

1. FRECAREA ÎN ECHIPAMENTELE ELECTRONICE

1.1. Generalități

Elementele pentru ghidarea mișcării au rolul de a asigura deplasarea sistemelor mobile ale aparatelor, după o anumită direcție definită de calea de ghidare, sub acțiunea forțelor care acționează și de a prelua încărcarea acestora.

După natura mișcării pe care o asigură, elementele pentru ghidarea mișcării pot fi de rotație și de translație. Se vor considera ca elemente pentru ghidarea mișcării cele două părți componente ale unei cuple cinematice: partea mobilă care execută mișcarea de rotație sau translație (compusă din osii, arbori, glisiere) și partea fixă care asigură mișcarea (compusă din lagăre, ghidaje de translație). Un caz aparte îl reprezintă ghidajele realizate pe baza cuplelor cinematice elastice.

Asigurarea unei mișcări conforme cu un scop dat necesită îndeplinirea unor condiții generale: *frecare redusă*, asigurarea unei precizii maxime pentru elementul mobil, funcționare sigură pentru un “joc” cât mai mic și un câmp de variație a temperaturii cât mai mare, *uzură minimă* și posibilitatea reglării acesteia, execuție ușoară și simplă, montaj și demontaj rapid.

1.2. Fenomenul de frecare

Fenomenul de frecare și legile care o guvernează sunt universale. Aplicarea lor în domeniul construcției aparatelor trebuie să țină cont de particularitățile legate de geometria și dimensiunile suprafețelor în contact, de precizia funcțională cerută și specifică domeniului.

Se definește frecarea ca și “rezistența care frânează (frecarea cinetică) sau împiedică (frecarea statică, de repaus) mișcarea relativă a două corpuri” [10.1].

După natura mișcării relative a celor două corpuri, *frecarea poate fi de alunecare sau de rostogolire*.

În esență frecarea reprezintă un complex de fenomene mecanice, fizico-chimice care iau naștere la contactul dintre două corpuri. Aceste fenomene include modificări ale proprietăților fizico-mecanice și de structură a stratului superficial și fenomene

auxiliare (difuzie de particule, gradient de temperatură).

Parametrii dimensionali, tehnologici și de exploatare influențează procesul de frecare. Se pot aminti în acest sens următorii factori de influență:

- natura și proprietățile corpurilor;
- forțele de contact;
- caracterul și tipul mișcării;
- mediul intermediar corpurilor;
- mediul înconjurător.

În unele cazuri frecarea este indispensabilă (de ex. transmisii prin frecare, frâne etc.) dar în general este un impediment în transmiterea mișcării și pentru controlul acesteia.

Diversitatea factorilor de influență precum și complexitatea fenomenelor care au loc arată că forța de frecare nu poate fi determinată printr-o lege general valabilă.

Cercetări minuțioase au încercat să pună în evidență relații de calcul care să țină cont de un număr cât mai mare de parametri. Aceste aspecte au fost realizate în special în domeniul controlului forțelor de frecare [10.2].

De cele mai multe ori abordarea analizei se face pe baza frecării uscate de alunecare. Se consideră frecarea ca o rezistență la înaintare datorată asperităților suprafețelor de contact. Pornind de la acest concept se pot enunța următoarele:

- forța de frecare acționează pe direcția mișcării relative a celor două corpuri și în sens opus acesteia;
- dacă suprafețele în contact sunt în repaus, forța de frecare este egală și de sens contrar rezultantei forțelor tangențiale aplicate.

Teoria mecanică a *frecării uscate* consideră frecarea ca o rezistență la înaintare datorită asperităților suprafețelor de contact, care se rup la depalsarea relativă. *Teoria moleculară* consideră frecarea ca un rezultat al învingerii interacțiunii atomo-moleculare, adsorbției moleculare, la nivelul suprafețelor în contact.

Legea Amontons – Coulomb arată că forța de frecare este proporțională cu forța normală N pe suprafața de contact:

$$F_f = \mu \cdot N \quad (10.2.1)$$

unde μ este coeficientul de frecare pentru cuplul de materiale care formează cele două suprafețe în contact.

Din punct de vedere cantitativ se poate considera că forța de frecare este independentă de aria suprafeței de contact aparentă. Abateri de la acest considerent se întâlnesc la suprafețe foarte netede și curate, când forța de frecare poate deveni independentă de forța de contact dar proporțională cu suprafața de contact.

Deși se consideră că forța de frecare nu depinde de viteza de alunecare, trebuie făcută distincție între doi coeficienți de frecare:

- coeficientul de frecare statică μ_0 , pentru suprafețe aflate în repaus;
- coeficientul de frecare cinetic (de mișcare) μ_1 .

Cercetările experimentale au arătat valoarea coeficientului de frecare depinde de materialul suprafețelor, prelucrarea acestora, starea de ungere și în unele cazuri de

presiunea și viteza relativă [10.1].

Interpunerea unuia sau a mai multor straturi subțiri de lubrifianți, care împiedică contactul direct al celor două suprafețe, definește *frecarea la limită*. Frecarea dintre cele două suprafețe este determinată de proprietățile suprafeței și de cele ale lubrifianțului. Proprietatea lubrifianțului de forma stratului limită poartă denumirea de *onctuositate*. *Grafitul și bisulfura de molibden* sunt din categoria lubrifianților solizi cu bune proprietăți la limită.

Frecarea fluidă presupune existența unui strat de lubrifianți între cele două suprafețe în contact. Condițiile de existență a frecării fluide impun ca asperitățile suprafețelor să fie complet separate prin lubrifianți.

Frecarea sub toate aspectele sale produce uzura suprafețelor aflate în contact. Factorii care contribuie la reducerea uzurii sunt: lubrifianții, starea de ungere a suprafețelor, cuplul de materiale, calitatea suprafețelor de contact.

Lubrifianții – lichid, gazos sau solid - pe lângă rolul de a micșora frecarea mai protejează suprafețele contra uzurii și contribuie la răcirea acestora. Proprietățile lubrifianților care interesează în procesul ungerii sunt *vâscozitatea, onctuositatea și stabilitatea chimică*.

Îmbunătățirea calităților de ungere a uleiurilor – lubrifianți lichizi – se face prin adăugarea unei substanțe de adios denumită *aditiv* (aditiv de vâscozitate, aditiv de onctuositate etc).

Unsurile consistente sunt amestecuri de uleiuri minerale cu un săpun sau un amestec de săpunuri metalice. Funcție de cerințe aplicative, unsurile pot fi și aditate. Săpunurile folosite sunt de calciu, sodiu, aluminiu, bariu și litiu.

Substanțele solide des utilizate ca lubrifianți sunt grafitul și bisulfura de molibden. Aceste materiale se introduc în uleiuri (1 – 2 %) sau ca adaosuri în mase plastice, în amestecuri sinterizate sau se depun direct pe suprafețele de contact sub forma unui strat foarte fin. Se mai folosesc ca lubrifianți solizi: săpunurile simple metalice, acizii grași, teflonul.

La alegerea lubrifianțului și a sistemului de ungere în mecanica fină, trebuie ținut seama de o serie de considerente:

- suprafețele de contact fiind în general mici, existența lubrifianțului micșorează frecarea pe de o parte iar pe de altă parte poate influența sensibilitatea aparatului prin introducerea unor rezistențe suplimentare;
- în construcția de aparate ungerea se realizează la intervale relativ mari (1-2 ani) iar în alte cazuri sistemul de ungere este proiectat pentru întreaga viață a aparatului;
- firma constructoare recomandă lubrifianțul optim pentru fiecare punct de ungere dintr-un aparat;

Cuplul de materiale prezintă o deosebită importanță din punctul de vedere al micșorării frecării și uzurii. Cercetările experimentale au arătat că la frecarea uscată și mixtă există cupluri de material – oțelul pe bronz, oțelul pe alamă – care se comportă mai bine decât altele. O comportare bună o are și cuplul metal – masă plastică în special dacă aceasta este împregnată cu grafit sau MoS₂. Trebuie precizat faptul că la

alegerea cuplului de materiale trebuie să se țină cont, pe lângă aspectele legate de frecare, și de condițiile de rezistență, prelucrabilitate, cost.

1.3. Întrebări recapitulative

1. *Definiți noțiunea de frecare;*
2. *Clasificați frecarea după mișcarea relativă dintre două corpuri;*
3. *Enumerați principalii factori care influențează fenomenul de frecare;*
4. *Precizați diferența dintre frecarea uscată, frecarea limită și frecarea fluidă;*
5. *Care este legea lui **Amontons – Coulomb**?*
6. *Enumerați lubrifianți solizi cunoscuți;*

1.4. Bibliografie

[10.1] Demian, T., s.a., *Bazele proiectării aparatelor de mecanică fină, vol.I*, Editura Tehnică, București, 1984

[10.2] Amstrong, B., ș.a.- *A survey of models, analysis tools and compensation methods for the control of machines with friction*, Automatica, vol.30, no.7, p.1083-1138, 1994