



A X-a Conferință Națională multidisciplinară - cu participare internațională,
"Profesorul Dorin PAVEL - fondatorul hidroenergeticii românești",
SEBEȘ, 2010

DEFECTAREA SAU CĂDEREA – COMPONENTĂ IMPORTANTĂ A FIABILITĂȚII

Liviu SUCIU, Mihaela SUCIU, Gavril BÂLC,
Marius GHEREȘ, Daniela PĂUNESCU, Victor ROȘ, Mircea BEJAN

LE DEFECT OU LA TOMBEE - COMPOSANTE IMPORTANTE DE LA FIABILITE

On présente une étude sur le defect ou la tombée, en faisant une synthèse des taxonomies du defect ou de la tombée et des temps de fonctionnement. Le defect ou la tombée est la perte de la capacité de fonctionnement d'une pièce, un dispositif, une machine, une installation, un procès technologique a cause des defects techniques ou technologiques, liés au projet, a la fabrication l'exploitation. De même, on a suivi un algorithme de calcul analytique du defect ou delà tombée.

Cuvinte cheie: defectare, cădere, timpi de funcționare, taxonomiile defectării sau căderii, algoritm de calcul

1. Introducere

Defectarea sau căderea este pierderea capacității funcționale a unei piese, dispozitiv, mașină, instalație, proces tehnologic, cauzată de defecțiuni tehnice sau tehnologice, legate de proiectare, fabricare, sau exploatare.

Această noțiune este specifică fiabilității și este utilizată în special în teoria fiabilității. Căderile aleatorii apar în mod neprevăzut sub acțiunea unora sau a mai multor cauze, datorate fie defecțiunilor interne ale pieselor, fie nerespectării regimurilor de lucru, fie greșelilor provocate de personalul de exploatare.

2. Taxonomia defectării sau căderii

După gradul de defectare al unei piese sau al unei mașini, defectarea sau căderea poate fi:

- *inerentă*, ca rezultat al unor vicii ascunse ale materialelor, greșeli de proiectare, de execuție, de montaj etc., la solicitări normale sau din cauza utilizării necorespunzătoare, microclimat necorespunzător, suprasolicitări ș.a.;
- *parțială*, dacă nu provoacă dispariția totală a funcției specificate;
 - *totală*, dacă funcția specificată încetează total;
 - *bruscă*, atunci când apare instantaneu, previzibil sau imprevizibil prin examinare și supraveghere anterioară;
 - *progresivă*, previzibilă, datorită modificărilor treptate ale caracteristicilor fizico-mecanice ale pieselor sau sistemelor tehnice, sau imprevizibilă, prin examinare și supraveghere anterioară;
 - *primară*, dacă defectarea nu se datorează altor dispozitive cu care păstrează un contact direct;
 - *secundară*, dacă defectarea este determinată de defectarea unui dispozitiv, cu care păstrează un contact direct, indirect sau ocazional;
 - *intermitentă*, care se manifestă în mod repetat, iar îndeplinirea funcției specificate se regăsește fără o corectare externă;
 - *catastrofală*, adică în același timp este și bruscă și totală;
 - *prin degradare*, care este în același timp progresivă și parțială;
- *considerată*, dacă se ia în considerare la calculele de fiabilitate;
 - *neconsiderată*, dacă nu se ia în calcule la analiza fiabilității;
 - *critică*, dacă prin aceasta poate provoca accidentări, sau pierderi materiale importante;
 - *majoră*, care este susceptibilă, fără să fie critică, a împiedeca îndeplinirea funcției specificate;
 - *minoră*, care fără să fie critică, nu este capabilă de a împiedeca îndeplinirea funcției specificate.

3. Algoritmul de calcul al defectării sau căderii

Dacă B reprezintă buna funcționare a elementului la timpul t, iar D este defectarea, atunci:

$$\Pr(D) = 1 - \Pr(B) \quad (1)$$

iar:
$$D(t)=1-R(t) \tag{2}$$

unde:
$$D(t) = 1 - e^{-\int_0^t \lambda(t) dt} \tag{3}$$

sau:
$$D(t) = \int_0^t f(t) dt \tag{4}$$

și la limită:
$$\int_0^{\infty} f(t) dt = 1 \tag{5}$$

de unde rezultă:
$$R(t) = 1 - D(t) = \int_0^{\infty} f(t) dt - \int_0^t f(t) dt = \int_t^{\infty} f(t) dt \tag{6}$$

sau:
$$D(t) = 1 - \int_t^{\infty} f(t) dt \tag{7}$$

expresie ce reprezintă funcția de repartiție a căderilor.

În figura 1 sunt reprezentate funcțiile $F(t)$, $D(t)$, și $f(t)$.

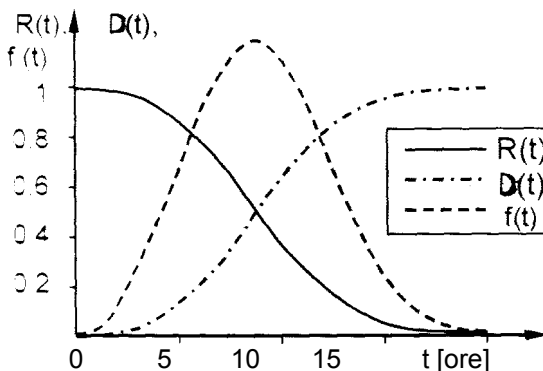


Fig. 1 Graficul funcțiilor $R(t)$, $D(t)$ și $f(t)$

În funcție de parametrul la care se raportează numărul căderilor apărute în perioada de funcționare a unui sistem tehnic, se pot deosebi: frecvența absolută a căderilor, frecvența absolută cumulată a căderilor, frecvența medie a căderilor, frecvența relativă a căderilor sau probabilitatea densității căderilor și frecvența relativă cumulată a căderilor sau funcția integrală a căderilor.

4. Termeni referitori la timpii de funcționare și taxonomia lor

Concepția modernă asupra timpilor de funcționare se bazează, în general, pe ansamblul de activități, de studii și analize, ale soluțiilor tehnice, materialelor, tehnologiilor și costurilor de elaborare de metodologii și procedee de calcul pentru pre-estimarea dimensională și funcțională a soluției adoptate, de întocmire a documentației și de interpretare a rezultatelor experimentale ale încercărilor prototipului.

Durata evenimentelor este un indicator de fiabilitate.

Măsurarea fiabilității prin indicatori, se bazează pe ipoteza „cuantificării calității” și a regăsirii în timp a calității. Sintetic fiabilitatea se exprimă printr-o funcție:

$$R(t) = P\{T \geq t\} \quad (8)$$

deci, printr-o probabilitate care măsoară șansa ca timpul de funcționare fără defecțiuni "T" să depășească o durată stabilită "t".

Despre funcția R(t) se poate spune că este o funcție descrescătoare, deci în timp fiabilitatea scade, pentru că pentru:

$$t = 0, R(t) = 1 \quad (9)$$

deci, la momentul punerii în funcțiune, produsul trebuie să fie corespunzător calitativ, iar pentru:

$$t \rightarrow \infty, R(t) = 0 \quad (10)$$

practic deci, la durate foarte mari de timp, fiabilitatea devine nulă.

Pentru a se putea face referiri la diferitele aspecte ale comportării unor produse în timpul funcționării, ale căror durate de funcționare sunt foarte diverse, de la foarte scurte până la infinit de lungi, se definesc următoarele elemente de durată:

- *durata de viață* este intervalul de timp de la realizarea dispozitivului și până la punerea lui în funcțiune iar apoi și până la scoaterea lui definitivă din funcțiune;

- *durata de viață utilă* este intervalul de timp în care respectând valorile limită ale solicitărilor și normele de întreținere și reparare, mașina se comportă la fel din punct de vedere al fiabilității;

- *durata de observare sau timpul de referință* este intervalul de timp în care se efectuează studiul fiabilității unei mașini și se notează cu T;

- *durata lucrărilor planificate* într-un timp de referință dat T, reprezintă suma perioadelor de timp necesare pentru operațiile efectuate în conformitate cu un plan prestabilit și se notează cu T_m;

- *durata opririlor în rezervă* într-un timp de referință dat este suma perioadelor de nefuncționare voită în care mașina scoasă din funcțiune nu necesită nici un fel de lucrări de menținere în funcțiune și se notează cu T_{rez} ;

- *durata de bună funcționare* reprezintă suma timpilor de bună funcționare a mașinii într-un interval de timp, în condiții de mediu și solicitare specificate;

- *durata medie de viață*, este considerată valoarea medie a duratelor până la defectare, observate la toate dispozitivele unui eșantion format din n elemente în condiții date, aceasta poate fi: observată, estimată, extrapolată, prevăzută sau preliminară și se mai numește și durabilitate până la prima defectare sau durată între două intervenții de reparații;

- *durata cumulată de funcționare* a mai multor produse similare este suma timpilor de funcționare a tuturor elementelor până la căderea ultimului element din cele puse inițial în funcțiune, în cazul unei încercări exhaustive.

Astfel, dacă se consideră un număr de n elemente puse inițial în funcțiune, iar $t_1, t_2, t_3, \dots, t_i, \dots, t_n$, reprezintă durata corespunzătoare de funcționare până la căderea ultimului element, atunci durata cumulată de funcționare este T_{Σ} :

$$T_{\Sigma} = t_1 + t_2 + \dots + t_i + \dots + t_n = \sum_{i=1}^n t_i [h], \quad (11)$$

în care n este numărul de funcționări, adică $n = N(0)$ elemente luate în studiu.

Atunci când încercarea încetează la împlinirea unui număr de căderi, deci planul de încercări este un plan cenzurat de încercări, toate observațiile se încheie după un număr n de încercări stabilit inițial, la timpul T_n . Toate elementele $n(T)$ rămase în funcțiune la timpul T_n , vor avea aceeași durată de funcționare T_n , astfel că durata cumulată pentru toate elementele T_{Σ} va fi:

$$T_{\Sigma} = \sum_{i=1}^{r_{T_n}} t_i + T_n \cdot n(T_n), \quad (12)$$

în care r_{T_n} , este numărul căderilor până la căderea celui de al r_n - lea element, la terminarea celor n încercări la timpul T_n .

Când încercarea încetează după o anumită perioadă de timp bine precizată, adică planul de încercări este trunciat, iar observațiile se încheie după un timp T stabilit inițial, durata cumulată de încercare T_{Σ} se va calcula considerând că toate elementele $n(T)$ rămase în

funcțiune la timpul T vor avea, cel puțin, aceeași durată de funcționare T:

$$T_{\Sigma} = \sum_{i=1}^{r_T} t_i + T_n(T). \quad (13)$$

în care r_T , este numărul căderilor până la timpul T, considerat drept timp de observare.

5. Concluzii

■ Nu orice deficiență a unei mașini poate duce la apariția unei defectări sau căderi. ■ O simplă deteriorare a aspectului de la suprafața unei piese în zonele neconjugate (prin ruginire, exfoliere etc.), nu influențează modul de funcționare normală a sistemului tehnic, deci aceasta nu poate fi considerată o cădere. ■ Astfel de deficiențe pot fi remediate în afara perioadelor de lucru efectiv.

BIBLIOGRAFIE

- [1] Baron, T., *Calitatea și fiabilitatea produselor*, Editura didactică și pedagogică, București, 1979.
- [2] Bejan, M., *În lumea unităților de măsură*, ediția a doua, revăzută și adăugită, Editura Academiei Române și Editura AGIR, București, 2005.
- [3] Enrick, N.L., *Quality Control and Reliability*, (sixth edition), Industrial Press Inc., New York, 1972.
- [4] Ionuț, B., s. a., *Mentenanță, mentenabilitate, tribologie și fiabilitate*, Editura Sincron, Cluj-Napoca, 2003.
- [5] Nanu, A., *Tehnologia materialelor*, Editura didactică și pedagogică, București, 1977.
- [6] Panaite, V., Popescu, M.O., *Calitatea produselor și fiabilitate*, Editura Matrix Rom, București, 2003.
- [7] Villemeur, A., *Reliability, Availability, Maintainability and Safety Assessment*, Ed. John Wiley & Sons, Lanarkshire, 1991.

Drd. Ing. Liviu SUCIU,

Dir. Adm., Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca

Prof.Dr.Ing. Mihaela SUCIU, Prof.Dr.Ing. Gavril BÂLC,

Conf.Dr.Ing. Marius GHEREȘ,

Facultatea de Mecanică, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca

Conf.Dr.Ing. Daniela PĂUNESCU

Facultatea de Construcții de Mașini, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca

Prof.Dr.Ing. Victor ROȘ, Prof.Dr.Ing. Mircea BEJAN,

Facultatea de Mecanică, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca

membri AGIR