

Индуктивные преобразователи (датчики) и измерительные системы.

Индуктивные датчики основаны на преобразовании линейных перемещений в изменение индуктивности катушки. Преимуществами индуктивного метода измерений являются: непрерывность измерения; возможность регистрации непрерывно изменяющихся величин, что необходимо при контроле параметров зубчатых, колес, перемещений узлов станков и др.; возможность отсчета действительных отклонений измеряемой величины по шкале прибора; дистанционность измерений; высокая чувствительность и простота конструкции датчиков. Недостатками метода являются сравнительная сложность электрических схем включения датчиков и влияние отклонений параметров схемы на результаты измерения.

Индуктивный метод контроля может быть бесконтактным и контактным. В бесконтактных индуктивных измерительных системах контролируемая деталь (только из ферромагнитных материалов) непосредственно включена в магнитную цепь, образуя участок магнитопровода. За последние годы разработаны экспериментальные образцы бесконтактных индуктивных датчиков с высокой чувствительностью. Однако бесконтактный метод не нашел пока применения.

В контактных индуктивных датчиках положение измерительного стержня, зависящее от контролируемого параметра, определяет взаимное положение якоря и катушек датчика и индуктивность системы. Контактные индуктивные датчики могут быть простыми или дифференциальными. Верхний торец измерительного стержня 1 воздействует на якорь 2, подвешенный на плоской пружине 3. Изменение положения якоря, определяемое размером контролируемой детали 6, вызовет изменение воздушного зазора между якорем 2 и катушкой 5 простого датчика (рис. III.6, а) или перераспределение воздушного зазора между катушками 5 и 7 и якорем 2 дифференциального датчика (рис. III.6, б). При уменьшении зазора между якорем и катушкой 5 зазор между якорем и катушкой 7 увеличивается. Изменяется одновременно индуктивность обеих катушек, поэтому чувствительность дифференциального датчика вдвое выше, чем простого. Измерительное усилие создается пружиной 4.

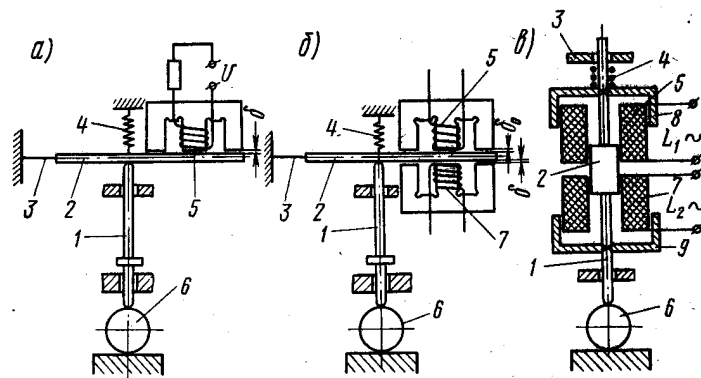


Рис. III.6. Принципиальные схемы индуктивных преобразователей

На рис. III.6, в изображена принципиальная схема дифференциального индуктивного датчика плунжерного типа с экранирующими кольцами. На измерительном стержне 1 датчика, перемещающемся в направляющих 3, закреплены ферритовый якорь 2 и два медных экранирующих кольца 8 и 9. Этот датчик обладает высокой чувствительностью, так как изменение индуктивности L_1 и L_2 обеих катушек зависит от совместного действия двух факторов: положений сердечника и колец. Датчик питается высокочастотным напряжением 50 — 100 кГц.

Сила магнитного притяжения в простом датчике может быть значительной и измерительному стержню, перемещающему якорь, приходится ее преодолевать, что вызывает необходимость увеличения измерительного усилия и является одним из недостатков простого индуктивного датчика [8].

В дифференциальном датчике силы магнитных притяжения в воздушных промежутках уравниваются и измерительный стержень должен преодолевать лишь силу тяжести подвижной системы датчика и усилие в пружинном шарнире.

В индуктивных датчиках переменной величиной является индуктивное сопротивление

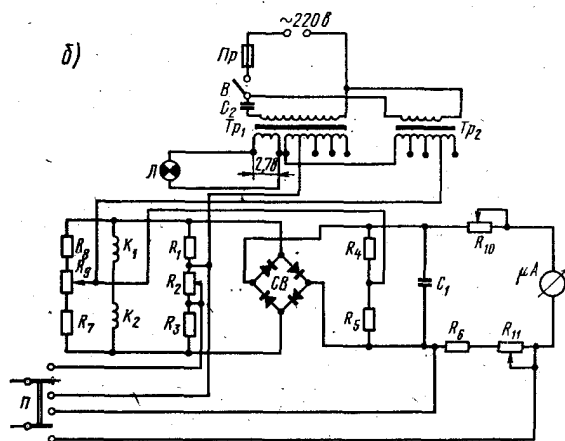
$$X = \omega L_x \quad (\text{III.16})$$

где ω — частота переменного тока; L_x — переменная индуктивность датчика.

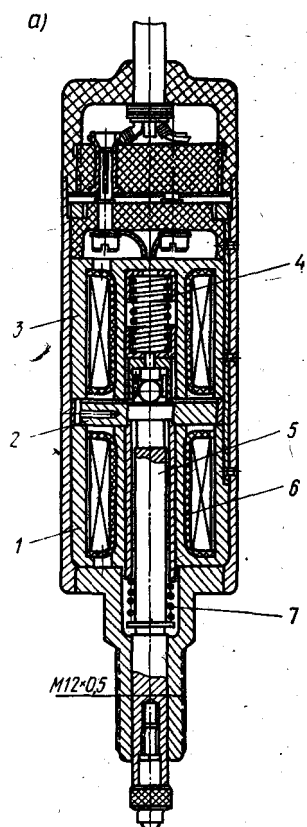
Индуктивность (гн) катушек датчика при ненасыщенном магнитопроводе

$$L_x = (4 \pi 10^{-9} \omega^2 s) / \delta \quad (\text{III.17})$$

где ω — число витков катушки; s — площадь поперечного сечения воздушного зазора, см^2 ; δ — переменная длина воздушного зазора, см.



Преобразователь ДИ1-М (рис. III.7, а) с пультом ПИ8-М (рис. III.7, б) является дифференциальным. Якорь 2 датчика выполнен в виде диска, расположенного между катушками 6. Датчик является безрычажным, и изменение величины воздушного зазора равно перемещению измерительного стержня 5 в направляющих втулках. Повышение чувствительности достигается за счет электрической схемы. Магнитопроводами датчика служат обоймы 1 и 3. Измерительное усилие в пределах рабочего хода создается пружиной 4, свободный ход измерительного стержня — пружиной 7. Индуктивные катушки K_1 и K_2 (см. рис. III.7, б) включены в плечи дифференциального моста; двумя другими плечами его являются сопротивления R_1 и R_2 . В диагональ моста включен селеновый выпрямитель СВ, питающий постоянным током цепь микроамперметра М-24. Схема питается от сети переменного тока с напряжением 220 в. Через предохранитель Пр, тумблер-выключатель В и феррорезонансный стабилизатор, состоящий из конденсатора C_2 , стабилизирующего Tr_1 и компенсационного Tr_2 трансформаторов, напряжение подается на мост. Общая точка катушек K_1 и K_2 датчиков соединена с общей точкой сопротивлений R_4 и R_5 , что обеспечивает падение напряжений в этих сопротивлениях, примерно равное падению напряжений в катушках датчика. Сопротивления R_4 и R_5 служат для дополнительного питания селенового выпрямителя СВ, что дает возможность получить высокую чувствительность и приемлемую линейность шкалы показывающего прибора μA . Прибор имеет две шкалы для грубого и точного отсчетов. Переход с одной шкалы на другую осуществляется переключателем П, который шунтирует реостаты R_2 и R_{11} и сопротивление R_6 , что повышает чувствительность схемы. При исходном положении якоря индуктивности катушек равны, сила тока в диагонали моста равна нулю, что соответствует нулевому показанию гальванометра. Смещение, якоря из нулевого положения вызывает разбаланс моста и в диагонали его протекает ток, сила направление которого соответствуют величине и направлению смещения якоря.



Датчик имеет рабочий ход измерительного стержня 0,6—0,8 мм при свободном ходе 4 мм. Пределы измерения по шкале ± 50 мкм при предельной погрешности измерения ± 2 мкм.