

## Емкостные преобразователи (датчики) и измерительные системы.

Емкостный метод измерений основан на преобразовании линейных перемещений в изменение электрической емкости конденсатора. По изменению емкости судят об изменении размера. Емкостный метод измерения может быть бесконтактным или контактным. При бесконтактном методе измерения контролируемая деталь непосредственно включается в электрическую цепь в качестве одной из пластин конденсатора.

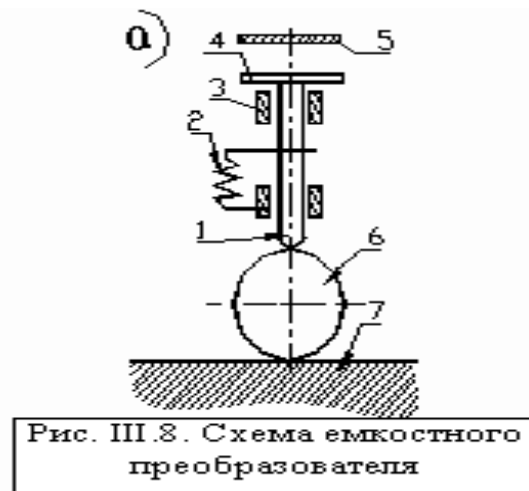


Рис. III.8. Схема емкостного преобразователя

Схемы некоторых типов контактных емкостных преобразователей изображены на рис. III.8. Простой емкостный преобразователь (рис. III.8, а) имеет две пластины конденсатора: подвижную 4, которая закреплена на измерительном стержне 1, перемещающемся в направляющих 3, и неподвижную 5. Изменение зазора  $\delta$ , между пластинами преобразуется в изменение емкости конденсатора  $C$ . В дифференциальном емкостном преобразователе (рис. III.8, б) подвижная пластина 4, закрепленная на измерительном стержне 1, перемещается между двумя неподвижными пластинами 5 и 8, образуя два конденсатора  $C_1$  и  $C_2$ , что значительно увеличивает чувствительность датчика. Измерительное усилие создается пружиной 2.

Переменным электрическим параметром емкостного преобразователя является емкость конденсатора [12,8]

$$C = (\epsilon S) / 4 \pi \delta \quad (\text{III.18})$$

где  $\epsilon$  — относительная диэлектрическая проницаемость среды между пластинами конденсатора;  $S$  — площадь пластин,  $\text{см}^2$ ;  $\delta$  — воздушный зазор между пластинами,  $\text{см}$ .

При смещении пластины конденсатора на некоторую величину  $x$

$$C = \epsilon S / 4 \pi (\delta - x) = \epsilon S / 4 \pi [1 - (x / \delta)] \quad (\text{III.19})$$

Умножая и деля последнее выражение на  $[1 + x/\delta]$  и считая член  $(x/\delta)^2$  в знаменателе величиной второго порядка малости, получим

$$C = \frac{\epsilon S}{4 \pi \delta} \left( 1 + \frac{x}{\delta} \right) = C_0 + C_0 \frac{x}{\delta} \quad (\text{III.20})$$

т. е. зависимость емкости конденсатора от величины перемещения измерительного стержня будет приближенно линейной.

Принципиальная схема устройства, в котором применен дифференциальный емкостный преобразователь с двумя неподвижными пластинами, включенными в мостовую схему, показана на рис. III.8, в. Изменение положения стержня 1, на конце которого закреплена подвижная пластина 4, при

измерении диаметра детали 6, установленной на столе 7, влечет за собой изменение емкости двух конденсаторов, образованных пластинами 4—5 и 4—8. Эти конденсаторы и регулировочный конденсатор 9 включены в мостовую схему, которая питается от высокочастотного генератора 10. Выходное напряжение преобразователя через усилитель 11 подается на отсчетный прибор 12 и исполнительное реле 13.

На рис. III.8, г изображена принципиальная схема цилиндрического емкостного датчика, разработанного ХСЗ. На измерительном стержне 1 закреплены две цилиндрические задающие втулки 2, разделенные изоляционным промежутком 3, которые вместе со стержнем перемещаются в строго соосной ему съемной втулке 4. При подаче на задающие втулки напряжения  $U$  повышенной частоты на съемной втулке создается напряжение  $U_x$ , амплитуда которого является приближенно линейной функцией положения съемной втулки относительно задающих:

$$U_x = \Delta U(x/l) \quad (\text{III.21})$$

где  $\Delta U$  — перепад напряжения между задающими втулками;  $x$  — координата конца съемника относительно стыка задающих втулок;  $l$  — длина съемной втулки.

Установка охранных колец 5, которые находятся под напряжением, соответствующим заданному положению, позволяет устранить краевые эффекты на съемной втулке.

Расчет этого датчика показывает, что, задаваясь относительной погрешностью  $\delta = 10^{-5}$  и конструктивными параметрами [отношением  $\Delta/h = 0,04 \div 0,05$ , где  $\Delta$  — зазор между задающими втулками,  $h$  — радиальный рабочий зазор конденсатора ( $h = 1$  мм) и  $l = 60$  мм], можно получить диапазон линейности в пределах 93% интервала перемещений.

Емкостные датчики обладают малой инерционностью ( $< 0,04$  сек), высокой чувствительностью, весьма малым измерительным усилием, так как электростатического притяжения между пластинами очень малы. Несмотря на эти достоинства, они не получили пока достаточного распространения из-за сложности и недостаточной стабильности электронных схем включения. С усовершенствованием электронных приборов можно ожидать развития емкостного метода измерений.