

# XÁC ĐỊNH CHU KỲ BẢO DƯỠNG SỬA CHỮA BẰNG PHƯƠNG PHÁP THỐNG KÊ XÁC SUẤT

## DETERMINATION OF MAINTENANCE AND REPAIR CYCLES BY PROBABILITY AND STATISTICS METHOD

Hoàng Giang Nam<sup>1</sup>, Nguyễn Văn Dũng<sup>2</sup>, Vũ Quốc Bảo<sup>2</sup>, Vũ Ngọc Tuấn<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Cục 12, Tổng cục 2

<sup>2</sup>Học viện Kỹ thuật Quân sự

### TÓM TẮT

*Chu kỳ bảo dưỡng sửa chữa của cụm hoặc xe có thể xác định một cách có cơ sở khoa học bằng các phương pháp sau đây: (i) Phương pháp kinh tế kỹ thuật; (ii) Theo giá trị mòn giới hạn của những chi tiết, cặp lắp ghép cơ bản; (iii) Phương pháp thử nghiệm; (iv) Xử lý những số liệu thống kê về độ mòn và tuổi thọ, hoặc các thông số trạng thái kỹ thuật và (v) Theo sự biến đổi của các thông số trạng thái. Bài báo trình bày phương pháp xác định chu kỳ bảo dưỡng và sửa chữa ô tô thông qua phương pháp thống kê xác suất trên cơ sở bộ số liệu thực tế tại đơn vị. Kết quả nghiên cứu làm cơ sở cho việc xác định chu kỳ bảo dưỡng sửa chữa với các đối tượng ô tô khác nhau khi sử dụng tại đơn vị.*

**Từ khóa:** Chu kỳ; Bảo dưỡng; Sửa chữa; Thống kê; Xác suất.

### ABSTRACT

*There are several scientific methods can be applied to determine the maintenance and repair cycles such as: (i) Technical economics; (ii) Limited worn out of parts or pair-parts; (iii) Experiment; (iv) Dealing with statistics and probability and (v) According to the changing of state parameters. This article presents the method to evaluate the cycle of maintenance and repair by using the statistic and probability approach based on the real databases. The results could be used to determine the cycle of maintenance and repair of several kinds of vehicle.*

**Keywords:** Cycle; Maintenance; Repair; Statistic; Probability.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Chu kỳ bảo dưỡng sửa chữa của cụm hoặc xe có thể xác định một cách có cơ sở khoa học bằng các phương pháp sau đây: (i) Phương pháp kinh tế kỹ thuật; (ii) Theo giá trị mòn giới hạn của những chi tiết, cặp lắp ghép cơ bản; (iii) Phương pháp thử nghiệm; (iv) Theo sự biến đổi của các thông số trạng thái và (v) Xử lý những số liệu thống kê về độ mòn và tuổi thọ, hoặc các thông số trạng thái kỹ thuật. Phương pháp kinh tế kỹ thuật kể đến ảnh hưởng đồng thời của các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật thông qua chi phí riêng cho bảo dưỡng và sửa chữa. Phương pháp 2, do giáo sư V.V. Evremov đề xuất được thiết lập dựa trên cơ sở nghiên cứu quy luật mài mòn của chi tiết hoặc cặp lắp ghép quan trọng. Phương pháp thứ ba bao gồm việc chuẩn bị và tiến hành thử nghiệm để xác định thời gian làm việc hợp lý đến bảo dưỡng, sửa chữa. Phương pháp này, yêu cầu phải thực hiện những thử nghiệm dài thời gian trong phòng thí nghiệm hoặc cho máy làm việc theo chế độ thử nghiệm. Kết quả thử nghiệm ta nhận được các giá trị mòn thực tế của phần lớn các mối ghép (chi tiết). Từ các số liệu đó, ta có thể xây dựng đường cong mòn theo thời gian. Về cơ bản, phương pháp này không khác phương pháp thứ hai. Phương pháp này có ưu điểm là chính xác, tương đối nhanh. Tuy nhiên, để thực hiện nó cần các thiết bị chuyên dùng đắt tiền và cũng cần thử nghiệm một số cụm nhất định áp dụng khi thiết kế và chế tạo.

Trong quá trình khai thác sử dụng, tình trạng kỹ thuật của các cụm, bộ phận, chi tiết biến đổi, lượng biến đổi đó có thể nhận ra nhờ một số dấu hiệu đặc trưng cho trạng thái kỹ thuật phân tử qua các thông số trạng thái. Thông qua dấu hiệu nhận biết của các thông số trạng thái ta biết được tình trạng kỹ thuật của cụm, bộ phận, từ đó xác định được chu kỳ bảo dưỡng kỹ

thuật và đó cũng chính là bản chất của phương pháp thứ tư. Phương pháp xác định tình trạng kỹ thuật của xe theo các sự biến đổi của các thông số trạng thái có ưu điểm là cho ta kết quả nhanh, đơn giản, không gây ảnh hưởng nào đến tình trạng kỹ thuật của xe, rất thuận lợi khi tiến hành ở các đơn vị quản lý xe. Nhưng có nhược điểm là cần phải sử dụng thiết bị đo đạc phức tạp và cho ta kết quả không chính xác.

Phương pháp thứ năm xác định khoảng thời gian làm việc giữa hai lần bảo dưỡng, sửa chữa trên cơ sở chọn và xử lý những số liệu về độ mòn và tuổi thọ, hoặc các thông số trạng thái kỹ thuật của chi tiết, cụm và xe. Khi có được một lượng thông tin lớn và xử lý nó bằng các phương pháp thống kê toán học và lý thuyết xác suất, ta sẽ nhận được kết quả đáng tin cậy hơn cả. Phương pháp này có ưu điểm là cho ta kết quả chính xác cao, nhất là khi thống kê tỉ mỉ trong thời gian dài và với số lượng xe lớn. Nhưng có nhược điểm là đối với phương pháp thống kê ta chỉ áp dụng được cho một nhóm xe cùng loại, không áp dụng được cho các nhóm xe khác nhau. Nội dung chính của bài báo đề cập đến cơ sở lý thuyết của phương pháp này, và ứng dụng để xác định chu kỳ bảo dưỡng sửa chữa cho một đối tượng cụ thể tại đơn vị.

## 2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT XÁC ĐỊNH CHU KỲ BẢO DƯỠNG BẰNG PHƯƠNG PHÁP THỐNG KÊ XÁC SUẤT

Đối với xe - Một sản phẩm sửa chữa được thì tại một thời điểm nào đó xe sẽ làm việc bình thường nếu tại thời điểm đó xe không ở trong tình trạng bảo dưỡng hoặc sửa chữa và làm việc ở trạng thái không hỏng. Như vậy, xác suất làm việc bình thường của xe trong khoảng thời gian  $t$  là  $P_{bt}(t)$  sẽ được tính theo công thức:

$$P_{bt}(t) = K \cdot P_0(t) \quad (1)$$

Với K là hệ số thường trực (là xác suất để xe không ở trong tình trạng bảo dưỡng, sửa chữa tại một thời điểm bất kỳ).  $P_0(t)$  là xác suất làm việc không hỏng trong khoảng thời gian t giữa hai lần bảo dưỡng hoặc sửa chữa.

Xác suất làm việc bình thường sẽ là một hàm số của các thời hạn bảo dưỡng sửa chữa đó, khi các thời hạn đó biến thiên, xác suất làm việc bình thường sẽ thay đổi. Ứng với một giá trị nào đó của mỗi thời hạn bảo dưỡng sửa chữa mà xác suất làm việc bình thường đạt giá trị cực đại thì ta gọi thời hạn đó là thời hạn bảo dưỡng, sửa chữa tối ưu. Vậy, thời hạn bảo dưỡng, sửa chữa tối ưu là những thời hạn ứng với chúng trong cấu trúc chu kỳ sửa chữa thì xác suất làm việc bình thường của sản phẩm (xe hoặc các cụm của xe) đạt giá trị lớn nhất. Từ khái niệm trên (mà thực chất là tiêu chuẩn tối ưu đối với các thời hạn bảo dưỡng, sửa chữa) ta có thể xác định phương hướng chung để tìm các thời hạn tối ưu đối với bảo dưỡng 1 ( $T_{BD1}$ ) bảo dưỡng 2 ( $T_{BD2}$ ) và sửa chữa vừa ( $T_{SCV}$ ) như sau: (i) Gọi thời hạn cần xác định tối ưu là T và chọn một loạt giá trị T; (ii) Tính K,  $P_0(t)$  ứng với từng giá trị T vừa chọn và tính  $P_{bt}(t)$  ứng với từng cặp K,  $P_0(t)$  tương ứng; (iii) Xây dựng đồ thị  $P_{bt}(t)$ , qua đồ thị đó tìm giá trị cực đại  $P_{max}$ , tương ứng với giá trị đó là thời hạn tối ưu  $T_i$  cần tìm.

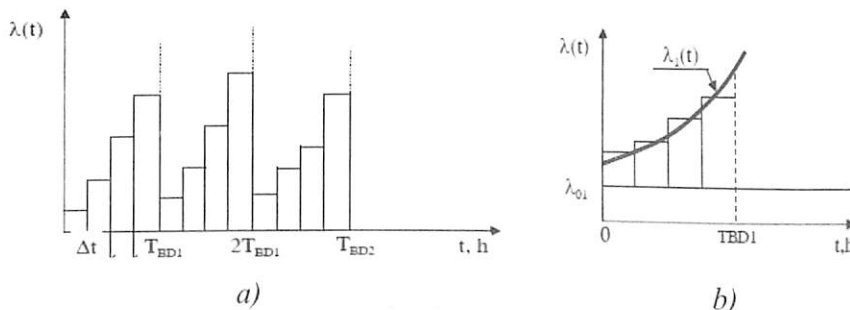
Theo phương hướng chung vừa nêu trên, việc xác định thời hạn bảo dưỡng 1 tối ưu  $T_{BD1}$  được tiến hành theo hai bước lớn: Một là xây dựng đường cong tham số luồng hỏng  $\lambda_1(t)$ ; Hai là tính toán xác định  $T_{BD1}$  theo các số liệu khai thác kiểm tra và đường cong  $\lambda_1(t)$ .

**a. Xây dựng đường cong  $\lambda_1(t)$**

$\lambda_1(t)$  là tham số của luồng hỏng xét đối với thời hạn bảo dưỡng 1, tức là luồng các hư hỏng bất ngờ giữa hai lần bảo dưỡng 1 cạnh nhau và những hư hỏng do mòn được phòng ngừa khi bảo dưỡng 1. Khi dựng đường cong  $\lambda_1(t)$  không tính đến những hư hỏng được phòng ngừa khi bảo dưỡng 2 và sửa chữa vừa. Cho rằng các hư hỏng bất ngờ tạo thành một luồng hỏng có tham số là  $\lambda_{01}$  bằng hằng số:

$$\lambda_{01} = \frac{n_0}{N_0 \cdot T_{BD1}} = const \quad (2)$$

Trong đó:  $n_0$  - Số hư hỏng bất ngờ xảy ra trong khoảng  $T_{BD1}$ ;  $N_0$  - Số sản phẩm (xe, hệ thống) cần thiết để khảo sát. Khi đó, đường cong  $\lambda_1(t)$  sẽ là đường cong của tham số luồng hỏng do mòn được nâng lên một đoạn  $\lambda_{01}$ . Như vậy, việc dựng đường cong  $\lambda_1(t)$  trở thành việc dựng đường cong tham số luồng hỏng do mòn  $\lambda_{1m}(t)$ . Trình tự dựng đường cong  $\lambda_{1m}(t)$  như sau: Trên trục thời gian đặt một đoạn bằng thời gian làm việc của xe từ lúc bắt đầu khai thác đến lần bảo dưỡng 2 đầu tiên; Trong đoạn từ 0 đến  $T_{BD2}$  đặt liên tiếp các đoạn ứng với thời hạn bảo dưỡng 1 đã chọn ( $0 - T_{BD1}$ ;  $T_{BD1} - 2T_{BD1}$ , ...).



Hình 1. Dựng đường bậc thang tham số luồng hỏng được dự phòng sau khi bảo dưỡng

Chia mỗi đoạn thời hạn bảo dưỡng 1 thành một số khoảng sao cho trong mỗi khoảng  $\Delta t$  có ít nhất 10 lần hỏng. Ứng với mỗi khoảng  $\Delta t$  tính tỷ số:

$$\lambda_k = \frac{n_k}{N_0 \cdot \Delta t} \quad (3)$$

Trong đó:  $\lambda_k$  - Tham số luồng hỏng do mòn ở khoảng thứ k;  $n_k$  - Số hư hỏng do mòn được phòng ngừa khi bảo dưỡng 1 ở khoảng thứ k.

Trên đồ thị ứng với mỗi khoảng  $\Delta_{ik}$  vẽ một cột có chiều cao là  $\lambda_k$ . Như vậy, trong mỗi đoạn  $T_{BD1}$  ta có một đồ thị hình bậc thang (hình 1.a), tất nhiên các đồ thị bậc thang trong các đoạn TBD1 khác nhau không hoàn toàn giống nhau. Vẽ một đường cong trung bình thay cho đường bậc thang và coi đó là đường cong tham số luồng hỏng do mòn trong khoảng từ 0 đến  $T_{BD1}$  (hình 1.b). Sau khi được đường cong tham số luồng hỏng vì mòn ta nâng đường cong đó lên một đoạn  $\lambda_{01}$  sẽ được đường cong tham số của luồng hỏng chung  $\lambda_1(t)$  (hình 1.b).

Diện tích  $S_1$  dưới đường cong  $\lambda_1(t)$  từ 0 đến  $T_{BD1}$  chính là số hỏng học trung bình giữa hai lần bảo dưỡng 1 (giữa hai lần dự phòng) cạnh nhau:

$$S_1 = \int_0^{T_{BD1}} \lambda_1(t) dt \quad (4)$$

**b. Tính toán xác định  $T_{BD1}$**

Sau khi dựng được đường cong tham số luồng hỏng ta tiến hành tính toán xác định thời hạn bảo dưỡng 1 tối ưu  $T_{BD1}$  theo trình tự sau: Chọn một loạt giá trị  $T_{BD1}$  khác nhau; Ứng với mỗi  $T_{BD1}$  vừa chọn tính một giá trị K:

$$K = -\frac{\bar{T}_1}{T_1 + t_{stb1}} \quad (5)$$

$\bar{T}_1$  là thời gian làm việc trung bình giữa hai lần cường bức cạnh nhau xét trong khoảng một thời hạn bảo dưỡng 2 và được xác định theo công thức sau:

$$\bar{T}_1 = -\frac{T_{BD2}}{S_1 \cdot n_1 + n_1} \quad (6)$$

$n_1$  - Số lần bảo dưỡng 1 trong một thời hạn  $T_{BD2}$ ;  $t_{stb1}$  - Thời hạn sửa chữa, bảo dưỡng trung bình trong một thời hạn bảo dưỡng 2 được tính theo công thức:

$$\bar{t}_{stb1} = \frac{n_{tx} \cdot \bar{t}_{tx} + n_1 \cdot t_1}{n_{tx} + n_1} \quad (7)$$

Với  $n_{tx}$  là số lần sửa chữa nhỏ trong một  $T_{BD2}$ ;  $n_1$  là số lần bảo dưỡng 1 trong một  $T_{BD2}$ ;  $\bar{t}_{tx}$  là thời gian sửa chữa nhỏ trung bình;  $t_1$  là thời gian bảo dưỡng 1 trung bình.

Với  $n_{tx} = S_1 \cdot n_1$  và  $T_{BD2} = n_1 \cdot T_{BD1}$  ta có thể xác định được giá trị của K như sau:

$$K = \frac{1}{1 + S_1 \cdot \frac{\bar{t}_{tx}}{T_{BD1}} + \frac{t_1}{T_{BD1}}} \quad (8)$$

Ứng với mỗi  $T_{BD1}$  vừa chọn tính một giá trị của xác suất làm việc không hỏng trong khoảng 0 -  $T_{BD2}$  theo công thức sau đây:

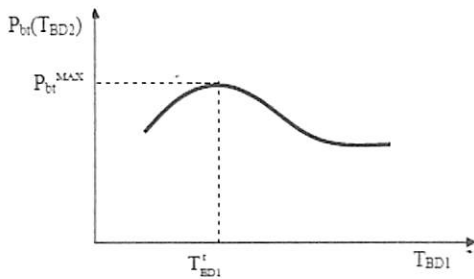
$$P_{01}(T_{BD2}) = e^{-\int_0^{T_{BD2}} \lambda_1(t) dt} = e^{-S_1 n_1} \quad (9)$$

Ứng với mỗi  $T_{BD1}$  tính một giá trị của xác suất làm việc bình thường trong khoảng một  $T_{BD2}$  theo:  $P_{bt}(T_{BD2}) = K_1 \cdot P_{01}(T_{BD2})$ , ta sẽ

xác định được giá trị của  $P_{01}(T_{BD2})$  như sau:

$$P_{01}(T_{BD2}) = \frac{e^{-S_1 \cdot n_1}}{1 + S_1 \cdot \frac{t_{lx}}{T_{BD1}} + \frac{t_1}{T_{BD1}}} \quad (10)$$

Từ công thức (10) ta thấy  $S_1, n_1, t_{lx}, T_{BD1}$  đều là những đại lượng được xác định từ khai thác, kiểm tra và dựng đường cong  $\lambda_1(t)$ , như vậy:  $P_{bt}(T_{BD2})$  chỉ còn là một hàm số của  $T_{BD1}$ :  $P_{bt}(T_{BD2}) = f(T_{BD1})$ . Theo các giá trị  $T_{BD1}$  khác nhau đã chọn vẽ đồ thị của hàm số  $f(T_{BD1})$ . Theo đồ thị (hình 2) xác định thời hạn bảo dưỡng 1 tối ưu là thời hạn mà tại đó xác suất làm việc bình thường đạt giá trị lớn nhất.



Hình 2. Xác định thời hạn bảo dưỡng 1 tối ưu  $T_{BD1}$

### 3. KẾT QUẢ ỨNG DỤNG VÀ KẾT LUẬN

Do tính chất đặc thù của đơn vị khảo sát, số liệu thực nghiệm kiểm chứng chưa được phép công bố, do vậy, bài báo này chỉ nêu lên được kết quả cuối cùng khi áp dụng phương pháp được trình bày ở mục trên. Đối với đối tượng khảo sát là xe Toyota Fortuner, theo như khuyến cáo của nhà sản xuất thời gian bảo dưỡng 1 ( $T_{BD1}$ ) là sau 20.000 km xe chạy, thời gian bảo dưỡng 2 ( $T_{BD2}$ ) là sau 40.000 km xe chạy. Với tính chất và điều kiện khai thác thực tế tại đơn vị, với các số liệu thực nghiệm kiểm chứng và áp dụng phương pháp thống kê xác suất được trình bày ở trên, thời gian bảo dưỡng 1 ( $T_{BD1}$ ) là sau 17.250 km xe chạy, thời gian bảo dưỡng 2 ( $T_{BD2}$ ) là sau 34.500

km xe chạy. Kết quả trên đã được sử dụng để hiệu chỉnh lại chu kỳ bảo dưỡng tại xưởng bảo dưỡng sửa chữa ô tô tại đơn vị thực tế, góp phần vào việc nâng cao khả năng sẵn sàng làm việc của các loại xe đang được sử dụng.

Như vậy, kết quả nghiên cứu cho thấy khả năng ứng dụng phương pháp thống kê xác suất để xác định chu kỳ bảo dưỡng sửa chữa các cụm, hệ thống và ô tô là rất lớn. Tùy theo từng điều kiện khai thác cụ thể, phương pháp này có thể cho phép tính toán hiệu chỉnh chu kỳ bảo dưỡng. ❖

Ngày nhận bài: 03/7/2018

Ngày phản biện: 20/7/2018

#### Tài liệu tham khảo:

- [1]. Mikholin V.M; Dự báo tình trạng kỹ thuật xe máy, M.1976.
- [2]. Pugatrep V.S; Nhập môn xác suất, M.1968.
- [3]. Xêlivanốp A.I; Cơ sở lý thuyết già hóa xe máy.
- [4]. Chen, M. and Cheng C. Y. (2007). A Near Optimal Preventive Maintenance Policy with the Effect of Age Reduction Factor. International journal of industrial engineering, 14(4): 400-407.
- [5]. Duarte, J. A. C., Taborda, J. C., Craveiro, A. and Trigo, T. P. (2006). Optimization of the preventive maintenance plan of a series components system. International Journal of Pressure Vessels and Piping, 83: 244-248.
- [6]. Leemis, L. M. (1995). Reliability probabilistic models and statistical methods. Prentice Hall Inc, New Jersey.