**Лекція 9 від 15.04.2021**

## 12.5. Контактні перетворювачі

Контактними називають омічні вимірювальні перетворювачі, в яких вимірюване механічне переміщення перетворюється в замкнений або в розімкнений стан контактів, які керують електричним колом.

Отже, вхідною величиною контактних перетворювачів є просторове переміщення. Під час зближення двох контактів до дотику відбувається стрибкоподібна зміна активного опору від нескінченності до досить малої величини. Контактні перетворювачі мають нелінійну характеристику релейного типу. Вони широко застосовуються як комутуючі пристрої, призначені для різних перемикань в слабко- (реле) і в сильнострумових (контактори, пускачі) колах. При цьому механічний пристрій, який приводиться в рух електромагнітом, – невід’ємна частина електромагнітного механізму, поводження і надійність якої багато в чому визначають можливі умови експлуатації та надійність в роботі всього механізму.

Найпростіший контактний перетворювач – однограничний (рис. 12.12), що має одну пару контактів 4 і 5, які замикаються під дією вимірюваного переміщення, наприклад, зміни розміру виробу 1.

Якщо збільшиться розмір виробу, шток 3 переміститься і закріплений на ньому контактуючий елемент 4 доторкнеться до контакту 5. При цьому активний опір між контактами 4 і 5 зміниться від нескінченності до малого значення, яке визнається значенням контактного опору.

Конструктивно вимірювальний шток закріплюють на плоских пружинах 2 (рис. 12.12, а) або розміщують в циліндричних направляючих (рис. 12.12, б). Похибка спрацьовування контактних перетворювачів перебуває в межах 1...2 мкм. Перетворювач з похибкою спрацьовування, меншою 1 мкм, створити не вдалося.



Рис. 12.12. Найпростіший контактний перетворювач:  
а – з вимірювальним штоком, закріпленим на плоских пружинах; б – з вимірювальним штоком, вміщеним в циліндричні направляючі

Щоб уникнути утворення дуги або іскри, потужність в колі, що розривається контактами, має не перевищувати 50...100 мВт.

Тому в разі використання контактних перетворювачів в якості сигнальних, вимірювальних або виконавчих елементів, що споживають потужність менш як 50...100 мВт, їх можна вмикати безпосередньо в коло контактів перетворювача.

Якщо ці елементи споживають більшу потужність, то їх вмикають через підсилювачі (транзисторні, тиристорні та релейні).

Вибираючи контакти для дуже малих потужностей (струм   
<0,06 А, напруга <0,5 В), основну увагу приділяють забезпеченню малого перехідного опору.

Для цього контакти виконують з благородних металів (золота або платини), легованих для підвищення твердості присадкою з декількох процентів паладію, радію, іридію, рутенію або осмію.

Істотним фактором при виборі матеріалу є мала ЕРС в парі з міддю. Цій умові задовольняють золото і сплав платини з 2% іридія. Добрі результати дають контакти із золота і міді, покриті радієм.

Широко використовують для перемикання слабкострумових кіл вакуумні контакти з пластинами з посрібленого пермалою або із змочуванням ртуттю.

Найпоширеніші типи конструкцій контактів показано на рис. 12.13 [16, 17, 53, 63, 64].

До контактних перетворювачів висувають такі вимоги: надійність електричного з'єднання, відсутність вібрації контактів, довговічність, малий перехідний опір, стійкість щодо зовнішніх впливів. В роботі контактів слід розрізняти чотири етапи: замкнений стан, процес розмикання, розімкнений стан, процес замикання.

Найскладніший і найважчий етап роботи контактних перетворювачів – процес розмикання. При цьому можлива поява електричної дуги, якщо струм і напруга між контактами більші за деякі значення *I*0 і *U*0, обчислені для кожного з конкретних матеріалів. Наприклад, для срібла і міді *I*0 і *U*0 дорівнюють приблизно 0,4 А і 13 В, для платини і вольфраму – 0,9 А і 17 В, а для сплаву платини і іридію – 0,74 А і 20 В. Якщо сила струму між контактами більша за силу струму *І*0, виникає іскра.

Для зменшення потужності іскри або дуги застосовують кола іскрогасіння, наприклад, шунтують контактний проміжок колом, що складається з послідовно з'єднаних ємності і активного опору.

В процесі розмикання контактів виникають такі явища:

а) рідкий місток (*U>*0,5 В, *І>*0,06 А), який сприяє перенесенню металу з позитивного контакту на негативний в кількості [16, 17], см3:

,

де *α*=2,7⋅10-12 см3/А2 для срібла; *α*=5,2⋅10-12 см3/А2 для платини;

б) іскровий розряд *U>260..*.300 В (виникає звичайно в разі індуктивного навантаження);

в) дуговий розряд *U>U*0, *І>I*0 (де *U*0, *I*0 – граничні значення напруги та струму, наведені в таблицях для різних матеріалів).

Конструкцію контактного перетворювача, матеріали його контактів і їх стиснення вибирають так, щоб дуговий розряд якомога швидше загасав.

Питання розрахунку контактних перетворювачів, вибору їх матеріалів, засобів захисту поверхні контактів викладені в [64].

Для захисту поверхні контактів від окислення їх іноді розміщують в скляних балонах, що заповнені інертним газом або відкачані до високого вакууму (рис. 12.13, б). Керує такими контактами магнітне поле, тому контактні пластини виконують з феромагнітного матеріалу (звичайно пермалою).



Рис. 12.13. Найпоширеніші типи конструкцій контактів:   
а – точкові, площинні, лінійні; б – герметизовані; в – ртутні

Поширені також ртутні контакти (рис. 12.13, в), їх виготовляють великими серіями для струму 4, 6, 10, 15, 20 і 30 А при напрузі до 220 В. Відомі контактні перетворювачі з контактом, змочуваним ртуттю, які поєднують в собі переваги двох розглянутих типів. Вони відрізняються від зображених на рис, 12.13, в лише тим, що одну з пластин замінено капіляром, заповненим ртуттю. Контакт відбувається між краплиною ртуті, що виступає з капіляра, та пластиною.

До числа основних заходів, що зменшують зношування контактів, належать такі: усунення деренчання, збільшення швидкості спрацьовування, правильний вибір полярності [64]. Щоб усунути деренчання, практикують попереднє натягування контактних пружин, застосовують фрикційні заспокоювачі.

Якщо швидкість руху керуючого органу недостатня, використовують спускові контакти [16, 17, 64, 67].

Правильний вибір полярності має значення для слабострумових контактних пар, які складаються з контактів різної форми, і для ємнісних кіл з контактами з неоднакового матеріалу.

Для контактної пари, до якої належать опуклий і плоский контакти (рис. 12.13, а), опуклий контакт має виконувати функції анода.

В колах з ємністю часто використовують пару, що складається з контактів, однакових за формою, проте різних за матеріалом (рис. 12.13, а). В таких контактних перетворювачах для виготовлення анода звичайно застосовують срібло або платину, а для виготовлення катода – вольфрам.