

XÂY DỰNG PHƯƠNG PHÁP ĐÁNH GIÁ ĐỘ TIN CẬY CỦA MÁY XÂY DỰNG THEO CÁC THAM SỐ ĐIỀU KIỆN KHÍ HẬU

BUILDING METHODS OF ASSESSMENT OF RELIABILITY OF CONSTRUCTION MACHINERY BY THE PARAMETER OF CLIMATE CONDITIONS

Lê Trọng Tuấn^{1,*}

DOI: <https://doi.org/10.57001/huih5804.2023.254>

TÓM TẮT

Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu, xây dựng phương pháp để đánh giá xác suất hư hỏng của máy xây dựng theo điều kiện thời tiết khí hậu nơi máy hoạt động, thông qua hệ số tổng quát đặc trưng cho điều kiện khí hậu S_k . Dựa trên kết quả tính toán, đồ thị hàm S_k đặc trưng cho các điều kiện thời tiết khí hậu ở các khu vực khác nhau đã được xây dựng. Từ đó, xác định được hàm số hồi quy biểu diễn sự phụ thuộc của hệ số đối sánh giữa các vùng khí hậu khác nhau vào hệ số đặc trưng cho điều kiện khí hậu S_k , làm cơ sở cho việc đánh giá xác suất hư hỏng của máy xây dựng khi khai thác ở các điều kiện khí hậu này. Kết quả nghiên cứu có thể ứng dụng khi dự đoán, đánh giá xác suất hư hỏng của các máy xây dựng khi khai thác ở các vùng khí hậu khác nhau trong việc lập kế hoạch khai thác, bảo dưỡng, sửa chữa; góp phần nâng cao hiệu quả kinh tế kỹ thuật khi sử dụng máy xây dựng.

Từ khóa: Độ tin cậy, xác suất hư hỏng, máy xây dựng, điều kiện khí hậu.

ABSTRACT

This paper presents research results, develops a method to evaluate the failure probability of construction machines according to the weather and climate conditions where the machine operates, through a general coefficient characterizing climatic conditions S_k . Based on the calculation results, the graph of the S_k function characterizing the weather and climate conditions in different regions has been built. From there, determine the regression function representing the dependence of the comparison coefficient between different climate regions on the coefficient typical for climate conditions S_k , as a basis for assessing the failure probability of construction machinery when operating in these climatic conditions. The research results can be applied when predicting and assessing the failure probability to construction machines when operating in different climate zones in planning for exploitation, maintenance and repair; contributing to improving technical and economic efficiency when using construction machines.

Keywords: Reliability, probability of failure, construction machines, climatic conditions.

¹Viện Cơ khí động lực, Học viện Kỹ thuật quân sự

*Email: tuantl@lqdtu.edu.vn

Ngày nhận bài: 15/10/2023

Ngày nhận bài sửa sau phản biện: 05/12/2023

Ngày chấp nhận đăng: 25/12/2023

1. GIỚI THIỆU

Độ tin cậy là xác suất của một thiết bị hoạt động theo chức năng đạt yêu cầu trong khoảng thời gian xác định và

dưới một điều kiện hoạt động cụ thể. Độ tin cậy trong thiết kế kỹ thuật cũng như trong chế tạo máy, trong đó bao gồm cả máy xây dựng đã được rất nhiều tác giả trong và ngoài nước nghiên cứu [1-5].

Điều kiện vận hành là một trong số các yếu tố quan trọng nhất, quyết định độ tin cậy và hiệu quả của việc sử dụng máy xây dựng. Trong đó, các tham số về điều kiện khí hậu không chỉ ảnh hưởng đến hiệu suất của từng bộ phận mà còn ảnh hưởng đến tình trạng kỹ thuật của toàn bộ máy, cũng như hiệu quả của người điều khiển-vận hành máy xây dựng. Máy sẽ không thể đạt được độ tin cậy cao, nếu không tính đến các yếu tố về điều kiện khí hậu làm giảm hiệu suất các phần tử kết cấu của máy [4-6].

Vi vậy, việc nghiên cứu phương pháp đánh giá độ tin cậy của máy xây dựng theo các tham số điều kiện khí hậu, đặc biệt là trong điều kiện khí hậu nhiệt đới nóng ẩm ở Việt Nam là nhiệm vụ hết sức cấp thiết và có ý nghĩa thực tiễn rất lớn.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Để đánh giá độ tin cậy của máy móc, tham số tỉ lệ hỏng hóc $\omega(t)$ thường được sử dụng. Đây là tham số đặc trưng cho số lần hỏng hóc trung bình của đối tượng được sửa chữa trên một đơn vị thời gian trong khoảng thời gian vận hành máy đang được xem xét [5]:

$$\omega(t) = \frac{\sum_{i=1}^N m_i(t + \Delta t) - \sum_{i=1}^N m_i(t)}{N \cdot \Delta t} \quad (1)$$

trong đó $m_i(t)$ là số lần hỏng hóc của đối tượng thứ i trong thời gian hoạt động t ; N là tổng số đối tượng được sửa chữa; Δt là một khoảng thời gian đủ nhỏ.

Mặt khác, theo [7] tồn tại mối quan hệ ngẫu nhiên giữa các chỉ số độ tin cậy (tỉ lệ hỏng hóc trong 1 giờ máy chạy) và các yếu tố đặc trưng cho điều kiện khí hậu vận hành máy móc theo công thức sau:

$$\omega(S_k) = b_0 + b_1 \cdot S_k + b_2 \cdot S_k^2 \quad (2)$$

trong đó: b_0 , b_1 , b_2 là hệ số hồi quy, được lấy theo thực nghiệm dựa trên kết quả xử lý dữ liệu về hoạt động của từng loại máy xây dựng trong các điều kiện khí hậu khác nhau và được tra theo [7]; S_k là hệ số độ cứng kỹ thuật của khí hậu hay

hệ số tổng quát đặc trưng cho sự kết hợp của tất cả các điều kiện khí hậu khi vận hành máy.

Đối với khí hậu nhiệt đới nóng ẩm, hệ số S_k được tính theo hàm tương quan thực nghiệm:

$$S_k = (0,55.T_{tb} + 0,20.T_{max-tb})(1 + 0,01.Q_{tb}) (1 + 0,0075.\sigma_{tb})(1 - 0,03.v_{g,tb})(1 + 0,026.\varphi_{tb}) (1 + 0,009.n_{tb})(1 + 0,012.\tau_{tb}) \quad (3)$$

trong đó: T_{tb} là giá trị trung bình của nhiệt độ không khí trong ba tháng nóng nhất của năm, °C; T_{max-tb} là giá trị trung bình của nhiệt độ không khí lớn nhất trong ba tháng nóng nhất của năm, °C; Q_{tb} là giá trị trung bình của tổng lượng bức xạ mặt trời hàng tháng trong ba tháng nóng nhất của năm, MJ/m²; σ_{tb} là biên độ dao động trung bình không theo chu kỳ của nhiệt độ không khí hàng ngày trong ba tháng nóng nhất của năm, °C; $v_{g,tb}$ là tốc độ gió trung bình trong ba tháng nóng nhất của năm, m/s; φ_{tb} là giá trị trung bình của độ ẩm không khí tương đối trong ba tháng nóng nhất của năm, %; n_{tb} là số ngày mưa trung bình trong 3 tháng nóng nhất của năm; τ_{tb} thời gian tác dụng tính bằng số tháng có nhiệt độ không khí trung bình trên 0°C.

Như vậy, đối với mỗi vùng khí hậu khác nhau thì hệ số đặc trưng của các điều kiện khí hậu S_k sẽ khác nhau, dẫn tới tỉ lệ hỏng hóc hay độ tin cậy của máy xây dựng cũng sẽ khác nhau; đặc biệt với điều kiện khí hậu có nhiều vùng miền như ở Việt Nam.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

Điều kiện khí hậu của Việt Nam được đặc trưng bởi độ ẩm không khí cao (> 80%), số ngày mưa và lượng mưa tương đối lớn (cá biệt có tháng lên tới 850mm), nhiệt độ trung bình tháng từ 18,4 ÷ 30,9°C (nhiệt độ cao nhất trên 40°C), tổng bức xạ mặt trời trong ngày đạt 22,84MJ/m² [8 - 10]. Ngoài ra, Việt Nam là một quốc gia ven biển với hơn 3.000 km bờ biển. Do đó, vùng ven biển được đặc trưng bởi hàm lượng muối biển trong không khí rất cao, làm tăng sự ăn mòn của các bộ phận kim loại của máy xây dựng, làm giảm độ tin cậy và hiệu quả sử dụng thiết bị. Những điều kiện khắc nghiệt này có ảnh hưởng lớn đến hoạt động của máy xây dựng ở Việt Nam.

Về mặt địa lý và khí hậu, Việt Nam có thể chia thành năm vùng khí hậu trải dài từ bắc vào nam, bao gồm: Bắc Bộ, Bắc Trung Bộ, Nam Trung Bộ, Tây Nguyên và Nam Bộ.

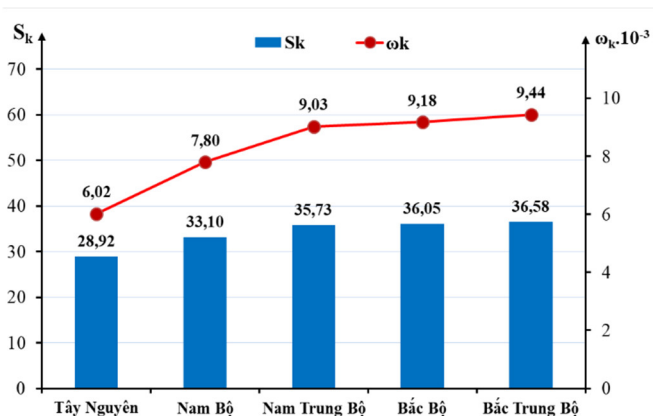
Mỗi vùng được đặc trưng bởi các điều kiện khí hậu cụ thể. Giá trị của các thông số về điều kiện khí hậu cho hoạt động của máy xây dựng ở Việt Nam như trong bảng 1 [8-10].

Bảng 1. Các thông số khí hậu ở Việt Nam

Vùng khí hậu	Các thông số về điều kiện khí hậu							
	T_{tb} (°C)	T_{max-tb} (°C)	Q_{tb} (MJ/m ²)	σ_{tb} (°C)	$v_{g,tb}$ (m/s)	φ_{tb} (%)	n_{tb} (ngày)	τ_{tb} (tháng)
Bắc Bộ	29,9	39,53	19,15	14,63	3,73	86	8,67	12
Bắc Trung Bộ	30,03	40,1	19,32	14,7	3,83	76	10	12

Nam Trung Bộ	29,53	38,2	21,55	13,27	3,33	77	7,33	12
Tây Nguyên	23,8	33,4	16,86	11,1	2,63	88	8	12
Nam Bộ	28,37	38,5	15,66	12,23	3,47	81,33	8,33	12

Thay thế các giá trị của các chỉ số trong bảng 1 vào các Công thức (3) và (2), ta thu được các giá trị của hệ số đặc trưng cho điều kiện khí hậu S_k và tỉ lệ hỏng hóc của máy xây dựng (lấy ví dụ khảo sát trên máy đào điển hình nhất hiện nay là PC200-6) ở các vùng khí hậu của Việt Nam, như thể hiện trên hình 1.



Hình 1. Hệ số đặc trưng cho điều kiện khí hậu S_k và tỉ lệ hỏng hóc của máy đào PC200-6 ở các vùng khí hậu của Việt Nam

Từ biểu đồ hình 1, có thể thấy rằng hệ số đặc trưng cho điều kiện khí hậu S_k có mối quan hệ tỉ lệ thuận trực tiếp đối với tham số tỉ lệ hỏng hóc của máy đào PC200-6 theo. Trong đó, vùng Bắc Trung Bộ có điều kiện vận hành khắc nghiệt nhất ($S_k = 36,58$) và tỉ lệ hỏng hóc của máy đào PC200-6 khi khai thác tại vùng này cũng cao nhất ($\omega_k = 9,44 \cdot 10^{-3}$).

Đồng thời, để làm cơ sở khi dự báo tỉ lệ hỏng hóc của máy đào PC200-6 khi sử dụng ở các vùng khí hậu khác nhau ở Việt Nam, cần có sự đối sánh giữa các hệ số đặc trưng cho điều kiện khí hậu thông qua hệ số μ_k , với:

$$\mu_k = \frac{S_{ki}}{S_{k0}} \quad (4)$$

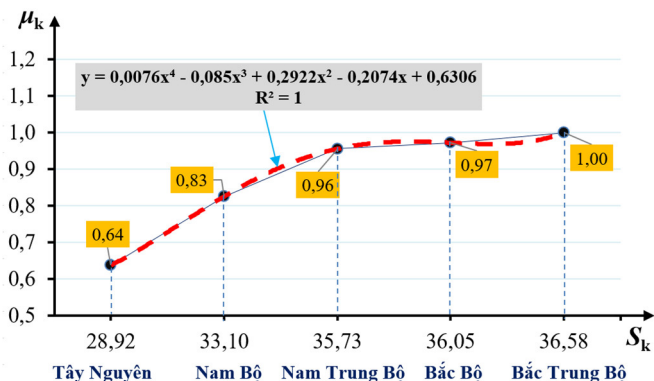
trong đó: S_{ki} là hệ số đặc trưng cho điều kiện khí hậu của vùng khí hậu mà máy đào PC200-6 sẽ làm việc (vùng khí hậu mới); S_{k0} là hệ số đặc trưng cho điều kiện khí hậu của vùng khí hậu gốc ban đầu (vùng khí hậu cũ) mà máy đào PC200-6 đã làm việc (ở đây chọn là vùng Bắc Trung Bộ).

Khi đó tỉ lệ hỏng hóc của máy đào PC200-6 trong 1 giờ máy chạy khi sử dụng ở vùng khí hậu mới (ω_i) và cũ (ω_0) sẽ có mối tương quan gần đúng theo biểu thức sau:

$$\omega_i = \omega_0 \cdot \mu_k \quad (5)$$

Phân tích tương quan và sử dụng thuật toán nội suy như trên Hình 2, cho phép xác định được sự phụ thuộc của hệ số μ_k vào giá trị S_k đặc trưng cho điều kiện khí hậu ở các vùng của Việt Nam theo hàm sau:

$$\mu_k = f(S_k) = 0,0076S_k^4 - 0,085S_k^3 + 0,2922S_k^2 - 0,2074S_k + 0,6306 \tag{6}$$



Hình 2. Sự phụ thuộc của hệ số μ_k vào giá trị S_k đặc trưng cho điều kiện khí hậu các vùng của Việt Nam

Như vậy, sử dụng các phương trình (5) và (6) có thể giải quyết các bài toán đánh giá và dự đoán tỉ lệ hỏng hóc của máy đào PC200-6 khi khai thác tại các vùng khí hậu của Việt Nam, dựa trên số liệu về tỉ lệ hỏng hóc của máy khi hoạt động ở khu vực Bắc Trung Bộ. Đây là cơ sở để các nhà quản lý xây dựng các kế hoạch và biện pháp để bảo dưỡng, sửa chữa nhằm duy trì khả năng làm việc của máy đào PC200-6 khi thay đổi điều kiện làm việc (chuyển từ vùng khí hậu này sang vùng khí hậu khác); từ đó nâng cao hiệu quả kinh tế kỹ thuật khi vận hành máy.

4. KẾT LUẬN

Tóm lại, việc sử dụng hàm phụ thuộc $\mu_k = f(S_k)$ ở công thức (6) sẽ giúp đánh giá chính xác hơn độ tin cậy (tỉ lệ hỏng hóc) của máy đào PC200-6 khi tính đến ảnh hưởng của các điều kiện khí hậu khác nhau. Qua đó tính toán được nhu cầu phụ tùng và vật tư đảm bảo khi vận hành máy.

Phương pháp đánh giá độ tin cậy này hoàn toàn có thể được áp dụng với các vùng khí hậu ở các nước, các lục địa khác nhau. Đây là công cụ hữu ích đối với các nhà khai thác, nhập khẩu máy xây dựng cũng như đối với các doanh nghiệp xây dựng trong việc giải quyết bài toán kinh tế về hiệu quả đầu tư, mua sắm hiện nay.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Nguyen Huu Loc, 2002. *Do tin cay trong thiet ke ky thuat*. Vietnam National University, Ho Chi Minh City Press.
- [2]. Nguyen Doan Y, 2005. *Do tin cay trong thiet ke che tao may va he co khi*. construction Publishing House, Hanoi.
- [3]. Phan Van Khoi, 2001. *Co so danh gia do tin cay*. Science and Technics Publishing House, Hanoi.
- [4]. V.A. Zorin, 2015. *Reliability of mechanical systems*. Publishing house INFRA-M, Moscow.
- [5]. V.A Zorin, 2015. *Fundamentals of performance of technical systems*. Publishing house Academy, Moscow.
- [6]. A.N. Maksimenko and associates, 2009. *Influence of the quality of manufacture and technical operation on the performance of construction and road machines*. Building science and technology, No. 3, 68-73.
- [7]. P.I. Kokh, 1981. *Climate and reliability of machines*. Mechanical engineering, Moscow.
- [8]. <https://www.gso.gov.vn/don-vi-hanh-chinh-dat-dai-va-khi-hau/>.
- [9]. <https://vuphong.vn/ban-do-buc-xa-mat-troi-tai-viet-nam/>.
- [10]. Nguyen Dang-Quang, Renwick James, McGregor James, 2014. *Variations of surface temperature and rainfall in Vietnam from 1971 to 2010*. International Journal of Climatology. No. 34 (1), 249-264. <https://doi.org/10.1002/joc.3684>.

AUTHOR INFORMATION

Le Trong Tuan

Institute of Vehicle & Energy Engineering, Military technical Academy, Vietnam