

# Phương pháp xác định chu kỳ chăm sóc kỹ thuật tối ưu cho máy xây dựng

■ PGS. TS. NGUYỄN ĐĂNG ĐIỆM; THS. ĐÀO THỊ HƯƠNG GIANG

Trường Đại học Công nghệ Giao thông vận tải

**TÓM TẮT:** Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu một chuyên đề khoa học của các tác giả về lĩnh vực chăm sóc kỹ thuật máy xây dựng. Nội dung bài báo giới thiệu các phương pháp xác định chu kỳ tối ưu bảo dưỡng kỹ thuật và sửa chữa máy xây dựng theo hàm mục tiêu chi phí đơn vị cho việc khai thác sử dụng máy đạt giá trị nhỏ nhất.

**TỪ KHÓA:** Chu kỳ chăm sóc kỹ thuật, tối ưu.

**ABSTRACT:** This article presents the results of the authors' scientific research on the technical maintenance of construction machines. The article introduces various methods for determining the optimum cycle of technical maintenance and repair of construction machines based on objective function in which the cost of machine utilization is minimal.

**KEYWORDS:** Cycle of technical care, optimal

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Một trong những biện pháp làm giảm chi phí khai thác máy xây dựng và nâng cao hiệu quả khai thác sử dụng máy, đồng thời để bảo toàn khả năng làm việc của máy mà không cần phải có chi phí bổ sung đó là xác định và áp dụng chu kỳ tối ưu cho việc chăm sóc kỹ thuật máy. Tiêu chuẩn tối ưu của chu kỳ chăm sóc kỹ thuật là phải để cập đến các quá trình ngẫu nhiên xảy ra trong quá trình khai thác sử dụng máy. Trên cơ sở đó, bài toán cần đạt được mục tiêu xác định chi phí đơn vị nhỏ nhất cho việc phục hồi máy theo kế hoạch và ngoài kế hoạch (đột xuất).

## 2. NỘI DUNG

Đứng trên cơ sở khoa học, trong quá trình khai thác sử dụng máy xây dựng, người sử dụng máy cần phải tiến hành chăm sóc kỹ thuật máy theo kế hoạch (tức là theo định kỳ quy định). Tuy vậy, trong khi sử dụng máy chúng ta vẫn thường gặp những hỏng hóc đột xuất mà cần phải

khắc phục (tức là phải sửa chữa máy ngoài kế hoạch). Mặt khác, để xác định chính xác tính hiệu quả của công tác chăm sóc kỹ thuật máy cần phải để cập tới mối quan hệ giữa chi phí chăm sóc kỹ thuật máy so với khối lượng do máy làm ra hoặc so với thời gian hoạt động của máy. Trên cơ sở đó, mục tiêu để tối ưu hóa chu kỳ chăm sóc kỹ thuật máy là tổng chi phí để phục hồi máy theo kế hoạch và ngoài kế hoạch tính theo thời gian làm việc của máy (hay còn gọi là chi phí đơn vị theo thời gian làm việc) phải đạt giá trị nhỏ nhất.

Chu kỳ chăm sóc kỹ thuật ngắn quá hoặc dài quá đều không hợp lý. Nếu ngắn quá thì chi phí về vật chất và thời gian cho việc phục hồi khả năng làm việc của máy theo kế hoạch sẽ tăng. Ngược lại, nếu chu kỳ dài quá sẽ dẫn tới chi phí cho việc khắc phục các hỏng hóc đột xuất (sửa chữa ngoài kế hoạch) của máy cũng sẽ tăng.

Từ những phân tích trên, ta phát biểu bài toán như sau: Cần xác định chu kỳ chăm sóc kỹ thuật máy xây dựng sao cho chi phí tính theo một đơn vị thời gian làm việc của máy (hay còn gọi là chi phí đơn vị) đạt giá trị nhỏ nhất.

Có nghĩa là ta có hàm mục tiêu sau đây:

$$C_{dv} = \frac{\sum C_{kh} + \sum C_{nkh}}{T_{lv}} = C_{kh}^{dv} + C_{nkh}^{dv} \rightarrow \min \quad (1)$$

Trong đó:

$C_{dv}$  - Chi phí đơn vị để phục hồi máy theo kế hoạch và ngoài kế hoạch;

$\sum C_{kh}$  - Chi phí tổng cộng để phục hồi máy theo kế hoạch;

$\sum C_{nkh}$  - Chi phí tổng cộng để phục hồi máy ngoài kế hoạch;

$T_{lv}$  - Thời gian làm việc của máy trong thời kỳ xem xét;

$C_{kh}^{dv}$  - Chi phí đơn vị để phục hồi máy theo kế hoạch;

$C_{nkh}^{dv}$  - Chi phí đơn vị để phục hồi máy ngoài kế hoạch.

Ta có thể xác định các đại lượng  $C_{kh}^{dv}$  và  $C_{nkh}^{dv}$  từ biểu thức (1) như sau:

$$C_{kh}^{dv} = \frac{\sum C_{kh}^I \cdot K_1 + \sum C_{kh}^{Pt} \cdot K_2 + C_{tr} \cdot \sum t_{kh}^{tr}}{T_{lv}} \quad (2)$$

*Trong đó:*

$\sum C_{kh}^U$  - Tổng chi phí tiền lương cho công nhân làm việc để phục hồi máy theo kế hoạch;

$\sum C_{kh}^{Pt}$  - Tổng chi phí phụ tùng và vật tư cho việc phục hồi máy theo kế hoạch;

$K_1, K_2$  - Tương ứng là các hệ số kể đến mức tăng chi phí bổ sung đối với tiền lương cho công nhân và phụ tùng vật tư (đối với máy xây dựng  $K_1=1.25; K_2=1.1$ );

$C_v$  - Giá thành một giờ làm việc của trạm phục vụ kỹ thuật máy (bao gồm giá nhà xưởng, chi phí khấu hao máy móc thiết bị, chi phí năng lượng...);

$\sum t_{kh}^{tr}$  - Số giờ làm việc của trạm phục vụ kỹ thuật để phục hồi máy theo kế hoạch.

$$C_{nh}^{dv} = \frac{\sum C_{nhk}^U \cdot K_1 + \sum C_{nhk}^{Pt} \cdot K_2 + C_{tr} \cdot \sum t_{nhk}^{tr} + C_0 \cdot \sum t_d}{T_{iv}} \quad (3)$$

*Trong đó:*

$\sum C_{nhk}^U$  - Tổng chi phí tiền lương cho công nhân làm việc để phục hồi máy ngoài kế hoạch;

$\sum C_{nhk}^{Pt}$  - Tổng chi phí phụ tùng và vật tư cho việc phục hồi máy ngoài kế hoạch;

$\sum t_{nhk}^{tr}$  - Số giờ làm việc của trạm phục vụ kỹ thuật để phục hồi máy ngoài kế hoạch;

$C_0$  - Chi phí tiêu hao cần tính đến do phải dừng máy xây dựng trong một giờ để phục hồi ngoài kế hoạch;

$\sum t_d$  - Tổng số giờ phải dừng máy xây dựng để phục hồi ngoài kế hoạch.

Cộng (2) với (3) và theo (1) ta có:

$$C_{dv} = \frac{\sum C_{nhk}^U \cdot K_1 + \sum C_{nhk}^{Pt} \cdot K_2 + C_{tr} \cdot \sum t_{nhk}^{tr} + C_0 \cdot \sum t_d}{T_{iv}} + \frac{\sum C_{nhk}^U \cdot K_1 + \sum C_{nhk}^{Pt} \cdot K_2 + C_{tr} \cdot \sum t_{nhk}^{tr} + C_0 \cdot \sum t_d}{T_{iv}} \rightarrow \min \quad (4)$$

Theo biểu thức (4), ta có cơ sở để xác định chu kỳ chăm sóc kỹ thuật tối ưu đối với máy xây dựng với mục tiêu chi phí đơn vị ( $C_{dv}$ ) đạt giá trị nhỏ nhất.

Để xác định được giá trị nhỏ nhất của chi phí đơn vị ( $C_{dv}$ ) người ta thường dùng phương pháp giải tích để giải bài toán cực tiểu theo trình tự như sau:

Trước hết cần xác định giá trị của các đại lượng như:

Tiền lương của công nhân bảo dưỡng và sửa chữa máy, chi phí để mua vật tư phụ tùng, giá thành một giờ hoạt động của trạm phục vụ kỹ thuật và chi phí tính cho một giờ ngừng máy xây dựng để sửa chữa máy đột xuất. Sau đó, gán các giá trị này vào biểu thức (4), ta sẽ được một hàm số có biến số là thời gian làm việc của máy ( $T_{iv}$ ). Lấy đạo hàm của hàm số, sau đó cho biểu thức đạo hàm bằng 0 ta được một phương trình, giải phương trình này để tìm nghiệm, nghiệm đó là giá trị thời gian làm việc của máy ( $T_{iv}$ ) và chính là chu kỳ chăm sóc kỹ thuật máy tối ưu.

Trên đây là phương pháp xác định chu kỳ chăm sóc kỹ thuật tối ưu đối với máy xây dựng theo quan điểm quy hoạch tuyến tính. Phương pháp này có ưu điểm là có tính phổ biến, phương pháp giải đơn giản, quá trình

giải bài toán tương đối nhanh. Tuy vậy, phương pháp này có nhược điểm là kết quả có độ chính xác không cao. Do vậy, ngoài phương pháp này, các tác giả đề xuất một phương pháp tính toán xác định chu kỳ chăm sóc kỹ thuật tối ưu của máy xây dựng theo các hàm số mũ. Các biểu thức hàm số mũ được biểu thị riêng biệt cho chi phí để chăm sóc kỹ thuật máy theo kế hoạch, chi phí để sửa chữa máy đột xuất ngoài kế hoạch và tổng chi phí chung cho cả hai trường hợp, cụ thể như sau [1]:

- Đối với chăm sóc kỹ thuật máy theo kế hoạch:

$$C_{nh}(t) = C_1 e^{-\lambda t} \quad (5)$$

- Đối với sửa chữa máy đột xuất ngoài kế hoạch:

$$C_{nh}(t) = C_2 e^{\mu t} \quad (6)$$

*Trong đó:*

$C_{nh}(t)$  - Tổng chi phí cho chăm sóc kỹ thuật máy theo kế hoạch trong thời gian (t);

$C_{nh}(t)$  - Tổng chi phí cho sửa chữa máy đột xuất ngoài kế hoạch trong thời gian (t);

$C_1, C_2$  - Tương ứng là chi phí đơn vị cho chăm sóc kỹ thuật máy theo kế hoạch và sửa chữa máy đột xuất ngoài kế hoạch (được xác định như trên);

$\lambda, \mu$  - Tương ứng là số mũ đặc trưng cho sự biến thiên của chi phí chăm sóc kỹ thuật máy theo kế hoạch và sửa chữa máy ngoài kế hoạch.

- Tổng chi phí chung cho chăm sóc kỹ thuật máy theo kế hoạch và sửa chữa máy đột xuất ngoài kế hoạch sẽ là:

$$C_{tc} = a + bt + ct^2 \quad (7)$$

*Trong đó:*

$C_{tc}$  - Chi phí tổng cộng chung cho chăm sóc kỹ thuật máy theo kế hoạch và sửa chữa máy đột xuất ngoài kế hoạch;

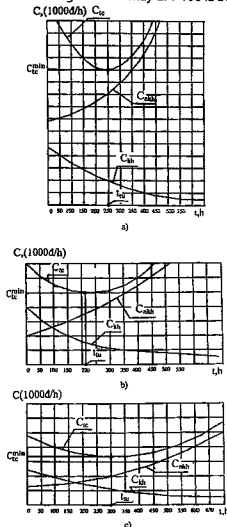
a, b, c - Các hằng số được xác định bằng thực nghiệm đặc trưng cho các thông số của đường cong parabol (7);

t - Thời gian khai thác của máy.

Về ý nghĩa thực tiễn thì đường cong parabol (7) chính là tổng của hai đường cong (5) và (6), trên đường cong (7) có một giá trị cực tiểu của chi phí ( $C_{tc}$ ) (tức là giá trị  $C_{tc}^{\min}$ ).

Dựa trên cơ sở của ba biểu thức nêu trên, các tác giả đã sử dụng phương pháp đồ thị và đã xây dựng được các đường cong biểu diễn chi phí của ba loại máy xây dựng tiêu biểu như trên Hình 2.1. Theo mức tăng của thời gian khai thác (t), giá trị của hai hàm số mũ (5) và (6) sẽ biến thiên ngược chiều nhau, cụ thể là: Giá trị của chi phí chăm sóc kỹ thuật theo kế hoạch (hàm số (5)) sẽ giảm dần theo thời gian. Ngược lại, chi phí để sửa chữa máy ngoài kế hoạch thì lại tăng dần theo thời gian (hàm số (6)). Điều này hoàn toàn phù hợp với tình hình khai thác sử dụng máy ngoài thực tế. Thời gian khai thác của máy xây dựng ( $t_{iv}$ ) như trên hình vẽ tương ứng với giá trị cực tiểu của ( $C_{tc}$ ) chính là chu kỳ chăm sóc kỹ thuật tối ưu.

Hình 2.1 biểu diễn đồ thị xác định chu kỳ chăm sóc kỹ thuật của ba loại máy xây dựng tiêu biểu là: a) Máy đào Komatsu, b) Máy đào E-652, c) Máy ủi T-100. Ba đồ thị a), b) và c) trên Hình 2.1 cho ta thấy: Chu kỳ chăm sóc kỹ thuật tối ưu của máy đào Komatsu là 250 giờ (đây là số giờ làm việc của máy, hay còn gọi là giờ máy), của máy đào E-652 là 220 giờ và của máy ủi T-100 là 300 giờ.



a - Máy đào Komatsu; b - Máy đào E-652; c - Máy ủi T-100  
 $C_{om}$  - Chi phí tổng cộng cho chăm sóc kỹ thuật máy theo kế hoạch và sửa chữa máy đột xuất ngoài kế hoạch;  $C_{fm}$  - Chi phí đúng cho chăm sóc kỹ thuật máy theo kế hoạch;  $C_{fm}^*$  - Chi phí để sửa chữa máy đột xuất ngoài kế hoạch;  $t$  - Thời gian khai thác máy;  $t_n$  - Chu kỳ tối ưu bảo dưỡng kỹ thuật và sửa chữa máy (chu kỳ chăm sóc kỹ thuật tối ưu).

Hình 2.1: Đồ thị biểu diễn chu kỳ chăm sóc kỹ thuật tối ưu của ba loại máy xây dựng

Nếu áp dụng chu kỳ chăm sóc kỹ thuật máy tối ưu, đơn vị quản lý máy sẽ nhận được hiệu quả kinh tế cho công tác khai thác sử dụng máy. Giá trị hiệu quả kinh tế khi áp dụng chu kỳ chăm sóc kỹ thuật tối ưu ( $C_o$ ) được xác định theo biểu thức sau đây:

$$C_o = (C_{om} - C_{on}) T_n \quad (8)$$

Trong đó:

$C_{om}$  - Chi phí ứng với chu kỳ chăm sóc kỹ thuật định mức;

$C_{on}$  - Chi phí ứng với chu kỳ chăm sóc kỹ thuật tối ưu;

$T_n$  - Số giờ làm việc của máy xây dựng trong thời kỳ xem xét;

$N$  - Số lượng máy xây dựng hiện có của đơn vị quản lý máy.

### 3. KẾT LUẬN

Trên đây, bài báo đã trình bày hai phương pháp xác định chu kỳ chăm sóc kỹ thuật tối ưu đối với máy xây dựng giúp cho người sử dụng máy xây dựng có cơ sở để tiến hành chăm sóc kỹ thuật máy đúng thời điểm. Cụ thể là: Đối với máy đào Komatsu thì  $t_n = 250$  giờ máy; đối với máy đào E652 thì  $t_n = 220$  giờ máy; đối với máy ủi T-100 thì  $t_n = 300$  giờ máy. Cơ sở khoa học này không những giúp cho đơn vị quản lý máy xây dựng thu được hiệu quả cao trong quá trình khai thác sử dụng máy, nhưng điều quan trọng hơn là chu kỳ chăm sóc kỹ thuật tối ưu đối với máy xây dựng còn có vai trò nâng cao độ tin cậy của máy trong quá trình làm việc, đồng thời giúp kéo dài tuổi thọ của máy xây dựng. Đối với nước ta, hiện tại chưa chế tạo được máy, mà chỉ là mua máy của nước ngoài về để sử dụng, do vậy việc áp dụng các biện pháp kỹ thuật nhằm mục đích kéo dài độ bền lâu và kéo dài tuổi thọ của máy là một điều rất đáng được quan tâm.

### Tài liệu tham khảo

- [1]. Nguyễn Đăng Điệm (2005), *Tổ chức tối ưu công tác sửa chữa máy xây dựng*, Tài liệu giảng dạy Cao học chuyên ngành Máy xây dựng, Trường Đại học GTVT, Hà Nội.
- [2]. Nguyễn Đăng Điệm, Đào Thị Hương Giang (2018), *Các biện pháp chăm sóc kỹ thuật máy xây dựng nhằm nâng cao hiệu quả sử dụng máy*, Chuyên đề nghiên cứu khoa học thuộc lĩnh vực máy xây dựng.
- [3]. С.К. Полянский, Г.И. Линецкий, Е.В. Москвяк (1998), *Техническая эксплуатация машин в строительстве*, Издательство Будивельник, Киев.

Ngày nhận bài: 5/12/2018

Ngày chấp nhận đăng: 19/12/2018

Người phản biện: TS. Nguyễn Văn Thuận  
 TS. Nguyễn Thoại Anh