

KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU CHẾ TẠO, ĐÁNH GIÁ VÀ THỬ NGHIỆM HỆ VI NHŨ TƯƠNG ACID CHO XỬ LÝ VÙNG CẶN ĐÁY GIẾNG VỈA CÁT KẾT

KS. Nguyễn Thị Ngọc Bích, ThS. Trịnh Thanh Sơn, ThS. Hoàng Linh
ThS. Phan Vũ Anh, ThS. Hoàng Thị Phương, KS. Lương Văn Tuyên
ThS. Kiều Anh Trung, CN. Cù Thị Việt Nga, KS. Ngô Hồng Anh
Viện Dầu khí Việt Nam
Email: bichntn@vpi.pvn.vn

Tóm tắt

Bài báo giới thiệu một số kết quả về nghiên cứu chế tạo hệ vi nhũ tương acid cho xử lý vùng cặn đáy giếng; kích thước hạt và độ bền của hệ vi nhũ. Hệ vi nhũ có tốc độ ăn mòn thấp hơn dung dịch acid ở cùng nồng độ. Kết quả thử nghiệm trên mô hình vỉa cho thấy hệ vi nhũ tổng hợp được có khả năng phục hồi độ thấm trên 90% đối với mẫu lõi tầng Miocene và Oligocene mỏ Bạch Hổ.

Từ khóa: Hệ vi nhũ tương acid, vỉa cát kết, độ thấm.

1. Giới thiệu

Hiện nay, sản lượng dầu của nhiều giếng khai thác bị sụt giảm do hiện tượng nhiễm bẩn vùng cặn đáy giếng bởi sự hình thành, bám dính và tích tụ các cặn hữu cơ và vô cơ. Trong giai đoạn 1988 - 2012, có 776 lần xử lý vùng cặn đáy giếng tại mỏ Bạch Hổ và khai thác thêm được 6,08 triệu tấn dầu. Nhiều phương pháp xử lý vùng cặn đáy giếng đã được thử nghiệm và ứng dụng rộng rãi với mức độ thành công khác nhau. Trên thực tế, xử lý acid là phương pháp phổ biến nhất nhằm cải thiện độ thấm cho vùng cặn đáy giếng. Tùy vào tình trạng cụ thể của vùng cặn đáy giếng cần xử lý, có thể áp dụng nhiều quy trình và thành phần hệ acid phù hợp như: sử dụng hỗn hợp acid đơn thuần, nhũ tương acid, tiền xử lý bằng dung môi hydrocarbon (diesel), dầu thô nóng kết hợp với dung dịch acid... Mục tiêu của phương pháp xử lý acid là hòa tan các tích tụ vô cơ bít nhét hoặc tạo kênh dẫn mới giúp cải thiện hoặc phục hồi độ thấm cho vùng cặn đáy giếng. Tuy nhiên, hệ nhũ tương acid vẫn tồn tại tính ăn mòn cao, hiệu quả xử lý không kéo dài, thời gian duy trì ngắn do bán kính xâm nhập của acid không sâu khiến tình trạng ngập nước của vỉa ngày càng tăng. Quá trình xử lý acid lặp lại, hiệu quả xử lý giảm dần.

Khắc phục hiện trạng trên, nhóm tác giả thuộc Trung tâm Nghiên cứu Tìm kiếm Thăm dò và Khai thác Dầu khí - Viện Dầu khí Việt Nam đã nghiên cứu chế tạo hệ vi nhũ tương kết hợp 2 nhóm hóa phẩm xử lý đồng thời cặn lắng đọng hữu cơ và vô cơ. Với kích thước nhỏ, các hạt vi nhũ tương có thể thâm nhập sâu vào vùng có độ thấm thấp mà các dung dịch acid khác không thể xâm nhập, giúp tăng phạm vi xử lý và nâng cao hiệu quả cải thiện độ thấm vùng cặn đáy giếng.

Trong bài báo này, nhóm tác giả giới thiệu kết quả tối ưu hóa thành phần hệ vi nhũ tương và đánh giá, thử nghiệm hệ vi nhũ tương acid ứng dụng cho xử lý nhiễm bẩn vùng cặn đáy giếng vỉa cát kết.

2. Thực nghiệm

2.1. Nguyên liệu và thiết bị

2.1.1. Nguyên liệu

Các hóa chất để pha chế nên hệ vi nhũ tương gồm: dầu diesel, xylen, acid formic, K₂EDTA, 2 chất hoạt động bề mặt không ion ký hiệu là HDBM 1, HDBM 2, butanol. Đây là kết quả của quá trình khảo sát lựa chọn dựa trên thành phần của lắng đọng hữu cơ (nhựa, asphaltene, paraffin rắn,...) và lắng đọng vô cơ (CaCO₃ và CaSO₄...). Mẫu lõi được thử nghiệm được lấy từ tầng Miocene và Oligocene mỏ Bạch Hổ do Phòng thí nghiệm Mô hình hóa và Vật lý vỉa - Viện Nghiên cứu Khoa học và Thiết kế Dầu khí biển (NIPI) chuẩn bị.

2.1.2. Thiết bị

Ống chịu nhiệt (Ace Glass Incorporated Vineland New Jersey - USA); tủ gia nhiệt (MRC - Israel); máy đo kích thước hạt (LA-950V2 HORIBA - Nhật Bản); máy đo độ nhớt (Fann Viscometer Model 35 SA - USA).

2.2. Phương pháp nghiên cứu

- Xây dựng giản đồ pha: Ba giản đồ pha được xây dựng tương ứng với các tỷ lệ khối lượng của chất hoạt động bề mặt (S) và chất đồng hoạt động bề mặt (Co) là 1:1, 2:1 và 3:1 theo phương pháp chuẩn độ.

- Phương pháp quy hoạch thực nghiệm: Phần mềm Modde 5.0. được sử dụng để xác định các giá trị tối ưu.

2.3. Đánh giá một số chỉ tiêu chất lượng của hệ vi nhũ tương

- Đo kích thước hạt vi nhũ bằng thiết bị LA-950V2 HORIBA (Nhật Bản).
- Độ bền pha và thời gian tách pha của hệ vi nhũ ở điều kiện vỉa: Độ bền pha được tiến hành theo phương pháp Bottle test [7, 8]. Ở điều kiện nhiệt độ cao, mẫu vi nhũ tương được đựng trong ống chịu nhiệt chuyên dụng đặt trong tủ gia nhiệt ở nhiệt độ vùng cận đáy giếng trong thời gian 4 giờ. Quá trình tách pha của hệ vi nhũ được quan sát sau mỗi khoảng thời gian xác định (30 phút).
- Đo độ nhớt của hệ vi nhũ tương tại nhiệt độ phòng bằng thiết bị Fann Viscometer Model 35 SA.
- Tốc độ ăn mòn của hệ vi nhũ được đánh giá và so sánh với dung dịch acid formic cùng nồng độ theo tiêu chuẩn ASTM G31-72 và ASTM G1-03 [2,3].

2.4. Thử nghiệm khả năng phục hồi độ thấm trên mô hình vật lý vỉa tương ứng với điều kiện mẫu lõi tầng Miocene và Oligocene

Để đánh giá khả năng xử lý cận lắng đọng vùng cận đáy giếng vỉa cát kết, nhóm tác giả đã phối hợp với các



Hình 1. Thiết bị đánh giá khả năng phục hồi độ thấm của hệ vi nhũ tương trên mô hình dòng chảy đa pha

cán bộ NIPI (Vietsovpetro) đánh giá khả năng phục hồi độ thấm trên thiết bị mô hình dòng chảy đa pha theo quy trình của Vietsovpetro [1].

2.4.1. Quy trình phân tích, đánh giá khả năng phục hồi độ thấm của mẫu lõi sau khi xử lý bằng hệ vi nhũ tương

- Thiết lập các mô hình vỉa đối với mẫu lõi vỉa cát kết và xác định độ thấm ban đầu.
- + Gia công mẫu lõi: Khoan 3 mẫu trụ (1 mẫu tầng Miocene và 2 mẫu tầng Oligocene), sấy khô, bão hòa bằng nước vỉa trước khi thực hiện thí nghiệm;
- + Xác định độ thấm khí, độ rỗng;
- + Tạo bão hòa nước dư S_{wr} ;
- + Đo chiều dài, đường kính 3 mẫu trụ: 1 mẫu tầng Miocene và 2 mẫu tầng Oligocene có chiều dài lần lượt là 4,79cm, 4,98cm và 7,14cm; đường kính 4,94cm, 5,06cm và 5cm.
- Chuẩn bị chất lưu làm việc
- + Nước biển;
- + Dầu vỉa được mô phỏng độ nhớt ở điều kiện vỉa cát kết: 70% dầu thô giếng 27 (MSP-1-BK-7) + 30% dầu hỏa. Đo độ nhớt dầu ở nhiệt độ 110°C và 130°C;
- + Dầu nhiễm bẩn pha thêm paraffin và asphaltene;
- + Nước có độ khoáng hóa cao;
- + Hệ vi nhũ tương - kết quả của phương pháp quy hoạch thực nghiệm khảo sát tối ưu hóa điều kiện tạo vi nhũ tương.

2.4.2. Thử nghiệm đánh giá phục hồi độ thấm trên mô hình dòng chảy đa pha

- Chuẩn bị lắp mẫu lõi vào bộ giữ mẫu, tăng nhiệt độ lên 110°C với mẫu Miocene và 130°C với mẫu Oligocene, áp suất nén hông $P_{nh} = 130\text{atm}$; (tương đương áp suất hiệu dụng P_{hd}), áp suất làm việc $P_{via} = 100\text{atm}$; bơm bão hòa dầu cho mẫu (5 lần thể tích lỗ rỗng) $5V_r$ theo chiều thuận. Xác định độ thấm dầu ban đầu của mẫu trong mô hình vỉa: K_i ;
- Bơm dung dịch nước có độ khoáng hóa cao với thể tích $2V_r$ với $\Delta P = 20\text{amt/m}$ nhằm mục đích kết tủa cận lắng đọng vô cơ. Lưu giữ mẫu tại điều kiện vỉa 2 giờ;
- Bơm đẩy dầu nhiễm bẩn đã được chuẩn bị với $\Delta P = 20 - 24\text{amt/m}$, thể tích bơm $2V_r$, tắt nhiệt ngâm ở nhiệt độ phòng (nhằm lắng đọng paraffin và asphaltene), lưu giữ trong 5 - 8 giờ. Sau đó nâng nhiệt độ lên nhiệt độ vỉa. Bơm

dầu mô phỏng độ nhớt theo chiều thuận ở $\Delta P = 20 \text{ am}/\text{m}$.
Xác định độ thấm dầu K_2 ;

- Bơm hệ vi nhũ tương acid theo chiều ngược với chiều đo thấm với $\Delta P = 20 \text{ am}/\text{m}$, thể tích bơm $2V_1$. Bơm đẩy dầu mô phỏng theo chiều thuận ở $\Delta P = 50 \text{ am}/\text{m}$, thể tích bơm $3V_1$. Xác định độ thấm dầu K_3 .

- Tính hệ số phục hồi độ thấm của mẫu theo công thức:

$$K_{ph} = K_3 / [(K_1 + K_2) / 2]$$

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Xây dựng giản đồ pha

Ba giản đồ pha của ba hệ VNT-1, VNT-2, VNT-3 với tỷ lệ S:Co lần lượt là 1:1, 2:1 và 3:1 được thể hiện ở các Hình 2 - 4. Vùng tạo hệ vi nhũ tương là vùng giới hạn bởi đường cong bên trong giản đồ 3 thành phần.

Các giản đồ pha của 3 hệ vi nhũ tương (Hình 2 - 4) cho thấy các thành phần của hệ VNT-3 (S:Co = 3:1) đã tạo ra một vùng vi nhũ tương trong một khoảng rộng, mở rộng cả về phía pha dầu và pha acid hơn hệ VNT-1 và VNT-2. Hệ VNT-3 được lựa chọn cho các nghiên cứu sau này vì có độ bền pha hơn và các thành phần hệ vi nhũ tương có thể thay đổi linh hoạt hơn khi áp dụng cho từng giếng khai thác cụ thể.

3.2. Kết quả khảo sát điều kiện tối ưu bằng phương pháp quy hoạch thực nghiệm

Thực hiện thí nghiệm theo phương pháp quy hoạch thực nghiệm, tối ưu hóa hàm mục tiêu bằng phương trình hồi quy bậc 2. Dựa trên kết quả thực nghiệm, có thể viết phương trình hồi quy mô tả sự phụ thuộc của kích thước hạt vi nhũ tương (y) vào các nhân tố: tốc độ khuấy (x_1), nồng độ chất hoạt động bề mặt (x_2) và nồng độ acid (x_3) như sau:

$$y = 53,86 + 9,80x_1 + 12,01x_1^2 + 30,04x_2^2 + 26,15x_3^2 - 3,88x_1x_3 - 0,38x_2x_3$$

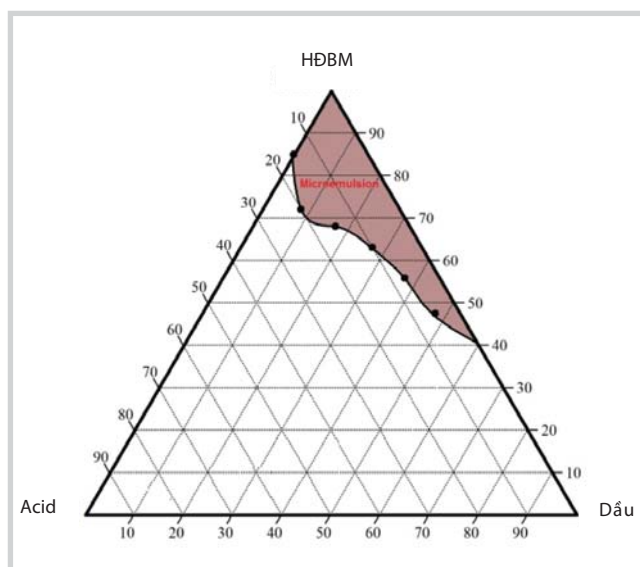
Dựa vào số liệu thực nghiệm thu được, với sự hỗ trợ của phần mềm Modde 5.0, nhóm tác giả tìm ra điều kiện khuấy trộn tối ưu, nồng độ acid HCOOH và các chất hóa nhũ để thu được hệ vi nhũ tương có kích thước hạt phân bố nhỏ nhất. Hệ vi nhũ tối ưu có kích thước hạt phân bố nhỏ nhất $d = 52,96 \text{ nm}$.

- Tiến hành tối ưu hóa bằng cách vẽ bề mặt 3D thể hiện cực trị của hệ tối ưu (Hình 5).

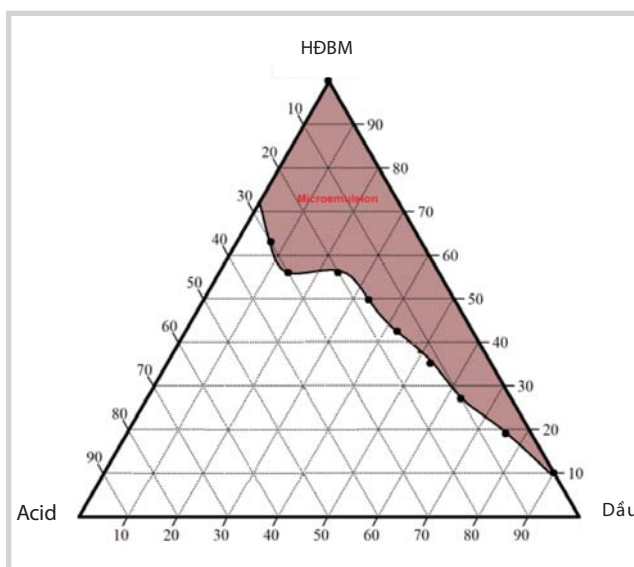
- Phương trình hồi quy phản ánh khá chính xác mô hình thực nghiệm, điều này khẳng định qua các giá trị độ lệch chuẩn $R^2 = 0,993$ và độ tương thích của mô hình $Q^2 = 0,943$.

Bảng 1. Thành phần của vi nhũ tương được lựa chọn để khảo sát

Hệ vi nhũ tương	Tỷ lệ khối lượng			
	Chất hoạt động bề mặt S:Co	HĐBM 1:HĐBM 2	DO:Xylene	HCOOH:K ₂ EDTA:nước
VNT-1	1:1	2:1	5:1	3:1:1
VNT-2	2:1	2:1	5:1	3:1:1
VNT-3	3:1	2:1	5:1	3:1:1



Hình 2. Giản đồ pha của hệ VNT-1 (S:Co = 1:1)

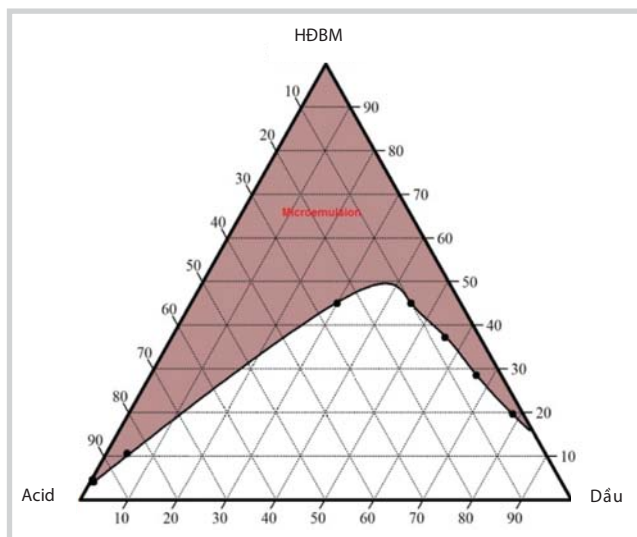


Hình 3. Giản đồ pha của hệ VNT-2 (S:Co = 2:1)

3.3. Đo kích thước hạt

Kết quả đo sự phân bố kích thước hạt theo cường độ của mẫu vi nhũ tương tối ưu (nồng độ chất hóa nhũ 50%, nồng độ acid formic 12%) được biểu diễn bằng đồ thị phân bố kích thước hạt ở Hình 6.

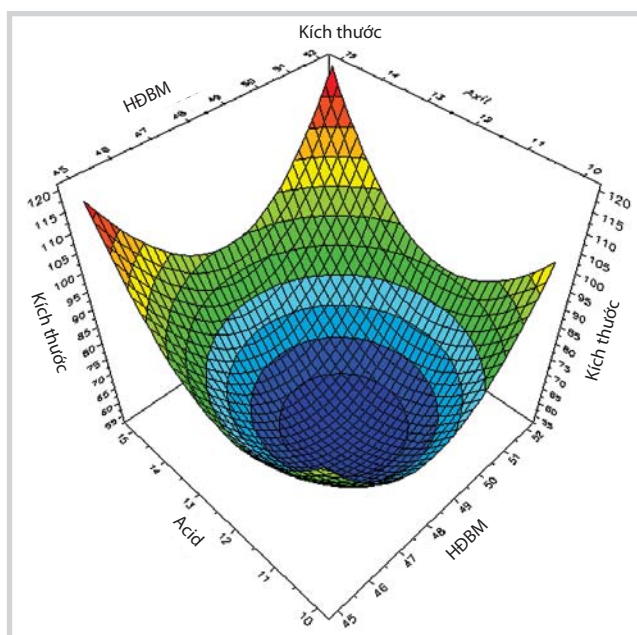
Kết quả đo kích thước hạt của hệ vi nhũ tương tối ưu (Hình 6) cho thấy mẫu vi nhũ tương này chứa các hạt kích



Hình 4. Giản đồ pha của hệ VNT-3 (S:Co = 3:1)

Bảng 2. Bảng kết quả điều kiện tối ưu được tìm ra bằng phương pháp quy hoạch thực nghiệm

Tốc độ khuấy (vòng/phút)	Nồng độ chất hóa nhũ (%)	Nồng độ acid (%)	Kích thước hạt (nm)	Ngoại quan
202	49,51	12,07	52,96	Trong



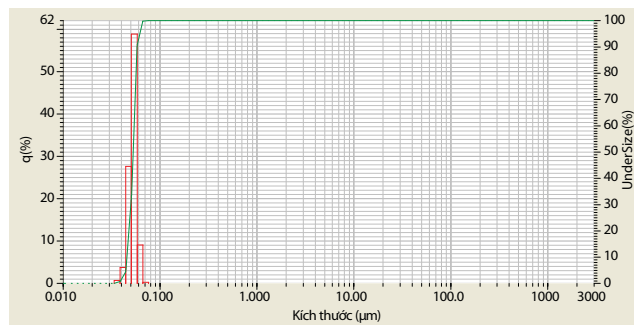
Hình 5. Sự biến thiên kích thước hạt vi nhũ khi nồng độ chất hóa nhũ Surfactant và acid thay đổi với tốc độ khuấy không đổi (tại điểm tối ưu)

thước tập trung là 52,53nm, chứng tỏ phương pháp quy hoạch thực nghiệm ở trên tương đối phù hợp với thực tế. Kết quả này cũng hoàn toàn phù hợp với bản chất của hệ vi nhũ tương đã được đề cập ở mục giới thiệu (kích thước vi nhũ tương trong khoảng 10 - 200nm) và ở mẫu này phần lớn chỉ chứa một loại hạt (theo kích thước) đảm bảo sự phân tán đồng nhất và bền vững, khó bị phá vỡ cấu trúc sau một thời gian bảo quản dài.

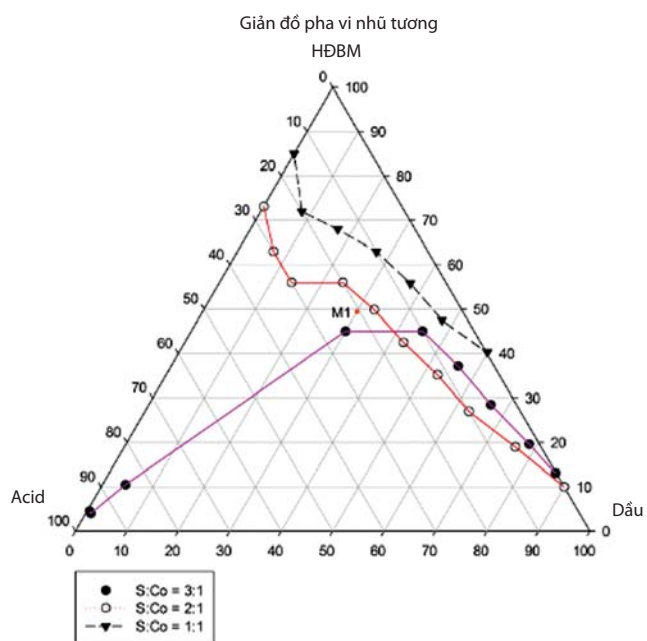
Dựa trên giản đồ pha, điểm M1 được chọn để tiếp tục đánh giá một số chỉ tiêu chất lượng của công thức vi nhũ tương này. Thành phần hệ vi nhũ được lựa chọn thể hiện ở Bảng 3.

3.4. Độ bền pha ở điều kiện thường

Sau 2 tháng thử nghiệm ở điều kiện nhiệt độ phòng, vi nhũ tương acid vẫn trong suốt, không hề bị tách lớp và giữ nguyên màu sắc ban đầu (Hình 8), chứng tỏ hệ vi nhũ thử nghiệm bền về mặt nhiệt động học.



Hình 6. Kết quả đo phân bố kích thước hạt theo cường độ của hệ vi nhũ



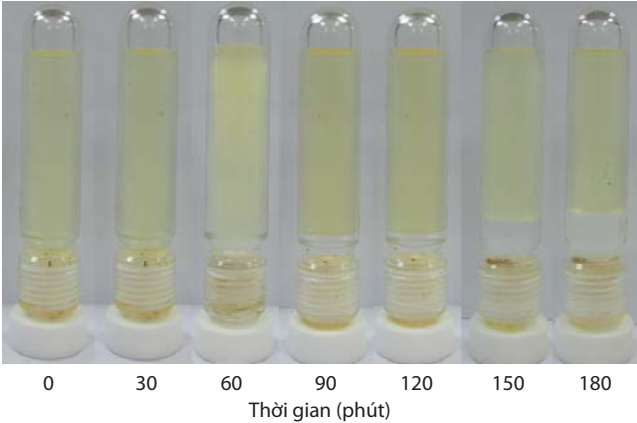
Hình 7. Hệ vi nhũ tối ưu tại điểm M1 trên giản đồ pha so sánh vùng vi nhũ tương của ba hệ VNT-1 (S:Co = 1:1), hệ VNT-2 (S:Co = 2:1), VNT-3 (S:Co = 3:1)

Bảng 3. Thành phần hệ vi nhũ tương M1

Hệ vi nhũ tương M1	Chất hoạt động bề mặt S:Co = 3:1	HĐBM 1: HĐBM 2 = 2:1	DO:Xylene = 5:1	HCOOH:K ₂ EDTA: nước = 3:1:1
Chất hoạt động bề mặt = 50%, Dầu = 30%, acid = 20%				
HĐBM 1 (25%), HĐBM 2 (12,5%), n-Butanol (12,5%), DO (25%), xylene (5%), HCOOH (12%), K ₂ EDTA (4%), nước (4%)				



Hình 8. Hình ảnh hệ vi nhũ tương M1 ở điều kiện nhiệt độ phòng (trong, màu vàng)



Hình 9. Hình ảnh hệ vi nhũ tương M1 trong 4 giờ ở nhiệt độ cao

Bảng 4. Kết quả thử nhiệt trong 4 giờ của hệ vi nhũ tương M1

Thời gian (phút)	0	30	60	90	120	150	180	210	240
Lượng nước tách ra (%)	0	0	0	7	10	15	20	20	20

Bảng 5. Kết quả đánh giá tốc độ ăn mòn thép của 2 hệ hóa phẩm trong 3 giờ

TT	Hóa phẩm	Nhiệt độ thí nghiệm	Kết quả thí nghiệm				
			S (cm ²)	m ₀ (g)	m ₁ (g)	Δm (g)	Tốc độ ăn mòn (mm/năm)
1	Formic 12 %	110°C	27,90	19,4561	18,3630	1,0931	145,5431
2		130°C	28,15	19,7491	18,5235	1,2256	161,7258
3	Hệ vi nhũ tương	110°C	27,94	19,2397	19,1511	0,0886	11,7785
4		130°C	27,78	19,2348	19,1197	0,1151	15,3910

3.5. Thời gian tách pha ở điều kiện nhiệt độ cao của hệ vi nhũ tương M1

Mẫu vi nhũ tương acid được đựng trong ống chịu nhiệt chuyên dụng đặt trong tủ gia nhiệt tại 130°C. Quan sát sự tách pha của vi nhũ tương sau 30 phút/lần trong thời gian 4 giờ. Hình 9 và Bảng 4 là kết quả thử nhiệt hệ vi nhũ tương acid ở nhiệt độ cao trong 4 giờ. Mẫu vi nhũ tương acid vẫn giữ được màu sắc ổn định và trong suốt sau 30 phút thử nhiệt. Nhưng sau 1 giờ thử nhiệt, mẫu vi nhũ tương bắt đầu bị vẩn đục và chuyển sang màu trắng sữa, hệ vi nhũ tương bắt đầu bị phá vỡ và tách pha. Pha nước được hình thành từ từ bên dưới đáy ống thử nhiệt.

Trong quy trình xử lý vỉa bằng vi nhũ tương thì sau 3 giờ vi nhũ tương đã thâm nhập được vào vùng có độ thấm thấp (vùng cần tác động) và đủ thời gian tách acid để hòa tan cặn lắng động vô cơ và lắng đọng hữu cơ

(đúng thời điểm). Thời gian 3 giờ để đảm bảo cho hệ vi nhũ tương ổn định, không bị tách lớp trước khi đến được vùng cần tác động. Do đó, kết quả thử nhiệt của hệ vi nhũ tương M1 ở trong Bảng 4 hoàn toàn phù hợp với tiêu chuẩn của Vietsovpetro đối với nhũ tương acid dùng cho xử lý giếng.

3.6. Đánh giá tốc độ ăn mòn của hệ vi nhũ tương M1

Kết quả đo tốc độ ăn mòn thép của 2 hệ hóa phẩm được trình bày ở Bảng 5.

Kết quả Bảng 5 cho thấy hệ vi nhũ tương có độ ăn mòn thép ít hơn rất nhiều so với acid formic riêng lẻ (nồng độ 12%) và trong điều kiện nhiệt độ càng cao thì độ ăn mòn thép của các hóa phẩm càng tăng. Điều này chứng tỏ hệ vi nhũ tương có khả năng ức chế ăn mòn cao và chính sự hiện diện của pha dầu trong hệ vi nhũ đã làm giảm tốc độ phản ứng của acid formic với thép.

Bảng 6. Một số thông số vật lý của mẫu lõi vĩa cát kết

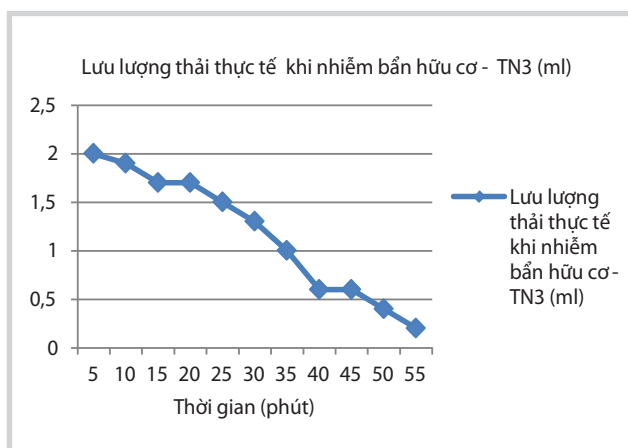
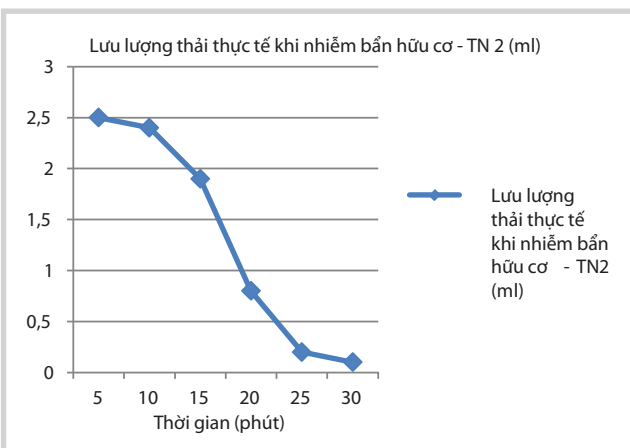
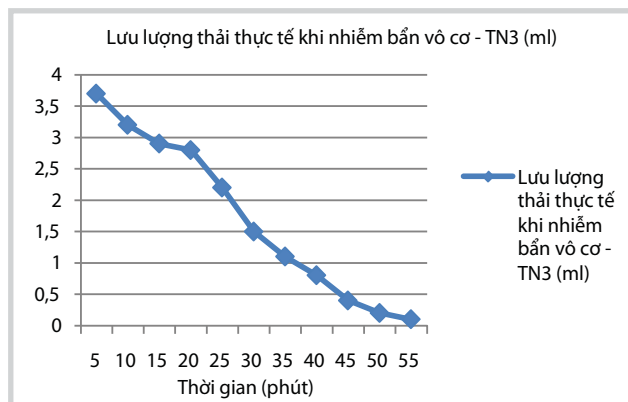
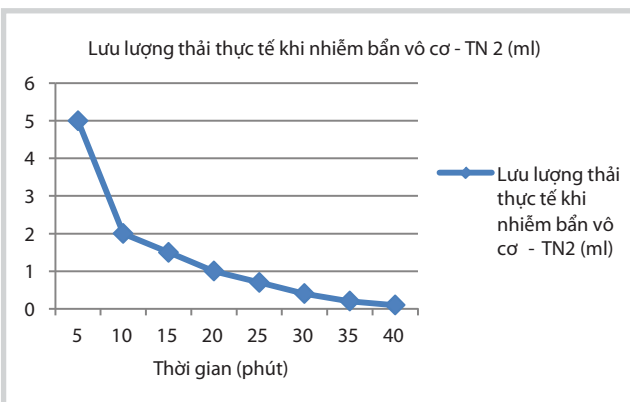
TT	Mẫu lõi cát kết	Số hiệu mẫu	Chiều dài (cm)	Đường kính (cm)	Độ sâu (m)	Độ bão hòa nước dư (%)	Thể tích rỗng, (cm ³)	Độ rỗng (%)	Độ thấm khí (mD)
1	Tầng Miocene	BH-74.5-3-40 B	4,79	4,94	2.998,60	34	19,2	21,1	365
2	Tầng Miocene	BH-818.6-2-64	4,98	5,06	3.178,50	27	18,4	18,73	306
3	Tầng Oligocene	BH-16.10-3-95//2	7,14	5,00	3.574,85	28,5	24,0	18,0	333

Bảng 7. Lưu lượng chất thải trong quá trình bơm ép chất nhiễm bẩn theo thời gian ở thí nghiệm 2

Quá trình bơm ép chất nhiễm bẩn vô cơ								
Thời gian (phút)	5	10	15	20	25	30	35	40
Lưu lượng thải tích lũy (ml)	5	7	8,5	9,5	10,2	10,6	10,8	10,9
Lưu lượng thải thực tế (ml)	5	2	1,5	1	0,7	0,4	0,2	0,1
Quá trình bơm ép chất nhiễm bẩn hữu cơ								
Thời gian (phút)	5	10	15	20	25	30		
Lưu lượng thải tích lũy (ml)	2,5	4,9	6,8	7,6	7,8	7,9		
Lưu lượng thải thực tế (ml)	2,5	2,4	1,9	0,8	0,2	0,1		

Bảng 8. Lưu lượng chất thải trong quá trình bơm ép chất nhiễm bẩn theo thời gian ở thí nghiệm 3

Quá trình bơm ép chất nhiễm bẩn vô cơ											
Thời gian (phút)	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55
Lưu lượng thải tích lũy (ml)	3,7	6,9	9,8	12,6	14,8	16,3	17,4	18,2	18,6	18,8	18,9
Lưu lượng thải thực tế (ml)	3,7	3,2	2,9	2,8	2,2	1,5	1,1	0,8	0,4	0,2	0,1
Quá trình bơm ép chất nhiễm bẩn hữu cơ											
Thời gian (phút)	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55
Lưu lượng thải tích lũy (ml)	2,0	3,9	5,6	7,3	8,8	10,1	11,1	11,7	12,3	12,7	12,9
Lưu lượng thải thực tế (ml)	2,0	1,9	1,7	1,7	1,5	1,3	1,0	0,6	0,6	0,4	0,2



Hình 10. Đồ thị biểu diễn lưu lượng chất thải thực tế trong quá trình bơm ép chất nhiễm bẩn theo thời gian ở thí nghiệm 2 và 3

3.7. Thử nghiệm khả năng phục hồi độ thấm trên mô hình vật lý và tương ứng với điều kiện mẫu lõi tầng Miocene và Oligocene

Thí nghiệm 1 (mẫu lõi tầng Miocene):

Khi bơm ép chất nhiễm bẩn vô cơ và hữu cơ, các cán bộ vận hành thiết bị đánh giá khả năng phục hồi độ thấm đã khống chế lưu lượng bơm ép chất nhiễm bẩn ở mức thấp là 10, 20, 30ml/giờ để các dung dịch có độ khoáng cao. Khi có sự chênh áp, dầu nhiễm bẩn sẽ gây kết tủa lắng đọng vô cơ và hữu cơ gây bít nhét các khe nứt, lỗ rỗng của mẫu và làm giảm độ thấm dầu của mẫu lõi. Sau khi ngâm mẫu lõi trong dầu vỉa ở nhiệt độ phòng trong 5 - 8 giờ, tăng nhiệt độ và áp suất ở điều kiện vỉa sau đó mới đo độ thấm dầu.

Thí nghiệm 2 và 3 (1 mẫu lõi tầng Miocene và 1 mẫu lõi tầng Oligocene):

Nhóm tác giả tiến hành bơm ép chất nhiễm bẩn và khống

Bảng 9. Kết quả thí nghiệm

	Thí nghiệm 1	Thí nghiệm 2	Thí nghiệm 3
Mẫu lõi cát kết	Tầng Miocene	Tầng Miocene	Tầng Oligocene
Số hiệu mẫu	BH-74. 5-3-40 B	BH-818. 6-2-64	BH-16. 10-3-95//2
1. Độ thấm dầu ban đầu của mẫu: K1			
Lưu lượng (ml/giờ)	60	100	40
	100	150	80
	140	200	120
Chênh áp (ΔP , kg/cm ²)	0,16	0,29	0,09
	0,25	0,44	0,19
	0,37	0,59	0,28
Độ thấm dầu (K1, mD)	35,64	34,08	47,36
	38,02	33,69	44,87
	35,96	33,50	45,67
Trung bình	36,54	33,75	45,96
2. Độ thấm dầu của mẫu sau khi bơm ép chất nhiễm bẩn: K2			
Lưu lượng (ml/giờ)	10	40	20
	20	60	40
	30	80	60
Chênh áp (ΔP , kg/cm ²)	0,1	0,18	0,3
	0,16	0,26	0,66
	0,24	0,36	1,5
Độ thấm dầu (K2, mD)	9,50	21,96	7,10
	11,88	22,80	6,46
	11,88	21,96	4,26
Trung bình	11,09	22,24	5,94
3. Độ thấm của mẫu sau khi xử lý bằng hệ vi nhũ tương: K3			
Lưu lượng (ml/giờ)	40	40	20
	80	60	40
	120	80	60
Chênh áp (ΔP , kg/cm ²)	0,19	0,16	0,11
	0,35	0,23	0,16
	0,49	0,29	0,23
Độ thấm dầu (K3, mD)	20,01	24,70	19,37
	21,73	25,78	26,64
	23,28	27,26	27,80
Trung bình	21,67	25,91	24,60
Kphục hồi	0,91	0,93	0,95

chế áp suất ở mức không đổi để theo dõi và ghi lại lưu lượng chất thải thoát ra (Bảng 7).

Từ các đồ thị biểu diễn lưu lượng chất thải thực tế trong quá trình bơm ép chất nhiễm bẩn theo thời gian ở thí nghiệm 2 và 3 (Hình 10) cho thấy thời gian đầu lưu lượng chất thải thoát ra khỏi mô hình thử nghiệm nhiều và nhanh, càng về sau lưu lượng chất thải thoát ra càng ít, chứng tỏ mẫu lõi đã bị bít nhét bởi các lắng đọng vô cơ và hữu cơ. Đây là nguyên nhân làm giảm độ thấm của đất đá, cản trở khả năng lưu thông của dòng dầu, cho nên sau khi bơm ép chất nhiễm bẩn, độ thấm dầu của mẫu giảm đi rất nhiều.

Mặc dù ở thí nghiệm 2 và 3 có chế độ bơm ép chất nhiễm bẩn tương tự nhau nhưng do cấu trúc mẫu lõi khác nhau nên thời gian gây nhiễm bẩn và độ thấm dầu sau khi bơm ép chất nhiễm bẩn khác nhau. Mẫu lõi tầng Oligocene (TN 3) có độ thấm dầu ban đầu cao hơn mẫu lõi tầng Miocene (TN 2) nên thời gian nhiễm bẩn dài hơn và độ thấm dầu sau khi bơm ép chất nhiễm bẩn thấp hơn.

Kết quả thử nghiệm trên mô hình dòng chảy đa pha cho thấy hệ vi nhũ tương có khả năng phục hồi độ thấm giếng khai thác với kết quả cao (hệ số phục hồi độ thấm đạt trên 90%), chứng tỏ có hiệu quả xử lý tốt với đối tượng đá vôi cát kết mỏ Bạch Hổ.

4. Kết luận

Từ các kết quả nghiên cứu và thảo luận, nhóm tác giả rút ra một số kết luận sau:

- Đã lựa chọn được các thành phần phù hợp cho pha chế hệ vi nhũ tương gồm các thành phần: HDBM 1 (25%); HDBM 2 (12,5%); n-Butanol 12,5%; DO 25%; xylene 5%; HCOOH 12%; K₂EDTA 4%; nước 4%.

- Kết quả cho thấy hệ vi nhũ tương bền sau 2 tháng bảo quản ở nhiệt độ thường (25°C) trong bình kín. Khả năng tách nhũ xảy ra sau 3 giờ tại nhiệt độ 130°C. Kết quả này phù hợp với tiêu chuẩn của Vietsovpetro đối với nhũ tương acid dùng cho xử lý giếng. Tốc độ ăn mòn của hệ vi nhũ tương nhỏ hơn rất nhiều so với tốc độ ăn mòn của dung dịch acid formic riêng lẻ, chứng tỏ hệ vi nhũ tương có khả năng làm giảm tốc độ ăn mòn trên đường ống.

- Kết quả thử nghiệm khả năng phục hồi độ thấm trên mô hình vỉa cho thấy khả năng phục hồi độ thấm của mẫu sau khi xử lý bằng vi nhũ tương đạt trên 90%, chứng tỏ có hiệu quả xử lý tốt với đối tượng đá vỉa cát kết mô Bạch Hổ.

Tài liệu tham khảo

1. Hoàng Linh và nnk. *Nghiên cứu chế tạo hệ nhũ tương acid trên nền dầu thực vật biến tính để xử lý vùng cận đáy giếng nhằm tăng hệ số sản phẩm*. Viện Dầu khí Việt Nam. 2011.
2. ASTM International. *Standard practice for laboratory immersion corrosion testing of metals*. ASTM G31-72. www.astm.org.
3. ASTM International. *Standard practice for preparing, cleaning and evaluating corrosion test specimens*. ASTM G1-03. www.astm.org.
4. Aviram Spornath, Abraham Aserin, Nissim Garti. *Fully dilutable microemulsions embedded with phospholipids and stabilized by short-chain organic acids and polyols*. Journal of Colloid and Interface Science. 2006; 299(2); p. 900 - 909.
5. Enam Khalil, Shorouq T.Al-Sotari, Mutasem O.Taha. *Formulation and characterization of IPM/water/nonionic-ionic surfactant microemulsions*. Journal of Chemical and Engineering Data. 2012; 6: p. 187 - 198.
6. Eskandar Moghimipour, Anayatollah Salimi, Masoud Karami, Sara Isazadeh. *Preparation and characterization of dexamethasone microemulsion based on pseudoternary phase diagram*. Jundishapur Journal of Natural Pharmaceutical Products. 2013; 8(3): p.105 - 112.
7. George J.Hirasaki, Clarence A.Miller, Olina G.Raney, Michael K.Poindexter, Duy T.Nguyen, John Hera. *Separation of produced emulsions from surfactant enhanced oil recovery processes*. Energy Fuels. 2011; 25(2); p. 555 - 561.
8. M. Abdulkadir. *Comparative analysis of the effect of demulsifiers in the treatment of crude oil emulsion*. ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. 2010; 5(6): p. 67 - 73.
9. Saiyu Zhang, Fang Wang, Yandong Chen, Bo Fang, YongJun Lu. *Preparation and properties of diesel oil microemulsified acid*. Chinese Journal of Chemical Engineering. 2008; 16 (2): p. 287 - 291.

Research on preparation and evaluation of acid microemulsion system for near-well bore treatment in sandstone formation

Nguyen Thi Ngoc Bich, Trinh Thanh Son, Hoang Linh Phan Vu Anh, Hoang Thi Phuong, Luong Van Tuyen Kieu Anh Trung, Cu Thi Viet Nga, Ngo Hong Anh
Vietnam Petroleum Institute

Summary

The paper presents some research results on preparation and evaluation of acid microemulsion system for near-well bore treatment in sandstone formation, droplet size and thermal stability of the microemulsion. The microemulsified acid is much less corrosive to steel than pure acid solution (mass concentration 12%). Results of microemulsified acid flooding test on core samples from Miocene and Oligocene of Bach Ho field are also presented in this paper.

Key words: Acid microemulsion system, sandstone formation, permeability.