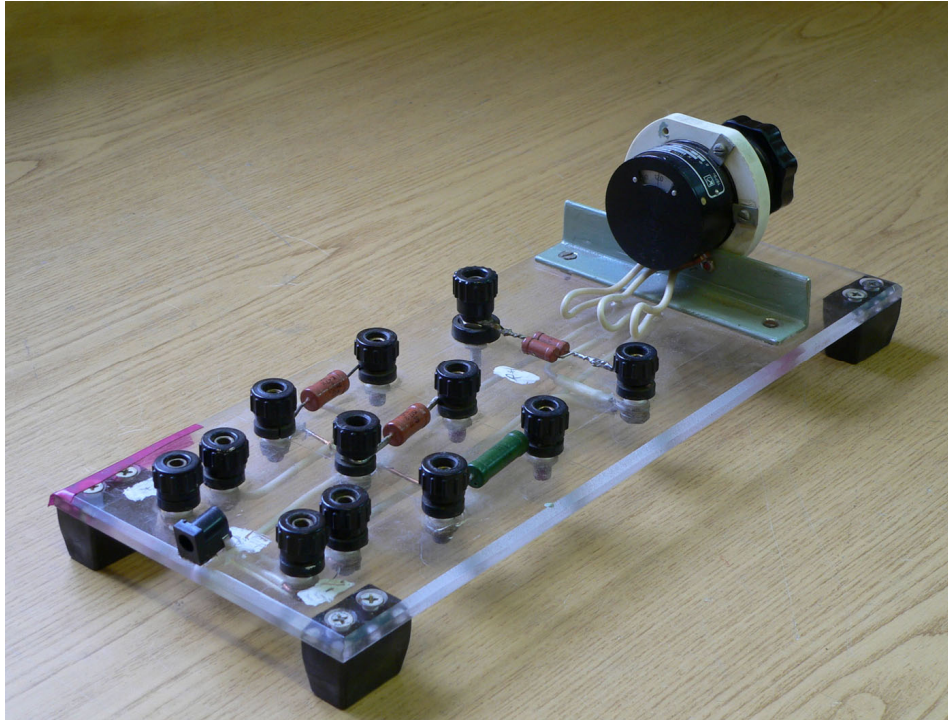


# ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА N 1

## «Исследование резистивного датчика положения»

**Цель работы:** ознакомиться с принципом действия и особенностями эксплуатации резистивного датчика положения.



### 1. Теоретическая часть

Датчиком положения и перемещения называется устройство, воспринимающее контролируемое положение и (или) перемещение объекта и преобразующее его в выходной сигнал, удобный для дальнейшей обработки, хранения или передачи по каналу связи. Существует два основных метода определения положения и измерения перемещения. В первом случае датчик вырабатывает сигнал, который является функцией положения одной из его частей, связанной с подвижным объектом, а изменение этого сигнала характеризует перемещение объекта. Во втором случае перемещение объекта рассматривается как совокупность элементарных перемещений, причем датчик формирует импульс, соответствующий каждому элементарному перемещению. Таким образом, перемещение объекта определяется суммой импульсов датчика.

*Резистивный датчик положения* (РДП) относится к преобразователям с абсолютным отсчетом и представляет собой резистивный чувствительный элемент, сопротивление которого регулируется положением подвижного контакта. Функция преобразования РДП монотонна и непрерывна, благодаря чему кратковременная потеря информации не приводит к накоплению погрешности. Сопротивление РДП в процессе работы изменяется по закону

$$R(x) = \frac{x}{x_{\max}} R_0,$$

где  $x/x_{\max} = \chi$  — относительное перемещение подвижного контакта;  $R_0$  — номинальное сопротивление РДП.

Включение РДП в цепь осуществляется по схеме *делителя напряжения* (со средней точкой или без нее). В этой схеме РДП с сопротивлением  $R_0$  подключается к источнику ЭДС  $\mathcal{E}$  с собственным сопро-

тивлением  $R$  (рис. 1.1, а). В общем случае напряжение  $U_{\text{ВЫХ}}$  на выходе РДП, подаваемое на следующий каскад преобразователя (например, измерительный усилитель) с входным сопротивлением  $R_{\text{Н}}$ , равно

$$U_{\text{ВЫХ}} = \frac{\mathcal{E}}{R + R_0} \frac{R(x)}{(1 + R(x)/R_{\text{Н}})[1 - R(x)/(R_{\text{Н}} + R_0)]}$$

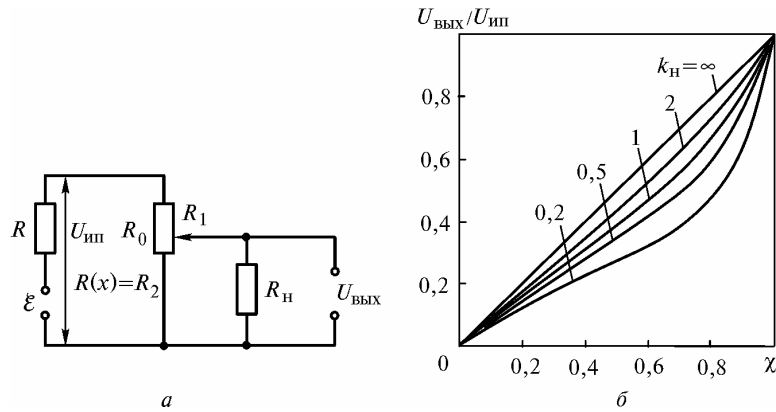


Рис. 1.1. Включение РДП по схеме делителя напряжения (а) и влияние его коэффициента нагрузки на функцию преобразования (б)

В частном случае, при  $R = 0$ , имеем  $\mathcal{E} = U_{\text{инп}}$ . Тогда выходной сигнал РДП

$$U_{\text{ВЫХ}} = U_{\text{инп}} \frac{R_{2\text{Н}}}{R_1 + R_{2\text{Н}}},$$

где  $R_{2\text{Н}} = R_2 R_{\text{Н}} / (R_2 + R_{\text{Н}})$ ;  $R_2 = R(x)$ ;  $R_1 = R_0 - R_2$ .

Запишем отношение

$$\frac{U_{\text{ВЫХ}}}{U_{\text{инп}}} = \frac{R_2 R_{\text{Н}} / (R_2 + R_{\text{Н}})}{R_1 + R_2 R_{\text{Н}} / (R_2 + R_{\text{Н}})}$$

Тогда при отсутствии нагрузки на РДП ( $R_{\text{Н}} = \infty$ )  $R_0 = R_1 + R_2$ , и поэтому  $U_{\text{ВЫХ}} / U_{\text{инп}} \approx R_2 / R_0$ . Следовательно, зависимость  $U_{\text{ВЫХ}} = f(R_2)$  — линейная.

В схеме делителя напряжения с параметрами  $R_0, U_{\text{инп}}, R_{\text{Н}}$  относительное перемещение  $\chi$  подвижного контакта резистора  $R_0$  изменяется от 0 до 1. Функция преобразования РДП в относительных единицах имеет вид

$$\frac{U_{\text{ВЫХ}}}{U_{\text{инп}}} = \frac{R_2}{R_1(R_2/R_{\text{Н}} + 1) + R_2}$$

Таким образом, зависимость  $U_{\text{ВЫХ}} = f(R_2)$  при наличии нагрузки нелинейная. Обозначим  $R_2 = \chi R_0$ ,  $R_1 = (1 - \chi)R_0$ . Тогда

$$\frac{U_{\text{ВЫХ}}}{U_{\text{инп}}} = \frac{\chi}{1 + (\chi - \chi^2) R_0 / R_{\text{Н}}}$$

Вводя понятие коэффициента нагрузки  $k_{\text{Н}} = R_{\text{Н}} / R_0$ , получаем (рис. 1.1, б)

$$\frac{U_{\text{ВЫХ}}}{U_{\text{инп}}} = \frac{\chi}{1 + (\chi - \chi^2) / k_{\text{Н}}} = \frac{k_{\text{Н}} \chi}{k_{\text{Н}} + \chi - \chi^2}$$

Следовательно, функция преобразования нагруженного РДП окончательно имеет вид

$$U_{\text{ВЫХ}} = U_{\text{инп}} k_{\text{Н}} \frac{\chi}{k_{\text{Н}} + \chi - \chi^2}$$

Заметим, что эта функция существенно зависит от коэффициента нагрузки и изменяется в процессе перемещения подвижного контакта РДП.

Погрешность нелинейности  $\varepsilon_{\text{нл}}$  обусловлена отклонением отношения  $U_{\text{вых}}/U_{\text{ип}}$  нагруженного датчика от ненагруженного и определяется следующим выражением:

$$\varepsilon_{\text{нл}} = \frac{U_{\text{вых}} - U_2}{U_{\text{ип}}} = \frac{\chi^3 - \chi^2}{k_n + \chi - \chi^2}.$$

Значение  $\varepsilon_{\text{нл}}$ , а, следовательно, и чувствительность РДП зависят от относительного перемещения контакта и сопротивления нагрузки. Наибольшее отклонение реальной кривой от идеальной имеет место при  $\chi = 2/3$ :

$$\varepsilon_{\text{нл max}} = -\frac{4}{27k_n}.$$

## 2. Практическая часть

В практической части необходимо построить функцию преобразования РДП.

### 2.1. Лабораторная установка

Лабораторная установка включает в себя:

1. РДП со шкалой отсчета и магазином нагрузочных сопротивлений (рис. 1.2),
2. блок питания 9В,
3. вольтметр В7-27А.

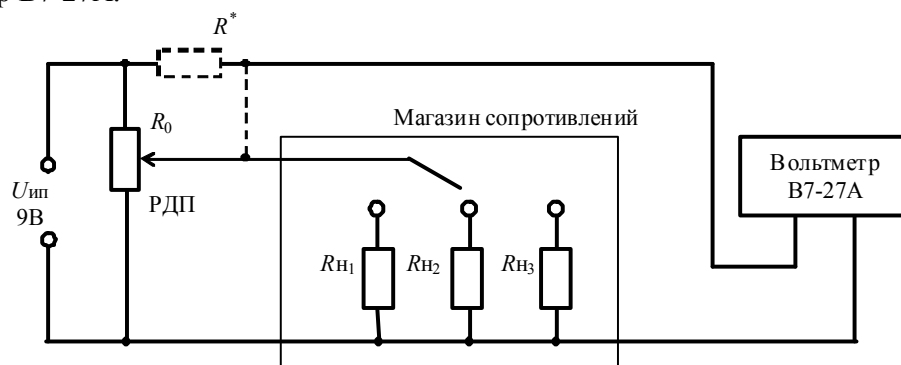


Рис. 1.2. Схема экспериментальной установки

Датчик имеет номинальное сопротивление  $R_0 = 1 \text{ кОм}$ , а также сопротивления нагрузки, соответственно:  $R_{н1} = 51 \text{ кОм}$ ,  $R_{н2} = 1,2 \text{ кОм}$ ,  $R_{н3} = 470 \text{ Ом}$

Для линеаризации функции преобразования в плечо РДП включается дополнительный резистор  $R^*$  - сопротивление линеаризации (см. пунктир). Теоретически, при  $R^* = R_n$  достигается максимальная линеаризация функции преобразования.

### 2.2. Порядок выполнения лабораторной работы

1. Включить вольтметр В7- 27А в сеть с напряжением 220В 50 Гц.
2. Включить источник питания.
3. Вращать потенциометр до тех пор, пока на индикаторе вольтметра не установятся все нули. Внимание! Убедитесь, что источник питания имеет защиту по выходу. В противном случае, при нулевом значении сопротивления нагрузки он может выйти из строя.
4. Снять функцию преобразования РДП экспериментальным путем, для трех нагрузок и на холостом ходу, т. е. когда  $R_n = \infty$ . Результаты занести в табл. 1.1.
5. Для  $R_{н2}$  снять результаты с  $R^* = R_n^*$ , где  $R^*$  - сопротивление линеаризации.
6. В одной системе координат построить 5 графиков функций преобразований.
7. Сделать выводы и ответить на контрольные вопросы.

Таблица записи результатов эксперимента

$\alpha, ^\circ$	$U(R_\infty)$	$U(R_{H1})$	$U(R_{H2})$	$U(R_{H3})$	$U(R^*, R_{H2})$	$\xi_{H1}(R_\infty)$	$\varepsilon_{H1}(R_{H1})$	$\varepsilon_{H1}(R_{H2})$	$\varepsilon_{H1}(R_{H3})$	$\varepsilon_{H1}^*(R_{H2})$
0										
30										
60										
90										
120										
150										
180										
210										
240										
270										
300										
330										
360										

### 3. Контрольные вопросы

1. Принцип действия и область применения РДП.
2. Схема включения РДП.
3. Требования к выбору параметров РДП и схемы нагрузки.
4. Достоинства и недостатки РДП.