

- [3]. Richard L. Lehman(2000, *Materials*, Magazine of Rutgen University
 [4] Mark Jakiela (2000), *Engineering Design*, Magazine of Massachusetts Institute of Technology
 [5]. А.И. Дукельский (1988), *Справочник по кранам*, Машиностроение - Ленинград
 [6] Tyler G.Hicks (1997) *Handbook of Mechanical Engineering Calculations*, McGraw- Hill

Phản biện: TS. Vũ Văn Duy; TS. Lê Anh Tuấn

ĐÁNH GIÁ SỰ MÀI MÒN XÉC MĂNG TRONG QUÁ TRÌNH HOẠT ĐỘNG CỦA ĐỘNG CƠ DIESEL TÀU THỦY CỠ LỚN OPERATIONAL EVALUATION OF PISTON RING WEAR IN LARGE MARINE DIESEL ENGINES

TS. TRƯƠNG VĂN ĐẠO
Khoa Máy tàu biển, Trường ĐHHH

Tóm tắt

Bài báo giới thiệu về việc đánh giá mài mòn xéc măng của động cơ diesel tàu thủy cỡ lớn bằng kiểm tra thông qua cửa quét trên sơ mi xy lanh. Bài báo mô tả các phương pháp kiểm tra xéc măng dựa trên đánh giá bằng mắt thường, đo các khe hở của xéc măng trong rãnh xéc măng. Từ kết quả đo đạc các khe hở của xéc măng, cho phép đánh giá độ mài mòn của xéc măng và tính toán số giờ làm việc của nó được xem như một thông số để tham khảo trong lần kiểm tra tiếp theo và đánh giá được chiều hướng mài mòn.

Abstract

This article presents operational evaluation of piston ring wear in large marine diesel engines based on inspection through cylinder liner scavenge ports. It contains a description of verification methods of piston rings based on visual inspections, clearance measurement of piston rings in piston grooves and piston rings gap measurement. Moreover, it is indicated that piston ring gap measurements can lead to an evaluation of piston ring wear and running hour calculation can be treated as a reference parameter for the next inspections and a parameter assessment for wear trends.

1. Giới thiệu

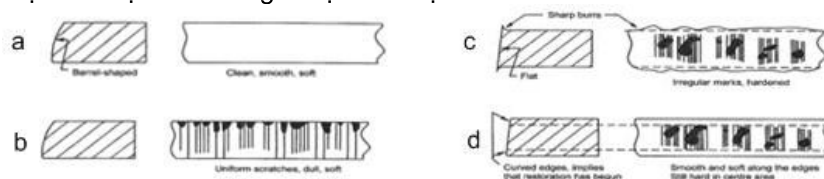
Sự khủng hoảng kinh tế toàn cầu và sự tăng giá không ngừng của nhiên liệu đã buộc các chủ tàu tìm cách giảm chi phí khai thác. Điều đó có thể đạt được bằng cách giảm tốc độ tàu xuống tốc độ kinh tế. Tuy nhiên, việc giảm tốc độ tàu cũng đồng thời giảm tải của động cơ dẫn đến sự hoạt động bất lợi cho động cơ như: Làm tăng sự mài mòn của sơ mi xy lanh và xéc măng. Do tác động của nhiều yếu tố, trong phạm vi bài báo tác giả giới hạn vấn đề này là hoạt động đánh giá mài mòn và tình trạng kỹ thuật của xéc măng động cơ diesel chính tàu thủy cỡ lớn có công suất trung bình 6000 kW trên một xy lanh. Đánh giá sự mài mòn xéc măng theo phương pháp truyền thống chỉ thực hiện khi rút piston động cơ. Việc đánh giá sự mài mòn hiện tại trong quá trình chạy tàu (không rút piston) giúp cho người khai thác đưa ra chu kỳ bảo dưỡng sửa chữa phù hợp. Điều này sẽ mang lại hiệu quả kinh tế trong việc khai thác tàu.

2. Các phương pháp hiệu quả đánh giá mài mòn xéc măng trong khai thác

a. Đánh giá bằng quan sát sự mài mòn và tình trạng của xéc măng qua cửa quét trên sơ mi xy lanh của động cơ

Bước đầu tiên trong việc đánh giá mài mòn và tình trạng của xéc măng bằng việc kiểm tra bằng mắt thông qua cửa quét thì các vấn đề sẽ được đánh giá như sau:

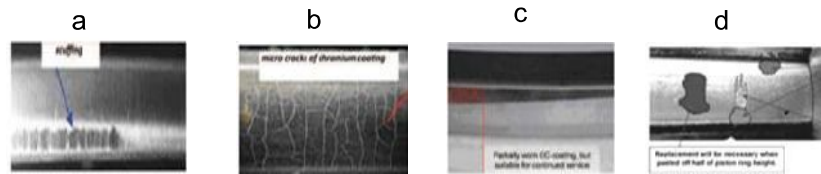
Lượng dầu các bon ở phần đỉnh piston và phần dẫn hướng. Độ đàn hồi của xéc măng (nếu không bị gãy) và sự tiếp xúc tốt với sơ mi xy lanh (nếu không bị cháy thối). Sự linh động của xéc măng trong rãnh xéc măng khi piston đi từ điểm chết trên (ĐCT) đến điểm chết dưới (ĐCD). Tình trạng của các bề mặt làm việc xéc măng được thể hiện trên hình 1.



Hình 1. Kiểm tra tình trạng bề mặt xéc măng thông qua cửa quét

Bề mặt làm việc của xéc măng cho biết tình trạng của sơ mi xy lanh nói chung. “Bề mặt gương sơ mi sau một khoảng thời gian làm việc vẫn bóng”, sạch, không có vết xước là tình trạng làm việc tốt được thể hiện trên hình 1a & 2a. Bề mặt làm việc của xéc măng có các vết xước theo chiều dọc do cạnh sắc, hạt mài rắn có trong nhiên liệu và trong không khí như là cát chẳng hạn, nó được minh họa như trên hình 1b. Khi các hạt này đi qua khe hở miệng xuống dưới và vượt qua được một xéc măng thì gây lên hiện tượng “phun cát”, ảnh hưởng đến mặt trên của xéc măng bên dưới, phần lộ ra trên rãnh xéc măng và những vết xước có hình “chiếc kèn trum-pet” trên bề mặt làm việc của xéc măng được thể hiện trên hình 1c & d.

Lớp mạ crom là một lớp mạ có độ bền rất cao. Tuy nhiên, sự mài mòn thực tế phụ thuộc vào điều kiện làm việc của piston. Sự mài mòn một phần lớp mạ crom không có nghĩa là xéc măng phải thay thế ngay lập tức. Nếu lớp mạ crom vẫn còn nguyên vẹn, nó vẫn còn có thể tiếp tục làm việc như hình 4a. Tất nhiên khả năng chịu mài mòn của xéc măng sẽ giảm đi tương ứng. Nếu lớp mạ bị hư hỏng, vỡ ra từng mảnh, hoặc các lớp vá bị tróc ra như hình 2b, 2c và 4d thì xéc măng phải được thay thế.



Hình 2. Hình ảnh xéc măng bị hư hỏng

b. Tính toán lượng mài mòn của xéc măng bằng việc đo các khe hở của xéc măng

Trong khi kiểm tra xéc măng qua cửa quét, việc đo đạc mài mòn của xéc măng có thể được tiến hành như sau: Đo độ mài mòn theo hướng kính của xéc măng được thực hiện bởi đo khe hở miệng của xéc măng. Đo đạc mài mòn theo phương hướng trục của xéc măng được thực hiện bằng đo khe hở của xéc măng với rãnh xéc măng.

Phương pháp này được xem như một căn cứ gần đúng để quyết định thay xéc măng hay không. Với piston được via xuống gần ĐCD, thì khe hở miệng (t) của xéc măng được đo qua cửa quét của sơ mi xy lanh. Vì đường kính sơ mi xy lanh gần cửa quét (d) được đo lần gần nhất hoặc đường kính ban đầu trong lí lịch của động cơ khi xuất xưởng. Thay các số liệu trên vào công thức (1) thì cho ta lượng mài mòn xéc măng(h):

$$h = \frac{t - [t_0 + \pi(d - D)]}{2\pi} \tag{1}$$

h: Lượng mài mòn tính toán của xéc măng theo phương hướng kính (mm);

t: Khe hở miệng đo được của xéc măng sau một thời gian làm việc;

t₀: Khe hở miệng ban đầu của xéc măng (đặc điểm kỹ thuật trong sách hướng dẫn, ví dụ trong bảng 1) (mm);

d: Đường kính sơ mi xy lanh gần cửa quét (mm);

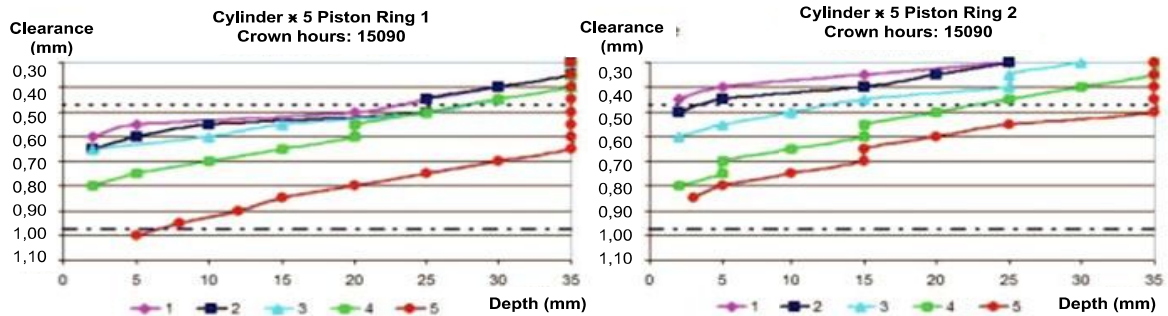
D: Đường kính sơ mi xy lanh (đường kính danh nghĩa) (mm).

Bảng 1. Số liệu của khe hở miệng ban đầu của xéc măng và lượng mài mòn cho phép

Loại động cơ	Đường kính danh nghĩa của xy lanh (mm)	Khoảng cách khe hở miệng ban đầu xéc măng (mm)	Độ dày xéc măng b (mm)	Giới hạn lượng mài mòn(mm)
Wartsila RTA 84	840	6,18	26,5 +/- 0,2	5,3
B&W MC-C 80	800	9,4	25,2	4,2
UEC 85LS II	850	7,0	27,2	4,7

Khe hở miệng của xéc măng có thể được lấy bằng phương pháp “lấy dấu vân tay” sau đó đo bằng thước hoặc được đo bằng thước cặp chuyên dụng. Bước tiếp theo, từ kết quả đo của khe hở miệng xéc măng được đưa vào bảng với công thức để tính toán bao gồm lượng mài mòn và tốc độ mài mòn trên số giờ làm việc. Tiếp theo kết quả phải được phân tích bởi việc so sánh kết

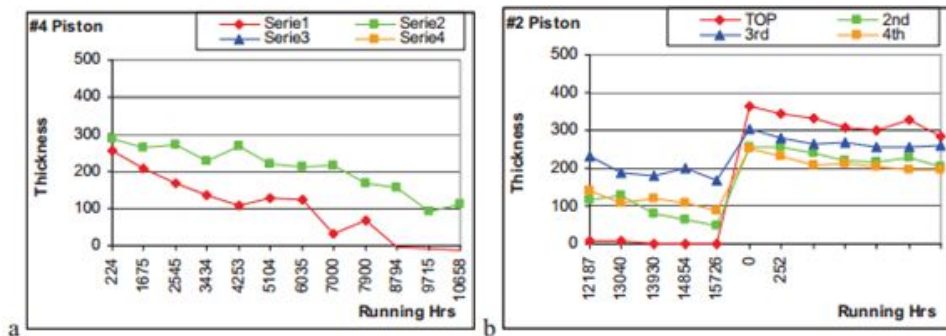
quả trước đó và phải tính toán tốc độ mài mòn được thể hiện như hình 3, với động cơ MAN B&W 6S90MC-C (sau 1000 giờ làm việc, độ sâu 2 mm của rãnh xéc măng).



Hình 3. Báo cáo tình trạng kỹ thuật của xy lanh và xéc măng sau 1000 giờ làm việc

c. Đánh giá độ mài mòn của xéc măng dựa trên lớp mạ chống mài mòn

Các phương pháp khác trong đánh giá tình trạng và mài mòn của xéc măng là dựa vào lớp mạ chạy rà trên bề mặt công tác. Ngày nay thì các lớp mạ sau đang được áp dụng cho động cơ diesel tàu thủy cỡ lớn: Lớp mạ ngoài cùng cho đặc tính chạy rà và có sức chịu mài mòn cao, lớp mạ ion hóa graphite, đồng, hoặc thiếc để giảm thời gian chạy rà. Sau 500 giờ làm việc thì lớp mạ này bị mòn hết và có thể được đánh giá bằng mắt. Lớp mạ bên dưới để tăng khả năng chống mài mòn lớp mạ ion Mo/NiCr/Cr-C – lớp mạ chống mài mòn có thể được đo bằng các phương pháp tế vi, điện-tử (trên cơ sở đo đặc lớp có từ tính)



Hình 4. Đo chiều dày lớp mạ Crom của xéc măng theo số giờ làm việc

Chiều dày lớp mạ chống mài mòn giảm dần theo thời gian công tác của xéc măng. Các kết quả đo được trên máy Mitsubishi được miêu tả trên hình 4.a. Số đo các máy Mitsui B&W thể hiện hình 4.b được lấy trước và sau khi tàu lên đà khi tất cả các xéc măng được thay mới. Yêu cầu hiện nay của việc bảo trì tình trạng kỹ thuật của máy chính dẫn đến việc cần phải kéo dài thời gian làm việc tin cậy giữa các lần đại tu trên nhà máy. Cơ sở của việc đại tu chính là chiều hướng thay đổi các thông số kỹ thuật, thông số hoạt động đo đặc được của máy chính. Trong trường hợp như thế, vai trò của việc kiểm tra theo chu kỳ, trong đó việc đo đặc khe hở xéc măng và lượng mài mòn xéc măng càng trở lên quan trọng. Đánh giá bằng mắt thông qua cửa quét đủ để quyết định có cần phải đại tu trên nhà máy hay không. Sự quyết định này phụ thuộc vào:

Mài mòn của xéc măng (tăng khe hở miệng, kích thước của rãnh giảm áp đạt đến giá trị tới hạn); Khe hở rãnh xéc măng đạt đến giá trị lớn nhất; Xéc măng bị nứt, gãy, kẹt; Xéc măng bị cháy thối; Có các vết xước, mài mòn sâu trên bề mặt công tác của xéc măng lớn hơn 1/4 chu vi xéc măng; Xéc măng bị mòn hết lớp mạ Crom; Chiều cao xéc măng giảm một nửa so với ban đầu.

Dựa trên kết quả thực nghiệm đối với động cơ diesel tàu thủy cỡ lớn, các phương pháp kết cấu và khai thác dưới đây được áp dụng để cải thiện khả năng làm việc của bộ đôi ma sát sơ mi xy lanh - xéc măng, để đối phó với điều kiện làm việc bất lợi của xéc măng/sơ mi xy lanh và hướng đến mục tiêu khai thác an toàn kinh tế [3]:

Sử dụng các vành trên cùng để hạn chế tác động bất lợi từ áp suất khí cháy (vòng giảm áp) để giảm sự rò rỉ khí cháy từ khe hở miệng xéc măng; Sử dụng rãnh cản nhiệt để cải thiện sự biến dạng do nhiệt đối với 2 đầu của xéc măng và tăng hiệu quả làm kín khí cháy; Sử dụng các vòng

ovan - giảm sự rò rỉ cục bộ khí cháy xung quanh khe hở miệng của xéc măng; Sử dụng lớp mạ chạy rà ban đầu; Sử dụng lớp mạ bên trong để tăng khả năng chịu mài mòn (lớp mạ Crom): Tăng nhiệt độ nước làm mát (80-85⁰C) để giảm sự ăn mòn; Sử dụng phương pháp điều chỉnh lượng dầu bôi trơn sơ mi xy lanh bằng điện tử (*MAN B&W Alpha Lubrication System, Wartsila RPLS: Retrofit Pulse Lubrication System, Mitsubishi SIP System*);

Phân tích các giải pháp kết cấu và khai thác được đưa ra bởi nhà chế tạo để tăng khả năng chống mài mòn và độ bền của các chi tiết máy. Nó có thể được áp dụng theo nhiều cách. Tuy nhiên, lợi ích chung cho việc áp dụng chúng bao gồm: Giảm mài mòn các chi tiết máy, đặc biệt là xéc măng - sơ mi xy lanh; Giảm lượng dầu bôi trơn sơ mi xy lanh; Mở rộng khoảng thời gian đại tu máy. Các động cơ mới hiện nay đang chế tạo dựa trên những giải pháp này.

3. Kết luận

Vấn đề được đề cập trong bài báo xuất phát từ tình hình kinh tế vận tải biển hiện nay, đáp ứng được yêu cầu khai thác và mở rộng thời gian giữa các lần đại tu dưới các điều kiện sau: Áp dụng các giải pháp kết cấu và khai thác mới để giảm mài mòn xéc măng - sơ mi và áp dụng bôi trơn xy lanh bằng điện tử; Thực hiện kiểm tra tổng thể bao gồm cả đánh giá bằng mắt và bằng đo đặc để xác định chiều hướng mài mòn; Chăm sóc bảo dưỡng phù hợp hệ thống trao đổi khí và nhiên liệu. Từ đó, cho phép tăng hiệu quả kinh tế trong khai thác các tàu thủy cỡ lớn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Mitsui MAN B&W: *MC-C Engines, Instruction Book, Volume 1, Operation and Data*. Mitsui Engineering & Shipbuilding Co. Ltd. 2011.

[2] Wärtsilä: *Daros Chromium-Ceramic Piston Rings. Technical Information to all Owners/ Operators of Sulzer RTA and RT-flex Engines*. Service Bulletin RTA-65, Winterthur, Wärtsilä Switzerland Ltd. 25.09.2011.

[3] Mitsui MAN B&W: *Piston Inspection Gauge*. Mitsui Engineering Co. Ltd. 2010.

Người phản biện: PGS.TS. Phạm Hữu Tân; TS. Nguyễn Huy Hà

5- NGHIÊN CỨU TÍNH BẤT ỔN ĐỊNH CỦA XÂM THỰC CỤC BỘ TRÊN PROFIL CÁNH

STUDYING THE INSTABILITY OF PARTIAL CAVITATION ON HYDROFOILS

TS. VŨ VĂN DUY
ThS. NGUYỄN CHÍ CÔNG
ThS. PHẠM THỊ THÚY

Viện khoa học Cơ sở, Trường ĐHHH Việt Nam

Tóm tắt

Bài báo đưa ra thuật toán để tính toán và mô phỏng kích thước túi hơi xâm thực cục bộ trên profil cánh trong chuyển động không dừng để từ đó xác định chu kỳ của loại xâm thực này. Qua đó phân tích ảnh hưởng của xâm thực cục bộ tới các đặc tính làm việc của profil cánh.

Abstract

This article demonstrates the algorithm to calculate and simulate the bubble size of partial-cavitation on hydrofoils in the unsteady movement from which determining the frequency of partial-cavitation. Then analyzing partial-cavitation effect on the working characteristic of it.

1. GIỚI THIỆU

Xâm thực cục bộ là loại xâm thực có túi hơi bắt đầu từ mép vào của profil và điểm đóng nằm ngay trên profil. Một đặc điểm nổi bật của loại xâm thực này là “tính bất ổn định”, nghĩa là chúng hình thành, phát triển và mất đi trong một khoảng thời gian nhất định. Đây chính là nguyên nhân gây nên sự dao động các thông số làm việc của cánh máy thủy lực cánh dẫn làm máy bị rung, tiếng ồn, giảm tuổi thọ thiết bị,...