

Лекція 2. Первинні перетворювачі неелектричних величин.

Реостатні перетворювачі.

2.1. Параметричні перетворювачі

Параметричні перетворювачі (чутливі елементи) перетворюють неелектричні вхідні величини в параметри електричних ланцюгів R, L, C та ін.

2.1.1. Резистивні перетворювачі

Принцип дії резистивних перетворювачів (чутливих елементів) заснований на зміні електричного опору R при зміні довжини ℓ , площі поперечного перерізу s або питомого опору ρ резистора:

$$R = \frac{\rho \cdot \ell}{S}$$

2.1.1.1. Реостатні перетворювачі

Реостатні перетворювачі призначені для перетворення лінійних і кутових переміщень у величину омичного опору. Реостатним називається змінний резистор, рухливий контакт якого переміщується під дією вхідної перетворюваної (вимірюваної) величини. Величина опору змінного резистора залежить від положення рухливого струмомірного контакту.

Змінні резистори можуть виконуватися з різних матеріалів – обмотувального проводу, металевих плівок, напівпровідників та ін.

Широке застосування в пристроях автоматики отримали дротяні реостатні перетворювачі безперервного намотування. Такий перетворювач складається з каркаса, обмотки і рухливого струмознімного контакту зазвичай у вигляді щітки або движка, що ковзає по витках проводу, очищеного в місці контактування від ізоляції.

Каркас виконується з ізоляційного матеріалу або металу, покритого шаром ізоляції. За формою каркаси бувають плоскими, циліндричними й кільцевими.

Для обмотувального проводу реостатні перетворювачі використовують сплави з високим питомим опором: манганін, константан, ніхром. Діаметр обмотувального проводу, залежно від необхідної точності й величини опору, становить 0,03...0,1мм (для перетворювачів високого класу точності) і 0,3...0,4мм (для перетворювачів низького класу точності). Обмотувальний провід покривають емаллю, або шаром оксидів.

Рухливий контакт виконують у вигляді пластинчастих щіток. Для надійної роботи щітку притискають до обмотки з деяким зусиллям.

Закон розподілу опору по довжині реостатного перетворювача, що працює без навантаження, може бути лінійним і нелінійним. Лінійний закон розподілу опору забезпечується, якщо по всій довжині каркас має однакові висоту й ширину, а обмотувальний провід – однаковий діаметр і питомий електричний опір. При цьому провід повинен бути намотаний з постійним кроком і натягом.

При відтворенні заданої нелінійної функції, опір реостата, що працює без навантаження, повинен змінюватися за нелінійним законом, що відповідає цій функції. У таких функціональних реостатах зміна опору по його довжині досягається різними способами, пов'язаними з використанням неоднорідної обмотки, фігурного каркаса.

В автоматичі найбільш часто використовуються лінійні перетворювачі.

Реостати з плоским або циліндричним каркасом і прямолінійним переміщенням движка використовуються для перетворення поступальних (лінійних) переміщень, реостати з каркасом у формі дуги, кільця, спіралі – для перетворення кутових переміщень.

На рис. 2.1 зображений кільцевий реостат безперервної намотки.

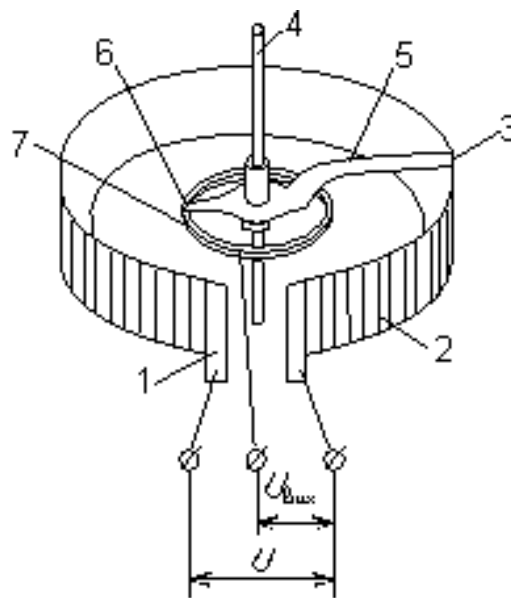


Рис. 2.1

На каркасі 1, виконаному з листового ізоляційного матеріалу, розміщена обмотка 2 з ізольованого проводу.

По очищеній від ізоляції гладкій крайці проводу переміщується контакт щітки 3, що приводиться в обертання віссю 4.

Движок 5, електрично з'єднуючий контакт щітки 3 зі щіткою 6 струмознімного кільця 7, -ізольований від осі обертання 4. Плоский каркас, згорнутий у кільце, забезпечує перетворюваний кут реостата $\varphi=360^0$. Живильна напруга U подається на затискачі реостата, до яких приєднані кінці обмотки, а вихідна напруга знімається між одним із цих затискачів і контактом, з'єднаним з струмознімним кільцем 7.

Електрична схема реостата зображена на рис. 2.2

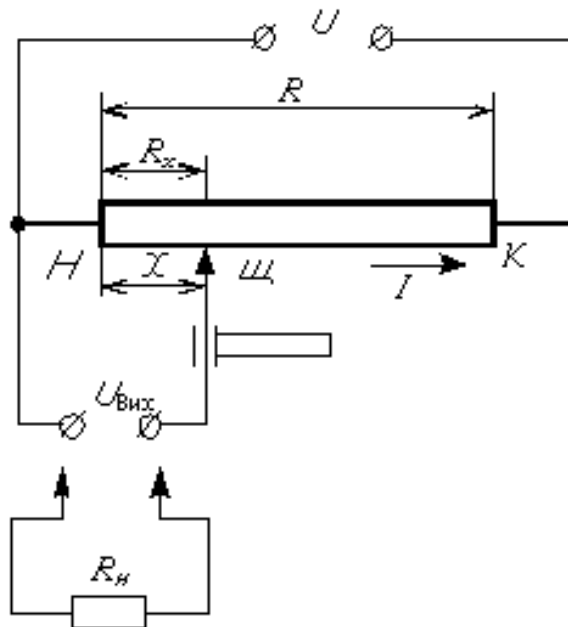


Рис. 2.2

До затискачів H і K , ненавантаженого реостату з максимальним опором R , прикладається постійна, або змінна напруга U . При цьому опір реостата між затискачем H і щіткою Щ змінюється за законом:

$$R_x = R f(x), \quad (2.1)$$

де R_x – опір ділянки x ;

$f(x)$ – функція лінійного або кутового переміщення движка реостата.

Вихідна напруга $U_{вих}$ знімається з резистора R_x . Вона залежить від переміщення движка. У такий спосіб здійснюється перетворення вхідної величини (переміщення) у вихідну величину (напруга).

При зсуві движка вправо від точки H на величину x , вихідна напруга реостата в режимі холостого ходу ($R_h = \infty$):

$$U_{xx} = I \cdot R_x = \frac{R_x}{R} U,$$

При лінійному законі розподілу опору по довжині реостата

$$U_{xx} = \frac{R_x}{R} U = \frac{x}{\ell} U = \sigma_x U,$$

(2.2)

де $\sigma_x = \frac{x}{\ell}$ – відносне переміщення движка,

ℓ – довжина реостата.

Характеристика перетворювання такого реостата в режимі холостого ходу – лінійна (рис. 2.3), і пряма 1 відповідає формулі (2.2). Однак при наявності навантаження ($R_h \neq \infty$) характеристика стає нелінійною (криві 2 на рис. 2.3), і в роботі перетворювача з'являються похибки.

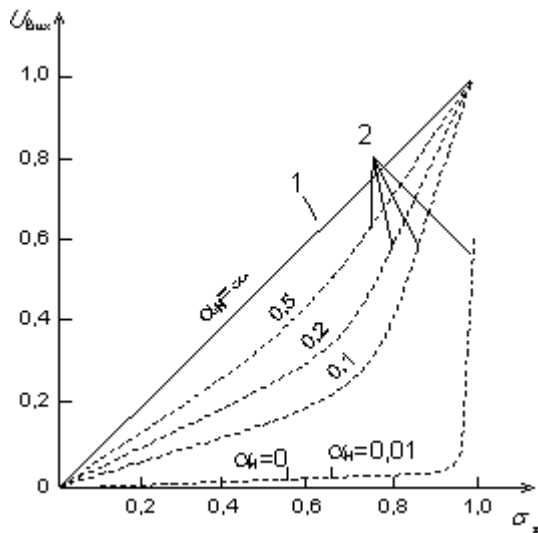


Рис. 2.3

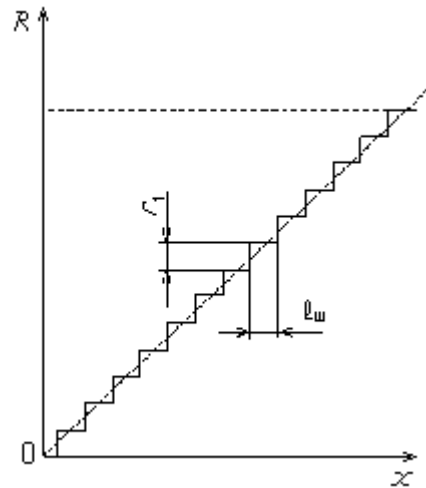


Рис. 2.4

Основними джерелами похибок реостатних перетворювачів є: зона нечутливості; технологічні похибки (мінливість діаметра проводу, кроку намотування та інші); люфти; тертя; експлуатаційні фактори (вплив температури, механічних зусиль та інші).

Зона нечутливості в перетворювачі обумовлена дискретною зміною опору при переміщенні щітки з витка на виток. Східчаста характеристика лінійного реостата зображена на рис. 2.4; ширина східця дорівнює кроку l_w намотування проводу, а висота – опору r_i витка.

Якщо для лінійного реостатного перетворювача за ідеальну характеристику взяти пряму, що проходить через середини східців (рис. 2.4), то зона нечутливості або абсолютна похибка становитиме

$$\Delta R_c = \pm \frac{R}{2W}, \quad (2.3)$$

де R й W – відповідно максимальний опір і повне число витків реостата.

Отже, відносна похибка

$$\delta_{\pm} = \pm \frac{\Delta R_c}{R} = \pm \frac{1}{2W} \quad (2.4)$$

До великих недоліків реостатних перетворювачів належить наявність ковзних контактів. При переміщенні щітки витки обмотки піддаються електроерозії, стиранню, а на поверхні контактів з'являються плівки, які змінюють перехідний опір між щіткою й обмоткою. Все це, разом зі східчастістю й нелінійністю характеристик, призводить до появи порівняно великої похибки перетворення.

До переваг реостатних перетворювачів варто віднести простоту конструкції, малі габаритні розміри, роботу на постійному і змінному струмі.