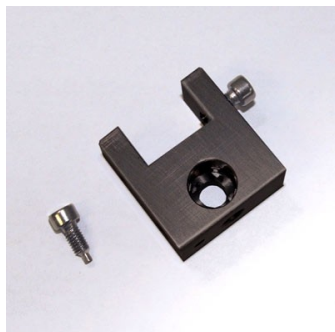
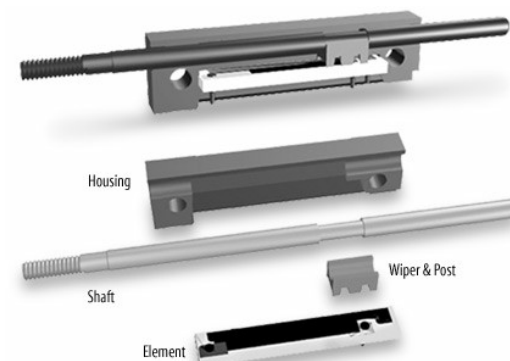


ПОТЕНЦИОМЕТРИЧЕСКИЕ ДАТЧИКИ



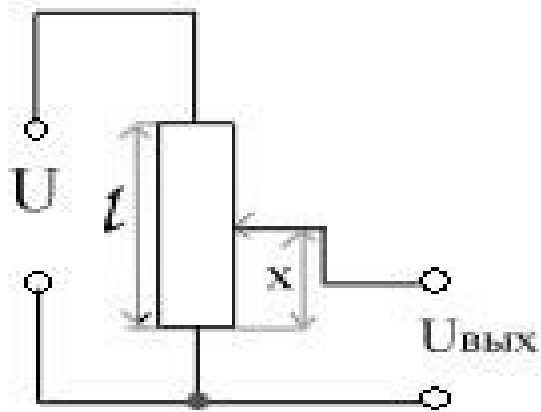
[Содержание]

- Назначение. Принцип действия
- Конструкции датчиков
- Характеристики линейного потенциометрического датчика
- Реверсивные потенциометрические датчики
- Функциональные потенциометрические датчики
- Статическая характеристика потенциометрических датчиков
- Динамические характеристики потенциометрических датчиков
- Преимущества и недостатки

Назначение и принцип действия

- Потенциометрические датчики предназначены для преобразования линейных или угловых перемещений в электрический сигнал, а также для воспроизведения простейших функциональных зависимостей в автоматических и автоматических устройствах непрерывного типа.
- Представляет собой переменный резистор, к которому приложено питающее напряжение, его входной величиной является линейное или угловое перемещение токосъемного контакта, а выходной величиной – напряжение, снимаемое с этого контакта, изменяющееся по величине при изменении его положения.

Включение потенциометрического датчика



Напряжение питания подается на всю обмотку реостата через неподвижные выводы этой обмотки. Выходное напряжение, пропорциональное перемещению движка, снимается с одного из неподвижных выводов и с подвижного движка. Такая схема включения в электротехнике называется потенциометрической или схемой делителя напряжения.

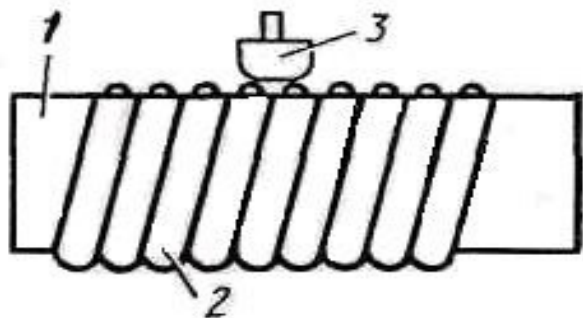
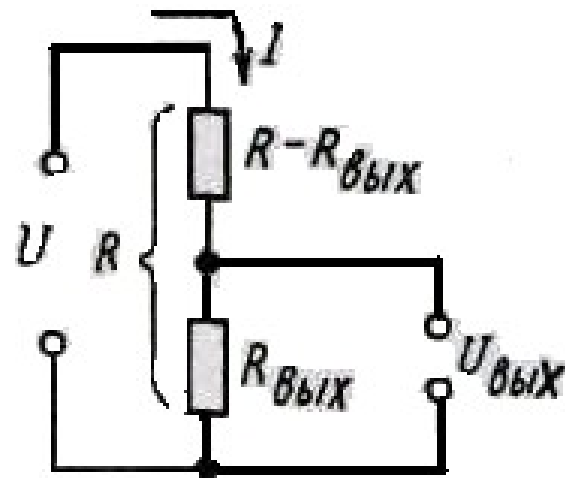
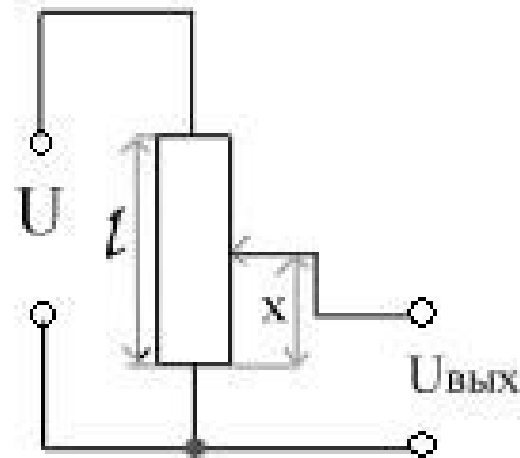


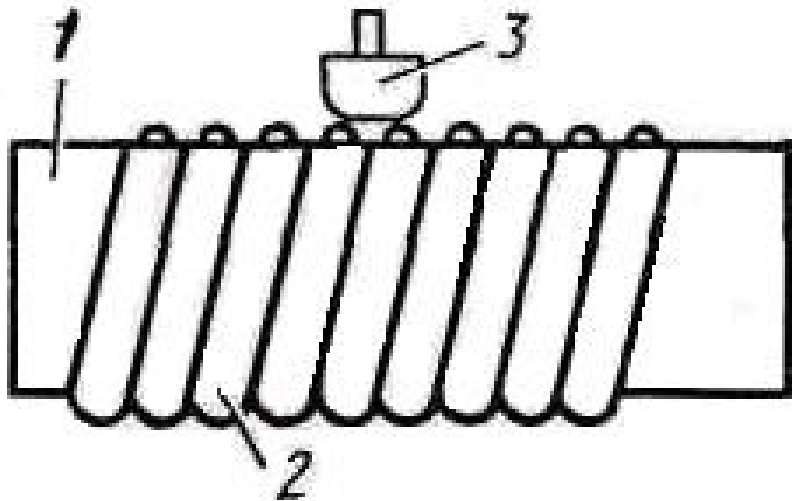
Схема включения потенциометрического датчика

Если сопротивление всей обмотки датчика обозначить через R , а сопротивление части этой обмотки, с которой снимается выходное напряжение, через R_3 , то потенциометрическая схема включения датчика может быть представлена как последовательное соединение резисторов с сопротивлением $R_{\text{вых}}$ и $(R - R_{\text{вых}})$. Ток через обмотку датчика $I = U/R$, а приложенное напряжение распределяется (делится) между последовательно соединенными резисторами: $U = IR_{\text{вых}} + I(R - R_{\text{вых}})$. Если сопротивление обмотки равномерно распределить по длине l , а перемещение движка обозначить через x , то выходное напряжение датчика

$$U_{\text{вых}} = IR_{\text{вых}} = Ux/l.$$



Конструктивная схема



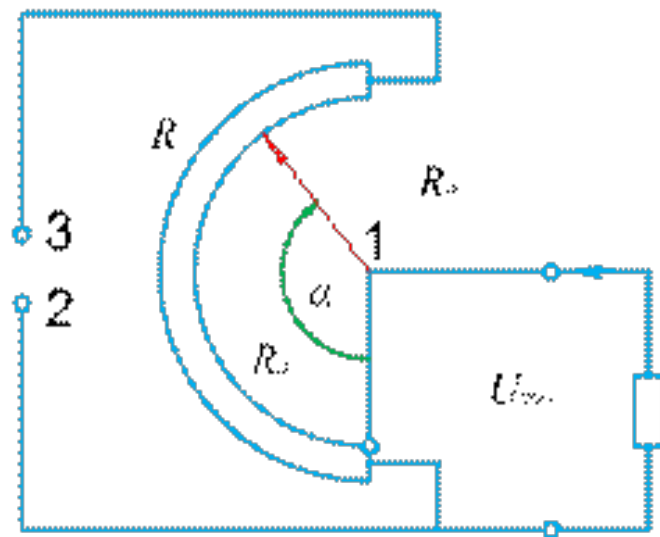
- Конструктивно потенциометрический датчик состоит из каркаса **1**, на который намотана в один слой обмотка **2** из тонкого провода. По виткам обмотки скользит движок (щетка) **3**, который механически связан с объектом, перемещение которого надо измерить. Обмотка выполнена из изолированного провода, а дорожка, по которой скользит движок, предварительно очищена от изоляции.

Характеристики некоторых проводниковых материалов

■ Для обмотки потенциометрического датчика чаще всего применяют провод из манганина, константана и других проводниковых материалов, имеющих малый температурный коэффициент сопротивления. При больших усилиях прижатия движка используется провод диаметром 0,1—0,3 мм, при малых усилиях прижатия — провод из сплавов, в состав которых входят платина, серебро, иридий, рубидий, осмий и др. Диаметр провода d таких точных датчиков выбирается в пределах 0,03—0,01 мм.

Материал провода	Удельное сопротивление при $t = 20\text{ }^\circ\text{C}$, Ом \cdot мм ² /м	Температурный коэффициент сопротивления α , 1/ $^\circ\text{C}$	Допустимая температура нагрева, $^\circ\text{C}$
Константан	0.49	$(3\div 4) \cdot 10^{-6}$	500
Манганин	0.42	$6 \div 10^{-6}$	960
Нихром	1.08	$(15\div 20) \cdot 10^{-6}$	110
Вольфрам	0.056	$464 \div 10^{-6}$	3400
Платиноиридиевый сплав	0.23	$-111 \div 10^{-6}$	1780

Датчик углового перемещения

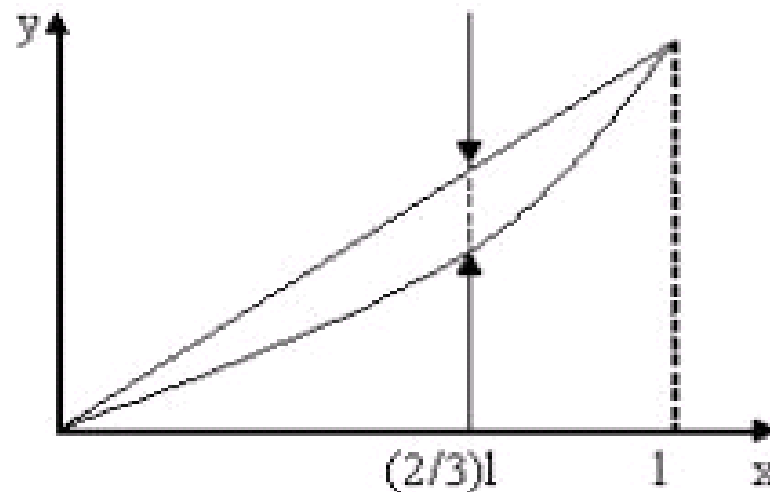
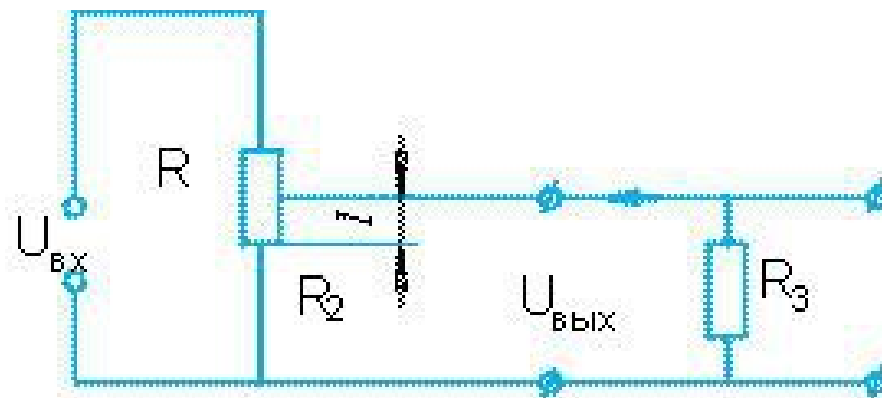


- На выводы 2-3 подается входное постоянное и переменное напряжение. Применяются проволочные и пленочные потенциометры. Проволочные делятся на одно- и многопроволочные, а пленочные – на металлопленочные и полупроводниковые.

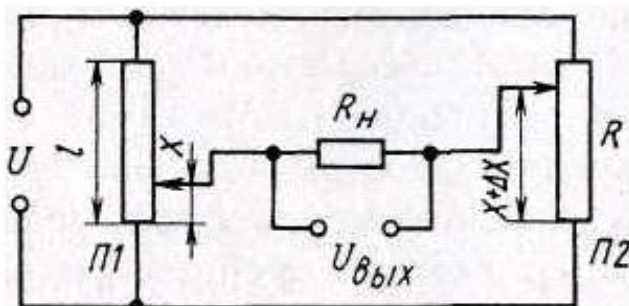
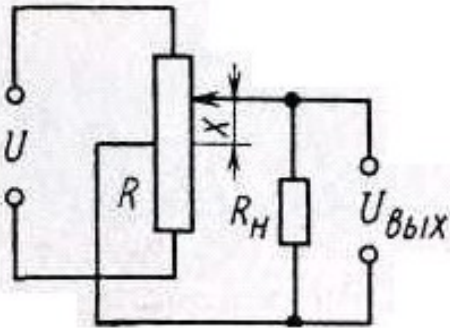
Характеристики линейного потенциометрического датчика

Основной характеристикой потенциометрического датчика является зависимость выходного напряжения $U_{\text{вых}}$ от перемещения x . При равномерной намотке эта зависимость линейная только на холостом ходу, т. е. при отсутствии сопротивления нагрузки, подключенной к выходным зажимам датчика. В реальных условиях к этим зажимам подключаются электрические приборы, входное сопротивление которых является сопротивлением нагрузки для датчика.

Под нагрузкой обычно понимается ток нагрузки. Когда говорят, что «нагрузка отсутствует», то подразумевают, что именно ток нагрузки равен нулю. Сопротивление же нагрузки при этом, естественно, равно бесконечности. Следовательно, в режиме холостого хода (т. е. при отсутствии нагрузки) сопротивление нагрузки бесконечно велико.



Реверсивные потенциометрические

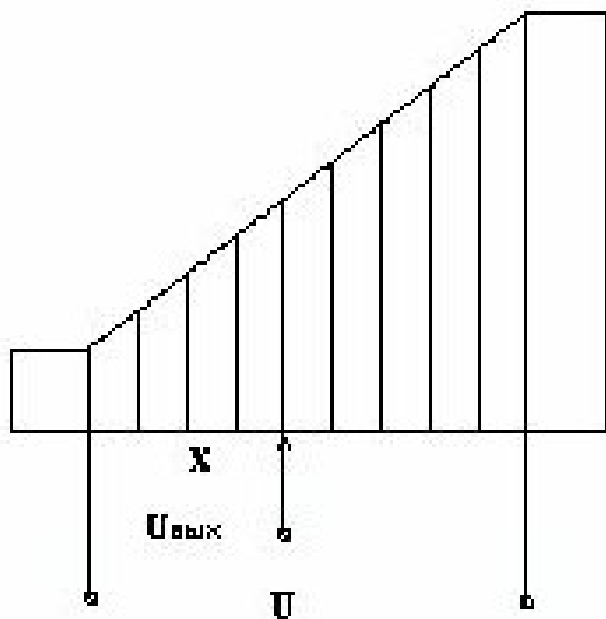


В схеме на рисунке 1, используется потенциометр с неподвижным выводом от средней точки катушки. Выходное напряжение снимается с движка и средней точки. При переходе движка через среднюю точку выходное напряжение изменяет свой знак: при питании переменным током фаза изменяется на 180° , а постоянным током — полярность изменяется на противоположную. В следящих системах широко используется мостовая схема включения потенциометрических датчиков, показанная на рисунке 2. Потенциометр $\Pi 1$ связан с входной осью следящей системы и является задающим. Потенциометр $\Pi 2$ имеет механическую связь с исполнительным устройством. Выходное напряжение (или ток нагрузки) определяется разницей в положении движков потенциометров $\Pi 1$ и $\Pi 2$, т. е. соответствует сигналу ошибки следящей системы. Знак сигнала ошибки зависит от того, больше или меньше угол поворота исполнительного вала по сравнению с углом поворота входного вала.

Функциональные потенциометрические

Для получения выходного сигнала, изменяющегося по определенному закону, применяют функциональные потенциометрические датчики. В' этих датчиках зависимость сопротивления обмотки от перемещения движка является нелинейной. Требуемая нелинейность обеспечивается различными способами: изменением профиля каркаса; изменением материала или размера провода; изменением шага намотки или длины витка.

Схема функционального потенциометрического



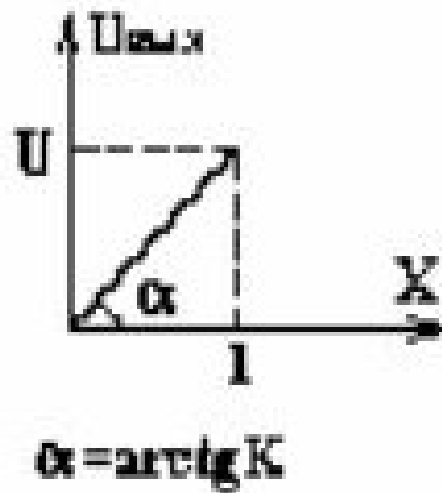
- Получение необходимой функциональной зависимости обеспечивается подбором определенного профиля каркаса потенциометра. Конструкция так называемого «профильного» потенциометрического датчика показана на рисунке. Изоляционный каркас имеет небольшую постоянную толщину, а высота его изменяется по длине намотки. На каркас наматывается проволока с высоким удельным сопротивлением. При входных сигналах в виде угловых перемещений каркас с непрерывной обмоткой изгибают в цилиндр. Напряжение питания подается на концы обмотки. Выходное напряжение $U_{\text{вых}} = U(x)$, функционально зависящее от перемещения движка x , снимается между одним из концов обмотки и движком (щеткой).

Их построение производится

- изменением диаметра проволоки вдоль намотки;
- изменением шага намотки;
- применением каркаса определенной конфигурации;
- шунтированием участков линейных потенциометров сопротивлениями различной величины.

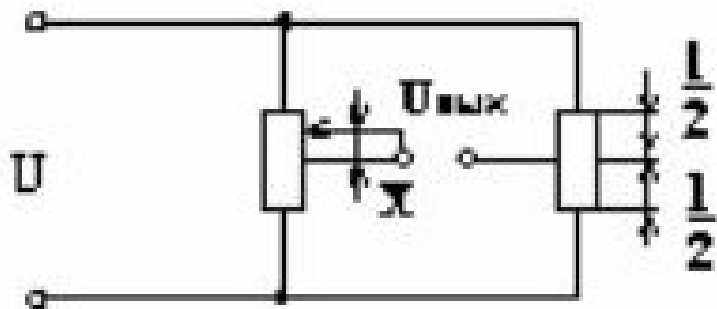
Например, чтобы получить квадратичную зависимость по 3-му способу, нужно чтобы ширина каркаса изменялась по линейному закону, как это показано на предыдущем рисунке.

Статическая характеристика потенциометрических датчиков

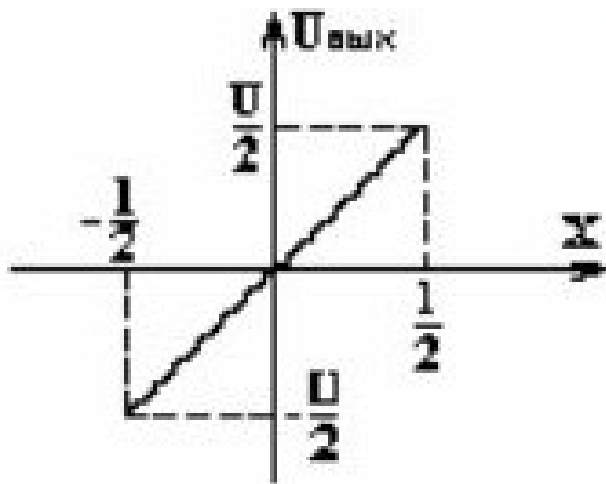


- Неревверсивного потенциометрического. Рассмотрим на примере потенциометрического датчика с непрерывной намоткой. К зажимам потенциометра прикладывается переменное или постоянное напряжение U . Входной величиной является перемещение X , выходной – напряжение $U_{\text{вых}}$. Для режима холостого хода статическая характеристика датчика линейна т.к. справедливо соотношение : $U_{\text{вых}}=(U/R)r$, где R - сопротивление обмотки; r - сопротивление части обмотки. Учитывая, что $r/R=x/l$, где l - общая длина намотки, получим $U_{\text{вых}}=(U/l)x=Kx$ [В/м], где K - коэффициент преобразования (передачи) датчика. Очевидно, что такой датчик не будет реагировать на изменение знака входного сигнала (датчик неревверсивный)

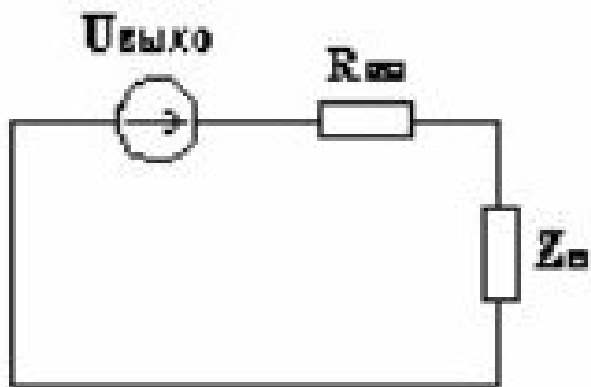
Ревверсивного потенциометрического



Статическая характеристика такого датчика имеет вид представленный на рисунке.



Динамические характеристики потенциометрических



- Передаточная функция

Для вывода передаточной функции удобнее за выходную величину взять ток нагрузки, его можно определить пользуясь теоремой об эквивалентном генераторе. $I_n = U_{\text{вых0}} / (R_{\text{вн}} + Z_{\text{н}})$

Рассмотрим два случая: 1. *Нагрузка чисто активная $Z_{\text{н}} = R_{\text{н}}$ т.к. $U_{\text{вых0}} = K_1 x$ $I_n = K_1 x / (R_{\text{вн}} + R_{\text{н}})$ где K_1 – коэффициент передачи датчика на холостом ходу. Применяя преобразование Лапласа, получим передаточную функцию $W(p) = I_n(p) / X(p) = K_1 / (R_{\text{вн}} + R_{\text{н}}) = K$ Таким образом, мы получили безынерционное звено, а значит датчик имеет все, соответствующие этому звену частотные и временные характеристики.*

Нагрузка индуктивная с наличием активной составляющей.

Нагрузка индуктивная с наличием активной составляющей.

$U = R_{вн} I_n + L(dI_n/dt) + R_n I_n$ Применяя преобразование Лапласа получим $U_{выхх}(p) = I_n(p)[(R_{вн} + pL) + R_n]$

Путем преобразований можно прийти к передаточной функции вида $W(p) = K/(Tp + 1)$ – апериодическое звено 1-го порядка,

где $K = K_1 / (R_{вн} + R_n)$

$T = L / (R_{вн} + R_n);$

Преимущества и недостатки

Преимущества потенциометрических датчиков:

- простота конструкции;
- малые габариты и вес;
- высокая степень линейности статических характеристик;
- стабильность характеристик;
- возможность работы на переменном и постоянном токе.

Недостатки:

- наличие скользящего контакта, который может стать причиной отказов из-за окисления контактной дорожки, перетираания витков или отгибание ползунка;
- погрешность в работе за счет нагрузки;
- сравнительно небольшой коэффициент преобразования;
- высокий порог чувствительности;
- наличие шумов;
- подверженность электроэрозии под действием импульсных разрядов.