

NGHIÊN CỨU ĐÁNH GIÁ TÍNH CHẤT SỬ DỤNG CỦA MỠ BÔI TRƠN CHỐNG ĂN MÒN KIM LOẠI ĐƯỢC CHẾ TẠO TRÊN CƠ SỞ NANO SILICA BIẾN TÍNH HEXAMETHYLDISILAZANE

RESEARCH TO EVALUATE THE APPLICATION PROPERTIES OF LUBRICATING GREASE AGAINST METAL CORROSION MADE ON THE BASIS OF HEXAMETHYLDISILAZANE-MODIFIED NANO SILICA

Nguyễn Sơn Nam^{1,*}, Nguyễn Văn Mạnh²,
Nguyễn Thị Hồng Hạnh¹

DOI: <http://doi.org/10.57001/huih5804.2024.140>

TÓM TẮT

Mỡ bôi trơn chống ăn mòn kim loại được chế tạo từ nano silica biến tính hexamethyldisilazane (HMDS) có khả năng đáp ứng được nhiều yêu cầu sử dụng trong thực tiễn như: tính chống ăn mòn cao, tính ổn định nhiệt tốt, có khả năng chịu được nước, ổn định thể keo và thời gian bảo quản dài. Để đánh giá được các tính chất sử dụng của mỡ bôi trơn được chế tạo từ nano silica biến tính hexamethyldisilazane, một số phương pháp nghiên cứu đã được áp dụng gồm: nghiên cứu độ bền làm việc, nghiên cứu độ ổn định thể keo, nghiên cứu khả năng bôi trơn, đánh giá khả năng bảo vệ chống ăn mòn kim loại.

Từ khóa: Mỡ; chất làm đặc; hạt nano silica.

ABSTRACT

Anti-metal corrosion lubricating grease produced from hexamethyldisilazane-denaturized nanosilica is capable of meeting reality, such as high corrosion resistance, thermal stability, water resistance, glue stability, and performance with long-preservation period. To assess the application of grease properties produced from hexamethyldisilazane-modified nanosilica, several methods have been taken, including research on working resistance, glue stability, lubrication, and metal corrosion protection abilities.

Keywords: Grease; thickener; silica nanoparticle.

¹Khoa Khoa học Cơ bản, Học viện Hậu cần

²Khoa Công nghệ Hóa, Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

*Email: nguyensonn71@gmail.com

Ngày nhận bài: 20/02/2024

Ngày nhận bài sửa sau phản biện: 03/4/2024

Ngày chấp nhận đăng: 25/4/2024

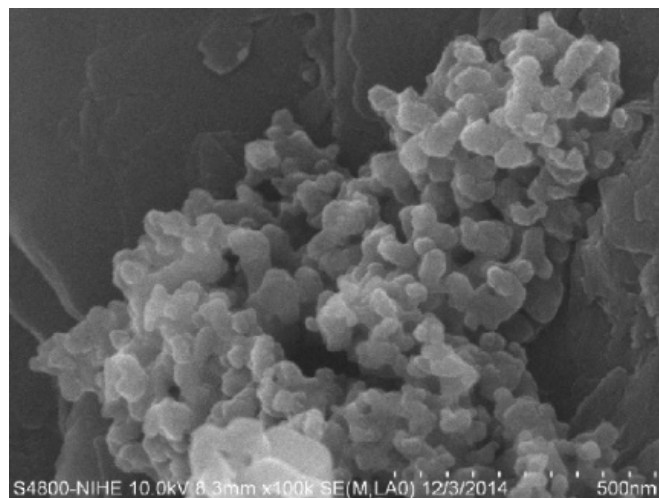
1. GIỚI THIỆU

Mỡ bôi trơn là một hệ gel bền vững, được tạo ra bằng phương pháp làm đặc các loại dầu bôi trơn thể lỏng nhờ các chất làm đặc, quy trình thực hiện theo các công đoạn và điều kiện kỹ thuật nhất định. Trong mỡ bôi trơn, dầu nhờn làm nhiệm vụ bôi trơn, chất làm đặc có chức năng giữ dầu lỏng ở trạng thái bán rắn trong mỡ và chống chảy. Hiện nay, các chất

làm đặc cho mỡ bôi trơn rất đa dạng, được chia làm hai loại chính là mỡ xà phòng và mỡ không xà phòng. Các loại mỡ xà phòng kim loại gồm: xà phòng đơn, xà phòng hỗn hợp hoặc phức. Các chất không xà phòng được chia thành hai loại là vô cơ và hữu cơ [1-4]. Muốn có được các loại mỡ có những tính năng đặc biệt như khả năng làm việc trong phạm vi nhiệt độ rộng, tải trọng lớn, sử dụng lâu dài ít phải thay thế, trở về mặt hóa học, khó bị oxy hóa bởi môi trường thì các chất làm đặc dạng vô cơ như khoáng sét, silica tỏ ra khá hiệu quả [5]. Trong bài báo này, tính chất sử dụng mỡ bôi trơn chống ăn mòn kim loại được chế tạo trên cơ sở chất làm đặc nano silica biến tính hexamethyldisilazane được đánh giá thông qua một số nghiên cứu về độ bền làm việc của mỡ; độ ổn định thể keo; khả năng bôi trơn, giảm mài mòn; phương pháp thử gia tốc trong tủ khí hậu; phương pháp đo đường cong phân cực.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Hóa chất



Hình 1. Ảnh SEM của mẫu nano silica sau khi biến tính bằng HMDS

Nano silica chế tạo từ vỏ trấu, sau đó được biến tính bằng hexamethyldisilazane để bề mặt silica chuyển từ

dạng ưa nước sang kỵ nước, nâng cao khả năng tương hợp với môi trường dầu nhờn. Silica biến tính có kích thước hạt khoảng $40 \div 50$ (nm) (hình 1), bề mặt kỵ nước với góc thấm ướt lớn ($100,01^\circ$) [6, 7]. Dầu gốc khoáng SN500 có độ nhớt động học ở 40°C là 115 (cSt), độ nhớt động học ở 100°C là 12,3 (cSt) theo tiêu chuẩn ASTM D445; độ ăn mòn tấm đồng là 1a theo tiêu chuẩn ASTM D130; trị số axit là 0,03 mg KOH/g theo tiêu chuẩn ASTM D664. Các phụ gia tương hợp gồm: phụ gia giảm mài mòn, chống xước (tricrezyl photphat); phụ gia bảo vệ, chống ăn mòn kim loại (P89); phụ gia chống oxy hóa (điphenylamin) [8].

2.2. Chế tạo mỡ trên cơ sở chất làm đặc nano silica biến tính HMDS

Mỡ được chế tạo với tỉ lệ chất làm đặc nano silica biến tính HMDS và dầu SN500 là 19/77. Ngoài ra, mỡ còn có chứa khoảng 4% khối lượng các phụ gia. Để chế tạo mỡ bôi trơn chống ăn mòn kim loại trên cơ sở chất làm đặc nano silica biến tính HMDS, cần thực hiện qua một số giai đoạn cơ bản sau:

Giai đoạn 1: Nâng nhiệt độ của hỗn hợp dầu và tiến hành bổ sung nano silica. Trong giai đoạn này, nhiệt độ đóng vai trò chủ yếu để làm tăng sự khuếch tán của nano silica vào trong môi trường phân tán.

Giai đoạn 2: Sau khi cho chất làm đặc vào trong dầu, cần tiếp tục gia nhiệt, khuấy trộn ở nhiệt độ và tốc độ khuấy phù hợp sao cho nano silica không bị vón cục, hệ nhanh chóng tạo thành trạng thái gel đồng nhất, bền vững.

Giai đoạn 3: Sau khi phân tán nano silica, hỗn hợp đã tạo hệ gel đồng nhất, cần tiến hành phối trộn phụ gia bằng cách bổ sung các loại phụ gia tương hợp. Tiếp tục gia nhiệt và khuấy trộn, đảm bảo sao cho các chất phụ gia phân tán hoàn toàn vào trong gel và tạo thành một hệ gel đồng nhất.

Giai đoạn 4: Hạ nhiệt độ, ổn định mỡ. Giai đoạn này, mỡ sẽ ổn định và tạo khung cấu trúc; cần tiến hành hạ nhiệt độ của hỗn hợp mỡ bằng cách làm nguội chậm, tốc độ khoảng $1^\circ\text{C}/\text{phút}$ để mỡ tạo thành có độ xuyên kim ổn định, độ ổn định keo tốt.

2.3. Các phương pháp nghiên cứu

Độ bền làm việc của mỡ được xác định qua độ xuyên kim khi tiến hành đo ở các điều kiện khác nhau (theo ASTM D217). Tính ổn định thể keo của mỡ được xác định thông qua độ tách dầu (theo ASTM D6184), đo trên thiết bị PF005 của hãng Petrotest - Đức. Khả năng bôi trơn, giảm mài mòn, chống xước của mỡ được xác định trên thiết bị của hãng Koehler - Đức (theo ASTM D 2266). Khả năng bảo vệ kim loại được nghiên cứu bằng phương pháp thử nghiệm gia tốc trong tủ khí hậu Heraeus Votschu HC - 0020 của Đức (theo GOCT 9.054 - 75). Khả năng chống ăn mòn kim loại của mỡ bôi trơn được xác định qua phương pháp đo đường cong phân cực trên thiết bị đo điện hóa Autolab PGSTAT 30 Potentiostat - Galvanostat CCM. Xác định trị số axit của mỡ bằng chuẩn độ điện thế với dung dịch rượu kali hidroxit (theo TCVN 6325 - 97).

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Nghiên cứu độ bền làm việc của mỡ

Độ bền làm việc của mỡ được đánh giá qua phương pháp xác định độ xuyên kim của mỡ khi tiến hành đo ở các điều kiện khác nhau. Thử nghiệm xác định độ xuyên kim của mỡ ở trạng thái ban đầu (không già) và độ xuyên kim của mỡ đã chịu 10^5 lần chà già (trạng thái gần với trạng thái làm việc của mỡ bôi trơn). Nếu độ xuyên kim của mỡ ở trạng thái ban đầu và độ xuyên kim của mỡ sau 10^5 lần chà già khác nhau không nhiều thì độ bền làm việc của mỡ càng cao. Ngược lại, nếu độ xuyên kim của mỡ sau 10^5 lần chà già lớn hơn nhiều độ xuyên kim của mỡ không già thì độ bền của mỡ sẽ càng kém. Trên thực tế, để đạt yêu cầu sử dụng, độ lệch cho phép giữa hai lần đo cần nhỏ hơn 5 mm. Kết quả thực nghiệm đo độ xuyên kim của các loại mỡ để xác định độ bền làm việc được trình bày trong bảng 1.

Bảng 1. Kết quả đo độ xuyên kim của mỡ

Trạng thái mỡ	Độ xuyên kim, 10^{-1} mm
Trạng thái ban đầu (không già)	290
Trạng thái làm việc (10^5 lần chà già)	304

Kết quả đo độ xuyên kim cho thấy, mỡ chế tạo từ nano silica biến tính HMDS có chênh lệch độ xuyên kim giữa không già và có già là 1,4mm. Sự thay đổi nhỏ này là tính chất mà một số loại mỡ xà phòng kim loại không có được. Như vậy, sản phẩm mỡ chế tạo được có độ bền làm việc tương đối cao, có thể sử dụng làm mỡ bôi trơn chống ăn mòn kim loại trong các điều kiện nhiệt độ cao, tải trọng lớn.

3.2. Nghiên cứu độ ổn định thể keo của mỡ

Độ ổn định thể keo của mỡ (độ tách dầu) liên quan chặt chẽ tới độ bền của cấu trúc mỡ. Nếu khung cấu trúc có mức độ hoàn thiện cao về hình dạng, kích thước và mức độ đồng nhất thì độ tách dầu của mỡ tốt và ngược lại. Về mặt nguyên tắc, khả năng làm đặc của pha phân tán càng lớn và hàm lượng chất làm đặc cao thì pha lỏng càng được giữ chắc trong khung cấu trúc. Độ tách dầu là một tính chất quan trọng của mỡ, đặc trưng cho tính chất sử dụng của mỡ, nhất là trong quá trình làm việc. Độ tách dầu của mỡ quá lớn hoặc quá nhỏ đều không tốt, mỡ cần có độ tách dầu phù hợp tùy theo từng chủng loại.

Để xác định độ tách dầu, cần xác định được lượng dầu tách ra so với khối lượng mẫu ban đầu trong điều kiện thí nghiệm xác định. Nguyên tắc của phương pháp này là khảo sát lượng dầu tách ra khi tăng nhiệt độ hoặc tăng áp suất. Độ tách dầu được biểu thị bằng phần trăm khối lượng dầu bị tách trong điều kiện thí nghiệm. Trong nghiên cứu này, tiến hành gia nhiệt cho các mẫu mỡ cần đo đến nhiệt độ thấp hơn nhiệt độ nhỏ giọt của mỡ khoảng từ 10 đến 30°C . Sau đó giữ nguyên nhiệt độ và các điều kiện khác trong khoảng 5 giờ. Sau 5 giờ, hạ nhiệt độ về 25°C , giữ ổn định trong 24 giờ, kiểm tra trạng thái, màu sắc và xác định độ tách dầu của mỡ. Kết quả xác định độ tách dầu của mỡ theo tiêu chuẩn ASTM D6184 được trình bày trong bảng 2.

Bảng 2. Kết quả xác định độ ổn định thể keo của mỡ

Nhiệt độ đo, °C	Thời gian thử, giờ	Cảm quan hỗn hợp mỡ	Độ tách dầu, % KL
210	5	Đều	2,6

Kết quả thực nghiệm cho thấy, mỡ đạt yêu cầu sử dụng, nhất là trong các điều kiện ở nhiệt độ cao. Trên thực tế, khi sử dụng mỡ ở các ổ trục, ổ bi có phần tử quay, một lượng dầu nhất định cần được tách ra để thực hiện chức năng bôi trơn. Tuy nhiên, nếu lượng dầu tách ra quá nhiều sẽ dẫn đến sự hình thành một lượng chất làm đặc nồng độ cao, cứng, đọng lại trong các ổ trục, làm kẹt thiết bị, ngăn cản mỡ vào bôi trơn. Sự thất thoát dầu từ ổ trục cũng có thể làm hỏng các nguyên liệu trong quá trình sản xuất hoặc các bộ phận khác của thiết bị. Thông thường, lượng dầu tách ra không nhỏ hơn hoặc vượt quá chỉ tiêu cho phép (2 ÷ 5% KL) thì mỡ đạt yêu cầu sử dụng.

Về các loại phụ gia bổ sung vào mỡ, nhìn chung là có sự tương hợp cao, ít làm ảnh hưởng đến độ bền của cấu trúc mỡ [2]. Sau khi bổ sung các loại phụ gia, ở nhiệt độ cao, mỡ có sự biến đổi sang trạng thái mềm hơn, khả năng tách dầu có thay đổi, tuy nhiên, độ ổn định thể keo của mỡ thay đổi không nhiều. Cụ thể, sự thay đổi này là 0,1% (từ 2,5% KL khi chưa có phụ gia lên 2,6% KL khi có phụ gia). Kết quả đo độ tách dầu của mỡ cho thấy, mỡ có độ ổn định thể keo trong giới hạn cho phép, có thể đáp ứng được các yêu cầu sử dụng của máy móc trong các điều kiện khắc nghiệt và nhiệt độ cao.

3.3. Nghiên cứu khả năng bôi trơn, giảm mài mòn của mỡ

Khả năng chống mài mòn của mỡ là tính kháng mòn tại bề mặt kim loại tiếp xúc với nhau. Dầu mỡ bôi trơn sẽ giúp bề mặt kim loại tránh được sự hao mòn của ma sát. Phương pháp nghiên cứu được thực hiện theo tiêu chuẩn ASTM D 2266 để đo khả năng chống mài mòn giữa hai bề mặt kim loại thép - thép. Giới hạn đường kính vết mài mòn cho phép là dưới 1 mm. Phương pháp không áp dụng đối với các kim loại khác.

Kết quả thực nghiệm cho thấy, đường kính vết mài mòn trung bình là 0,52mm. Như vậy, mỡ chế tạo có khả năng giảm mài mòn trong giới hạn cho phép (< 1mm). Để đánh giá các yếu tố ảnh hưởng đến khả năng giảm mài mòn của mỡ cần phải xét đến nhiều yếu tố khác nhau như: bản chất chất làm đặc, bản chất môi trường phân tán và quan trọng là sự ảnh hưởng của phụ gia giảm mài mòn chống xước tricrezyl photphat. Trong nghiên cứu này, khi cho phụ gia tricrezyl photphat vào mỡ với hàm lượng 0,4%, kết hợp với các phụ gia khác đã làm thay đổi đáng kể tác dụng chống mài mòn của mỡ. Cụ thể, sau khi cho các loại phụ gia, mỡ có độ giảm mài mòn từ 1,71mm xuống còn 0,52mm. Từ kết quả đo cho thấy, mỡ sau khi bổ sung phụ gia có độ giảm mài mòn nằm trong giới hạn cho phép, có thể sử dụng được trong các chi tiết chịu tải trọng nặng như các kết cấu bản lề, ổ bi, ổ trục,...

3.4. Áp dụng phương pháp thử gia tốc trong tủ khí hậu để đánh giá khả năng bảo vệ kim loại

Để đánh giá khả năng bảo vệ kim loại của mỡ trong điều kiện thử nghiệm gia tốc theo tiêu chuẩn GOCT 9054-75, đã

tiến hành thử nghiệm trên các mẫu thép, đồng, nhôm. Chế độ thử nghiệm như sau:

Mẫu thép sử dụng là thép CT-3, trong thành phần có (0,14 ÷ 0,22)% C, (0,12 ÷ 0,30)% Si, (0,40 ÷ 0,60)% Mn, 0,04% P và S ≤ 0,05%; kích thước mẫu (50 x 50) mm, chiều dày mẫu 3 mm và được đục lỗ để treo mẫu theo chiều thẳng đứng; mẫu được làm khô, mài nhẵn để đạt độ bóng ∇8. Mẫu nhôm 99,80% có chiều dài 75mm, chiều rộng 12,5mm, chiều dày 3mm được đục lỗ, làm khô và mài nhẵn để đạt độ bóng ∇8. Mẫu đồng 99,99% được chuẩn bị như mẫu nhôm.

Các mẫu kim loại được nhúng vào mỡ đã được hòa tan trong dung môi rồi để khô ở nhiệt độ phòng, đảm bảo yêu cầu có một lớp mỡ đồng đều bám trên bề mặt kim loại. Sau đó treo mẫu vào các giá đỡ trong tủ khí hậu, đặt chương trình theo tiêu chuẩn thí nghiệm và ghi thời gian bắt đầu thử. Sau mỗi 5 chu kỳ thử nghiệm (mỗi chu kỳ 8 giờ), tiến hành kiểm tra, đánh giá và nhận xét mẫu thử. Các mẫu kim loại phủ mỡ sau 15 chu kỳ thử nghiệm có giá trị nhỏ hơn Re₅ là mỡ đủ tiêu chuẩn sử dụng để bảo vệ chống ăn mòn kim loại. Kết quả thử nghiệm đối với các mẫu thép, đồng, nhôm của mỡ được trình bày trong các bảng 3, 4 và 5.

Bảng 3. Khả năng bảo vệ thép của mỡ

Mẫu thử	Kết quả bảo vệ sau 15 chu kỳ, Re	Kết quả bảo vệ sau 20 chu kỳ, Re
Thép không phủ mỡ	-	-
Thép phủ mỡ	Re ₂	Re ₄

Bảng 4. Khả năng bảo vệ kim loại đồng của mỡ

Mẫu thử	Kết quả bảo vệ sau 15 chu kỳ, Re	Kết quả bảo vệ sau 20 chu kỳ, Re
Đồng không phủ mỡ	-	-
Đồng phủ mỡ	Re ₂	Re ₄

Bảng 5. Khả năng bảo vệ kim loại nhôm của mỡ

Mẫu thử	Kết quả bảo vệ sau 15 chu kỳ, Re	Kết quả bảo vệ sau 20 chu kỳ, Re
Nhôm không phủ mỡ	-	-
Nhôm phủ mỡ	Re ₀	Re ₂

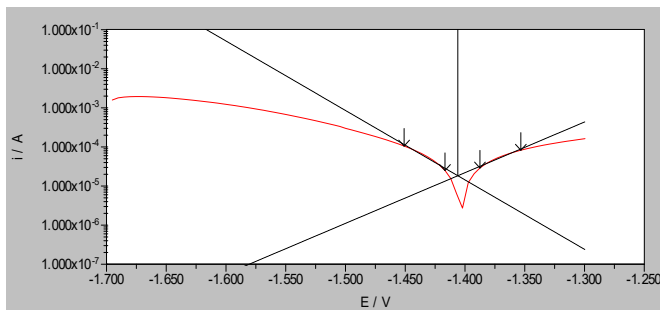
Kết quả thử gia tốc trong tủ khí hậu cho thấy, mỡ thử nghiệm tỏ ra khá hiệu quả trong chống ăn mòn đối với các mẫu kim loại thép, đồng, nhôm. Trong quá trình thử nghiệm, khi tiến hành tăng dần số chu kỳ thử, khả năng bảo vệ kim loại của mỡ giảm đi. Ở chu kỳ thử thứ 15, các mẫu thử có giá trị nhỏ hơn Re₅. Trong đó, mẫu nhôm có giá trị nhỏ nhất (Re₀), mẫu kim loại thép và đồng có giá trị tương đương nhau (Re₂), hiệu quả bảo vệ thấp hơn. Ở chu kỳ thứ 20, khả năng bảo vệ của mỡ vẫn nằm trong giới hạn cho phép. Tuy nhiên, khi thử nghiệm đến chu kỳ thứ 30, sắt bị ăn mòn 100%, các mẫu đồng và nhôm cũng cho kết quả tương tự.

Như vậy, so với các mẫu kim loại chưa phủ mỡ, các mẫu kim loại phủ mỡ được bảo vệ tương đối tốt. Mỡ sau khi được phủ lên bề mặt kim loại có tác dụng che phủ, ngăn cản và bảo

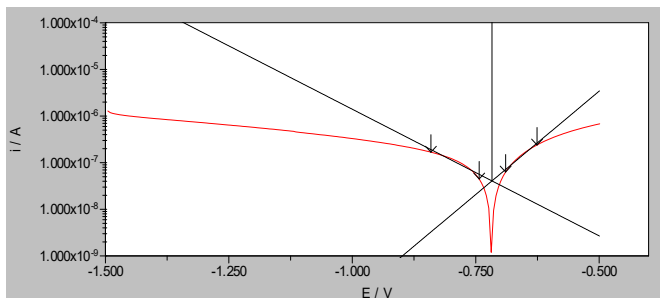
vệ các tác nhân gây ăn mòn tác động lên bề mặt kim loại cần bảo vệ, do vậy tốc độ ăn mòn chậm hơn nhiều so với khi không được phủ mỡ. Theo tiêu chuẩn GOST 9.054-75, các loại mỡ khi pha các loại phụ gia đã nghiên cứu [8] có thể sử dụng để bảo quản chống ăn mòn cho kim loại.

3.5. Áp dụng phương pháp đo đường cong phân cực nghiên cứu khả năng ức chế ăn mòn kim loại

Để đánh giá hiệu quả bảo vệ kim loại của các loại mỡ bằng phương pháp điện hóa, đã tiến hành đo giá trị mật độ dòng ăn mòn. Bản chất của phương pháp này là nghiên cứu động học quá trình ăn mòn để xác định mức độ ăn mòn kim loại trong môi trường nghiên cứu, từ đó xác định được hiệu quả bảo vệ kim loại. Phương pháp được tiến hành bằng cách đo đường cong phân cực với điện cực làm việc là các kim loại thép CT3, đồng và nhôm. Kết quả đo dòng ăn mòn được thể hiện trên các hình 2, 3 và 4. Trước khi đo, các mẫu kim loại được đánh bóng, rửa sạch, sấy khô, nhúng vào các loại mỡ đã được pha trong dung môi, rồi để khô ở nhiệt độ phòng, đảm bảo cho có được một lớp mỡ phủ đều trên bề mặt mẫu. Sau đó tiến hành đo đường cong phân cực của các mẫu thử trong dung dịch NaCl 3,5%.

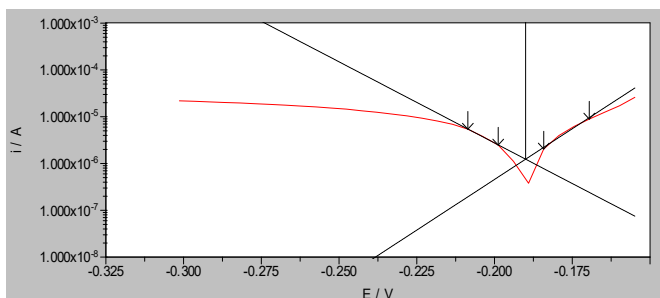


(a)

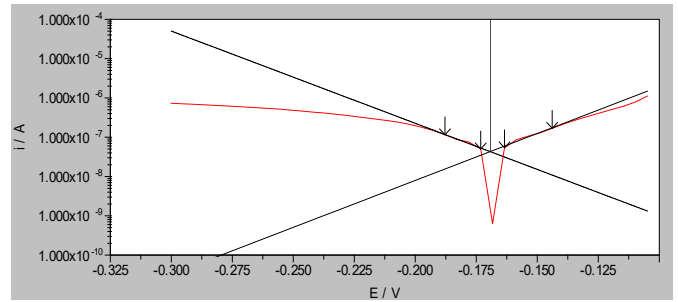


(b)

Hình 2. Kết quả đo đường cong phân cực (E-logI) của thép CT3 không được phủ mỡ (a), phủ mỡ (b)

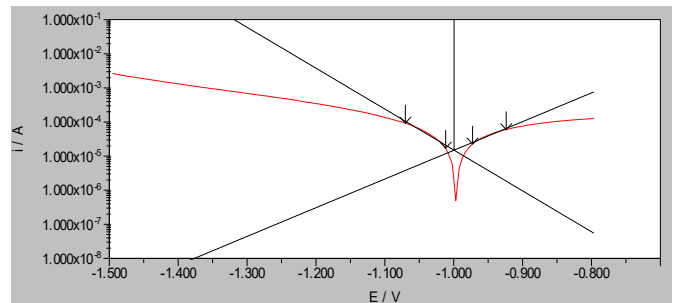


(a)

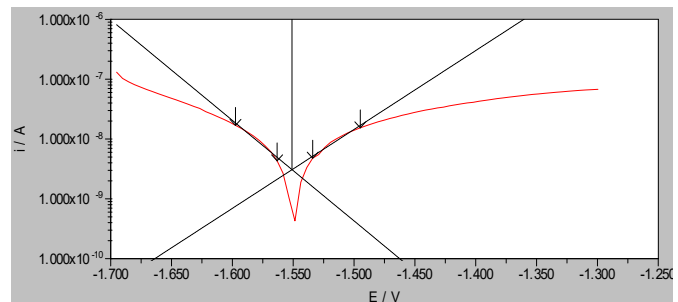


(b)

Hình 3. Kết quả đo đường cong phân cực (E-logI) của đồng không được phủ mỡ (a), phủ mỡ (b)



(a)



(b)

Hình 4. Kết quả đo đường cong phân cực (E-logI) của nhôm không được phủ mỡ (a), phủ mỡ (b)

Kết quả đo đường cong phân cực cho thấy, mẫu kim loại phủ mỡ bôi trơn chống ăn mòn có mật độ dòng thấp hơn rất nhiều so với khi không phủ mỡ. Mẫu thép CT3 không phủ mỡ có mật độ dòng là $1,822 \cdot 10^{-5}$ (A/cm²), sau khi được phủ mỡ, mẫu có mật độ dòng là $4,05 \cdot 10^{-8}$ (A/cm²). Sự giảm mật độ dòng này cho thấy hiệu quả bảo vệ kim loại của mỡ là rất cao. Tiến hành khảo sát trên các kim loại đồng và nhôm cũng cho kết quả bảo vệ tốt, giá trị mật độ dòng khi đo trên kim loại đồng là $4,29 \cdot 10^{-8}$ (A/cm²), trên kim loại nhôm là $3,066 \cdot 10^{-9}$ (A/cm²).

Các số liệu đánh giá hiệu quả bảo vệ của mỡ đối với các kim loại thép, đồng, nhôm được thể hiện trong các bảng 6, 7 và 8.

Bảng 6. Hiệu quả bảo vệ thép CT3 của mỡ

Mẫu	I_{corr} , A/cm ²	Tốc độ ăn mòn, mm/năm	Hiệu quả bảo vệ thép CT3, %
NaCl 3,5 %	$1,822 \cdot 10^{-5}$	$6,191 \cdot 10^{-1}$	-
Mỡ	$4,05 \cdot 10^{-8}$	$9,765 \cdot 10^{-4}$	99,77

Bảng 7. Hiệu quả bảo vệ đồng của mỡ

Mẫu	I_{corr} , A/cm ²	Tốc độ ăn mòn, mm/năm	Hiệu suất bảo vệ đồng, %
NaCl 3,5 %	$1,605.10^{-5}$	$3,213.10^{-2}$	-
Mỡ	$4,29.10^{-8}$	$1,123.10^{-3}$	99,73

Bảng 8. Hiệu quả bảo vệ nhôm của mỡ

Mẫu	I_{corr} , A/cm ²	Tốc độ ăn mòn, mm/năm	Hiệu suất bảo vệ nhôm, %
NaCl 3,5 %	$1,482.10^{-5}$	$3,574.10^{-1}$	-
Mỡ	$3,066.10^{-9}$	$1,042.10^{-4}$	99,97

Các giá trị đo tốc độ ăn mòn (mm/năm) và hiệu quả bảo vệ (%) trong các bảng 6, 7 và 8 cho thấy, hiệu quả bảo vệ của mỡ được chế tạo từ chất làm đặc nano silica biến tính hữu cơ khá cao, tốc độ ăn mòn rất thấp, đều đạt trên 99 %. Tuy nhiên, hiệu quả bảo vệ của mỡ đối với từng kim loại là khác nhau, khả năng bảo vệ cao nhất là kim loại nhôm, sau đó là thép CT3, thấp nhất là kim loại đồng. Như vậy, mỡ được chế tạo trên cơ sở chất làm đặc nano silica biến tính hữu cơ có khả năng bảo vệ kim loại đen và kim loại màu; các phụ gia cho thêm vào mỡ như P89 và điphenylamin đều có vai trò làm tăng hiệu quả bảo vệ kim loại, đáp ứng yêu cầu của mỡ trong bảo vệ chống ăn mòn kim loại.

3.6. Nghiên cứu xác định trị số axit của mỡ

Trong quá trình chế tạo mỡ, sau phản ứng, trong mỡ có thể còn tồn tại một lượng nhất định axit hoặc bazơ dư làm ảnh hưởng đến tính chất của mỡ. Vì vậy, trị số axit là chỉ tiêu quan trọng của mỡ trước và sau khi sử dụng. Trị số axit của mỡ được biểu thị bằng số mg KOH cần thiết để trung hòa hoàn toàn các chất mang tính axit có mặt trong 1g mỡ đã hòa tan trong dung môi. Trong nghiên cứu này, đã áp dụng tiêu chuẩn ASTM D664 để xác định trị số axit của mỡ, phép đo được thực hiện trên máy chuẩn độ điện thế. Mẫu mỡ nghiên cứu được hòa tan trong dung môi rồi được chuẩn độ điện thế với dung dịch rượu kali hiđroxit, sử dụng điện cực thủy tinh làm điện cực chỉ thị và điện cực calomen làm điện cực so sánh. Kết quả khảo sát cho thấy, mỡ có trị số axit là 0,03mg KOH/g, nằm trong khoảng giới hạn cho phép (<0,5mg KOH/g). Với kết quả đó, mỡ chế tạo có khả năng bảo vệ kim loại tương đối cao. Khi so sánh với các loại mỡ xà phòng kim loại thông thường, mỡ chế tạo từ chất làm đặc nano silica biến tính có trị số đo được nhỏ hơn nhiều, do đó khả năng bảo vệ chống ăn mòn tốt hơn.

4. KẾT LUẬN

Đã nghiên cứu đánh giá tính chất sử dụng của mỡ bôi trơn chống ăn mòn kim loại được chế tạo trên cơ sở chất làm đặc nano silica biến tính HMDS. Kết quả cho thấy, mỡ được chế tạo có độ bền làm việc tương đối cao, chênh lệch độ xuyên kim giữa không gỉ và có gỉ là 1,4 mm; độ ổn định thể keo nằm trong giới hạn cho phép. Kết quả thử khả năng chống mài mòn cho thấy, đường kính vết mài mòn trung bình là 0,52mm, vì vậy mỡ chế tạo có khả năng giảm mài mòn trong giới hạn cho phép. Kết quả thử gia tốc trong tủ khí hậu và áp dụng

phương pháp đo đường cong phân cực để nghiên cứu khả năng bảo vệ kim loại của mỡ đều khẳng định, mỡ sau khi được phủ lên bề mặt kim loại có tác dụng che phủ, ngăn cản, bảo vệ, tránh các tác nhân gây ăn mòn tác động lên bề mặt kim loại. Như vậy, mỡ có vai trò làm tăng hiệu quả bảo vệ kim loại, đáp ứng yêu cầu của mỡ trong bôi trơn chống ăn mòn kim loại.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. John Sander, Elena McDaniel, "Grease Characterization: Are All Greases Lithium Greases," in *Conference Proceedings - Lubrication and Lubricants*, 431-437, 2007.

[2]. Mohd Najib Razali, Aziz A, Hamdan M, Salehan Md, Yunus M, "Synthesis of Grease from Waste Oils and Red Gypsum," *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 11(3), 154-159, 2017.

[3]. Sharma S. K, Vasudevan P, Tewari U. S, "High temperature lubricants - oils and greases," *Tribology International*, 16, 4, 213-219, 1983.

[4]. Siti Kholijah A. M, Cheryl Yeung S. L, Sazwani S, Yunus R. M, "Production of High Temperature Grease from Waste Lubricant Sludge and Silicone Oil," *Journal of Applied Sciences*, 12(11), 1171-1175, 2012.

[5]. Victor D. L. Rangel, *Process for obtaining and manufacturing lubricant greases from fumed silica and precipitated silicic acid*. United States Patent, 5, 236, 606, 1993.

[6]. Nguyen Son Nam, Le Quang Tuan, Le Thanh Son, "Fabrication and characterization of hexamethyldisilazan modified nanosilica," *Vietnam Journal of Chemistry*, 53(4E1), 83-87, 2015.

[7]. Rahmawati N. Y, Harisna A. H, Khoirunnisa W, Yasvinawati N, Sumitro S. B, "Production and Characterization of Nanosilica from Bagasse Through Biosynthesis Using *Lactobacillus bulgaricus*," *Journal of Nanoscience and Nanotechnology*, 16 (6), 6114-6118, 2016.

[8]. Le Thanh Son, Nguyen Son Nam, "Investigation of the effects of additives on the properties of lubricating grease made on the basis of organic modified silica nano thickener," *Journal of analytical sciences*, 24, 4, 78-83, 2019.

AUTHORS INFORMATION

Nguyen Son Nam¹, Nguyen Van Manh², Nguyen Thi Hong Hanh¹

¹Faculty of Basic Sciences, Military Academy of Logistics, Vietnam

²Faculty of Chemical Technology, Hanoi University of Industry, Vietnam