	Высокая степень защиты и высокая коррозионная стойкость (IP68, нерж. сталь)	Высокая степень защиты и высокая коррозионная стойкость (IP68, нерж. сталь)	Низкая цена. Простой монтаж. Работа на сжатие и растяжение	Компактная конструкция. Для переноса механических платформенных весов и др. весовых систем	Прочная конструкция для автомобильных весов. Высокая степень защиты и высокая коррозионная стойкость	Прочная конструкция для автомобильных весов. Высокая степень защиты и высокая коррозионная стойкость	Низкопрофильная конструкция. Весовые системы для силосов, цистерн, резервуаров

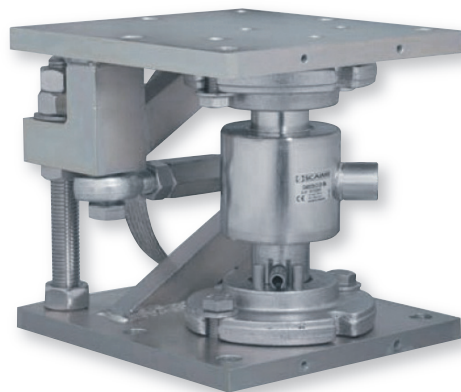
Если в весовой системе используется несколько датчиков, следует помнить, что наилучшая точность достигается при равномерно распределенной на датчики нагрузке, то есть в идеальном варианте на каждый датчик при взвешивании должна приходиться одинаковая нагрузка. Предел взвешивания датчиков необходимо выбирать с учетом максимальной неравномерности прикладываемой нагрузки. Боковые нагрузки снижают точность весовой системы и должны быть минимизированы.

При установке обязательно нужно следить за тем, чтобы поверхность датчика в месте крепления к узлустройки была чистой и ровной. Размеры крепежных болтов, их материал и усилие затягивания – очень важные параметры при установке датчиков. Любое отклонение от спецификации для установочных элементов должно быть тщательно обосновано. Для упрощения монтажа датчиков, для увеличения надежности и достижения более точных результатов измерений фирма Scaime предлагает различные готовые монтажные комплекты, как, например, комплект Stabican для датчиков серии CA40X.

Сварка непосредственно вблизи тензодатчика может повредить его. Не допускайте прохождения тока сварки через датчик, отключайте кабели датчика при проведении сварочных работ.

Для подключения тензодатчиков и обработки их сигналов используются измерительные преобразователи (см. вставку на с. 39). Это устройства, преобразующие измеряемую физическую величину (в нашем случае сигнал тензодатчика) в электрический сигнал для его последующей передачи, обработки или регистрации в электронной системе взвешивания.

Для расширения функциональных возможностей измерительных преобразователей фирма SCAIME предлагает различные коммуникационные модули. С их помощью обеспечивается подключение преобразователей к одной из промышленных сетей – Profibus DP, DeviceNet или Modbus (RTU и ASCII). В результате весоизмерительные системы на базе измерительных преобразователей Scaime могут быть достаточно легко интегрированы в уже существующие или проектируемые АСУ ТП.

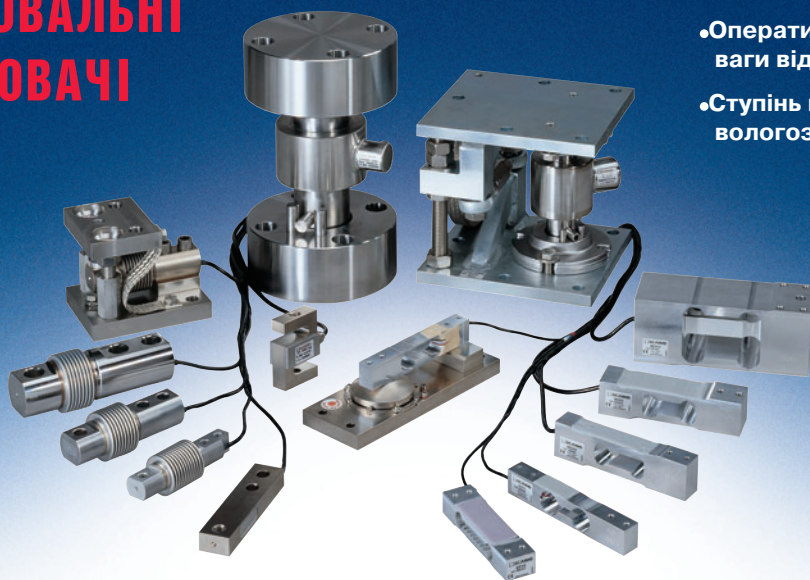


Монтажный комплект Stabican для установки на нем датчиков серии CA40X обеспечивает высокую надежность весоизмерительной системы и точные результаты измерений

Коммуникационные модули могут быть либо заказаны уже установленными в измерительный преобразователь самим производителем, либо приобретаться отдельно для самостоятельной модернизации ранее купленного преобразователя. Конфигурационные файлы, необходимые для работы в сетях Profibus DP и DeviceNet, можно получить через Internet. **MA**



ДАТЧИКИ ВАГИ ТА ВИМІРЮВАЛЬНІ ПЕРЕТВОРЮВАЧІ



- Для промислових та торговельних вагових систем
- Оперативний контроль ваги від 1 г до 200 т
- Ступінь пило- та вологозахисту до IP67

ЛОГІКОН
Засоби промислової автоматизації
www.logicon.ua

КИЇВ:
Тел./факс: (044) 522-8180
(044) 522-8019
E-mail: info@logicon.ua

ХАРКІВ:
Тел.: (057) 716-7839
Тел./факс: (057) 716-9268
E-mail: kh@logicon.ua

ЗАПОРІЖЖА:
Тел.: (0612) 34-2771
Тел./факс: (0612) 34-2771
E-mail: zp@logicon.ua

ДОНЕЦЬК:
Тел.: (062) 345-6649
Тел./факс: (062) 345-6650
E-mail: dn@logicon.ua