

# BÔI TRƠN XI LẠNH Ở ĐỘNG CƠ DIESEL 2 KỶ

## CYLINDER LUBRICATION OF 2-STROKE DIESEL ENGINES

**HOÀNG VĂN MƯỜI**

Khoa Máy tàu biển, Trường ĐHHH Việt Nam

### Tóm tắt

Bài báo này trình bày việc điều chỉnh sự bôi trơn xi lanh cho động cơ diesel 2 kỳ khi điều kiện làm việc thay đổi. Việc điều chỉnh sự bôi trơn xi lanh căn cứ vào kết quả phân tích dầu ở hốc dưới piston, kết quả kiểm tra piston, xéc măng và sơ mi qua cửa quét của động cơ.

**Từ khóa:** Bôi trơn xi lanh, sơ mi xi lanh, xéc măng, dầu ở hốc dưới piston và cửa kiểm tra.

### Abstract

This paper presents cylinder lubrication adjustment of 2-stroke diesel engines when running conditions change. The adjustment of the cylinder lubrication depends on the results of piston underside drain oil analysis and the inspected conditions of piston rings and cylinder liners in peepholes of the engine.

**Key words:** Cylinder lubrication, cylinder liner, piston ring, piston underside drain oil, peephole.

### 1. Đặt vấn đề

Điều kiện làm việc của piston, xéc măng và sơ mi phụ thuộc vào đặc điểm của nhiên liệu, phụ tải của động cơ, tình trạng môi trường và tình trạng bảo dưỡng các chi tiết cấu thành buồng đốt v.v. Nhưng gần đây động cơ chuyển sang hoạt động liên tục ở phụ tải thấp theo hướng giảm tiêu thụ nhiên liệu và làm việc với nhiên liệu có hàm lượng lưu huỳnh thấp do đó các piston, xéc măng và sơ mi làm việc trong điều kiện rất khác nhau và phức tạp hơn. Vì vậy rất khó đưa ra hướng dẫn chung về việc bôi trơn xi lanh cho các động cơ khác nhau như: Loại nhiên liệu và loại dầu xi lanh đang được sử dụng và công suất làm việc hiện tại của động cơ. Do vậy, để đánh giá tình trạng bôi trơn xi lanh cần kiểm tra lại hàm lượng kiểm và sắt trong dầu xi lanh sau khi làm việc, đồng thời kiểm tra tình trạng của piston, xéc măng và sơ mi qua cửa quét. Các kết quả kiểm tra là cơ sở điều chỉnh dầu xi lanh cả về lượng và loại dầu.

### 2. Lựa chọn dầu bôi trơn xi lanh

Dưới đây là hướng dẫn chọn loại dầu xi lanh theo hàm lượng lưu huỳnh trong nhiên liệu.

**Bảng 1. Hướng dẫn chọn dầu xi lanh theo lượng lưu huỳnh trong nhiên liệu. [1]**

BN 81 - 100			(3)	(2)	(1)			
BN 70 - 80	(4)	(3)	(2)	(1)			(5)	
BN 40	(2)	(1)		(5)				
BN 15 - 25	(1)	(5)						
Hàm lượng lưu huỳnh trong nhiên liệu; [% m/m]	0.0~0.1	0.1~0.5	0.5~1.0	1.0~1.5	1.5~2.0	2.0~2.5	2.5~3.0	3.0~3.5

(1) - Loại dầu được đề nghị sử dụng;

(2) - Loại dầu cho phép động cơ hoạt động. Cần điều chỉnh lưu lượng để ngăn ngừa dầu bôi trơn vượt lên đỉnh piston và đóng cốc xung quanh đỉnh piston;

(3) - Loại dầu chỉ cho phép động cơ hoạt động ít hơn 2 tuần. Cần kiểm tra xéc măng, sơ mi qua cửa quét và chú ý tới cốc bám ở xung quanh đỉnh piston để thực hiện giảm lưu lượng dầu xi lanh nếu cần;

(4) - Loại dầu chỉ cho phép động cơ hoạt động với thời gian ngắn nhất có thể. Cần kiểm tra xéc măng, sơ mi qua cửa quét và chú ý tới cốc bám ở xung quanh đỉnh piston để thực hiện giảm lưu lượng dầu xi lanh nếu cần;

(5) - Loại dầu không phù hợp, đề nghị thay bởi loại có BN cao hơn.(BN-base number, chỉ số là hàm lượng chất phụ gia, [mgKOH/g])

Trong trường hợp động cơ làm việc liên tục ở phụ tải dưới 60% công suất thiết kế với nhiên liệu có hàm lượng lưu huỳnh lớn hơn 2.5% thì các hãng động cơ diesel 2 kỳ thấp tốc đều đề nghị sử dụng dầu xi lanh loại BN100 để tránh ăn mòn và mài mòn xéc măng, sơ mi nếu không áp dụng biện pháp giám sát bởi phân tích dầu ở hốc dưới piston.

### **3. Đánh giá sự phù hợp của dầu xi lanh bởi kết quả phân tích dầu ở hốc dưới piston**

Khi động cơ làm việc thì dầu bôi trơn xi lanh bị giảm hàm lượng kiềm do trung hòa với a xít trong sản phẩm cháy, đồng thời tăng hàm lượng sắt do piston, xéc măng và sơ mi bị mài mòn. Do đó, dựa vào giá trị của kiềm và sắt trong dầu ở hốc dưới piston có thể đánh giá tình trạng của piston, xéc măng và sơ mi. Lượng kiềm dư thấp chủ yếu do trị số cơ bản của dầu thấp. Trong trường hợp này piston, xéc măng và sơ mi bị ăn mòn, giá trị lượng kiềm dư nhỏ hơn 20 mgKOH/g cần thay dầu xi lanh có BN cao hơn (theo bảng 1). Hàm lượng sắt cao chủ yếu do lưu lượng dầu thấp làm tăng mài mòn. Trong trường hợp này cần tăng lưu lượng dầu bôi trơn xi lanh. Lưu lượng dầu bôi trơn xi lanh mỗi lần tăng là 0.05 g/kW.h nhưng không tăng quá 2.0 g/kW.h.

Ảnh hưởng của lượng kiềm dư và tổng hàm lượng sắt trong dầu ở hốc dưới piston khi sử dụng nhiên liệu có hàm lượng lưu huỳnh trong khoảng từ 0.5% ~ 3.5% và sử dụng dầu xi lanh có BN trong khoảng 40 ~ 100 đến động cơ như sau:

- Thích hợp với lượng kiềm dư lớn hơn 25mgKOH/g, và tổng hàm lượng sắt ít hơn 100 ppm. Với giá trị này dầu xi lanh đảm bảo tuổi thọ lâu dài của xéc măng và sơ mi;
- An toàn với lượng kiềm dư lớn hơn 20 mgKOH/g và tổng hàm lượng sắt ít hơn 200 ppm;
- Cảnh báo với lượng kiềm dư khoảng 15 mgKOH/g và tổng hàm lượng sắt lớn hơn 200 ppm;
- Nguy hiểm với lượng kiềm dư nhỏ hơn 10 mgKOH/g hoặc tổng hàm lượng sắt lớn hơn 300 ppm.

Giá trị lượng kiềm dư lớn hơn 10 mgKOH/g là để động cơ làm việc an toàn, liên tục với nhiên liệu có hàm lượng lưu huỳnh thấp ( $0.0\% < \text{lưu huỳnh} < 0.5\%$ ) và sử dụng dầu xi lanh có BN thấp ( $15 \leq \text{BN} \leq 25$ ) [3].

### **4. Phân tích dầu ở hốc dưới piston**

Tất cả các xi lanh đều phải lấy mẫu, điều kiện để lấy dầu mẫu bao gồm: Động cơ đã làm việc ổn định ít nhất là 12 giờ, biết rõ về nhiên liệu, dầu xi lanh đang sử dụng, phụ tải của động cơ và các nhân tố khác. Hơn nữa, để theo dõi tình trạng của động cơ thì các lần lấy mẫu cần thực hiện ở cùng điều kiện.

Chu kỳ lấy mẫu dầu ở hốc dưới piston được thực hiện như sau:

- Khi thay đổi nhiên liệu, đặc biệt với nhiên liệu nặng có hàm lượng lưu huỳnh lớn hơn 2.5 %;
- Sự thay đổi phụ tải trung bình trong 24 giờ vượt 10% công suất cực đại của động cơ;
- Ít nhất mỗi tuần 1 lần.

Dưới đây là bảng kết quả phân tích dầu ở hốc dưới piston và điều chỉnh lưu lượng dầu xi lanh theo mục 3 của động cơ 2 kỳ thấp tốc 6RT Flex 50 sử dụng nhiên liệu có 2.35% lưu huỳnh.

**Bảng 2. Kết quả phân tích dầu ở hốc dưới piston**

Thiết bị	Máy chính	Máy chính	Máy chính	Máy chính	Máy chính	Máy chính
Loại dầu	HR 70	HR 70	HR 70	HR 70	HR 70	HR 70
Ngày phân tích	11/2/2016	18/2/2016	25/2/2016	9/3/2016	16/3/2016	23/3/2016
Vị trí điều chỉnh	- 50/ 4C	- 55 /4C	- 60 /4C	- 65/ 4C	- 70 /4C	- 70 /4C
Lưu lượng [mg/kW.h]	1.33	1.28	1.23	1.18	1.13	1.13

Hàm lượng sắt [%]	120	120	120	125	130	130
BN [mgKOH/g]	34	31	28	26	23	23

## 5. Đánh giá tình trạng của xéc măng và sơ mi bởi quan sát

Kết quả phân tích dầu ở hốc dưới piston cho phép điều chỉnh dầu xi lanh phù hợp với điều kiện làm việc của động cơ nhưng vẫn thường gặp lưu lượng dầu xi lanh quá giới hạn, điều này có thể làm tăng sự nguy hiểm đến độ bóng của sơ mi. Ở hầu hết các động cơ hiện đại xéc măng có khả năng chống mài mòn và việc đánh bóng sơ mi ít khi xảy ra. Do vậy, lưu lượng dầu xi lanh lớn hơn giới hạn không chỉ rõ nhưng nó được đề nghị kiểm tra bằng mắt dấu vết của việc đánh bóng trên bề mặt của sơ mi.

Xéc măng kim loại thường được phủ crôm-gốm thì có khả năng chống mài mòn và được coi là xéc măng tiêu chuẩn cho các động cơ sản xuất gần đây. Vì vậy, thay cho hàm lượng sắt, hàm lượng crôm có trong dầu ở hốc dưới piston sẽ là chỉ báo về mài mòn của xéc măng và sơ mi. Hàm lượng crôm trên 5 ppm chỉ ra rằng đã xuất hiện mài mòn xéc măng và sơ mi. Động cơ làm việc bình thường thì hàm lượng crôm trong dầu ở hốc dưới piston không vượt 10 ppm trong thời gian dài.



Động cơ không sử dụng xéc măng tiêu chuẩn thì hàm lượng sắt (trong dầu ở hốc dưới piston) cao là hiển nhiên vì tốc độ mài mòn cao của xéc măng kim loại thường và sơ mi.

Biểu hiện của hao mòn có thể được phát hiện dễ dàng bởi quan sát tỉ mỉ bề mặt làm việc của xéc măng và sơ mi. Vài tình trạng bề mặt tiêu biểu của xéc măng và sơ mi đã bị hao mòn được nêu ra dưới đây [3].


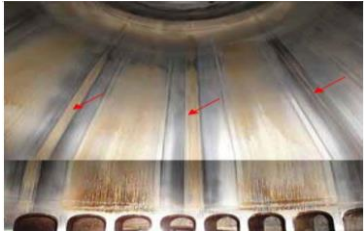

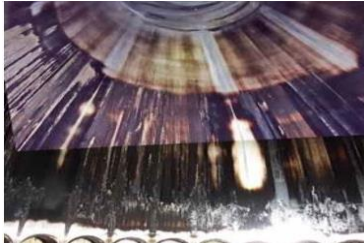
Với điều kiện dưới tàu, thuyền viên không sẵn có thiết bị để phân tích và đo đạc do phụ thuộc vào công ty quản lý tàu. Vì vậy việc đánh giá bằng quan sát là vô cùng cần thiết. Nó đáp ứng được tính cấp bách của công việc, quan sát bằng mắt và kết hợp với kết quả phân tích của phòng thí nghiệm như hai hiện tượng của một sự việc sẽ giúp cho việc đánh giá chính xác hơn. Thông thường việc kiểm tra được tiến hành mỗi khi tàu dừng (neo hoặc đỗ bến), chu kỳ kiểm tra từ 20 ~ 30 ngày tàu chạy cũng là cơ sở để điều chỉnh.

### 5.1. Đánh giá tình trạng của xéc măng (Xéc măng phủ crôm-gốm)

	<p><i>a. Xéc măng ở tình trạng bình thường</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bề mặt sáng bóng;</li> <li>- Ánh kim của crôm-gốm trên xéc măng;</li> <li>- Lựa chọn dầu xi lanh có lượng kiềm phù hợp và lưu lượng dầu phù hợp.</li> </ul>
	<p><i>b. Xéc măng bị mài mòn nhẹ</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Có những vết xước nhẹ bởi các hạt nhỏ lạ;</li> </ul> <p><i>Khắc phục:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tăng lưu lượng dầu xi lanh lên và kiểm tra độ dày còn lại của lớp crôm-gốm phủ xéc măng. Kiểm tra hệ thống xử lý nhiên liệu.</li> </ul>
	<p><i>c. Xéc măng bị ăn mòn mãnh liệt</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vùng trắng xuất hiện trên lớp phủ xéc măng.</li> </ul> <p><i>Khắc phục:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tăng lưu lượng dầu xi lanh hoặc thay dầu xi lanh có lượng kiềm cao hơn.</li> </ul>
	<p><i>d. Tốc độ mòn cao bởi ăn mòn và mài mòn ở xéc măng</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lớp crôm-gốm phủ xéc măng bị mòn cục bộ và kim loại thường đã lộ ra.</li> </ul> <p><i>Khắc phục:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lập kế hoạch thay xéc măng sớm và duy trì lưu lượng dầu xi lanh là 1.4 g/kW.h cho đến khi đại tu.</li> </ul>

	<p><i>e. Xéc măng bị mài mòn do dính cục bộ</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vết mài mạnh trên bề mặt kim loại thường sau khi lớp crôm-gốm phủ xéc măng bị mòn hoàn toàn.</li> </ul> <p><i>Khắc phục:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ngay lập tức tăng lưu lượng dầu xi lanh lên đến 1.6 g/kW.h và đại tu xi lanh này ngay khi có thể.</li> </ul>
	<p><i>f. Xéc măng bị tróc lớp phủ crôm-gốm</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lớp crôm-gốm bị tróc do ma sát lớn hoặc ăn mòn mạnh.</li> </ul> <p><i>Khắc phục:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ngay lập tức tăng lưu lượng dầu xi lanh lên đến 1.6 g/kW.h và thay xéc măng khi vùng bị tróc lớn hơn 70% chiều cao của bề mặt làm việc.</li> </ul>

## 5.2. Đánh giá tình trạng của sơ mi

	<p><i>a. Sơ mi ở tình trạng bình thường</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Diện mạo không thay đổi;</li> <li>- Bề mặt bóng;</li> <li>- Lựa chọn dầu xi lanh có lượng kiềm phù hợp và lưu lượng phù hợp.</li> </ul>
	<p><i>b. Sơ mi bị ăn mòn mảnh liệt</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bề mặt sơ mi thay đổi bởi sự ăn mòn không đều;</li> <li>- Những vết chà sinh ra bởi bề mặt lồi.</li> </ul> <p><i>Khắc phục:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ngay lập tức tăng lưu lượng dầu xi lanh lên đến 1.6 g/kW.h và đại tu xi lanh sớm hơn. Sơ mi sẽ được đánh bóng sơ qua bởi giẻ với bột mài.</li> </ul>
	<p><i>c. Sơ mi bị hao mòn mạnh bởi sự mài mòn</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Đã tới giai đoạn cuối của sự mài mòn, không thể phục hồi lại được;</li> <li>- Mặt gương sơ mi bị biến đổi bởi nhiệt.</li> </ul> <p><i>Khắc phục:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Yêu cầu đại tu khẩn cấp;</li> <li>- Ngay lập tức tăng lưu lượng dầu xi lanh lên đến 2.0 g/kW.h cho đến khi sơ mi này được thay thế.</li> </ul>
	<p><i>d. Sự hình thành sơn mài trong vùng trắng trên sơ mi</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sơn mài được tạo thành trên mặt lõm bởi ăn mòn mạnh;</li> <li>- Bản thân sơn mài là vô hại nhưng là một dấu hiệu cho biết tình trạng ăn mòn.</li> </ul> <p><i>Khắc phục:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tăng lưu lượng dầu xi lanh hoặc đổi dầu xi lanh có lượng kiềm cao hơn.</li> </ul>

## 6. Bôi trơn xi lanh trong thời gian chạy rà

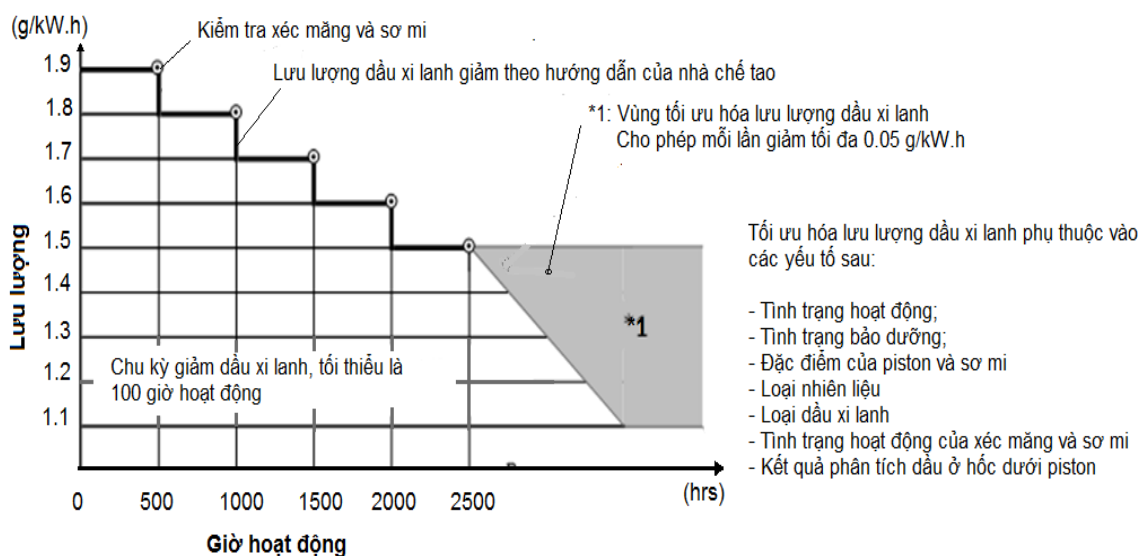
Động cơ diesel phải chạy rà sau khi lắp mới sơ mi hoặc xéc măng. Trong thời gian động cơ chạy rà, yêu cầu phải bôi trơn đầy đủ bởi một lượng đáng kể mặt kim loại do mài mòn được tạo ra từ các bề mặt của xéc măng và sơ mi. Vì vậy lưu lượng dầu bôi trơn xi lanh ban đầu thường đặt

lớn nhất sau đó các bước và cách thức giảm lưu lượng dầu bôi trơn phải tuân thủ hướng dẫn của nhà chế tạo cho mỗi loại động cơ và thiết bị bôi trơn xi lanh được lắp đặt.

Từ khi thay xéc măng, việc kiểm tra piston, xéc măng và sơ mi qua cửa quét phải thực hiện theo chu kỳ không quá 500 giờ hoạt động. Chu kỳ phân tích dầu ở hốc dưới piston theo chương trình chạy rà của động cơ. Nếu kiểm tra và kết quả phân tích dầu thỏa mãn ở mục 3 thì có thể giảm lưu lượng dầu xi lanh khoảng 0.1 g/kW.h. Chu kỳ kiểm tra có thể rút ngắn nhất là 100 giờ hoạt động.

Xéc măng đã chạy rà hoặc làm việc tối đa 2500 giờ thì điều chỉnh lưu lượng dầu bôi trơn xi lanh theo quá trình bôi trơn tối ưu ở các mục trên.

Dưới đây là chương trình chạy rà của động cơ 6TR Flex 50, thiết bị bôi trơn cơ khí có động cơ dẫn động (hình 1).



**Hình 1. Chương trình giảm lưu lượng dầu xi lanh khi động cơ chạy rà**

## 7. Kết luận

Phân tích dầu ở hốc dưới piston và kiểm tra động cơ qua cửa quét đã đánh giá chính xác tình trạng bôi trơn xi lanh, từ những kết quả kiểm tra cho phép điều chỉnh lượng và loại dầu xi lanh để đảm bảo an toàn và tuổi thọ của động cơ. Mặt khác, điều chỉnh dầu xi lanh thường giảm được lưu lượng, tránh được hiện tượng đóng cốc trên piston, làm giảm đáng kể chi phí cho dầu xi lanh ở động cơ công suất lớn.

Tuy dưới tàu thủy không trang bị dụng cụ phân tích dầu vẫn nên xét nghiệm định kỳ ở trên bờ để thực hiện điều chỉnh dầu xi lanh tối ưu theo sự thay đổi điều kiện làm việc của động cơ. Kết quả phân tích dầu dù không kịp thời vẫn là thông số kỹ thuật của việc kiểm tra động cơ qua cửa quét. Tuy nhiên trên mỗi tàu do bố trí hệ thống nhiên liệu và hệ thống dầu xi lanh cũng như mức độ tự động hóa của hệ thống khác nhau do đó người khai thác cũng phải có qui trình điều chỉnh khác nhau.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Diesel united-Sulzer "Low sulphur fuel", 2014
- [2] Wärtsilä "Lubricating oils", 2012
- [3] Diesel united-Wärtsilä "Optimization process of cylinder lubrication", 2015

Ngày nhận bài: 28/7/2016  
 Ngày phản biện: 17/8/2016  
 Ngày chỉnh sửa: 20/8/2016  
 Ngày duyệt đăng: 21/8/2016