

## Принцип действия тензометрического датчика силы

Статья описывает основные принципы действия тензометрического датчика силы, конструкцию датчика и присоединение его к электронному блоку.

Ключевые слова: тело, подвергающее деформации ; тензометр, к-фактор, электрический мост , электронный преобразователь.

Принцип действия тензометрического датчика силы изображён на рис.1. Для простоты возьмём стальной стержень длиной  $L$  и сечением  $S$ , на который действует по направлению тяги сила  $F$ . Стержень удлинится по направлению оси, причём на основании закона Гука удлинение прямо пропорционально действующей силе, т.е.  $\Delta L / L \approx F$ . Мы предполагаем, что по всей длине стержня наклеен проводник сопротивления сечением  $S_w$ . Его электрическое сопротивление  $R = \rho L / S_w$ , где  $\rho$  - удельное электрическое сопротивление данного проводника.

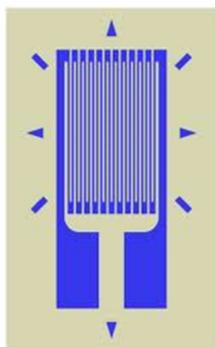


Рисунок 1  
Тензометр

Удлинением стержня увеличивается и длина проводника, и одновременно уменьшается его сечение. Вследствие этого, сопротивление проводника увеличится на величину  $\Delta R$ . Относительное увеличение сопротивления  $\Delta R / R$  происходит до определённого размера. Оно тоже линейное и в конечном результате тогда прямо пропорционально действующей силе. От этого можно вывести основное уравнение, которое можно использовать для расчёта переноса механической величины (силы) на электрическую величину (сопротивление):

$$\frac{\Delta R}{R} = k \frac{\Delta L}{L}$$

Коэффициент  $k$  называется  $k$ - фактор. В случае, если мы обозначим относительную деформацию  $\epsilon = \Delta L / L$ , то потом по закону Гука для механического напряжения действует  $\sigma = \epsilon E$ , где  $E$  является модулем упругости стержня. В практике это значит, что относительное изменение сопротивления зависит, кроме величины силы  $F$ , и от свойства использованного материала. Тогда существует разница, если датчик будет изготовлен из стали или алюминия.

На практике деформация не измеряется с помощью проводника сопротивления, а с помощью элемента, который называется тензометром. Обычный металлический тензометр представляет собой фольгу с размерами приблизительно 10 x 12 мм и на неё нанесен слой в виде меандра

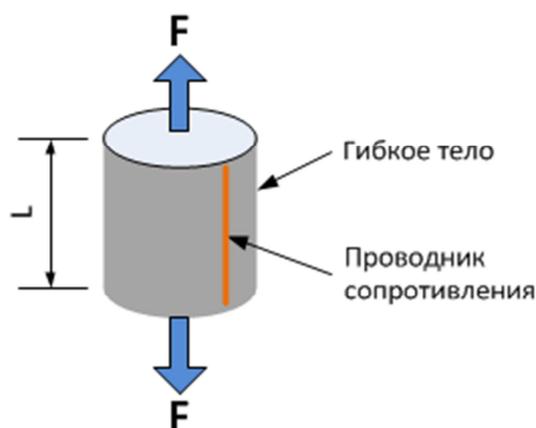


Рисунок 2. Принцип  
тензометрического датчика силы

(рисунок 2). К-фактор металлического тензомера - приблизительно 2. Существуют и полупроводниковые тензометры, которые имеют к- фактор приблизительно до 200, однако, у таких тензометров существуют иные недостатки, особенно температурная неустойчивость. Тензометры наклеивают на тело специальным клеем на базе эпоксид-ной смолы .В практике при конструкции датчиков очень редко применяют один тензомер. На тело наклеивают несколько тензометров, чаще всего четыре штуки и соединяют их в мост. Мы получим, таким образом, более сильный сигнал и лучшие свойства датчика. Номинальное сопротивление мостика обычно бывает 350  $\Omega$ .

## Конструкция простого датчика силы

Примером простого датчика силы может быть плоская стальная балка, одним концом защемлённая, а на другом конце напрягаемая на изгиб (рис. 3). На балке расположены всего четыре тензомера: два сверху и два снизу. При действии силы  $F$  балка огибается и вследствие этого верхние тензометры (Т1, Т3) растягиваются, а нижние (Т2, Т4) сжимаются. Для того, чтобы сигнал был максимальный, тензометры соединяют в мост по рисунке 4. Тензометры Т1, Т3 повышают своё сопротивление, тензометры Т2, Т4 - понижают. Пока к мосту между клеммы  $E_{х+}$  и  $E_{х-}$  будет подключено напряжение питания, напряжение на диагонали моста будет расти (в смысле обозначения клемм +, -). На этом принципе, т.е. часть конструкции датчика при действии силы сжимается, а часть растягивается, работает большая часть стандартных тензометрических датчиков силы. Тело конструкции называется деформационным телом и на нём находятся четыре тензометры (два сжимаются, два растягиваются), они соединены в мост.

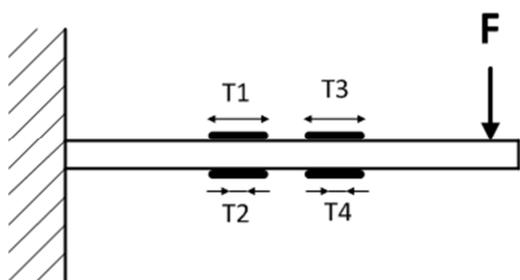


Рисунок 3. Простой датчик силы

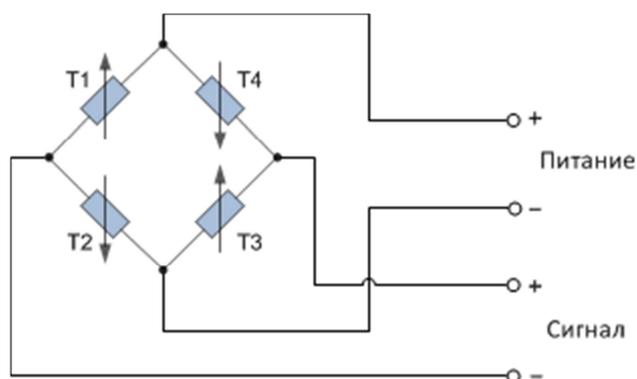


Рисунок 4. Соединение тензометров в датчике

## Присоединение датчика к электронному блоку

Из конструкции тензометрического датчика силы видно, что электронный блок для обработки сигнала должен иметь хотя бы две части. А именно: источник питающего напряжения для моста и усилитель сигнала. Такой блок обычно называют преобразователем, и его блокная система изображена на рисунке 5. Как видно, преобразователь имеет ещё некоторые другие блоки. Блок питания преобразователя необходим в том случае, если на выходе должно быть и отрицательное напряжение. Активный фильтр применяется для понижения шума и повышения устойчивости выходного сигнала. У некоторых преобразователей можно переключать предельные частоты фильтра. Преобразователь тока необходим в том случае, если на выходе требуется и токовый сигнал. Все приведённые блоки имеют и преобразователи EMS168 а EMS170.

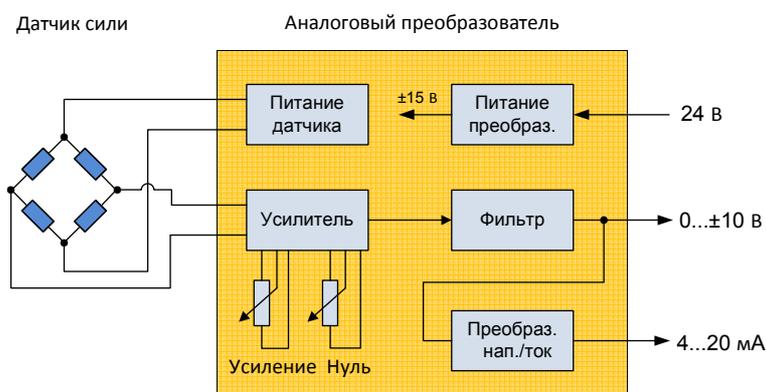


Рисунок 5. Блокная схема преобразователя с присоединённым датчиком