

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОТЕНЦИОМЕТРИЧЕСКОГО ДАТЧИКА

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: изучение принципа действия, схем включения потенциометрического датчика (задающего устройства), исследование влияния нагрузки на характеристики устройства.

1. ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Потенциометрический датчик (измерительный преобразователь) представляет собой переменное электрическое сопротивление, величина выходного напряжения которого зависит от положения токосъемного контакта.

В лабораторной работе исследуется датчик, токосъемник которого может совершать угловое перемещение. При перемещении движка потенциометра выходное напряжение $U_{\text{ВЫХ}}$ изменяется пропорционально входному углу поворота φ_X . Здесь осуществляется преобразование углового перемещения в электрическое напряжение. Для режима холостого хода ($R_H = \infty$, рис. 1) статическая регулировочная характеристика датчика линейна, так как справедливо соотношение:

$$U_{\text{ВЫХ}} = \frac{U}{R} \cdot R_X,$$

где U - напряжение питания датчика (потенциометра);

R - сопротивление потенциометра;

R_X - сопротивление части обмотки потенциометра, соответствующее углу перемещения φ_X (рис.1)

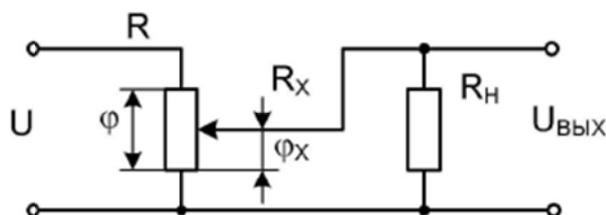


Рис. 1. Принципиальная схема потенциометра.

Учитывая, что $\frac{R_X}{R} = \frac{\varphi_X}{\varphi}$, где φ - полный угол поворота датчика потенциометра,

получим:

$$U_{\text{ВЫХ}} = \frac{U}{\varphi} \cdot \varphi_X = K \cdot \varphi_X, \quad (1)$$

где $\frac{U}{\varphi} \cdot \varphi_X$ - коэффициента преобразования потенциометра на ХХ.

В относительных единицах выражение (1) принимает вид:

$$e_{X0} = \bar{\varphi}_X, \quad (2)$$

где $e_{X0} = \frac{U_{\text{ВЫХ}}}{U}$ - относительное значение напряжения на выходе;

$\bar{\varphi}_X = \frac{\varphi_X}{\varphi}$ - относительное значение угла поворота датчика потенциометра;

А с учетом нагрузки $R_H \neq \infty$ получим, что

$$U_{\text{ВЫХ}} = \frac{R_X \cdot R_H}{R \cdot R_H + R \cdot R_X - R_X^2} \cdot U,$$

или в относительных единицах

$$e_x = \frac{r_x \cdot \beta}{\beta + r_x \cdot (1 - r_x)} = \frac{\bar{\varphi}_x \cdot \beta}{\beta + \bar{\varphi}_x \cdot (1 - \bar{\varphi}_x)}, \quad (3)$$

$r_x = \frac{R_x}{R}$ - относительное значение сопротивления обмотки потенциометра,

соответствующее углу поворота φ_x ;

$\beta = \frac{R_H}{R}$ - коэффициент нагрузки.

Ошибка, вызываемая нагрузкой, определится выражением:

$$\delta = e_{x_0} - e_x = r_x - \frac{r_x \cdot \beta}{\beta + r_x \cdot (1 - r_x)} = \frac{r_x^2 \cdot (1 - r_x)}{\beta + r_x \cdot (1 - r_x)}, \quad (4)$$

или

$$\delta = e_{x_0} - e_x = \bar{\varphi}_x - \frac{\bar{\varphi}_x \cdot \beta}{\beta + \bar{\varphi}_x \cdot (1 - \bar{\varphi}_x)} = \frac{\bar{\varphi}_x^2 \cdot (1 - \bar{\varphi}_x)}{\beta + \bar{\varphi}_x \cdot (1 - \bar{\varphi}_x)}, \quad (5)$$

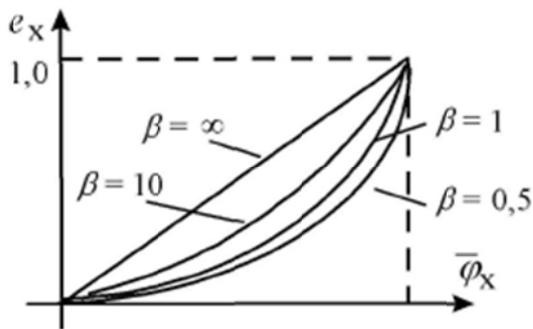
Если в выражении (3) принять постоянным коэффициент нагрузки $\beta = const$, то, изменяя $\bar{\varphi}_x$ получим статическую регулировочную характеристику $e_x = F(\bar{\varphi}_x)$ при $R_H = const$.

Изменяя R_H при постоянном значении $\bar{\varphi}_x$ получим статическую внешнюю характеристику $e_x = f(R_H)$ при $\bar{\varphi}_x = const$.

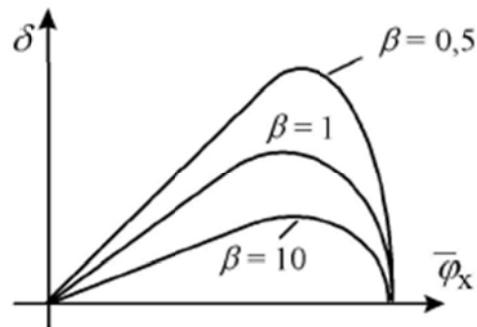
Из приведенных на рис. 2 зависимостей $e_x = F(\bar{\varphi}_x)$ и $\delta = f(\bar{\varphi}_x)$ следует, что с увеличением величины сопротивления нагрузки, т.е. с увеличением значения коэффициента нагрузки β , искажение зависимости e_x и величина ошибки δ уменьшаются.

Приведенная статическая регулировочная характеристика (рис. 2,

а) позволяет заключить, что рассмотренный потенциометрический датчик не реагирует на знак входного сигнала, т.е. он относится к классу **однотактных** элементов.



а) Статические регулировочные характеристики при $\beta = 0,5; 1,0; 10; \infty$



а) Зависимости относительной ошибки от входного сигнала при $\beta = 0,5; 1,0; 10; \infty$

Рис. 2.

Однако на основе однотактных схем можно построить **двухтактные**, т.е. реагирующие на знак входного сигнала. Существует несколько схем включения потенциометров, образующих двухтактный потенциометрический датчик. На рис. 3 приведена одна из них.

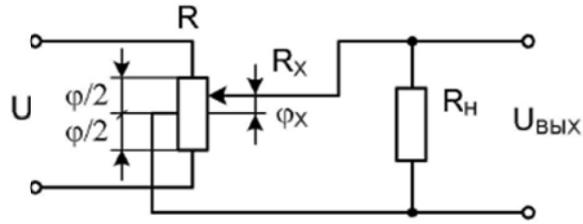


Рис. 3. Схема двухконтактного датчика.

Для данной реверсивной схемы (рис.3) напряжение на нагрузке:

$$e_x = \frac{r_x \cdot \beta}{2 \cdot \beta + r_x \cdot (1 - 0,5 \cdot r_x)} = \frac{\bar{\varphi}_x \cdot \beta}{2 \cdot \beta + \bar{\varphi}_x \cdot (1 - 0,5 \cdot \bar{\varphi}_x)}, \quad (6)$$

где $r_x = \frac{R_x}{0,5 \cdot R} = \frac{\varphi_x}{0,5 \cdot \varphi}$.

Знак величины e_x определяется местоположением токосъемника относительно средней точки (т.е. больше (меньше), выше (ниже) какого-то фиксированного значения).

Кроме того, существуют другие схемы **специальных двухтактных потенциметрических датчиков**, две из которых показаны на рис. 4.

Схема, показанная на рис. 4, а обладает несимметричной регулировочной характеристикой, так как нагрузка подключается к делителю напряжения 1:10. Схема на рис.4,б подключается между токосъемниками двух потенциметров, которые располагаются на одной оси вращения.

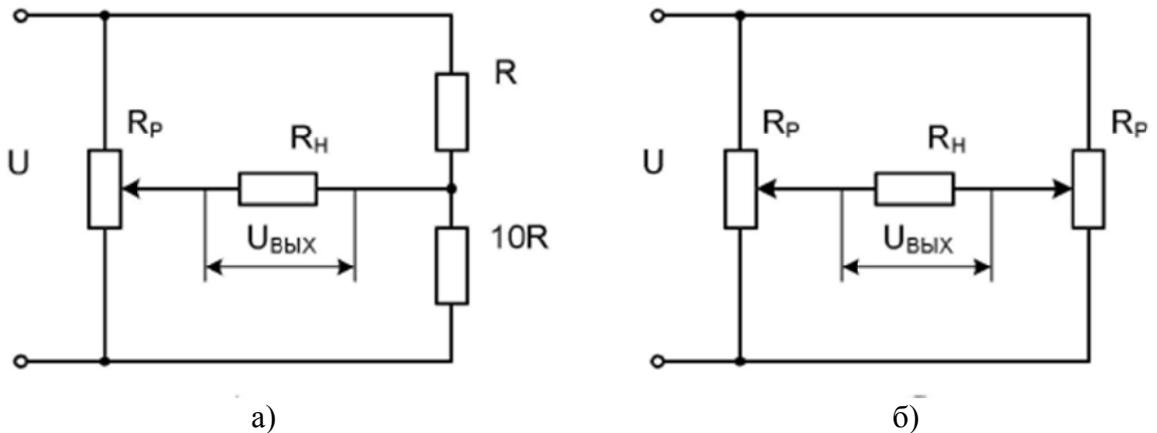


Рис. 4. Схемы специальных двухтактных потенциметрических датчиков

Задание.

1. Для схемы потенциометра (рис.1) определить напряжение на выходе $U_{ВЫХ}$, при начальных данных:

Вариант	$U_{ВЫХ}$, В	φ_X , % от φ	R	R_H
1.	10	0	10	10
2.	10	10	10	8
3.	10	20	10	6
4.	10	30	10	4
5.	10	40	10	2
6.	10	50	10	1
7.	10	60	10	2
8.	10	70	10	4
9.	10	80	10	6
10.	10	90	10	8
11.	10	100	10	10

* Примечание округлять цифры до 1 запятой.

Ответы:

	Uвх	R1	R2	Rн	Uвых	I1	I2	Iн
1.	10	10	0	10	0	1	1	0
2.	10	9	1	8	0,917431	1,009174	0,897044	0,091743
3.	10	8	2	6	1,666667	1,041667	0,78125	0,208333
4.	10	7	3	4	2,222222	1,111111	0,634921	0,37037
5.	10	6	4	2	2,5	1,25	0,416667	0,625
6.	10	5	5	1	2,222222	1,555556	0,259259	1,111111
7.	10	4	6	2	1,764706	2,058824	0,514706	1,764706
8.	10	3	7	4	3,414634	2,195122	0,798226	1,707317
9.	10	2	8	6	5,714286	2,142857	0,918367	1,428571
10.	10	1	9	8	7,826087	2,173913	1,023018	1,304348
11.	10	0	10	10	10	2,25	1,125	1,25