

MODALITĂȚI DE ORGANIZARE A ACTIVITĂȚII DE MENTENANȚĂ A AUTOVEHICULELOR PE BAZA ANALIZEI FIABILITĂȚII COMPONENTELOR LOR.

Autor: Pșenicinîi Ion
Conducător: conf.dr.Ilie Manoli.

Universitatea Tehnică a Moldovei

Abstract: *Lucrarea abordează problema îmbunătățirii activității de mentenanță a sistemelor de frînare și rulare ale unui parc de autoturisme taxi, pe baza unui studiu de fiabilitate. Au fost detectate componentele cu fiabilitatea cea mai scăzută și au fost analizate defecțiunile lor. Ținând seama de nivelurile de risc a fost conceput un program de mentenanță preventivă cu înlocuirea programată a părților slabe ale acestor sisteme.*

Cuvinte cheie: *mentenanță, fiabilitate, sistem de frînare și rulare.*

1. Organizarea experimentului.

Utilizarea autoturismelor în regim de taxi într-un oraș aglomerat, reprezintă unul dintre cele mai dificile regimuri de funcționare ale automobilelor. Sistemele de frînare și rulare dețin un rol important în definirea siguranței active a automobilelor, ele fiind, în același timp, printre cele mai solicitate sisteme ale acestuia. De aceea prezenta lucrare este direcționată pe studiul fiabilității și siguranței lor.

Pînă în prezent înlocuirea anumitor piese s-a făcut la intervale planificate, în timp ce alte piese sunt înlocuite atunci cînd starea lor tehnică se deteriorează, ceea ce produce probleme atît din punct de vedere tehnic cît și economic. Posibila creștere a costurilor de mentenanță va fi compensată de cîștigul important în siguranța activă la care sistemele studiate joacă un rol important. Deasemenea, planificarea activității de mentenanță poate duce la o mai bună organizare a lor, ceea ce reprezintă scăderea costurilor aferente.

Monitorizarea celor 99 de autoturisme a durat aproximativ doi ani, între 2005 și 2007, perioadă în care fiecare autoturism a parcurs între 85 000 și 140 000 km. Această perioadă acoperă un segment important din viața unui astfel de autoturism, pe parcursul căruia au loc practic toate tipurile de defecțiuni pentru cele mai multe sisteme și piese ale automobilului: defecțiuni precoce (în prima etapă a vieții), căderi aleatoare (pe parcursul vieții utile), defecțiuni de îmbătrînire (la sfîrșitul vieții).

Pe parcursul celor doi ani de monitorizare a autoturismelor au fost înregistrate într-o bază de date descrierea defecțiunilor, momentele de producere a lor cît și înlocuirea preventivă de piese.

2. Rezultatele experimentului.

Sistemul de frînare a suferit un intens proces de uzare din cauza traficului urban. Mecanismul de frînare al punții față a fost cel mai afectat, 149 seturi plăcuțe de frînă au fost înlocuite înainte de termenul planificat și 64 discuri de frînă s-au defectat. Mecanismul de frînare al punții spate s-a dovedit a fi mai fiabil, necesitînd înlocuirea a numai șapte seturi de saboți. Doar șase servomecanisme de frînă s-au defectat. Sistemul de direcție s-a dovedit a fi destul de fiabil, doar 14 mecanisme de direcție defectîndu-se. De asemenea, 112 bielete de direcție au fost înlocuite datorită defecțiunilor produse la articulațiile acestora.

Prezenta lucrare se concentrează pe defecțiunile celor mai puțin fiabile dispozitive ce contribuie la siguranța autovehiculului: discuri de frînă, plăcuțe de frînă, bielete de direcție și rulmenții sistemului de rulare.

3. Studiul fiabilității.

Scopul principal al studiului de fiabilitate l-a constituit identificarea parametrilor legii Weibull pentru defecțiunile înregistrate la piesele menționate:

$$R(t) = e^{-\left(\frac{t-\alpha}{\eta}\right)^\beta} \quad (1)$$

unde α reprezintă parametrul de inițializare, η -parametrul de scară și β - parametrul de formă. În concordanță cu parametrul de formă β , natura defecțiunilor a putut fi stabilită. În cazul celor mai puțin fiabile piese situate la sfîrșitul vieții, caracterizate printr-un număr mare de defecțiuni, s-a recomandat înlocuirea preventivă a acestora. În cazul bielețelor de direcție, parametrii legii Weibull calculați pe baza momentului

aparitiei defectiunii au fost: $\alpha = 0$ km, $\eta = 104\ 659$ km, $\beta = 5,5$. Evoluția fiabilității, a densității de probabilitate a timpului de bună funcționare și a ratei de defectare a fost reprezentată în figura 1, și se poate observa că funcția de fiabilitate rămâne egală cu 1 pînă la 40.000 km, ceea ce evidențiază o rezervă mare de viață.

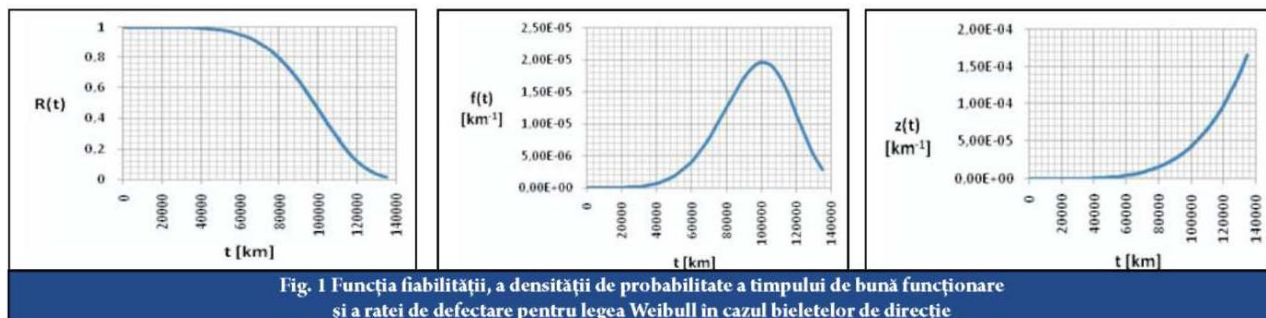


Fig. 1 Funcția fiabilității, a densității de probabilitate a timpului de bună funcționare și a ratei de defectare pentru legea Weibull în cazul bieletelor de direcție

Pentru a găsi un interval convenabil de înlocuire a bieletelor de direcție, probabilitatea producerii defectiunilor a fost calculată folosind legea binomială:

$$P_{kN} = C_N^k * (1 - R)^k * R^{N-k}$$

$$P_{kN} = C_N^k * (1 - R)^k * R^{N-k} \quad (2)$$

unde C_N^k reprezintă combinații de N luate câte k, N - numărul total de elemente, k - numărul de defectiuni, R - valoarea funcției de fiabilitate. Calculele au fost efectuate pentru două situații corespunzătoare unei perioade de înlocuire preventivă de 80.000 km, respectiv de 60.000 km (fig. 2).

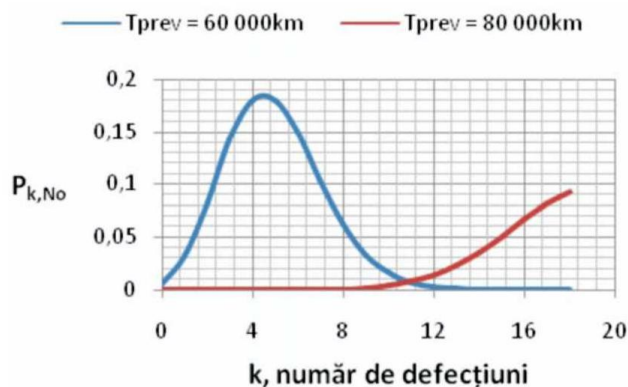


Fig. 2. Probabilitatea de producere a defectiunilor în cazul bieletelor de direcție (legea binomială)

Se observă că în primul caz probabilitatea de producere a defectiunilor este relativ ridicată (peste 12 defectiuni, cu o medie de 20). A doua variantă duce la o scădere semnificativă a numărului de defectiuni, cu o medie a acestora egală cu 5. Astfel, această variantă poate fi luată în considerare ca fiind o soluție adecvată din punct de vedere al siguranței.

Un comportament similar s-a observat în cazul rulmenților sistemului de rulare și a discurilor de frână. În ambele cazuri, funcția de fiabilitate rămâne egală cu 1 pînă la 40.000 km, evidențind o rezervă mare de viață (fig. 3).

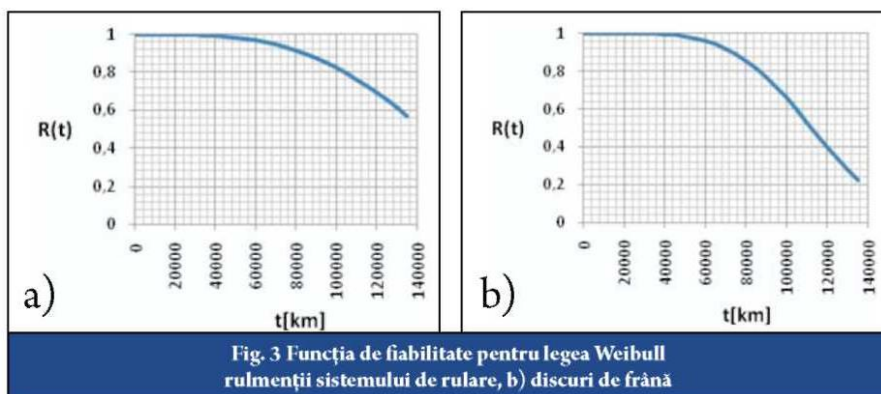


Fig. 3 Funcția de fiabilitate pentru legea Weibull rulmenții sistemului de rulare, b) discuri de frână

În cazul rulmenților sistemului de rulare, parametrii legii Weibull calculați pe baza momentului apariției defectiunii au fost: $\alpha = 0$ km, $\eta = 158\ 771$ km, $\beta = 3,56$, în timp ce în cazul discurilor de frână valorile au fost: $\alpha = 17.344$ km, $\eta = 105\ 186$ km și $\beta = 3,58$. Valoarea parametrului β mai mare de 3, arată că aceste piese au suferit defectiuni cauzate de îmbătrânirea acestora.

Diferite perioade pentru înlocuirea preventivă a acestor piese s-au luat în considerare: 40.000 km, 60.000 km, 80.000 km pentru rulmenții sistemului de rulare și 60.000 km, 80.000 km pentru discurile de frână. Așa cum se poate vedea din figura 4, intervalul adecvat de înlocuire este de 60.000 km pentru că numărul cel mai probabil de defectiuni este destul de scăzut și costurile de mentenanță nu cresc foarte mult. Operațiile de înlocuire vor fi aplicate simultan mai multor piese: plăcuțe de frână, discuri de frână, bielete de direcție și rulmenții sistemului de rulare.

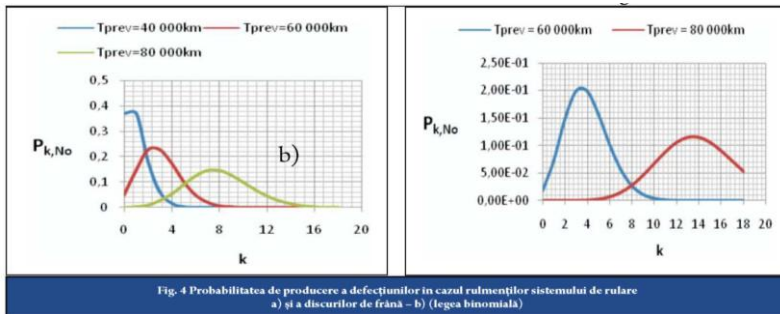


Fig. 4 Probabilitatea de producere a defecțiunilor în cazul rulmenților sistemului de rulare a) și a discurilor de frână - b) (legea binomială)

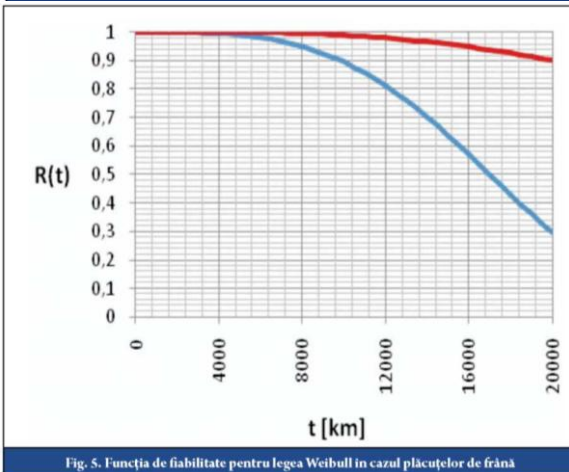


Fig. 5. Funcția de fiabilitate pentru legea Weibull în cazul plăcuțelor de frână

În cazul plăcuțelor de frână situația este diferită. Programul de întreținere prevede înlocuirea plăcuțelor de frână la fiecare 20.000 km. Astfel, pe parcursul celor doi ani de experiment au fost efectuate câteva înlocuiri la fiecare autoturism, așa că numărul total de seturi utilizate a fost de 462, dintre care 149 înainte de termen. Trebuie evidențiat faptul că de câteva ori

termenul planificat a fost depășit, ceea ce a făcut ca interpretarea datelor experimentale să fie dificilă. Datele statistice evidențiază o comportare diferită a pieselor de schimb față de cele originale. În timp ce pentru seturile originale funcția de fiabilitate are valoarea de 0,91 la sfârșitul perioadei de utilizare, seturile de rezervă abia ating valoarea de 0,32 (fig. 5). Pentru întreg eșantionul, valorile parametrilor legii Weibull sunt: $\alpha = 0$ km, $\eta = 18\ 918$ km, $\beta = 3,47$. Se poate observa că valoarea relativ scăzută a parametrului η explică scăderea fiabilității, în timp ce valoarea parametrului β indică defecțiuni de îmbătrânire. Aparent, trebuie redusă perioada utilizării plăcuțelor de frână, dar acest lucru este greșit; în schimb, trebuie făcută o schimbare în calitatea plăcuțelor de schimb astfel încât acestea să aibă aceeași fiabilitate ca și cele originale.

Concluzii

Acest studiu a evidențiat un nivel bun de fiabilitate a anumitor componente importante ce contribuie la siguranța activă a autovehiculului. Evoluția apariției defecțiunilor indică necesitatea unui nou sistem de mentenanță care să prevadă înlocuirea preventivă a unor componente precum discurile de frână, rulmenții sistemului de rulare și biețele de direcție.

Termenul de înlocuire recomandat pentru fiecare este de 60.000 km. După înlocuirea pieselor menționate, verificarea sistemului de frână și a sistemului de direcție trebuie îndeplinită simultan. În acest fel un număr important de defecțiuni neașteptate care afectează siguranța autovehiculului vor fi evitate, starea tehnică generală și nivelul de siguranță al autovehiculului vor fi îmbunătățite, precum și eficiența programului de întreținere. De asemenea, companiile de taxi obțin avantaje prin evitarea perioadelor de imobilizare neașteptată a autovehiculelor.

Bibliografie

- [1] Andreescu, Cr. et all, "Aplicații numerice la studiul fiabilității automobilelor", Ed. Magie, București, 1996
- [2] Andreescu, C., Fileru, I., Toma, M., "Evaluating the Functional Reliability of a Complex Device by Diagnosis", CONAT, Brașov; 2005
- [3] Țîrcolea, C., Paris, A., Andreescu, Cr., "A Comparison of Reliability Models", The 5th International Conference DGDS & MENP, Mangalia, 2008
- [4] Țîrcolea, C., Paris, A., Andreescu, Cr., "Eulerian Distributions Applied in the Reliability", The International Conference of Differential Geometry and Dynamical Systems (DGDS) - 2009, Bucharest, 2009
- [5] Grad, Aurica, Panait, T., Andreescu, Cr., "Some Aspects Concerning the Reliability and Maintenance of the Braking and Rolling Systems of Taxi Passenger Cars", International Conference "ESFA 2009", Bucharest, nov. 2009