

# ĐÁNH GIÁ HIỆU QUẢ CỦA TỔ HỢP ỨC CHẾ ĂN MÒN - CHỐNG ĐÓNG CẶN CHO HỆ THỐNG ĐƯỜNG ỐNG DẪN DẦU

TS. Hoàng Linh Lan, ThS. Phan Công Thành, ThS. Phạm Vũ Dũng  
ThS. Lê Thị Phương Nhung, ThS. Phạm Thị Hương, KS. Lê Thị Hồng Giang  
Viện Dầu khí Việt Nam  
Email: lanhl@vpi.pvn.vn

## Tóm tắt

Trong bài báo, tổ hợp ức chế ăn mòn - chống đóng cặn cho hệ thống đường ống dẫn dầu đã được nghiên cứu chế tạo thành công trên cơ sở 20% pha hoạt tính (được tạo thành từ *N-butyl-2-heptadecenyl imidazoline acrylate* và hợp chất của acid phosphonic) và 80% phụ gia (NP10, isopropanol, acid citric). Kết quả thử nghiệm chống đóng cặn trong điều kiện tĩnh và thử nghiệm chống ăn mòn bằng phương pháp điện hóa cho thấy hiệu quả lần lượt đạt trên 86% và 90%.

**Từ khóa:** Ức chế ăn mòn, chống đóng cặn.

## 1. Mở đầu

Hiện tượng ăn mòn kim loại và đóng cặn gây ảnh hưởng nghiêm trọng đến hoạt động của ngành công nghiệp dầu khí, trong đó có lĩnh vực thăm dò, khai thác và chế biến dầu khí. Các hệ thống đường ống dẫn dầu vận hành trong điều kiện nhiệt độ và áp suất cao, môi trường chứa các tác nhân gây ăn mòn và đóng cặn (như  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ , vi sinh vật, các ion muối khoáng...) nên chịu tác động lớn của quá trình ăn mòn và tích tụ cấu cặn. Các thành phần khoáng chất hòa tan, đặc biệt là các ion calcium, barium, strontium, sắt, magnesium, bicarbonate, carbonate và sulfate có thể kết hợp, đặc biệt khi có sự thay đổi nhiệt độ, sẽ hình thành cặn lắng đọng và bám trên bề mặt đường ống thiết bị. Các lớp cặn này thường rất cứng và khó loại bỏ, có thể làm tắc nghẽn đường ống, thiết bị công nghệ, gây ra các sự cố nghiêm trọng như: cháy, nổ, ô nhiễm môi trường và cản trở quá trình trao đổi nhiệt. Bên cạnh đó, sự hình thành các cặn bám không đồng nhất còn tạo ra sự khác biệt về điện thế bề mặt, thúc đẩy quá trình ăn mòn trên bề mặt kim loại hoặc dưới lớp cặn. Do đó, việc chống ăn mòn và loại bỏ cặn bám nhằm đảm bảo sự hoạt động liên tục của hệ thống đường ống, thiết bị là vấn đề rất quan trọng và chiếm một phần chi phí khá lớn trong công nghiệp dầu khí. Sử dụng các chất ức chế chống ăn mòn và chống đóng cặn là biện pháp hữu hiệu được áp dụng rộng rãi trong công nghiệp [1 - 5]. Trong bài báo này, nhóm tác giả nghiên cứu chế tạo tổ hợp chất ức chế ăn mòn - chống đóng cặn và đánh giá hiệu quả của tổ hợp trong điều kiện đường ống vận chuyển dầu ở Việt Nam.

## 2. Thực nghiệm

### 2.1. Chế tạo tổ hợp ức chế ăn mòn - chống đóng cặn

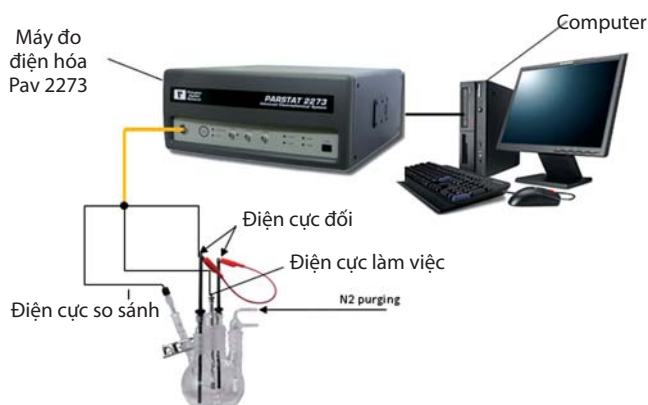
Thành phần của tổ hợp ức chế ăn mòn - chống đóng cặn

cặn bao gồm hợp chất imidazoline (có gốc R từ  $\text{C}_{12}$  -  $\text{C}_{18}$ ), các hợp chất của acid phosphonic và phụ gia (chất hoạt động bề mặt và dung môi). Phối trộn các thành phần này với nhau theo các tỷ lệ nhất định sẽ thu được tổ hợp ức chế ăn mòn - chống đóng cặn.

### 2.2. Đánh giá hiệu quả chống ăn mòn của tổ hợp ức chế ăn mòn - chống đóng cặn

Tốc độ ăn mòn được xác định bằng phương pháp điện hóa trên thiết bị PARSTAT 2273, môi trường thử nghiệm là nước tách lấy từ giàn công nghệ của Vietsovpetro. Trước tiên, tiến hành đo quá trình phân cực cathode từ giá trị dòng lớn đến giá trị dòng nhỏ, ngắt dòng để đo điện thế ổn định  $E_c$ , sau đó chuyển sang đo quá trình phân cực anode từ dòng nhỏ đến dòng lớn hơn. Từ các đường cong phân cực thu được phần mềm tích hợp trên thiết bị PARSTAT 2273 sẽ xác định điện trở phân cực và tính toán tốc độ ăn mòn trong trường hợp có và không sử dụng chất ức chế ăn mòn - chống đóng cặn.

Hiệu quả chống ăn mòn được xác định theo công thức như sau:



Hình 1. Hệ thiết bị PARSTAT 2273 xác định tốc độ ăn mòn bằng phương pháp điện hóa

$$\text{Hiệu quả chống ăn mòn (\%)} = \frac{V_0 - V}{V_0} \times 100\% \quad (1)$$

Trong đó:

- $V_0$ : Tốc độ ăn mòn thép khi không sử dụng chất ức chế, mm/năm;
- $V$ : Tốc độ ăn mòn thép khi sử dụng chất ức chế, mm/năm.

### 2.3. Đánh giá hiệu quả chống đóng cặn của tổ hợp ức chế ăn mòn - chống đóng cặn

Theo một số công trình đã công bố [6 - 8], do quá trình khai thác dầu sử dụng nước biển làm nước bơm ép nên các muối sa lắng chủ yếu là  $\text{CaCO}_3$  và  $\text{CaSO}_4$ . Trong nghiên cứu này, hiệu quả chống đóng cặn được xác định thông qua hàm lượng  $\text{Ca}^{2+}$  trong nước tách trước và sau khi sử dụng hóa phẩm ức chế ăn mòn - chống đóng cặn (hóa phẩm). Tiến hành thử nghiệm như sau:

Cho nước tách từ giàn công nghệ Vietsovpetro và một lượng hóa phẩm ở nồng độ thử nghiệm vào bình thủy tinh cổ nhám. Lắc mạnh để hóa phẩm hòa tan hoàn toàn và ủ mẫu dung dịch ở chế độ thử nghiệm. Sau thời gian ủ nhất định, tiến hành xác định hàm lượng  $\text{Ca}^{2+}$  trong mẫu dung dịch này theo tiêu chuẩn TCVN 6198 [10].

Hiệu quả chống đóng cặn  $\text{Ca}^{2+}$  được tính theo công thức sau [6, 8]:

$$\text{Hiệu quả chống đóng cặn (\%)} = \frac{C_a - C_b}{C_c - C_b} \times 100\% \quad (2)$$

Trong đó:

- $C_a$ : Hàm lượng  $\text{Ca}^{2+}$  trong mẫu nước tách sau khi thử nghiệm (có sử dụng hóa phẩm ức chế), mg/l;
- $C_b$ : Hàm lượng  $\text{Ca}^{2+}$  trong mẫu nước tách sau khi thử nghiệm (không sử dụng hóa phẩm ức chế), mg/l;
- $C_c$ : Hàm lượng  $\text{Ca}^{2+}$  trong mẫu nước tách trước khi thử nghiệm, mg/l.

### 2.4. Nghiên cứu ảnh hưởng của nồng độ hóa phẩm ức chế ăn mòn - chống đóng cặn đến hiệu quả chống ăn mòn ở điều kiện nhiệt độ cao, áp suất cao

Quá trình thử nghiệm ăn mòn trong điều kiện mô phỏng được tiến hành theo phương pháp điện hóa trên thiết bị thử nghiệm ăn mòn áp cao nhiệt cao Autoclave, mẫu thử nghiệm là nước tách lấy tại giàn công nghệ Vietsovpetro. Điều kiện thử nghiệm sẽ mô phỏng theo điều kiện vận hành thực tế trên các giàn công nghệ của Vietsovpetro.



Hình 2. Hệ thiết bị Autoclave thử nghiệm ăn mòn trong điều kiện áp cao nhiệt cao

Các bước tiến hành:

Đong mẫu nước tách từ giàn công nghệ Vietsovpetro vào bình thử nghiệm. Nối điện cực làm việc (được chế tạo từ mẫu thép đường ống của Vietsovpetro), đường dẫn khí và thiết bị Autoclave với thiết bị đo điện hóa PARSTAT 2273. Nâng nhiệt độ hệ thống lên nhiệt độ thử nghiệm, duy trì nhiệt độ ổn định. Mở van khí  $\text{CO}_2$  tạo áp suất tương ứng với áp suất riêng phần của  $\text{CO}_2$  cho hệ thống. Duy trì áp suất này trong khoảng 30 phút cho ổn định, sau đó, mở van khí nitrogen nâng áp suất hệ thống lên áp suất thử nghiệm. Duy trì hệ thống ở áp suất thử nghiệm ổn định trong khoảng 30 phút. Bơm hóa phẩm với nồng độ cần thử nghiệm cho từng loại hóa phẩm riêng biệt. Tiến hành đo tốc độ ăn mòn.

Hiệu quả chống ăn mòn được xác định theo công thức (1).

### 2.5. Nghiên cứu ảnh hưởng của nồng độ hóa phẩm ức chế ăn mòn - chống đóng cặn đến hiệu quả chống đóng cặn

Theo một số công trình đã công bố [7 - 9], đối với các chất chống đóng cặn trên cơ sở hợp chất của acid phosphonic hiệu quả chống đóng cặn chủ yếu chịu ảnh hưởng của nhiệt độ của môi trường. Trong bài báo này, nhóm tác giả thử nghiệm đánh giá hiệu quả chống đóng cặn tại điều kiện nhiệt độ tương ứng với nhiệt độ thử nghiệm đánh giá hiệu quả chống ăn mòn. Quy trình thực hiện tương tự như mục 2.3.

## 3. Kết quả và thảo luận

### 3.1. Phân tích thành phần các tác nhân gây ăn mòn và đóng cặn trong thành phần nước tách trên giàn công nghệ Vietsovpetro

Kết quả phân tích thành phần tác nhân gây ăn mòn và đóng cặn trong thành phần nước tách tại giàn công nghệ CTK-3 được thể hiện trên Bảng 1.

Từ các kết quả phân tích cho thấy, với pH là 7,1, nước tách tại bình V1A giàn CTK-3 có tính chất trung tính, do vậy, không có tính ăn mòn mạnh. Tuy nhiên, thành phần muối hòa tan và hàm lượng Cl<sup>-</sup> tương đối cao do trong thành phần nước tách chủ yếu là nước biển bơm ép. Với nồng độ cao, muối hòa tan tạo môi trường điện ly mạnh, tạo điều kiện cho các ion dịch chuyển dễ dàng hơn, do đó, có khả năng làm tăng tốc độ ăn mòn. Đối với các tác nhân gây đóng cặn, với hàm lượng Ca<sup>2+</sup> (2.422mg/l) cao nhất cho thấy khả năng đóng cặn chủ yếu gây ra do muối của Ca<sup>2+</sup>. Ngoài ra, so sánh hàm lượng SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> với HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> và CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> cũng cho thấy khả năng sa lắng muối sulfate sẽ cao hơn khả năng sa lắng muối carbonate.

**Bảng 1.** Thành phần tác nhân gây ăn mòn và đóng cặn trong nước tách tại giàn công nghệ CTK-3

TT	Chỉ tiêu phân tích	Đơn vị đo	Kết quả
1	pH	-	7,1
2	Độ dẫn điện	mS/cm	37,06
3	Tổng các chất rắn hòa tan	mg/l	23718
4	Fe <sup>2+</sup>	mg/l	0,18
5	Cl <sup>-</sup>	mg/l	13401
6	Ca <sup>2+</sup>	mg/l	2422
7	Mg <sup>2+</sup>	mg/l	142
8	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	mg/l	510
9	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/l	120
10	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	mg/l	<5

**Bảng 2.** Ký hiệu mẫu tổ hợp ức chế ăn mòn - chống đóng cặn

TT	Ký hiệu mẫu	Thành phần			Trạng thái
		Imidazoline	Hợp chất của acid phosphonic	Chất hoạt động bề mặt + dung môi	
1	M1	Imidazoline	ATMP	NP10, isopropanol, acid citric	Dung dịch lỏng, trong suốt
2	M2	Imidazoline	ATMP	Span 80, isopropanol, acid citric	Dung dịch lỏng, trong suốt
3	M3	Imidazoline	HEDP	NP10, isopropanol, acid citric	Dung dịch lỏng, trong suốt
4	M4	Imidazoline	HEDP	Span 80, isopropanol, acid citric	Dung dịch lỏng, trong suốt
5	M5	Imidazoline	DETPMP	NP10, isopropanol, acid citric	Dung dịch lỏng, màu vàng nâu
6	M6	Imidazoline	DETPMP	Span 80, isopropanol, acid citric	Dung dịch lỏng, màu vàng nâu
7	M7	Imidazoline	EDTMPS	NP10, isopropanol, acid citric	Dung dịch lỏng, trong suốt
8	M8	Imidazoline	EDTMPS	Span 80, isopropanol, acid citric	Dung dịch lỏng, trong suốt

**Bảng 3.** Đánh giá sơ bộ hiệu quả chống ăn mòn của tổ hợp ức chế ăn mòn - chống đóng cặn (nhiệt độ 25°C, áp suất thường)

Ký hiệu mẫu	Tốc độ ăn mòn (mm/năm)	Hiệu quả chống ăn mòn (%)
Không sử dụng ức chế	0,701	-
M1	0,085	87,87
M2	0,091	87,02
M3	0,105	85,02
M4	0,113	83,88
M5	0,083	87,16
M6	0,089	86,30
M7	0,062	91,16
M8	0,069	90,16

### 3.2. Chế tạo tổ hợp ức chế ăn mòn - chống đóng cặn

#### 3.2.1. Nghiên cứu lựa chọn thành phần tổ hợp ức chế ăn mòn - chống đóng cặn

Tổ hợp ức chế ăn mòn - chống đóng cặn được pha chế bằng cách phối trộn 10% N-butyl-2-heptadecenyl imidazoline acrylate (imidazoline) + 10% hợp chất của acid phosphonic + 80% chất hoạt động bề mặt và dung môi. Ký hiệu các mẫu được thể hiện ở Bảng 2.

Các mẫu này đánh giá sơ bộ hiệu quả chống ăn mòn và chống đóng cặn ở nồng độ 15ppm nhằm lựa chọn ra 2 tổ hợp cho các khảo sát tiếp theo (Bảng 3 và 4).

Từ kết quả đánh giá sơ bộ (Bảng 3) cho thấy, các mẫu M7, M8 cho hiệu quả chống ăn mòn cao (> 90%). Hiệu quả ức chế sa lắng muối Ca<sup>2+</sup> của hợp chất của acid phosphonic giảm dần theo dãy DETPMP > EDTMPS > ATMP > HEDP. Điều này phù hợp với kết quả thử nghiệm đối với sa lắng CaSO<sub>4</sub> từ các nghiên cứu trước đó [7, 9]. Hiệu quả chống đóng cặn của các mẫu M5, M6 cao hơn, song khi sử dụng DETPMP thì hiệu quả chống đóng cặn tăng không đáng kể so với khi sử dụng EDTMPS (Bảng 4) và làm giảm hiệu quả chống ăn mòn (Bảng 3). Do vậy, mẫu M7 với thành phần hoạt tính là imidazoline và EDTMPS được lựa chọn để khảo sát hiệu quả chống ăn mòn và chống đóng cặn khi phối trộn pha hoạt tính với các tỷ lệ khác nhau.

**Bảng 4.** Đánh giá sơ bộ hiệu quả chống đóng cặn của tổ hợp ức chế ăn mòn - chống đóng cặn (nhiệt độ 25°C, áp suất thường, thời gian ủ 24 giờ)

Ký hiệu mẫu	Hàm lượng Ca <sup>2+</sup> trước khi thí nghiệm (mg/l)	Hàm lượng Ca <sup>2+</sup> sau khi thí nghiệm (mg/l)	Hiệu quả chống đóng cặn (%)
Không sử dụng ức chế	2.422	664,53	-
M1	2.422	1.565,12	51,24
M2	2.422	1.598,34	53,13
M3	2.422	1.380,31	40,73
M4	2.422	1.373,94	40,37
M5	2.422	1.845,93	67,22
M6	2.422	1.838,35	66,79
M7	2.422	1.812,26	65,31
M8	2.422	1.728,89	60,56

**Bảng 5.** Hiệu quả chống ăn mòn của tổ hợp ức chế ăn mòn - chống đóng cặn khi phối trộn với các tỷ lệ khác nhau (nhiệt độ 25°C, áp suất thường)

Ký hiệu mẫu	Tỷ lệ (Imidazoline/Hợp chất của acid phosphonic)	Tốc độ ăn mòn (mm/năm)	Hiệu quả chống ăn mòn (%)
Không sử dụng ức chế	-	0,701	-
M7	1:1	0,062	91,16
M9	1:2	0,070	90,01
M10	1:3	0,081	88,45
M11	2:1	0,067	90,44
M12	3:1	0,061	91,30

**Bảng 6.** Hiệu quả chống đóng cặn của tổ hợp ức chế ăn mòn - chống đóng cặn khi phối trộn với các tỷ lệ khác nhau (nhiệt độ 25°C, áp suất thường, thời gian ủ 24 giờ)

Ký hiệu mẫu	Tỷ lệ (Imidazoline/Hợp chất của acid phosphonic)	Hàm lượng Ca <sup>2+</sup> trước khi thí nghiệm (mg/l)	Hàm lượng Ca <sup>2+</sup> sau khi thí nghiệm (mg/l)	Hiệu quả chống đóng cặn (%)
Không sử dụng ức chế	-	2.422	664.53	-
M7	1:1	2.422	1.812,26	65,31
M9	1:2	2.422	1.856,89	67,85
M10	1:3	2.422	1.873,58	68,79
M11	2:1	2.422	1.691,26	58,42
M12	3:1	2.422	1.656,05	56,42

**3.2.2. Nghiên cứu lựa chọn tỷ lệ pha trộn thành phần hoạt tính các tổ hợp ăn mòn - chống đóng cặn**

Imidazoline và EDTMPS được phối trộn theo các tỷ lệ 1:2, 1:3, 2:1, 3:1 tạo thành thành phần hoạt tính trong các tổ hợp ức chế ăn mòn - chống đóng cặn. Sau đó, trộn 20% thành phần hoạt tính trên với 80% thành phần phụ gia (chất hoạt động bề mặt, dung môi) thu được tổ hợp ức chế ăn mòn - chống đóng cặn. Các tổ hợp này tiếp tục được thử nghiệm đánh giá hiệu quả chống ăn mòn - chống đóng cặn. Kết quả được thể hiện ở Bảng 5 và 6.

Kết quả khảo sát cho thấy, khi thay đổi tỷ lệ thành phần imidazoline - hợp chất của acid phosphonic, hiệu quả chống ăn mòn thay đổi không nhiều, do EDTMPS

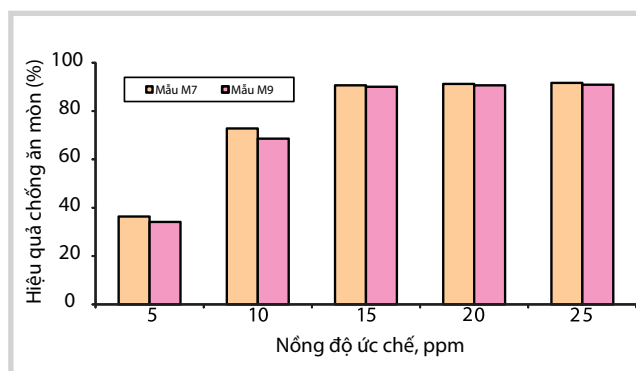
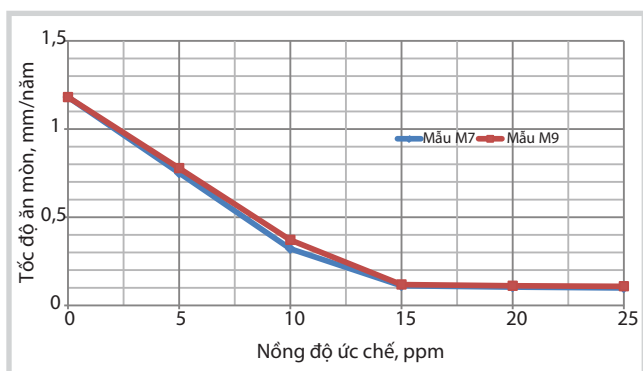
cũng có tác dụng như một chất ức chế chống ăn mòn [8]. Trong khi đó, nếu tăng tỷ lệ imidazoline trong thành phần pha hoạt tính thì hiệu quả chống đóng cặn giảm đáng kể. Như vậy, kết hợp kết quả thu được khi đánh giá hiệu quả chống ăn mòn và chống đóng cặn, mẫu M7 và M9 với tỷ lệ imidazoline: hợp chất của acid phosphonic lần lượt là 1:1 và 1:2 được lựa chọn cho thử nghiệm tiếp theo.

**3.3. Ảnh hưởng của nồng độ hóa phẩm đến hiệu quả của tổ hợp ức chế ăn mòn - chống đóng cặn**

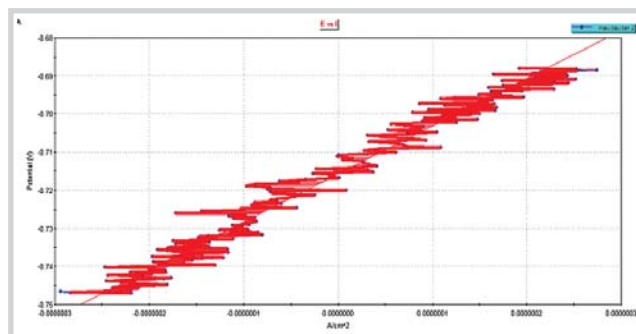
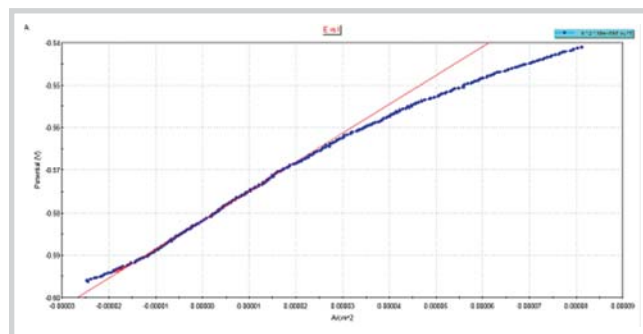
Nhằm lựa chọn nồng độ sử dụng tối ưu, các tổ hợp ức chế ăn mòn - chống đóng cặn M7 và M9 được thử nghiệm đánh giá hiệu quả ức chế ăn mòn và chống đóng cặn ở các nồng độ từ 5 - 25ppm.

**Bảng 7.** Ảnh hưởng của nồng độ tổ hợp ức chế ăn mòn - chống đóng cặn đến hiệu quả chống ăn mòn (điều kiện nhiệt độ 37,7°C, áp suất 185,5psi)

Nồng độ (ppm)	Tổ hợp ức chế M7		Tổ hợp ức chế M9	
	Tốc độ ăn mòn (mm/năm)	Hiệu quả chống ăn mòn (%)	Tốc độ ăn mòn (mm/năm)	Hiệu quả chống ăn mòn (%)
Không sử dụng ức chế	1,181	-	1,181	-
5	0,751	36,38	0,778	34,12
10	0,321	72,79	0,371	68,59
15	0,111	90,63	0,118	90,05
20	0,104	91,22	0,111	90,64
25	0,099	91,65	0,108	90,88



**Hình 3.** Ảnh hưởng của nồng độ tổ hợp ức chế đến tốc độ ăn mòn (a) và hiệu quả chống ăn mòn (b)



**Hình 4.** Đường cong phân cực mẫu thép trong dung dịch nước tách không chứa tổ hợp ức chế ăn mòn - chống đóng cặn (a); Dung dịch có chứa 15ppm tổ hợp chất ức chế ăn mòn - chống đóng cặn M9 (b)

**3.3.1. Ảnh hưởng của nồng độ tổ hợp chất ức chế ăn mòn - chống đóng cặn đến hiệu quả chống ăn mòn**

Đánh giá hiệu quả chống ăn mòn của các tổ hợp ức chế được thử nghiệm trong điều kiện mô phỏng chế độ vận hành của giàn công nghệ Vietsovpetro. Vị trí được lựa chọn mô phỏng là bình tách V1A giàn CTK-3, nhiệt độ 37,7°C, áp suất 185,5psi. Kết quả thu được như Bảng 7 và Hình 3, 4.

Như vậy, kết quả thử nghiệm trong điều kiện mô phỏng điều kiện vận hành của Vietsovpetro cho thấy, ở nồng độ 15ppm, hiệu quả chống ăn mòn của 2 tổ hợp M7 và M9 đều tăng rõ rệt và đạt > 90% (hiệu quả chống

ăn mòn lần lượt là 90,63% và 90,05%). Khi tăng nồng độ lớn hơn 15ppm, hiệu quả chống ăn mòn của cả hai tổ hợp ức chế đều tiếp tục tăng nhưng không đáng kể. Do đó, nồng độ của các tổ hợp M7 và M9 được lựa chọn trong thử nghiệm đánh giá hiệu quả chống ăn mòn là 15ppm.

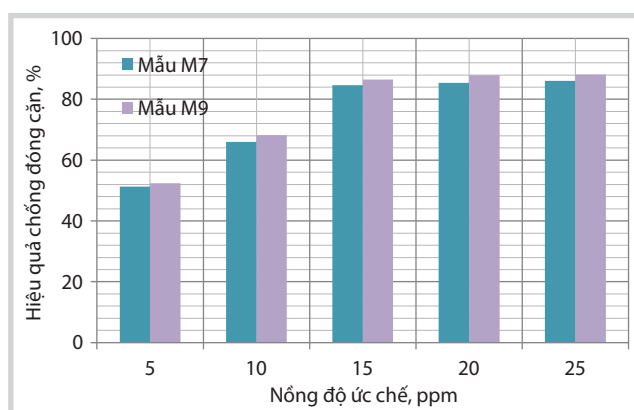
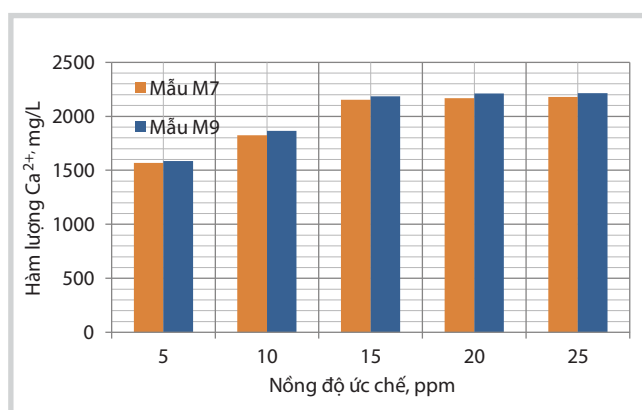
**3.3.2. Ảnh hưởng của nồng độ tổ hợp chất ức chế đến hiệu quả chống đóng cặn**

Tiến hành thử nghiệm đánh giá hiệu quả bảo vệ chống đóng cặn tại điều kiện nhiệt độ 37,7°C trong thời gian ủ 24 giờ thu được kết quả như Bảng 8.

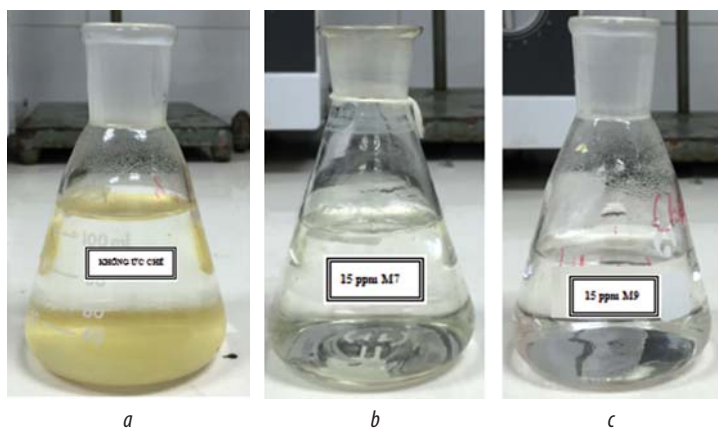
Kết quả thử nghiệm hiệu quả chống đóng cặn cho thấy, trong điều kiện mô phỏng điều kiện vận hành của

**Bảng 8.** Ảnh hưởng của nồng độ tổ hợp ức chế ăn mòn - chống đóng cặn đến hiệu quả chống đóng cặn (nhiệt độ 37,7°C, thời gian ủ 24 giờ)

Nồng độ ức chế (ppm)	Hàm lượng Ca <sup>2+</sup> trước khi thí nghiệm (mg/l)	Tổ hợp ức chế M7		Tổ hợp ức chế M9	
		Hàm lượng Ca <sup>2+</sup> sau khi thí nghiệm (mg/l)	Hiệu quả chống đóng cặn (%)	Hàm lượng Ca <sup>2+</sup> sau khi thí nghiệm (mg/l)	Hiệu quả chống đóng cặn (%)
Không sử dụng ức chế	2.422	664,53	-	664,53	-
5	2.422	1.567,13	51,36	1.586,08	52,44
10	2.422	1.824,44	66,00	1.863,44	68,22
15	2.422	2.153,26	84,71	2.184,89	86,51
20	2.422	2.166,37	85,45	2.209,62	87,92
25	2.422	2.178,05	86,12	2.213,37	88,13



**Hình 5.** Ảnh hưởng của nồng độ tổ hợp ức chế đến hàm lượng Ca<sup>2+</sup> trong dung dịch (a) và hiệu quả chống đóng cặn (b)



**Hình 6.** Hình ảnh mẫu dung dịch nước tách CTK-3 sau thử nghiệm hiệu quả chống đóng cặn (nhiệt độ 37,7°C, thời gian ủ 24 giờ): Mẫu dung dịch nước tách không bơm tổ hợp ức chế ăn mòn - chống đóng cặn (a); Mẫu dung dịch nước tách chứa 15ppm tổ hợp M7 (b); Mẫu dung dịch nước tách chứa 15ppm tổ hợp M9 (c).

Vietsovpetro, hiệu quả chống đóng cặn của các tổ hợp M7 và M9 tăng rõ rệt với nồng độ sử dụng 15ppm (84,71% đối với mẫu M7 và 86,51% đối với mẫu M9). Khi tăng nồng độ lên trên 15ppm, hiệu quả chống đóng cặn tăng không đáng kể. Do vậy, nồng độ sử dụng thích hợp nhất đối với cả hai mẫu M7 và M9 trong thử nghiệm đánh giá hiệu quả chống đóng cặn là 15ppm.

Hình ảnh mẫu dung dịch sau thử nghiệm hiệu quả chống đóng cặn ở nhiệt độ 37,7°C cho thấy mẫu không sử dụng ức chế, các tinh thể muối Ca<sup>2+</sup> vẫn tồn tại và bám chặt vào đáy bình. Đối

với các mẫu có chứa tổ hợp ức chế M7 và M9, dung dịch sau thử nghiệm trong suốt, gần như không xuất hiện các tinh thể muối kết tủa Ca<sup>2+</sup> lắng đọng ở đáy bình thử nghiệm. Điều này cho thấy kết tủa muối Ca<sup>2+</sup> có hình thành nhưng với lượng ít và bám không chặt, dễ dàng bị phá vỡ. Như vậy, có thể thấy rất rõ hiệu quả ức chế chống đóng cặn cao của các tổ hợp M7 và M9 ở điều kiện nhiệt độ tương ứng với điều kiện trên giàn công nghệ Vietsovpetro.

Qua quá trình thử nghiệm cho thấy nồng độ chất ức chế mẫu M7 và M9 được lựa chọn sử dụng là 15ppm. Tuy nhiên, khi sử dụng mẫu M9 thì hiệu quả chống ăn mòn gần như không thay đổi, nhưng hiệu quả chống đóng cặn tăng rõ rệt so với khi sử dụng mẫu M7. Như vậy, mẫu tổ hợp chất ức chế ăn mòn - chống đóng cặn được lựa chọn là mẫu M9 với nồng độ sử dụng tối ưu cho môi trường nước tách Vietsovpetro là 15ppm.

#### 4. Kết luận

Tổ hợp chất ức chế ăn mòn - chống đóng cặn cho hệ thống đường ống dẫn dầu đã được nghiên cứu chế tạo thành công với thành phần phối trộn gồm 20% pha hoạt tính (được tạo thành từ N-butyl-

2-heptadecenyl imidazoline acrylate và EDTMPS theo tỷ lệ 1:2) và 80% phụ gia (NP10, isopropanol, acid citric).

Kết quả thử nghiệm cho thấy, khi sử dụng tổ hợp chất ức chế ăn mòn - chống đóng cặn ở nồng độ 15ppm trong môi trường nước tách và trong điều kiện mô phỏng điều kiện vận hành của giàn công nghệ của Vietsovpetro, hiệu quả chống ăn mòn đạt 90,05% và hiệu quả chống đóng cặn đạt 86,51%.

### Tài liệu tham khảo

1. Defang Zeng, Huan Yan. *Study on an Eco-Friendly corrosion and scale inhibitor in simulated cooling water*. American Journal of Engineering Research (AJER). 2013; 2(5): p.39 - 43.
2. Lekan Taofeek Popoola, Alhaji Shehu Grema, Ganiyu Kayode Latinwo, Babagana Gutti, Adebiori Saheed Balog. *Corrosion problems during oil and gas production and its mitigation*. International Journal of Industrial Chemistry. 2013; 4: 35.
3. Margrethe Nergaard, Chriss Grimholt. *An introduction to scaling causes, problems and solutions*. 2010.
4. Eric Greyson, Joseph Manna, Somil Chandrakant Mehta. *Scale and corrosion inhibitors for high temperature and pressure conditions*. Patent CA2709033 C. 23/4/2013.
5. Gary Woodward, Graham Otter, Keith Davis, Robert Talbot. *Scale and corrosion inhibitors*. Patent US 20030141486 A1. 31/7/2003.
6. Defang Zeng, Huan Yan. *Experimental study on a new corrosion and scale inhibitor*. Journal of Environmental Protection. 2013; 4(7): p. 671 - 675.
7. Đỗ Thành Trung và nnk. *Nghiên cứu lựa chọn hỗn hợp hóa phẩm chống hiện tượng sa lắng muối vô cơ cho giếng khai thác tầng móng mỏ Bạch Hổ*. Viện Dầu khí Việt Nam. 2009.
8. Nguyễn Phương Tùng và nnk. *Xây dựng công nghệ sản xuất các hóa phẩm chống sa lắng muối trong vỉa và các thiết bị khai thác dầu thô*. Viện Khoa học Vật liệu Ứng dụng. 2005.
9. Gui Cai Zhang, Ji Jiang Ge, Ming Qin Sun, Bin Lin Pan, Tao Mao, Zhao Zheng Song. *Investigation of scale inhibition mechanisms based on the effect of scale inhibitor on calcium carbonate crystal forms*. Science in China Series B: Chemistry. 2007; 50(1): p. 114 - 120.
10. TCVN 6198:1996. *Chất lượng nước - Xác định hàm lượng canxi - Phương pháp chuẩn độ EDTA*.

## Evaluation of inhibition efficiency of corrosion and scale inhibitor for oil pipelines

Hoang Linh Lan, Phan Cong Thanh, Pham Vu Dung  
Le Thi Phuong Nhung, Pham Thi Huong, Le Thi Hong Giang  
Vietnam Petroleum Institute  
Email: lanhl@vpi.pvn.vn

### Summary

**In this study, corrosion and scale inhibitor used in oil pipelines has been prepared, based on 20% of active component (N-butyl-2-heptadecenyl imidazoline acrylate and phosphonic acid compounds) and 80% of additives (NP10, isopropanol and acid citric). The results indicated that the corrosion inhibition efficiency by electrochemical test could reach over 90% and the anti-scaling efficiency by static test over 86%.**

**Key words:** Corrosion inhibitor, scale inhibitor.