

KHẢO SÁT TÍNH NĂNG CỦA LABSA (LINEAR ALKYL BENZENE SULFONIC ACID) TRONG DUNG DỊCH TẨY GIẢI KẾT HỢP TẨY DẦU MỠ

Nguyễn Nhị Trữ⁽¹⁾, Trần Mai Hân⁽¹⁾, Nguyễn Từ Thụy Thanh Trúc⁽²⁾

(1) Viện Kỹ thuật nhiệt đới và Bảo vệ môi trường

(2) Trường Đại học Bách khoa, Đại học Đà Nẵng

(Bài nhận ngày 22 tháng 09 năm 2009, hoàn chỉnh sửa chữa ngày 08 tháng 04 năm 2010)

TÓM TẮT: Hiệu quả tẩy gỉ và tẩy dầu mỡ của dung dịch axit chứa LABSA đã được khảo sát ở các điều kiện nhiệt độ khác nhau, kết hợp với chế độ áp và không áp sóng siêu âm tần số 35 kHz. Kết quả cho thấy, có thể sử dụng dung dịch có 10% H₂SO₄, 3,5 g/l urotropin và 2% LABSA để kết hợp tẩy dầu mỡ và tẩy gỉ nền thép cacbon. Hiệu quả tẩy của dung dịch tăng lên rõ rệt khi nâng cao nhiệt độ cũng như khi áp sóng siêu âm.

Đã chứng tỏ rằng, bên cạnh vai trò truyền thống tẩy dầu mỡ của một chất HDBM dạng anionic, LABSA cũng có thể sử dụng như một tác nhân hòa tan và bóc tách gỉ ra khỏi nền thép. Ngoài ra, LABSA có thể kết hợp với các oxit sắt của lớp gỉ hình thành hợp chất dạng đan xen.

Từ khóa: LABSA, tẩy gỉ, tẩy dầu, siêu âm, hợp chất cơ-gi

1. GIỚI THIỆU

LABSA (và muối LAS) được ứng dụng rộng rãi trong quá trình tẩy rửa nhờ hiệu quả tẩy cao và khả năng phân huỷ sinh học tốt của nhóm hợp chất này. Hiện tại, LABSA được sử dụng chủ yếu để tẩy dầu mỡ, như một chất hoạt động bề mặt dạng anionic. Tuy nhiên, là một axit, LABSA có thể tương hợp với các dung dịch tẩy gỉ thông dụng trong công nghệ xử lý bề mặt kim loại, như HCl, H₂SO₄... và thể hiện khả năng hòa tan, bóc tách gỉ, đồng thời loại bỏ các vết dầu mỡ. Hiệu quả tẩy rửa của dung dịch có thể được gia tăng nhờ tác động của các yếu tố như nhiệt độ, sóng siêu âm. Đặc biệt, siêu âm đã trở nên thông dụng nhờ việc tiếp cận dễ dàng hơn đối với kỹ thuật này trong thời gian gần đây [1].

Về mặt hóa học, LABSA có thể tác dụng với lớp gỉ xanh (GR) tạo thành một hợp chất cơ-gi (organo-GR). Dựa vào khả năng này, K. B. Ayala-Luis và đồng sự đã tổng hợp chất GR_{LAS} bằng cách đưa LAS vào khoảng trống trong GR. Căn cứ vào tỉ lệ Fe^{II}/Fe^{III} và phối trí bên trong nguyên tử Fe từ phổ Mössbauer, có thể thấy cấu trúc của hợp chất cơ-gi rất gần với cấu trúc của gỉ sulfat ban đầu (GR_{SO4} hay Fe₄^{II}Fe₂^{III}(OH)₁₂SO₄.nH₂O). Phổ nhiễu xạ tia X chứng tỏ rằng GR_{LAS} tạo thành có cấu trúc trật tự, mặc dù hỗn hợp chất tạo bột chỉ được đan xen (intercalation) vào giữa các lớp gi [2].

Báo cáo cung cấp dữ liệu về hiệu quả tẩy của dung dịch chứa LABSA, ngoài ra còn nhằm làm sáng tỏ vai trò của chất này khi tẩy gỉ, tẩy dầu riêng rẽ và khi kết hợp cả hai chức năng trong cùng một dung dịch. Bên cạnh đó,

các tác động vật lý như nhiệt độ, siêu âm cũng được khảo sát và đánh giá.

2. PHƯƠNG PHÁP THỰC NGHIỆM

2.1. Đánh giá tương tác giữa LABSA và lớp gỉ

Mẫu kích thước 50x30x1 mm, gia công từ tấm thép cacbon được phơi trong điều kiện khí quyển 1 năm, có mức độ gỉ tương đối đồng đều. Lớp gỉ được cho phản ứng với LABSA ở các nồng độ và thời gian khác nhau. Sản phẩm tương tác giữa lớp gỉ và LABSA được sấy khô ở 110 °C và phân tích bằng phổ XRD trên máy *D8 Advance* (Bruker, Đức) với ống phát Cu, làm việc ở 40 kV, 40 mA, tốc độ quét 1,8°/phút, bước quét 0,03° từ 2,00 đến 59,99°. Mẫu đem phân tích trong bài là lớp gỉ ban đầu kết tủa sau thời gian 2 h phản ứng với LABSA 1,0%.

Diễn biến tổng trở của LABSA trong dung dịch Na₂SO₄ 0,05M chứa LABSA được khảo sát bằng phép đo tổng trở trên máy *Autolab 30* (Ecochemie B. V., Hà Lan). Điện cực làm việc là tấm thép gỉ như mô tả ở phần trên, điện cực đối là thép không gỉ, còn điện cực so sánh là Ag/AgCl KCl 3M. Tần số khảo sát nằm trong khoảng 1 MHz ÷ 0,01 Hz tại thế mạch hở (OCP). Dung dịch đo là Na₂SO₄ 0,05M chứa LABSA ở những nồng độ 0,5 % và 1,0 %.

2.2. Dung dịch và quy trình tẩy mẫu

Dung dịch và chế độ tẩy gỉ, tẩy dầu riêng rẽ được áp dụng theo quy trình của ASTM G 1-03 [3]. Dung dịch tẩy gỉ kết hợp tẩy dầu được pha chế với thành phần định hướng nêu trong bảng 1 theo tài liệu [4, 8]. Các công đoạn xử lý mẫu và cách đánh giá được mô tả trong phần

2.3. Tốc độ hòa tan gỉ V là lượng gỉ mất đi trên một bề mặt và sau một khoảng thời gian xác định, tính bằng đơn vị g/m².h.

Bảng 1. Thành phần dung dịch và chế độ tẩy

Thông số	Đơn vị tính	Trị số
H ₂ SO ₄	%	0 ÷ 10
Urotropin	g/l	3,5
LABSA	%	0 ÷ 2
Nhiệt độ	°C	30 ÷ 60

Thành phần và chế độ tối ưu được thiết lập bằng phương pháp quy hoạch thực nghiệm trực giao cấp hai với hàm mục tiêu có dạng:

$$H = f(T, \tau, C)$$

Với: H - hiệu quả tẩy (%), T - nhiệt độ (°C), τ - thời gian (phút) và C là nồng độ LABSA (%).

Quy trình tẩy được thực hiện theo hai chế độ: có và không áp đặt sóng siêu âm. Thiết bị phát siêu âm được sử dụng là loại *Transsonic THI-10* (Elma, Đức) với đầu phát sóng là bari titanat có đường kính 65 mm, tần số 35 kHz, công suất 200 W. Giá trị tần số 35 kHz được lựa chọn nằm trong khoảng 20 – 50 kHz, theo tài liệu, là giải tần tối ưu để đạt hiệu quả tẩy rửa cao nhất trong công nghiệp.

2.3. Đánh giá hiệu quả tẩy gỉ và tẩy dầu

Hiệu quả tẩy gỉ và tẩy dầu được đánh giá bằng phương pháp khối lượng, theo quy trình của tài liệu [5] với các bước có thể mô tả tóm tắt như sau (trong ngoặc là khối lượng mẫu sau một công đoạn xử lý tương ứng):

Mẫu thép gỉ (m_1) → Tắm dầu (m_2) → Tẩy gỉ, dầu (m_3) → Tẩy dầu dư (m_4) → Tẩy gỉ dư (m_5)

Mẫu thép cacbon như mô tả ở phần 2.1 cũng được dùng để khảo sát hiệu quả tẩy. Sau khi rửa sạch bụi, mẫu được tẩy axeton và sấy khô trong bình hút ẩm đến khối lượng m_1 . Tiếp theo, đem ngâm mẫu trong dầu nhớt *Castrol 4T-15W* ở nhiệt độ 110 °C với thời gian 15 phút. Khối lượng m_2 bao gồm nền thép, lớp gỉ và màng dầu, được xác định sau khi để nguội và ổn định mẫu.

Tiến hành tẩy mẫu bằng dung dịch có thành phần nêu trong bảng 1 ở các chế độ phù hợp với ma trận quy hoạch thực nghiệm. Sau mỗi thí nghiệm, mẫu được rửa sạch bằng nước cất, sấy khô và xác định khối lượng m_3 . Khối lượng mẫu m_4 , gồm khối lượng nền thép và lớp gỉ còn lại sau khi loại bỏ lượng dầu dư bằng cloroform và được sấy khô. Cuối cùng, m_5 là khối lượng của nền thép sau khi đã tẩy nốt lớp gỉ dư bằng dung dịch HCl, phù hợp với ASTM G 1-03.

Hiệu quả tẩy gỉ H_g và hiệu quả tẩy dầu H_d được xác định theo các công thức tương ứng sau:

$$H_g (\%) = \frac{(m_1 - m_4)}{(m_1 - m_5)} \cdot 100$$

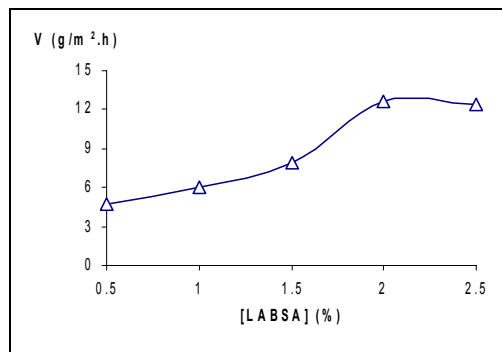
$$H_d (\%) = \frac{(m_2 - m_1) - (m_3 - m_4)}{(m_2 - m_1)} \cdot 100$$

Tương tự, có thể xác định hiệu quả tẩy dầu của các mẫu chỉ bao gồm nền thép và lớp dầu mỡ bám vào mà không có lớp gỉ, bằng cách loại bỏ các công đoạn không cần thiết trong quy trình và tham số thừa trong công thức.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của LABSA đến quá trình hòa tan gỉ

Hiệu quả tẩy dầu mỡ của LABSA đã được nghiên cứu kỹ từ lâu, nên trong báo cáo này chỉ tập trung vào khảo sát khả năng tẩy gỉ. Để đánh giá hiệu quả hòa tan gỉ của dung dịch nước LABSA trong điều kiện không kết hợp với các axit vô cơ, đã thiết lập đồ thị phụ thuộc giữa tổn hao khối lượng lớp gỉ thép và nồng độ LABSA trong cùng khoảng thời gian thử nghiệm (2 h). Kết quả thể hiện trên hình 1.



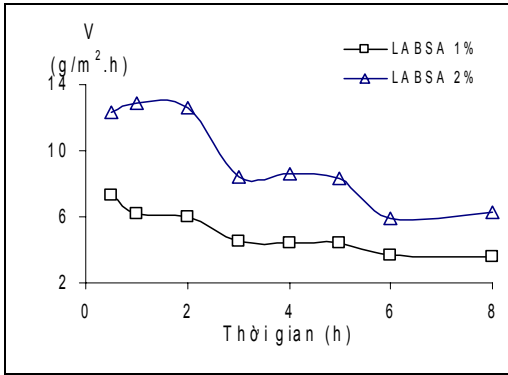
Hình 1. Biến thiên tốc độ hòa tan gỉ theo nồng độ LABSA

Có thể nhận thấy, tốc độ hòa tan gỉ tăng theo nồng độ LABSA trong dung dịch và đạt mức cao nhất tại nồng độ 2,0%. Tuy nhiên, quan sát quá trình cho thấy sự hòa tan gỉ xảy ra chậm và không hoàn toàn, tốc độ hòa tan chỉ đạt mức tối đa 12,6 g/m².h trong điều kiện tĩnh, tại nhiệt độ 30 °C. Trong khi đó, nếu tẩy bằng axit vô cơ thì có thể đạt > 20 g/m².h và bề mặt nhanh chóng được làm sạch.

Như vậy, để nâng cao năng lực tẩy gỉ của dung dịch LABSA cần phải kéo dài thời gian xử lý hoặc thay đổi thành phần dung dịch sao cho không ảnh hưởng nhiều đến chức năng tẩy dầu mỡ của hợp chất này.

Tuy nhiên, việc kéo dài thời gian thí nghiệm lên quá 2 h không giúp cải thiện được

tốc độ hòa tan lớp gỉ, thậm chí quá trình còn bị chậm lại (hình 2).

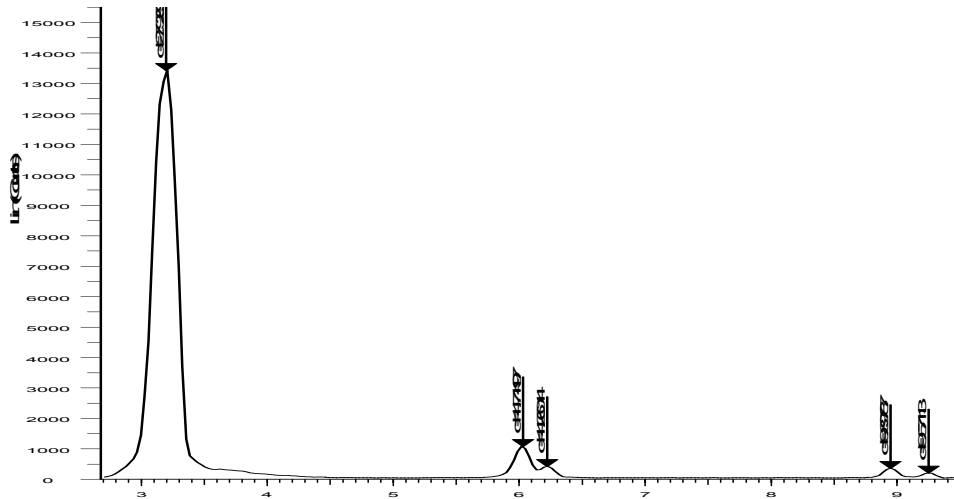


Hình 2. Biến thiên tốc độ hòa tan gỉ của dung dịch LABSA theo thời gian ngâm mẫu

Xét diễn biến tốc độ hòa tan gỉ trên hình 2 cho thấy ở cùng một nồng độ LABSA, tốc độ hoà tan gỉ ban đầu giữ ở mức cao nhờ phản ứng giữa oxit sắt với H⁺ của LABSA. Đến khoảng 2 h tốc độ hòa tan gỉ bắt đầu giảm xuống, trên đường cong xuất hiện đoạn dốc thứ nhất do sự ức chế quá trình hòa tan của LABSA. Chúng ta biết rằng, bản thân LABSA, cũng như các chất HĐBM khác, có khả năng hấp phụ lớn và hình

thành mixen khi nồng độ của nó vượt quá nồng độ mixen tới hạn (CMC-critical micelle concentration) [6]. Vì vậy, ở nồng độ LABSA cao (1,0 và 2,0 %), lớn hơn CMC của chất này (thường ở mức 10⁻³ M), khi tăng thời gian tiếp xúc giữa lớp gỉ và các mixen, sự hấp phụ ngày càng nhiều LABSA dạng mixen, đã ngăn cản quá trình tiếp tục hòa tan lớp gỉ. Ngoài ra, giữa gỉ và LABSA có khả năng hình thành hợp chất dạng đan xen. Thực vậy, khi kéo dài thời gian xử lý đến 5 h, trên đồ thị hình 2 lại xuất hiện một đoạn dốc thứ hai. Ở đây, có thể đã hình thành hoàn chỉnh các hợp chất cơ-gi như tác giả [2] đã lưu ý.

Để chứng minh cho khả năng này, chúng tôi tiến hành chụp phổ XRD của sản phẩm kết tủa giữa gỉ và LABSA. Trên hình 3 là phổ sản phẩm giữa gỉ với LABSA 1,0% sau 2 giờ ngâm mẫu.



Hình 3. Phổ XRD của sản phẩm tương tác giữa gỉ và LABSA sau 2 h ngâm mẫu

Có thể thấy rằng, phổ XRD của lớp kết tủa hình thành trên bề mặt gi sắt chứa LABSA, có đỉnh trong khoảng 2 đến 25 trên trục 2θ . Các đỉnh đó tương ứng với d 2,79 ; 1,47; 0,99 nm, trong khi kết quả của tác giả [2] tương ứng là 2,77; 1,49; 0,99 nm thể hiện sự có mặt của hợp chất đan xen. Hợp chất cơ gi đan xen GR_{LAS} dạng này đã được xác định có thành phần tương đương với gi sulfat $Fe_4^{II}Fe_2^{III}(OH)_{12}SO_4.nH_2O$.

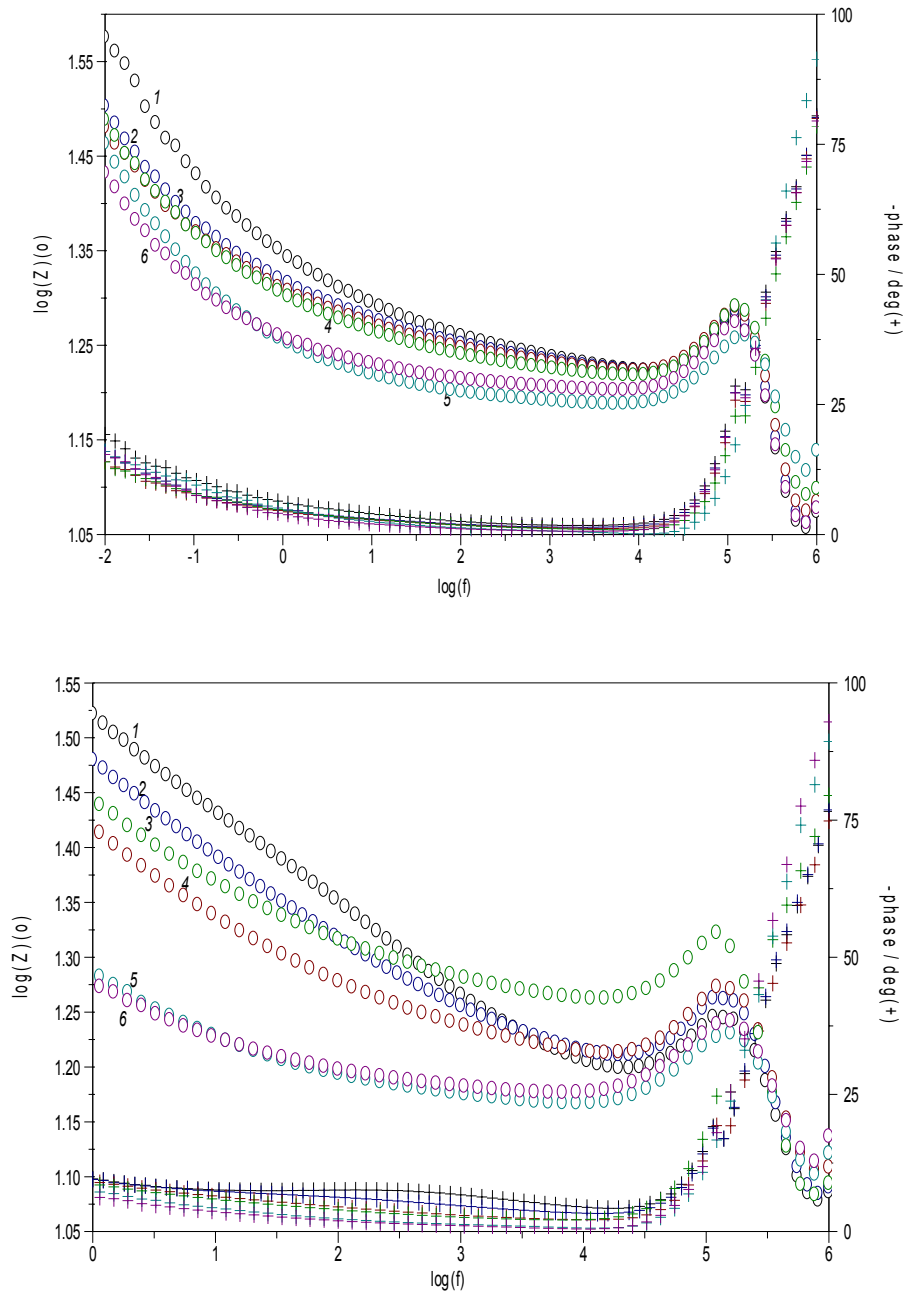
Diễn biến của phổ tổng trở của điện cực thép gi trong dung dịch 0,5 % và 1,0 % LABSA (đã trung hòa) và Na_2SO_4 0,05M cũng thể hiện sự hình thành của hợp chất giữa gi và LAS (dạng trung hòa của LABSA), dẫn đến sự bóc tách khỏi lớp gi. Một kết quả tương tự cũng đã được tác giả [7] nhận thấy khi khảo sát tương tác của LAS trên điện cực Pt.

Bảng 2 và hình 4 cho thấy sự giảm dần của tổng trở theo thời gian ngâm mẫu. Điều này xảy ra có thể do sự hình thành sản phẩm tương tác giữa LABSA và gi, dẫn đến sự bóc tách dần dần của hợp chất này khỏi nền thép. Trong bảng 2 là giá trị $\log Z$ (Ohm) được trích từ kết quả của hình 4 đo tại tần số 0,01 Hz.

Ngoài ra, việc quan trắc bề mặt gi có thể nhận thấy sản phẩm giữa dung dịch LABSA và lớp gi nâu có màu trắng sữa, được hình thành và từ từ tách từng lớp khỏi nền gi, lắng dần xuống đáy bình phản ứng.

Bảng 2. Biến thiên $\log Z$ (Ohm) theo nồng độ LABSA (%) và thời gian ngâm mẫu (h)

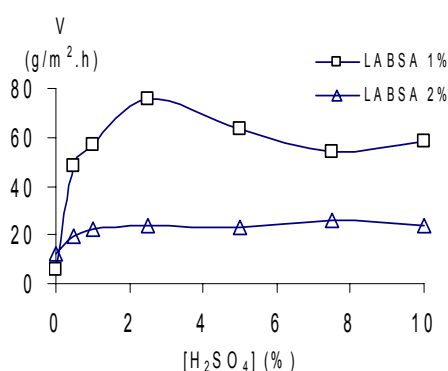
Nồng độ LABSA (%)	$\log Z$ (Ohm) tại thời gian ngâm mẫu (h)					
	0,5	1	2	3	19	23
0,5	1,575	1,502	1,480	1,488	1,463	1,432
1,0	-	-	1,728	1,751	1,570	1,546



Hình 4. Phổ tổng trở Bode của điện cực thép gi trong dung dịch LABSA ở các nồng độ 0,5% (trên) và 1,0% (dưới) theo thời gian ngâm mẫu (từ trên xuống - tương ứng 0,5; 1; 2; 3; 19 và 23 h)

3.2. Diễn biến tương tác gỉ trong dung dịch H₂SO₄

Như vậy, căn cứ vào các khảo sát ở mục 3.1, những tương tác giữa LABSA và gỉ là hết sức phức tạp, vì vậy, nếu chỉ sử dụng riêng LABSA khó lòng đạt được sự hòa tan hoàn toàn của gỉ. Hơn nữa, do thời gian tẩy quá dài, không thuận lợi trong sản xuất, vì vậy, cần phải tăng cường tác nhân hòa tan gỉ bằng cách đưa các axit vô cơ vào. Trên hình 5 là biến thiên tốc độ hòa tan gỉ theo nồng độ H₂SO₄ trong dung dịch chứa LABSA sau 2 h thử nghiệm.



Hình 5. Phụ thuộc giữa tốc độ hòa tan gỉ của dung dịch chứa LABSA và nồng độ H₂SO₄

Rõ ràng, khi dùng dung dịch chứa 2% LABSA và 2,5% H₂SO₄, khả năng hòa tan gỉ tăng lên gần gấp đôi, từ mức 12,6 g/m².h đến

mức 24,1 g/m².h. Quan trắc cho thấy bề mặt nền thép hoàn toàn sạch gỉ. Ở nồng độ LABSA thấp (1%), ảnh hưởng của H₂SO₄ còn rõ rệt hơn. Tại nồng độ 2,5% H₂SO₄, tốc độ hòa tan gỉ tăng gấp 12,5 lần. Trong cả hai trường hợp, việc tiếp tục tăng hàm lượng H₂SO₄ không làm thay đổi nhiều tốc độ hòa tan gỉ. Tuy vậy, để duy trì năng lực tẩy trong thời gian dài mà không phải điều chỉnh dung dịch, thông thường có thể pha axit với nồng độ cao hơn (thông thường đến 10%).

Với lý do trên, trong các khảo sát tiếp theo đã lựa chọn thành phần như trong bảng 1 với nồng độ H₂SO₄ tối đa là 10%. Urotropin được đưa vào như một chất ức chế ăn mòn, phù hợp với quy định của ASTM G 1-03.

3.3. Hiệu quả tẩy gỉ kết hợp tẩy dầu mỡ của dung dịch axit chứa LABSA

Từ kết quả ở mục 3.1 và 3.2, một dung dịch tẩy gỉ kết hợp tẩy dầu mỡ với thành phần chứa H₂SO₄, urotropin và LABSA đã được đề xuất. Thực nghiệm được tiến hành ở nhiều chế độ nhiệt độ và thời gian khác nhau, nhưng trong bảng 3 và 4 chỉ trích dẫn một số kết quả đánh giá hiệu quả tẩy gỉ và tẩy dầu mỡ kết hợp trong dung dịch này để minh họa.

Bảng 3. Hiệu quả tẩy gỉ và tẩy dầu của dung dịch chứa 2% LABSA

Thời gian (h)	Hiệu quả tẩy gỉ (%) tại nhiệt độ:							
	30 °C				60 °C			
	I	II	III	TB	I	II	III	TB
0,5	23,31	25,43	23,91	24,22	74,23	78,84	74,99	76,02
1,0	81,74	84,07	84,95	83,59	92,20	93,80	91,02	92,34
Thời gian (h)	Hiệu quả tẩy gỉ và tẩy dầu (%) tại nhiệt độ:							
	30 °C				60 °C			
	I	II	III	TB	I	II	III	TB
0,5	31,76	31,92	29,79	31,16	62,42	62,80	58,05	61,09
1,0	77,65	81,26	80,45	79,79	90,74	92,66	87,19	90,20

Số liệu trung bình của ba thí nghiệm ở mỗi một điều kiện cho thấy độ lặp lại của kết quả rất tốt. Hiệu quả tẩy gỉ và tẩy dầu trong dung dịch kết hợp tăng lên rõ rệt khi gia tăng nhiệt độ và thời gian tẩy. Những kết quả tốt hơn trong số các thí nghiệm đạt được khi sử dụng nồng độ 2% LABSA, nhiệt độ 60 °C với thời gian tẩy là 1,0 h. Trong điều kiện này, hiệu quả tẩy gỉ và tẩy dầu đều có thể đạt tới trên 90%.

Mặc dù kết quả này là rất tốt đối với một dung dịch tẩy gỉ kết hợp tẩy dầu, nhưng yếu tố thời gian vẫn là vấn đề đáng quan ngại, nhất là khi áp dụng cho các dây chuyền công nghiệp. Vì lẽ đó, trong phần sau đã áp dụng phương pháp quy hoạch thực nghiệm với mục đích tìm điều kiện tối ưu. Ngoài ra, tác động của sóng siêu âm 35 kHz cũng được đưa vào khảo sát. Yếu tố sau cùng đang được nhiều nhà sản xuất quan tâm vì khả năng rút ngắn thời gian tẩy rửa khi sử dụng kỹ thuật này.

3.4. Điều kiện tẩy tối ưu và ảnh hưởng của siêu âm đến quá trình tẩy

Với mục đích giải bài toán tối ưu và đánh giá tác động của các yếu tố, dung dịch với những điều kiện biên chỉ rõ trong bảng 1 được đưa vào khảo sát bằng quy hoạch thực nghiệm. Để bài toán đơn giản hơn, trong phần này các mẫu có lớp gỉ rất mỏng hoặc hầu như không bị gỉ được lựa chọn và chỉ đưa xử lý qua dầu nhớt Castrol 4T-15W (như đã nêu trong phần 2.2). Sau đây, trình bày các kết quả liên quan và những phương trình thực nghiệm rút ra.

Bảng 4 cho thấy hiệu quả tẩy dầu của dung dịch khảo sát ở các điều kiện biên khi không áp siêu âm.

Bảng 4. Hiệu quả tẩy dầu của dung dịch trong điều kiện không áp siêu âm

Thời gian (h)	LABSA 1% ở nhiệt độ	
	30 °C	60 °C
0,5	27,37	57,68
1,0	31,98	60,50
Thời gian (h)	LABSA 2% ở nhiệt độ	
	30 °C	60 °C
0,5	25,35	39,80
1,0	26,63	43,41

Bảng 5. Kết quả thí nghiệm tâm xoay trong điều kiện không áp siêu âm

Điều kiện thí nghiệm			Hiệu quả (%)
Nhiệt độ (°C)	Thời gian (phút)	[LABSA] (%)	
45	45	1,5	53,79
66,15	45	1,5	68,37
23,85	45	1,5	12,48
45	66,15	1,5	56,98
45	23,85	1,5	49,41
45	45	2,2	36,79
45	45	0,8	42,58

Bảng 5 là kết quả các thí nghiệm ở điều kiện tâm xoay theo phương pháp quy hoạch trực giao cấp hai. Từ số liệu nhận được đã đưa ra phương trình hồi quy (1), thể hiện phụ thuộc hiệu quả tẩy (y) vào nhiệt độ (Z₁), thời gian (Z₂), nồng độ LABSA (Z₃).

$$H = -1,25 + 0,04 Z_1 + 86,78 Z_3 - 0,00034 Z_1^2 - 3161 Z_3^2 \tag{1}$$

Căn cứ vào các hệ số của phương trình, có thể nhận thấy trong khoảng khảo sát thời gian không ảnh hưởng đến hiệu suất tẩy, trong khi nhiệt độ và nồng độ LABSA ảnh hưởng rất mạnh. Đối với Z₁, hệ số bậc nhất lớn hơn hệ số

bậc hai rất nhiều ($0,04 \gg 0,00034$), trong khi đối với Z_3 thì ngược lại ($3161 \gg 86,78$). Ngoài ra, hệ số của biến Z_3 lại lớn hơn nhiều hệ số của biến Z_1 , vì thế nhiệt độ ảnh hưởng đến hiệu suất gần theo hàm bậc nhất, còn nồng độ lại ảnh hưởng theo hàm bậc hai.

Giải bài toán trên, có thể tìm được chế độ tẩy dầu tối ưu trong điều kiện không áp siêu âm sau:

- [LABSA]: 1,373 %
- Nhiệt độ: 58,91 °C
- Thời gian: 30 phút

Tuy nhiên, khi không áp siêu âm thời gian tẩy vẫn còn quá dài. Điều này gây nhiều khó khăn khi áp dụng quy trình vào các dây chuyền công nghiệp. Do vậy, với mục đích giảm thời gian xử lý, đã tiến hành tẩy dầu với sự có mặt của siêu âm.

Kết quả xác định hiệu quả trong điều kiện áp sóng siêu âm tần số 35 kHz được trình bày trong bảng 6 và bảng 7. Kết quả ở các bảng nêu trên cho thấy tác động rõ rệt của siêu âm đến hiệu quả và thời gian tẩy. Chỉ sau khoảng 3 phút áp siêu âm tần số 35 kHz hiệu quả tẩy đã đạt trên 80% ở nhiệt độ 60 °C và trên 60% ở nhiệt độ 30 °C. Phương trình hồi quy giữa hiệu quả tẩy H với các biến số Z_1, Z_2, Z_3 tương tự như phần trên, có dạng như biểu thức (2).

$$H = -1,22 + 0,0079 Z_1 + 0,062 Z_2 + 164,75 Z_3 - 5491,68 Z_3^2 \quad (2)$$

Hệ số Z_1, Z_2, Z_3 cho thấy khi áp siêu âm, hai yếu tố nhiệt độ và thời gian ảnh hưởng đến hiệu quả tẩy theo hàm bậc nhất, còn nồng độ LABSA ảnh hưởng theo hàm bậc hai. Điều kiện tẩy tối ưu trong điều kiện áp siêu âm nhận được như sau:

- [LABSA]: 1,0 %
- Nhiệt độ: 60 °C
- Thời gian: 7 phút

Các thông số này cho thấy, hiệu quả tẩy dầu tăng lên rõ rệt khi sử dụng sóng siêu âm tần số 35 kHz. Thời gian tẩy có thể rút xuống mức 7 phút, điều này rất thuận lợi khi áp dụng quy trình này cho các dây chuyền xử lý bề mặt trong công nghiệp.

Bảng 6. Hiệu quả tẩy dầu của dung dịch trong điều kiện áp siêu âm 35 kHz

Thời gian (phút)	LABSA 1% ở nhiệt độ	
	30 °C	60 °C
3	49,87	59,71
7	62,16	89,59
Thời gian (phút)	LABSA 2% ở nhiệt độ	
	30 °C	60 °C
3	42,15	54,93
7	60,24	84,55

Tác động của siêu âm đến quá trình tẩy dầu mỡ đã được chú ý và giải thích từ lâu. Các bọt khí (cavitation) hình thành dưới tác dụng co giãn của sóng cơ học ở tần số cao trong môi trường dung dịch, đã tạo nên sự khuấy trộn đáng kể tại vùng bề mặt kim loại cùng sự nổ vỡ của bọt dưới áp suất và nhiệt độ cao [1]. Điều này giúp loại bỏ dễ dàng hơn các vết bẩn, dầu mỡ, gỉ... ở mọi vị trí, đặc biệt hiệu quả đối với những kết cấu có hình dạng phức tạp.

Mặc dù trong thí nghiệm trên mẫu được lựa chọn có lớp gỉ rất mỏng, tuy vậy vẫn nhận thấy tác động rõ ràng của dung dịch và chế độ tẩy đến quá trình loại bỏ gỉ và ăn mòn bề mặt. Quan trắc cho thấy, ở cùng một nồng độ dung dịch, tổn hao khối lượng lớp gỉ và một phần

nền thép (tính bằng hiệu số $m_1 - m_4$ trong mục 2.2) khá thấp khi không áp siêu âm (3,6 mg sau 60 phút và 3,4 mg sau 30 phút), trong khi đó nếu áp siêu âm thì kết quả nhận được rất cao (3,6 mg sau 7 phút và 2,2 mg sau 3 phút).

Bảng 7. Kết quả thí nghiệm tẩy xoay trong điều kiện áp siêu âm 35 kHz

Điều kiện thí nghiệm			Hiệu quả (%)
Nhiệt độ (°C)	Thời gian (phút)	[LABSA] (%)	
45	5	1,5	83,74
66,15	5	1,5	94,11
23,85	5	1,5	45,82
45	7,82	1,5	89,47
45	2,18	1,5	48,48
45	5	2,2	47,79
45	5	0,8	50,47

4. KẾT LUẬN

- Đã chứng tỏ rằng, bên cạnh khả năng tẩy dầu truyền thống của một chất HĐBM dạng anionic, LABSA có khả năng hòa tan và bóc tách lớp gỉ thép trong dung dịch nước cũng như trong khi kết hợp với dung dịch H_2SO_4 .

- Hiệu quả tẩy gỉ cao có thể đạt được khi sử dụng dung dịch chứa 2% LABSA với ít nhất 2,5 % H_2SO_4 và 3,5 g/l hexamethylenetetramin, ở nhiệt độ 60 °C. Hiệu quả này có thể tăng lên đáng kể khi áp sóng siêu âm tần số 35 kHz.

- Một hợp chất dạng cơ-gi giữa oxit sắt và LABSA có thể hình thành trong quá trình xử lý gỉ trong dung dịch tẩy gỉ kết hợp tẩy dầu.

PERFORMANCE BEHAVIOUR OF LABSA IN A COMBINED STEEL PICKLING AND DEGREASING SOLUTION

Nguyen Nhi Tru⁽¹⁾, Tran Mai Han⁽¹⁾, Nguyen Tu Thuy Thanh Truc⁽²⁾

(1) Vietnam Institute for Tropical Technology and Environmental Protection

(2) Danang University of Technology

ABSTRACT: Steel degreasing and pickling effect of the acid solutions at various LABSA concentrations and different applied temperatures, combined with ultrasound sonication (35 kHz) has been investigated. From the obtained results, a solution with 10% H_2SO_4 , 3.5 g/l hexamethylenetetramine and 2% LABSA could be used for combined steel degreasing and pickling. The degreasing activity of the solution is considerably increased when sonicating with 35kHz ultrasound, as well as when increasing treatment temperature.

It was clarified that beside traditional degreasing effect of an anionic surfactant, LABSA could be used as an acid pickling component. LABSA is also incorporated into the interlayer space of rust to form an ordered organo-rust substances, which influence on the pickling activity of the solution.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Suslick K. S. *The Chemical and Physical Effects of Ultrasound*, The Yearbook of Science & the Future. Chicago (1994)
- [2]. K. B. Ayala-Luis, D. K. Kaldor, C. Bender Koch, B. W. Strobel and H. C. B. Hansen. *Synthesis of linear alkyl benzene sulfonate intercalated iron (II) iron (III) hydroxide sulfate (green rust) and adsorption of carbon tetrachloride*. *Clay Minerals* **42** (3); 307-317 (2007).
- [3]. ASTM G1- 03. *Standard practice for preparing, cleaning, and evaluating corrosion test specimens*, (2003).
- [4]. C. K. Choy, E. E. Valachovic. *Aqueous based acidic hard surface cleaner*. *US Patent 4804491*(1986)
- [5]. Okumura, Kazushi. *Rust-preventive water-oil separating cleaner composition and a cleaning method*. *US Patent 2007/0173425* (2007).
- [6]. Nguyễn Thị Lê Hiền. *Tổng hợp điện hóa và đặc tính chọn lọc cation của màng polypyrrol/dodecylsulfat*. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ* **44**, số 2, 32-37 (2006).
- [7]. Yazici B., Zor S. *Electrooxidation of linear alkyl benzene sulfonate (LAS) on platinum electrodes*. *Turkey Journal of Chemistry* **23**, 73-81(1999).
- [8]. J. E. Gambogi, C. M. Murphey, D. F. Suriano. *Liquid cleaning composition comprising an anionic/betaine surfactant mixture having low viscosity*, *US patent 7470653B2* (2008).