

Электроконтактные датчики

Электроконтактные датчики являются наиболее простыми и поэтому наиболее распространенными датчиками, осуществляющими контроль предельных размеров изделия. Однако большинство схем с электроконтактными датчиками не дают возможности определить действительный размер изделия. Индуктивные, емкостные, пневматические и ряд других типов датчиков этого недостатка не имеют.

При помощи устройств с электроконтактными датчиками может осуществляться контроль размеров при обработке деталей, рассортировка деталей на группы в зависимости от действительного размера, контроль погрешности формы и пр. В зависимости от назначения электроконтактные датчики выпускаются однопредельными, двухпредельными и многопредельными.

Контактные измерители разбиваются на две группы: 1) с перемещением контактов, равным перемещению измерительного штока (рис.80,а) и с перемещением контактов, увеличенным по сравнению с перемещением измерительного штока – рычажным.

В рычажных измерительных головках благодаря наличию механизмов, увеличивающих перемещение контактов, погрешности, зависящие от состояния контактов и их настройки уменьшаются пропорционально передаточному отношению. Следовательно, точность контроля рычажными измерителями при прочих разных условиях выше, чем безрычажными.

Наибольшее распространение получили системы с одним неравноплечим рычагом. Такие системы наиболее просты для передаточных отношений от 3 : 1 до 10 : 1. Шток 1, перемещающийся в направляющих 3 (рис.80,б) и опирающийся на изделие, несет хомут 2, к которому пружина 5 прижимает короткий конец неравноплечего рычага 6. На длинных концах рычага 6 укреплены контакты, замыкающиеся с контактными винтами 4 и 7. При пропуске изделия с завышенным размером хомут 2 отходит от рычага 6.

Рычажные системы для передаточных отношений больших 10 : 1 часто выполняются с короткоплечевыми рычагами по типу применяемых в миниметрах (рис.80,в). Здесь верхний конец измерительного штока 1 действует на траверсу 7, упирающуюся в неподвижную призму 6. Траверса 7 скреплена с рычагом 5, на конце которого имеются контакты 3. Регулируемые контакты 2 и 4 укреплены на конусе головки. Передаточное отношение такой головки определяется отношением длины плеча рычага к длине плеча а траверсы и может достигать 20 – 30.

Рычажные системы с короткоплечими рычагами сложны в изготовлении и вытесняются пружинно-рычажными системами (рис.80,г), осуществляющими передаточные отношения до 100 : 1. Механизм имеет две колодки 2 и 7. Колодка 7 закреплена на корпусе, колодка 2 подвешена к ней на двух плоских пружинах 8. В подвижную колодку ввернут измерительный шток 1, опирающийся концом на контролируемое изделие. Две плоские пружины 6, каждая из которых закреплена нижним концом в своей колодке, сверху жестко соединены между собой и несут на себе стерженек с шариками из изоляционного материала, служащие для замыкания контактов 4. Винты 8 и 5 устанавливают контакты 4 в зависимости от контролируемого размера.

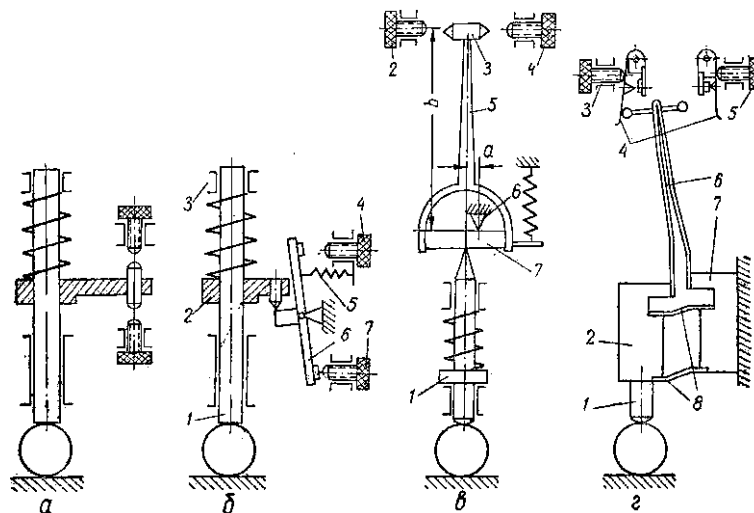


Рис. 80. Типовые схемы электроконтактных датчиков:

а- безрычажный датчик; б- датчик с неравноплечим рычагом; в- датчик с короткоплечим рычагом; г- датчик с пружинно-рычажным механизмом.

Датчик может быть быстро настроен по одной образцовой детали, величина контролируемого размера которой должна быть аттестована, или по индикатору.

В электроконтактном датчике рабочая пружина создает усилие P_p , необходимое для преодоления сил трения и веса подвижных частей датчика и создания необходимого измерительного усилия P_i . Рассмотрим методику расчета пружины для датчика со схемой, представленной на рис.82. На шток с измерительным наконечником этого датчика действуют следующие силы [13]:

P_1 – составляющая от веса рычага датчика;

P_2 – вес деталей штока и измерительного наконечника;

F – сумма сил трения;

$P_{ш}$ – составляющая от усилия изгиба плоской пружины шарнира рычага;

P_k – контактное усилие (составляющая от реакции со стороны контактов).

Усилие рабочей пружины минимально в крайнем нижнем положении штока и при перевернутом вертикальном расположении его, когда силы веса подвижных частей действуют навстречу усилию пружины.

Измерительное усилие в нижнем положении штока

$$P_{из.н} = P_{из.в} - P_2 - \frac{l_1}{l_0} \cdot P_1 - F + P_{ш} \quad (132)$$

то же в верхнем положении штока

$$P_{из.в} = P_{из.н} - P_2 - \frac{l_1}{l_0} \cdot P_1 - F \quad (133)$$

Формулы (132) и (133) составлены в предположении, что рычаг с контактами не имеет прогиба в верхнем положении штока, т. е. в этом положении усилие, возникающее при изгибе плоской пружины $P_{ш}$, равно 0.

Кроме того, можно написать

$$P_{из.в} = P_{из.н} + k \cdot x_0$$

где k – жесткость пружины;

x_0 – рабочий ход.

Разность выражений (132) и (133)

$$P_{из.в} - P_{из.н} = k \cdot x_0 - P_{ш} = \Delta P$$

откуда

$$k = \frac{\Delta P + P_w}{x} \quad \text{в} \quad (134)$$

Колебание измерительного усилия ΔP задается при проектировании.

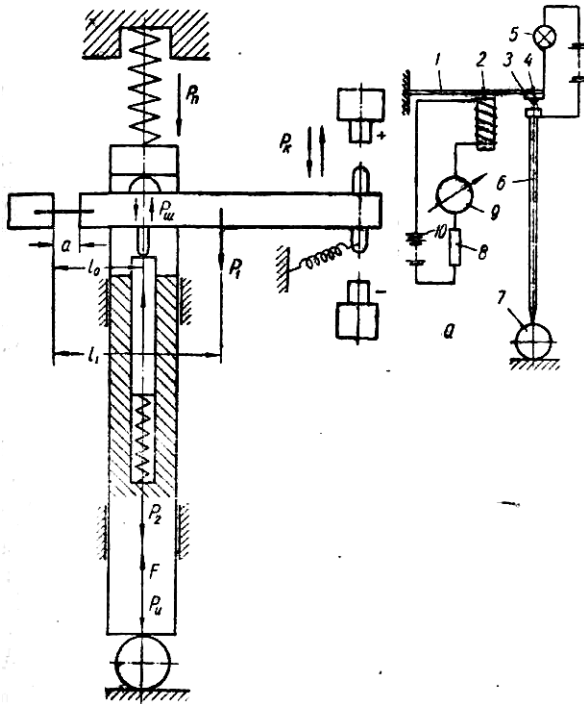


Рис. 82. Схема усилий, действующих на электроконтактный датчик.

Рис. 83. Сортировочный датчик с электромагнитным управлением БВ-929 а-принципиальная схема.

Ход x_1 в конце плоской пружины определяется по величине рабочего хода x_0 головки:

$$x_1 = x_0 \cdot \frac{a}{l_0}$$

Усилие на конце плоской пружины, если рассматривать ее как балку, закрепленную одним концом, при величине прогиба x_1 ; можно определить по формуле

$$P' = x_1 \cdot \frac{3 \cdot E \cdot J}{a^3} = x_1 \cdot \frac{b \cdot h^3}{4 \cdot a^3} \cdot E,$$

где b – ширина пружины;

h – высота пружины;

E – модуль упругости материала пружины

Это же усилие, отнесенное на ось штока,

$$P_w = P' \cdot \frac{a}{l_0} = x_0 \cdot \frac{a}{l_0} \cdot \frac{b \cdot h^3}{4 \cdot a^3} \cdot \frac{a}{l_0} \cdot E = \frac{x_0 \cdot b \cdot h^3 \cdot E}{4 \cdot a \cdot l_0^2} \cdot E \quad (135)$$

В выражения (132) и (133) входит сила трения F , которая может возникнуть при несоосном приложении измерительного усилия P . Принимая наибольший возможный эксцентриситет равным радиусу штока, определим величины нормальных сил

$$N = \frac{R \cdot P_{\pi}}{N}$$

и силу трения

$$F = 2 \cdot f \cdot N = 2 \cdot f \cdot \frac{R \cdot P_{\pi}}{N}$$

Определив усилия пружины $P_{п.в.}$ и $P_{п.н}$ и ее жесткость k по формуле (134), можно рассчитать размеры пружины.

Сортировка деталей на группы по какому-либо из размеров производится обычно с помощью многоконтактных датчиков (или индуктивных и емкостных).

В бюро взаимозаменяемости разработана оригинальная система, которая с одноконтakтным электродатчиком позволяет простыми методами создать сортировочный прибор. Принципиальная схема датчика БВ-929 изображена на рис.83,а. Стальная пружина 1, закрепленная в виде консольной балки, притягивается электромагнитом 2. Величина прогиба пружины зависит от притягивающей силы электромагнита, которая в свою очередь зависит от величины тока, протекающего через обмотку магнита. На свободном конце пружины укреплен контакт 3. На измерительном стержне 6, упирающемся в измеряемое изделие 7, помещен второй контакт 4. Замыкание контактов регистрируется любым способом, например лампочкой 5. Ток, протекающий через обмотку электромагнита, регулируется элементом 8 и контролируется прибором 9. Источник питания на схеме условно обозначен батареями 10.

Размер контролируемого изделия определяет положение контакта 4, а ток, протекающий через обмотку магнита, определяет прогиб пружины 1, т. е. положение контакта 3. При определенной величине тока, протекающего через обмотку, контакты замкнутся. Таким образом, размер изделия и величина тока, протекающего через обмотку магнита, взаимосвязаны.

Если установить зависимость между размерами изделия и величиной тока, протекающего через обмотку магнита, то можно получить сортировочное устройство, позволяющее сортировать изделия на большое число групп со значительной точностью. Для простейшего случая, а именно для притяжения электромагнитом консольно закрепленной плоской пружины, эта зависимость имеет вид

$$\delta = k \cdot l \cdot \sqrt[3]{(A_w)^2 \cdot \frac{S}{E \cdot I}},$$

где δ – величина смещения конца пластины;

k – коэффициент пропорциональности, зависящий от чисто геометрических факторов;

l – расстояние от места закрепления пластины до места приложения изгибающей силы;

A_w – ампер-витки обмотки электромагнита;

S – площадь полюсного наконечника электромагнита;

E и I – модуль упругости материала пластины и момент инерции сечения пластины.

На практике изменение тока происходит путем переключения сопротивлений автоматической релейной цепочки. При последовательном срабатывании звеньев релейной цепочки контакт на пружине датчика сближается с контактом на измерительном штоке, скачком перемещаясь на величину одной группы при

срабатывании каждого последующего реле. Электросхема построена так, что работа релейной цепочки мгновенно прекращается на том звене, на котором произошло замыкание контактов датчика. На светофорном табло при этом загорается соответствующая лампа, сигнализирующая номер размерной группы. Одновременно с этим релейная цепочка выдает команду на магнит, открывающий соответствующий ручей, куда направляется проконтролированная деталь.

Датчик работает только с соответствующей электросхемой, определяющей число групп и интервал между группами.

В Бюро взаимозаменяемости разработано несколько приборов с применением этого датчика. Один из них – полуавтомат БВ-982 для сортировки концевых мер длины после предварительной доводки, который работает на заводе “Калибр” в цеховых условиях в течение уже нескольких лет.

Обычные электроконтактные датчики используют измерительный наконечник, непрерывно контактирующий с обрабатываемой деталью. При использовании его в приборах активного контроля наконечник очень быстро изнашивается и точность измерения снижается.

К датчикам, лишенным этого недостатка, относятся так называемые виброиндуктивные датчики. Величина электродвижущей силы в индукционном преобразователе датчиков может быть определена по формуле

$$E_{\text{макс}} = 2 \cdot \pi \cdot p_0 \cdot B \cdot l \cdot A_{\text{макс}} \quad (139)$$

где p_0 – частота колебаний якоря;

B – магнитная индукция;

l – общая действующая длина обмотки катушки;

$A_{\text{макс}}$ – максимальная амплитуда колебаний.

При настройке рычажной системы виброконтактного датчика необходимо стремиться к тому, чтобы отношение частоты вынуждающей силы к частоте собственных колебаний было меньше или равно единице.