

INFLUENȚA ACȚIUNILOR DE MENTENANȚĂ ASUPRA UZURII SISTEMELOR MECANICEⁱ

INFLUENCE OF MAINTENANCE ACTIONS ON COMPLEX MECHANICAL SYSTEMS

Constantin BUCURESCU

S. I. univ.dr.ing., Facultatea de Utilaj Tehnologic – Departamentul de Tehnologie Mecanică,
Bucuresti, Romania

Rezumat: *Lucrarea își propune să sublinieze modul în care acțiunile de mentenanță specifice vehiculelor de construcții influențează uzura atât la nivelul sistemelor mecanice, cât și la nivelul structurii acestora.*

Cuvinte cheie: *mentenanță, sistem mecanic, uzură*

Abstract: *The paper aims to emphasize how the actions of specific maintenance construction vehicles wear their influences both at system level and at the level of their structure.*

Keywords: *maintenance, mechanical system, wear*

1. PROIECTAREA ACȚIUNILOR DE MENTENANȚĂ

Proiectarea politicilor de mentenanță impune cunoașterea modului în care acțiunile de mentenanță afectează starea tehnică a sistemelor, stare cuantificată prin rata de defectare $z(t)$. Luarea în considerare a uzurii permite în primul rând definirea criteriilor care justifică adoptarea unei anumite politici de mentenanță (preventivă sau corectivă) și în al doilea rând permite o analiză mai nuanțată a mentenanței. Influența acțiunilor de mentenanță asupra stării tehnice a unui sistem poate fi analizată atât la nivelul global cât și la nivel structural.

Aplicarea unor politici de mentenanță corectivă se justifică economic numai în cazul sistemelor fără uzură sau cu uzură negativă, care au rata de defectare constantă sau descrescătoare și la care probabilitatea de defectare nu depinde de vârsta acestora sau scade cu timpul.

Dacă un sistem cu uzură pozitivă ar fi supus unei mentenanțe corective, numărul intervențiilor tehnice la care ar trebui supus crește.

ⁱ Comunicare prezentată la cel de-al XXI –lea Simpozion National de Utilaje pentru Constructii (SINUC), București, 10-11 decembrie 2015

Mentenanța preventivă asigură sistemelor un nivel al siguranței în funcționare superior celui obținut în cazul unei mentenanțe corective, dar din punct de vedere economic, mentenanța preventivă nu se justifică decât în cazul sistemelor cu uzură pozitivă, la care probabilitatea de defectare crește.

Pentru un sistem cu uzură pozitivă care este supus unei mentenanțe preventive s-au trasat, în figurile 1 și 2, posibilele evoluții în timp ale ratei de defectare, simbolizându-se cu m_{pp} o mentenanță preventivă perfectă și cu m_{pi} o mentenanță preventivă imperfectă.

În funcție de resursele caracteristice, mentenanța la care este supus un sistem poate să elimine complet sau parțial uzura acumulată în timp de către acesta. Pot exista însă situații în care, datorită unor erori sau proceduri greșite, după supunerea unui sistem unei acțiuni de mentenanță, rata de defectare rezultată să fie mai mare decât înaintea efectuării acțiunii.

Pentru caracterizarea mentenanței sub aspectul influenței acesteia asupra uzurii unui sistem se poate face clasificarea acesteia în două categorii: mentenanță perfectă și mentenanță imperfectă.

Mentenanța perfectă presupune intervenții tehnice capabile să elimine complet uzura acumulată în timp de către sistemul întreținut, adică să aducă sistemul defect (în cazul mentenanței corective) sau uzat dar nedefect (în cazul mentenanței preventive) în starea *ca și nou*. Este cazul sistemului a cărui evoluție a ratei de defectare este prezentată în figura 1.

Mentenanța imperfectă presupune intervenții tehnice care ameliorează starea tehnică a unui sistem fără a elimina complet uzura acestuia. În acest caz rata de defectare a sistemului supus intervenției va fi mai mică decât cea corespunzătoare sistemului înainte de intervenție, dar mai mare decât rata de defectare a sistemului nou. În figura 2 se evidențiază faptul că după mentenanța imperfectă rata de defectare nu este adusă la nivelul ratei sistemului nou ci la nivelul corespunzător unei anumite vârste „X” a acestuia.

În urma considerațiilor prezentate în prezentul paragraf se impune semnalarea următoarelor observații:

- modelele adoptate pentru studiul mentenanței și mentenabilității sistemelor mecanice exclud situațiile în care, după o acțiune de mentenanță imperfectă, rata de defectare obținută este mai mare decât cea existentă înaintea intervenției, considerând aceste situații accidentale; intervențiile la care sunt supuse sistemele urmăresc întotdeauna îmbunătățirea stării tehnice și nu înrăutățirea acesteia;
- la clasificarea mentenanței în mentenanță perfectă și mentenanță imperfectă nu s-au luat în considerație situațiile în care, cu prilejul supunerii unui sistem mecanic unor intervenții tehnice, s-au realizat modernizări ale acestuia; într-un astfel de caz se poate spune că s-a creat un sistem nou, altul decât cel inițial cu care nu mai poate fi comparat.

Influența acțiunilor de mentenanță asupra uzurii sistemelor mecanice

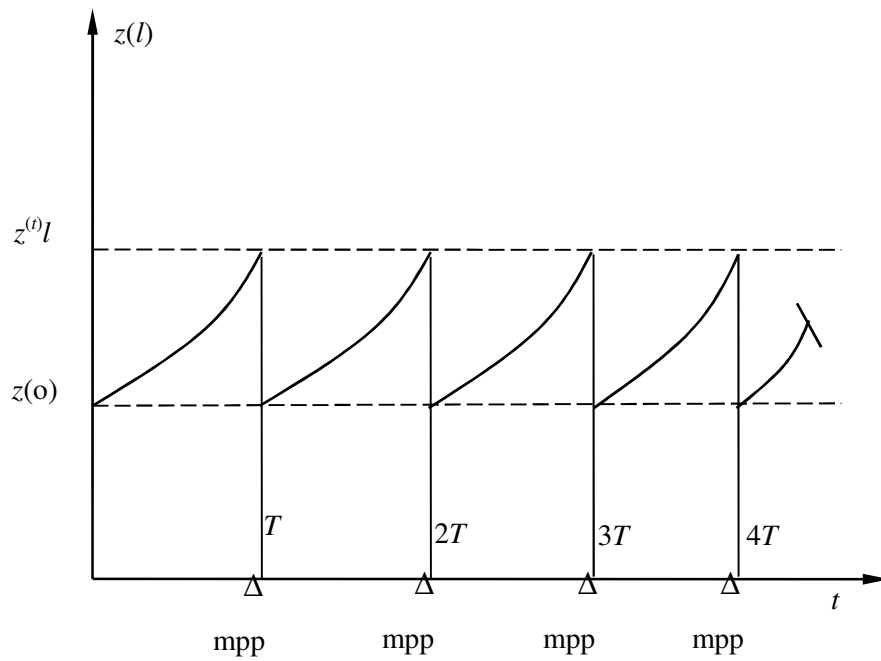


Fig. 1. Evoluția ratei de defectare în cazul mentenanței perfecte

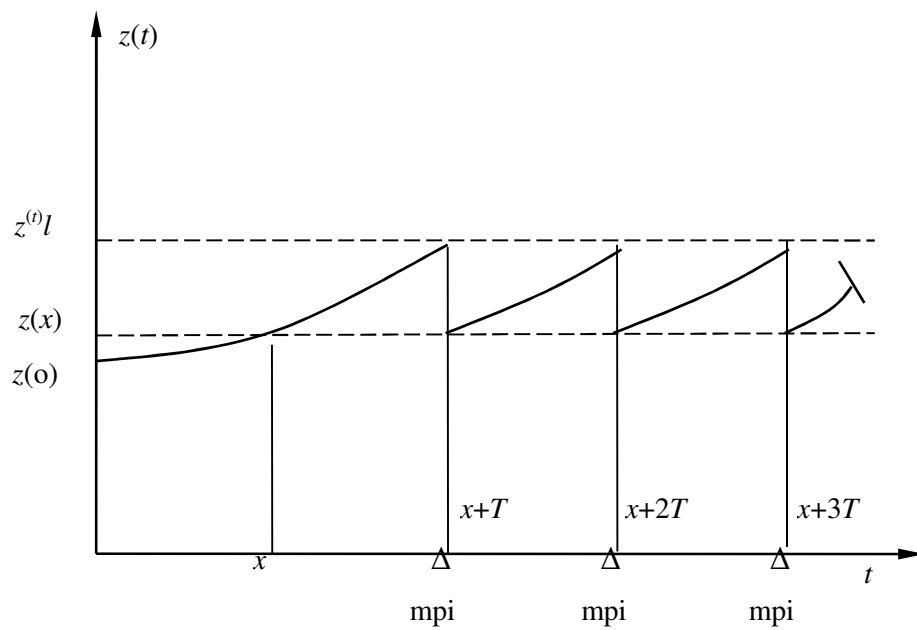


Fig. 2. Evoluția ratei de defectare în cazul mentenanței imperfecte

2. ANALIZA MENTENANȚEI ȘI MENTENABILITĂȚII UNUI SISTEM MECANIC

În cadrul modelării mentenabilității sistemelor supuse unei mentenanțe imperfecte este interesant de știut cu cât se reduce rata de defectare în urma acestor intervenții tehnice. În acest sens se propune o funcție $g(c_1, \theta)$, $0 \leq g \leq 1$, care exprimă fracțiunea de reducere a ratei de defectare și în care c_1 reprezintă costul total al resurselor consumate cu mentenanța preventivă iar θ este un parametru. În aceste condiții, rata de defectare după mentenanța preventivă imperfectă este:

$$z(t) = g(c_1, \theta) \cdot z(x + T) \quad (1)$$

Pentru funcția $g(c_1, \theta)$ se propun următoarele două forme:

$$g(c_1, c_0) = 1 - \frac{c_0}{c_1} \quad (2)$$

unde c_0 ($c_0 < c_1$) reprezintă costul de achiziție (inițial) al sistemului

$$g(c_1, \theta) = \exp(-\theta \cdot c_1) \quad (3)$$

unde c_1 are semnificația menționată anterior sau poate fi timpul consumat pentru mentenanță preventivă. Cu aceste relații mentenanța privită la nivelul global al unui sistem poate fi complet caracterizată.

Pentru analiza mentenanței și mentenabilității unui sistem mecanic la nivel structural trebuie avut în vedere faptul că acesta este alcătuit din mai multe unități de asamblare, defectarea oricăreia dintre acestea determinând fie defectarea întregului sistem, fie deprecierea performanțelor în exploatare ale acestuia.

Restabilirea oricărei unități de asamblare defecte sau uzate din componența unui sistem poate fi realizată prin supunerea acesteia unei mentenanțe preventive sau unei mentenanțe corective.

Dacă toate elementele componente ale unui sistem sunt supuse pentru restabilire unei mentenanțe corective, respectiv unei mentenanțe preventive, la nivelul global al sistemului se poate aprecia că acesta a fost supus unei mentenanțe corective, respectiv unei mentenanțe cu caracter preventiv.

În cazul sistemelor mecanice complexe nu se justifică totdeauna supunerea tuturor unităților de asamblare unei mentenanțe cu caracter preventiv, chiar dacă la nivelul global al acestora se impune mentenanța preventivă. Trebuie avut în vedere faptul că anumite unități de asamblare sunt caracterizate ca fiind sisteme fără uzură sau cu uzură negativă (construcția metalică a unei macarale poate fi considerată ca sistem fără uzură) și prin urmare este mai economic a fi restabilite corectiv. Apare în astfel de condiții problema structurării unităților de

asamblare în două categorii: categoria unităților de asamblare care se restabilesc corectiv și categoria unităților de asamblare întreținute preventiv. Legat de această problemă în unitățile de asamblare supuse unei mentenanțe corective sunt denumite *unități de asamblare neesențiale* (U.A.N.E.) iar cele supuse unei mentenanțe preventive sunt denumite *unități de asamblare esențiale* (U.A.E.).

Împărțirea unităților de asamblare în U.A.E. și U.A.N.E. se poate face pe baza a două criterii și anume:

- criteriul costuri mentenanță;
- criteriul disponibilitatea sistemului.

O unitate de asamblare este U.A.N.E. din punct de vedere al criteriului costuri-mentenanță atâta vreme cât costul cumulativ al întreținerii unității de asamblare în cadrul unei mentenanțe corective este mai mic decât costul cumulativ al întreținerii în cadrul unei mentenanțe preventive.

După criteriul disponibilitatea sistemului, o unitate de asamblare este considerată neesențială (U.A.N.E.) numai în cazul în care timpul cumulativ pentru întreținere prin mentenanță corectivă este mai mic decât timpul cumulativ al întreținerii prin mentenanță preventivă, în aceeași perioadă de exploatare. În cazuri contrare, unitățile de asamblare sunt U.A.E.

3. CONCLUZII

Dacă restabilirea unei unități de asamblare defecte se face aplicând o mentenanță imperfectă, la nivelul global al sistemului mentenanța va fi considerată imperfectă.

Mentanța imperfectă la nivelul global a unui sistem se consideră și în cazul supunerii unităților de asamblare unei mentenanțe perfecte, acest lucru datorându-se faptului că, chiar dacă la nivel structural uzura este înlăturată complet, la nivelul sistemului aceasta suferă doar o micșorare.

Abordarea mentenanței sistemelor mecanice la nivel structural permite o analiză și mai nuanțată a politicilor de mentenanță ale sistemelor complexe, cu efecte benefice asupra eficienței exploatării acestora, a creșterii disponibilității lor și a micșorării costurilor pentru mentenanță.

BIBLIOGRAFIE

- [1] **Bucurescu, C.** – *Fiabilitatea, mentenanța și disponibilitatea utilajelor tehnologice pentru construcții*. Ed. CONSPRESS, București, 2014.
- [2] **Barlow, R.E., Proschan, F.** – *Statistical Theory of Reliability and Life Testing Probability Models*. Holt, Rinehart and Winston, New-York, 1975.
- [3] **Cătuneanu, V.M., Mihalache, A.** – *Bazele teoretice ale fiabilității*. Ed. Academiei, 1983.

[4] **Zevedei, N.I.** – *Tehnologia fabricării și reparării utilajului tehnologic*, I.C.B., București, 1984.

[5] **Zevedei, N.I.** – *Cercetări în domeniul fiabilității și mentenabilității mașinilor de construcții*. Teză de doctorat, I.C.B., 1986.