



HOÀN THIỆN CÔNG NGHỆ CHẾ TẠO HỆ HÓA PHẨM NÂNG CAO HỆ SỐ THU HỒI DẦU QUY MÔ PILOT ÁP DỤNG THỬ NGHIỆM CÔNG NGHIỆP CHO ĐỐI TƯỢNG ĐẠI DIỆN THUỘC TRẦM TÍCH MIOCENE MỎ BẠCH HỔ, BỂ CỬU LONG

Phạm Trường Giang, Lê Thị Thu Hương, Cù Thị Việt Nga, Hoàng Long, Trần Thanh Phương, Phan Vũ Anh, Đinh Đức Huy

Viện Dầu khí Việt Nam

Email: huonglt@vpi.pvn.vn

<https://doi.org/10.47800/PVJ.2022.01-02>

Tóm tắt

Bài báo giới thiệu quá trình hoàn thiện tối ưu chế tạo hệ hóa phẩm nâng cao hệ số thu hồi dầu quy mô pilot phục vụ cho việc áp dụng thử nghiệm công nghiệp trên cơ sở kết quả đã thu được ở quy mô phòng thí nghiệm, kết quả đánh giá hiệu quả gia tăng thu hồi dầu trên mẫu vỉa thực tế cho đối tượng Miocene mỏ Bạch Hổ và kết quả thử nghiệm bơm ép hệ hóa phẩm trên mô hình mô phỏng khai thác cho giếng 1605 và 1609 tại khu vực phía Nam mỏ Bạch Hổ. Thành phần chính của hệ hóa phẩm tổ hợp chất hoạt động bề mặt gồm: sodium olefin sulfonate (SOS), alkyl aryl sulfonate (AAS), sodium dodecylbenzene sulfonate (SDBS), nonylphenol ethoxylate (NPEO) được cải thiện theo hướng giảm sức căng bề mặt (IFT) xuống thấp nhất, tăng khả năng tạo hệ vi nhũ tương cũng như khả năng chịu nhiệt độ và độ khoáng hóa/độ mặn cao. Thành phần polymer của hệ hóa phẩm được cải thiện theo hướng tăng độ nhớt, giảm độ linh động của hệ chất lưu bơm ép để tăng hệ số quét.

Từ khóa: Nâng cao hệ số thu hồi dầu, chất hoạt động bề mặt, polymer, Miocene, mỏ Bạch Hổ.

1. Giới thiệu

Viện Dầu khí Việt Nam (VPI) đang triển khai thực hiện Cụm nhiệm vụ cấp Quốc gia "Nghiên cứu, đánh giá, lựa chọn và xây dựng chương trình thử nghiệm, áp dụng công nghiệp các biện pháp nâng cao hệ số thu hồi dầu cho đối tượng trầm tích lục nguyên của các mỏ dầu tại bể Cửu Long, thềm lục địa Việt Nam". Kết quả lựa chọn các giải pháp nâng cao hệ số thu hồi dầu (EOR) tối ưu trên phần mềm VPI EOR Screening do VPI nghiên cứu và phát triển đã chỉ ra các mỏ tại bể trầm tích Cửu Long có thể áp dụng được các giải pháp bơm ép khí hydrocarbon đồng hành và giải pháp bơm ép hóa phẩm. Trong đó, mỏ Bạch Hổ được lựa chọn với tính cấp bách cao và cần thiết phải áp dụng các giải pháp bơm ép chất hoạt động bề mặt kết hợp polymer (SP) cho đối tượng Miocene phía Nam và giải pháp bơm ép khí đồng hành cho các đối tượng trầm tích còn lại [1]. Với giải pháp bơm ép tác nhân hóa, VPI đã chế tạo thành

công hệ hóa phẩm VPI SP ở quy mô phòng thí nghiệm phù hợp cho khu vực Miocene phía Nam mỏ Bạch Hổ với các tính năng vượt trội như chịu được nhiệt độ - áp suất cao và khoáng hóa cao của bể trầm tích Cửu Long, giảm sức căng bề mặt liên diện giữa các chất lưu và đá vỉa, thay đổi tính dính ướt của đá vỉa, tạo hệ vi nhũ tương, hấp phụ đá vỉa thấp, gia tăng thu hồi dầu trên mô hình vật lý vỉa của trầm tích Miocene khu vực phía Nam mỏ Bạch Hổ cho kết quả gia tăng trên 21%. Dựa trên các số liệu về tính chất và hiệu quả của hệ hóa phẩm VPI SP trong phòng thí nghiệm, mô hình mô phỏng khai thác của khu vực tiến hành thử nghiệm công nghiệp cũng đã được xây dựng và đánh giá. Kết quả thử nghiệm bơm ép hệ hóa phẩm VPI SP trên mô hình mô phỏng khai thác đã chứng minh giải pháp bơm ép hệ hóa phẩm VPI SP có thể giúp gia tăng hệ số thu hồi dầu từ 10 - 40% trên các giếng khai thác tại khu vực giếng bơm ép 1609 của giàn BK14/16, sản lượng dầu gia tăng từ 4 giếng BH-25, BH-26, BH-1604, BH-1607 có thể đạt 24.000 tấn [2, 3]. Kết quả nghiên cứu cho thấy hệ hóa phẩm VPI SP đã đáp ứng các tiêu chí về kỹ thuật với khả năng gia tăng hệ số thu hồi cao để có thể tiến hành chế tạo sản phẩm ở



Ngày nhận bài: 4/11/2021. Ngày phản biện đánh giá và sửa chữa: 4/11 - 6/12/2021.

Ngày bài báo được duyệt đăng: 28/12/2021.

quy mô công nghiệp, triển khai bơm ép thử nghiệm thực tế cho đối tượng Miocene tại khu vực phía Nam mỏ Bạch Hổ và các đối tượng trầm tích thuộc bể Cửu Long.

2. Hệ hóa phẩm nâng cao hệ số thu hồi dầu VPI SP

Thành phần của hệ hóa phẩm nâng cao hệ số thu hồi dầu (hệ hóa phẩm VPI SP) gồm: các chất hoạt động bề mặt, dung môi, kiềm, polymer và phụ gia. Chất hoạt động bề mặt đóng vai trò quan trọng trong việc giúp dầu giảm độ bám dính trên đất đá vỉa, dễ phân tán trong hệ nhũ tương dầu nước. Dung môi được thêm vào hệ hóa phẩm có tác dụng phân tán tốt các chất hoạt động bề mặt trong hệ hóa phẩm; giúp chất hoạt động bề mặt dễ dàng tương hợp với polymer để có thể duy trì ổn định trong môi trường vỉa chứa. Polymer được thêm vào hệ hóa phẩm nhằm tăng độ nhớt và kiểm soát độ linh động của lưu thể đẩy trong quá trình đẩy quét dầu, gia tăng hệ số quét cho hệ hóa phẩm.

2.1. Các chất hoạt động bề mặt

Các chất hoạt động bề mặt là thành phần quan trọng của hệ hóa phẩm VPI SP giúp tăng khả năng phân tán dầu trong pha nước, tăng hiệu quả đẩy dầu nhờ khả năng giảm sức căng liên diện dầu nước, giảm độ dính dầu trên bề mặt đất đá. Các chất hoạt động bề mặt có tạo lưỡng cực gồm các nhóm chức ưa nước và đuôi ưa dầu là mạch hydrocarbon. Tùy vào điện tích của đầu ưa nước khi phân ly, các chất hoạt động bề mặt được phân loại thành anion, cation và không ion (nonion). Các chất hoạt động bề mặt anion và nonion được sử dụng trong tăng cường thu hồi dầu nhiều hơn. Nhờ có hoạt tính cao và ít hấp phụ trên đất đá vỉa, chất hoạt động bề mặt anion được sử dụng nhiều nhất trong tăng cường thu hồi dầu. Bề mặt đất đá trong các vỉa cát kết thường mang điện tích âm tại điều kiện khai thác nên khi áp dụng các chất hoạt động bề mặt anion sẽ hạn chế khả năng hấp phụ của hệ hóa phẩm lên đất vỉa. Trong nghiên cứu này, các chất hoạt động bề mặt anion được sử dụng để tổ hợp và hỗ trợ cho nhau là alkyl aryl sulfonates (AAS), sodium dodecylbenzene sulfonate (SDBS), sodium olefin sulfonate (SOS). Các chất hoạt động bề mặt anion được tổ hợp với nhau nhằm tăng khả năng giảm IFT giữa pha dầu - nước và tăng hoạt tính khi hoạt động trong môi trường có độ mặn, độ khoáng hóa cao, giúp tổ hợp chất hoạt động bề mặt chính có thể chịu được nhiệt độ cao.

Các chất hoạt động bề mặt nonion được sử dụng với vai trò chất hoạt động bề mặt kết hợp, không phân ly trong môi trường nước, với ưu điểm là dễ hòa tan và tương hợp rất tốt với các chất hoạt động bề mặt thuộc

dòng anion gốc sulfonate (như AAS, SDBS, SOS) và không nhạy cảm với độ khoáng hóa của nước. Chất hoạt động bề mặt nonion được sử dụng trong nghiên cứu này thuộc dòng nonylphenol ethoxylate (NPEO) với gốc ethoxylate, tạo bởi mạch ethylene oxide trùng ngưng. NPEO sử dụng như chất hoạt động bề mặt với tính năng gia tăng hiệu quả của hệ chất hoạt động bề mặt anion. Tổ hợp các chất hoạt động bề mặt anion - nonion được chế tạo có thể làm giảm IFT xuống dưới 10^{-2} mN/m và tạo hệ vi nhũ tương có tỷ lệ hòa tan dầu/nước cao.

2.2. Các dung môi

Các dung môi được sử dụng để tăng khả năng tương hợp giữa chất hoạt động bề mặt và nước cũng như tăng độ bền nhiệt; đạt được hệ hóa phẩm trong, bền trong môi trường vỉa giúp đảm bảo khả năng dịch chuyển của hóa phẩm quãng đường dài trong môi trường vỉa. Các chất dung môi giúp điều tiết độ nhớt và dịch chuyển cân bằng tạo vi nhũ. Dung môi thường mang tính lưỡng cực và có khả năng tham gia vào các pha nước, dầu lẫn vi nhũ giúp thay đổi trạng thái pha hay kiểu vi nhũ. Dung môi ưa nước làm tăng độ mặn tối ưu trong khi dung môi ưa dầu làm giảm độ mặn tối ưu mặc dù cả 2 loại dung môi đều có khả năng làm tăng tính ổn định của trạng thái pha. Dung môi truyền thống là rượu. Các rượu mạch nhánh thường ưa nước hơn so với mạch thẳng có cùng phân tử khối. Trong nghiên cứu này, hệ dung môi được sử dụng là các rượu iso-propanol (IPA), iso-butanol (IBA), butanol. Các rượu này là dung môi phù hợp do có khả năng hỗ trợ tốt để tăng tính tương thích của chất hoạt động bề mặt anion-nonion với pha nước có độ mặn cao như nước biển và cho điểm chớp cháy cao. Đối với các loại dầu thô linh động trung bình như đối tượng Miocene với hàm lượng các hydrocarbon mạch thẳng đáng kể, hỗ trợ các chất hoạt động bề mặt đang sử dụng có đuôi hydrocarbon lớn để tăng khả năng phân tán dầu và giảm IFT. Nồng độ dung môi được lựa chọn dựa trên kiểu vi nhũ tương, thời gian đạt tới cân bằng và tỷ lệ tan dầu nước để đạt được hệ số thu hồi cao nhất. IPA và IBA được sử dụng là chất dung môi trong nghiên cứu này.

2.3. Polymer

Polymer được thêm vào hệ hóa phẩm để làm tăng độ nhớt pha nước. Hệ hóa phẩm có độ nhớt cao sẽ ngăn chặn hiện tượng nút hóa chất bị trượt qua và đi qua khu vực bẫy dầu vì tính thấm tương đối cao của nút hóa chất do IFT thấp. Độ linh động của hóa phẩm sẽ giảm và gia tăng hiệu quả quét của dung dịch đẩy trong vỉa chứa, đặc biệt là các vỉa chứa có sự thay đổi độ thấm cao hoặc theo các



lớp song song với dòng chảy. Polymer được sử dụng trong chế tạo hệ hóa phẩm VPI SP là hydrolyzed polyacrylamide (HPAM). HPAM giúp hệ hóa phẩm duy trì được độ nhớt cao hơn độ nhớt của dầu vỉa, cũng như giảm độ linh động của tổ hợp chất hoạt động bề mặt anion - nonion, giúp tăng khả năng tương tác của hệ hóa phẩm với chất lưu vỉa trong điều kiện thực tế.

2.4. Phụ gia

Các chất phụ gia được đưa vào nhằm gia tăng khả năng phối trộn giữa các tổ hợp chất gốc, gia tăng khả năng tạo nhũ, tính ổn định của hệ hóa phẩm trong quá trình triển khai thực tế như dầu thực vật, các chất hoạt động bề mặt. Ngoài ra, trong tổ hợp phụ gia còn có các chất ức chế để giảm thiểu rủi ro về sa lắng muối, ăn mòn, oxy hóa khi có mặt oxygen trong quá trình chế tạo hoặc lưu trữ hệ hóa phẩm, ức chế vi sinh vật phát triển.

3. Các đặc tính kỹ thuật của hệ hóa phẩm VPI SP tối ưu ở quy mô pilot

Trong quá trình chế tạo ở quy mô pilot, hệ hóa phẩm VPI SP cần đảm bảo các đặc tính kỹ thuật sau:

- Chịu độ mặn cao của nước bơm ép, nước vỉa (~ 35 g/L);
- Tương thích với nước bơm ép, nước vỉa hiện tại (Ca²⁺ 2.500 mg/l; Mg²⁺ 1.200 mg/l);
- Chịu nhiệt độ cao (90 - 110°C);
- Tạo hệ nhũ tương;
- Giảm sức căng bề mặt dầu - nước (IFT);
- Hấp phụ lên bề mặt đá thấp;
- Tương thích với polymer bơm ép;
- Giảm bảo hòa dầu dư (Sor) gia tăng hệ số thu hồi dầu.

4. Quy trình chế tạo hệ hóa phẩm VPI SP quy mô pilot (quy mô 2.000 kg/mẻ)

Hệ hóa phẩm được lựa chọn gồm: chất hoạt động bề mặt A (SOS, SDBS), chất hoạt động bề mặt B (NPEO), chất hoạt động bề mặt E (AAS), dung môi (IPA, IBA), polymer (HPAM) và phụ gia.

Quy trình được xây dựng dựa trên quy trình chế tạo hệ hóa phẩm VPI SP trong phòng thí nghiệm, được tính toán nâng lên quy mô pilot đảm bảo thành phẩm có đầy đủ các tính năng:

- Độ nhớt lớn ở nồng độ thấp, lớn hơn với độ nhớt của dầu vỉa;
- Giảm độ linh động của nước bơm ép;
- Bền nhiệt ở nhiệt độ vỉa;
- Ít tương tác với nước muối, các cation kim loại trong nước biển;
- Ít tương tác với đất đá vỉa;
- Thông dụng trên thị trường.

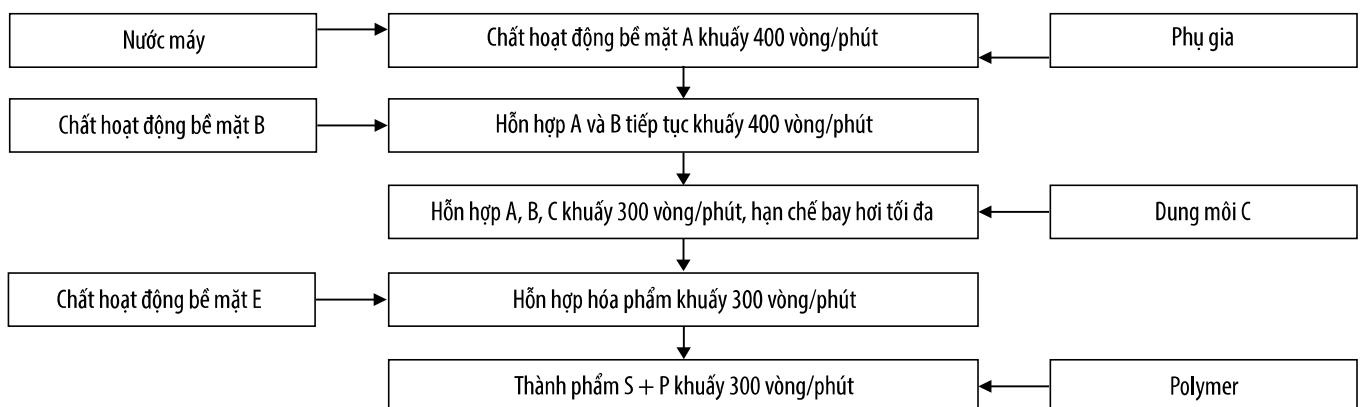
Quy trình được hoàn thiện dựa trên các thông số hóa chất đầu vào, thông số thiết bị vận hành quy mô pilot và các mẻ sản phẩm thử nghiệm (quy mô 200 kg/mẻ) được phân tích đánh giá tính năng. Quá trình thực hiện cần đảm bảo:

- Thực hiện đúng quy trình, trình tự pha khuấy;
- Cân và tính toán đúng nồng độ phản ứng;
- Thời gian pha khuấy theo quy trình nhưng cần kiểm tra hỗn hợp pha khuấy qua mỗi bước trong quy trình.

Sơ đồ khối quy trình chế tạo hệ hóa phẩm VPI SP ở quy mô 2.000 kg/mẻ (Hình 1).

Hệ thống thiết bị phối trộn (Hình 2):

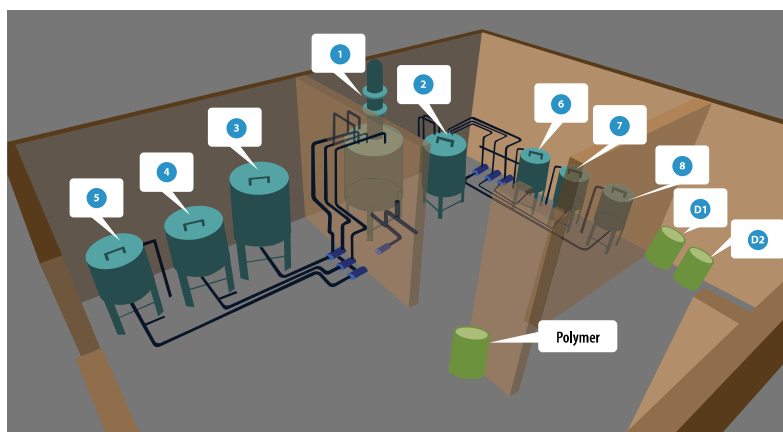
Mô tả quy trình:



Hình 1. Sơ đồ khối quy trình chế tạo hệ hóa phẩm VPI SP.

Bảng 1. Nguyên liệu cho quy trình chế tạo hệ hóa phẩm VPI SP quy mô 2.000 kg/m³

TT	Hóa chất	Khối lượng (kg/2.000 kg)	Yêu cầu riêng	Thời gian dự kiến pha 2.000 kg/bể
1	A: Chất hoạt động bề mặt A (anion)	259,54		40 phút
2	B: Chất hoạt động bề mặt nonion B			
	B1	79,30		30 phút
	B2	12,80		30 phút
3	C: Dung môi C		Hạn chế bay hơi	15 phút
	C1: IPA	12,72		
	C2: IBA	13,26		
4	D: Phụ gia D			
	D1	2,48		15 phút
	D2	0,70		15 phút
5	E: Chất hoạt động bề mặt E	36,40		45 phút
6	Nước máy	1566,80		5 phút
7	Polymer	10	Bổ sung từ từ tránh vón cục	4 - 5 giờ



Hình 2. Hệ thống phối trộn hóa phẩm VPI SP.

- Bơm định lượng nước vào bồn (1), khuấy với tốc độ tăng dần lên 200 vòng/phút trong khoảng 5 phút;
- Bơm định lượng chất hoạt động bề mặt B ở bồn (3) vào bồn (1) nâng tiếp tốc độ khuấy lên 300 vòng/phút và khuấy trong khoảng 40 phút;
- Bổ sung D1 vào bồn (1) khuấy trong khoảng 15 phút; tiếp tục bổ sung D2, khuấy tiếp trong khoảng 15 phút;
- Bơm định lượng C1 ở bồn (6) và C2 ở bồn (7) vào bồn (1) duy trì tốc độ khuấy khoảng 300 vòng/phút, khuấy trong khoảng 15 phút;
- Bơm định lượng B1 ở bồn (4) vào bồn (1), nâng tốc độ khuấy lên 400 vòng/phút trong khoảng 30 phút;
- Bơm định lượng B2 ở bồn (5) vào bồn (1), duy trì tốc độ khuấy ở 400 vòng/phút trong 30 phút;
- Bơm định lượng E vào bồn (1), khuấy ở 400 vòng/phút trong khoảng 45 phút;
- Bổ sung định lượng polymer, khuấy với tốc độ 400 vòng/phút trong 60 phút đầu, sau đó giảm tốc độ khuấy xuống 300 vòng/phút,

tiếp tục khuấy đến khi dung dịch đồng nhất hoàn toàn trong khoảng 4 - 5 giờ tiếp theo.

- Kiểm tra độ đục, độ nhớt, tỷ trọng, pH của hệ hóa phẩm.

Độ đục: Trong suốt

Độ nhớt: 15 - 28 cSt

Tỷ trọng: 1,005 - 1,030 g/cm³

pH: 7,0 - 8,5

5. Kết quả hoàn thiện công nghệ chế tạo hệ hóa phẩm VPI SP quy mô pilot

5.1. Kết quả đánh giá sự phù hợp của nguyên liệu đầu vào

Hóa chất được sử dụng để chế tạo hệ hóa phẩm VPI SP đạt tiêu chuẩn hóa chất công nghiệp với chất lượng ổn định, thành phần hoạt tính chính xác, có các chứng chỉ chất lượng đi kèm (Bảng 2). Các hóa chất công nghiệp đa số ở trạng thái lỏng nên việc pha loãng hoặc khuấy trộn khá thuận lợi, mất ít thời gian, ngoại trừ một số chất (như phụ gia rắn, polymer) mất khá nhiều thời gian khuấy vào dung dịch do cần thời gian để trương nở và tan đều vào hóa phẩm.

5.2. Kết quả đánh giá ảnh hưởng của nhiệt độ khuấy

Nghiên cứu ảnh hưởng của nhiệt độ khuấy đến chất lượng sản phẩm được tiến hành khảo sát tại các nhiệt độ lần lượt là 25°C,



Bảng 2. Sự phù hợp của nguyên liệu đầu vào quy mô pilot

STT	Hóa chất	Độ tinh khiết	Trạng thái	Tác nhân ảnh hưởng	Đánh giá
1	Chất hoạt động bề mặt A	Công nghiệp	Lỏng	Nguồn nước pha loãng, độ tạp < 5%	Đạt
2	Chất hoạt động bề mặt B	Công nghiệp	Lỏng	Độ tạp < 2%	Đạt
3	Chất hoạt động bề mặt E	Công nghiệp	Lỏng	Độ tạp < 2%	Đạt
4	Dung môi C (C1:IPA, C2:IBA)	Công nghiệp	Lỏng	Độ tạp < 1%	Đạt
5	Hydrolyzed polyacrylamide	Công nghiệp	Rắn	Độ tạp < 2%	Đạt
6	Phụ gia (D1:thioure, D2:citric)	Tinh khiết	Rắn	Độ tạp < 1%	Đạt

Bảng 3. Khả sát điều kiện ảnh hưởng của nhiệt độ khuấy

Nhiệt độ khuấy (°C)	25	30	35	40	45
Ký hiệu mẫu	VPI SP-T1	VPI SP-T2	VPI SP-T3	VPI SP-T4	VP ISP-T5

Bảng 4. Kết quả đánh giá ảnh hưởng của nhiệt độ khuấy đến chất lượng của hệ hóa phẩm

Stt	Chỉ tiêu	Đơn vị tính	Kết quả				
			VPI SP-T1	VPI SP-T2	VPI SP-T3	VPI SP-T4	VPI SP-T5
1	Màu sắc		Vàng nhạt	Vàng nhạt	Vàng nhạt	Vàng đậm	Vàng đậm
2	Độ đục		Trong	Trong	Trong	Trong	Trong
3	Độ nhớt	cSt	23	23	24	27	24
4	Tỷ trọng	g/cm ³	1,009	1,010	1,010	1,009	1,011
5	pH		7,3	7,4	7,4	7,5	7,5
6	Độ hấp phụ	µg/g	5,1	5,0	5,5	6,0	6,1
7	Độ bền nhiệt	°C	110	110	110	110	110
8	Ăn mòn	mm/năm	Đạt	Đạt	Đạt	Đạt	Đạt
9	Sức căng bề mặt	mN/m	0,048	0,051	0,049	0,03	0,04
10	Khả năng chịu muối	g/L	35	34	35	35	33
11	Nhiệt độ chớp cháy	°C	> 94	> 94	> 94	> 100	> 100

30°C, 35°C, 40°C, 45°C trên công thức đơn pha chế hệ hóa phẩm VPI SP (Bảng 3). Các yếu tố khác giữ nguyên không thay đổi để đánh giá ảnh hưởng của nhiệt độ đến quá trình chế tạo.

Hệ hóa phẩm tạo thành sau mỗi lần khảo sát ở các mức nhiệt độ được kiểm tra chất lượng theo các quy trình phân tích và thiết bị của phòng thí nghiệm. Kết quả đạt được như trong Bảng 4.

Qua kết quả đánh giá chất lượng của hệ hóa phẩm VPI SP sau các lần khảo sát ở các điều kiện nhiệt độ khuấy, có thể thấy rằng yếu tố nhiệt độ không ảnh hưởng gì đến chất lượng của hệ hóa phẩm. Như vậy, ở nhiệt độ môi trường (25 - 35°C) vẫn phù hợp để chế tạo hệ hóa phẩm VPI SP ở quy mô pilot mà không cần phải gia nhiệt.

5.3. Kết quả ảnh hưởng của tốc độ khuấy và thời gian khuấy

5.3.1. Tốc độ khuấy

Tốc độ khuấy đảm bảo sự phân tán đều của từng thành phần hóa phẩm, phản ứng hoàn toàn và trở thành hỗn hợp một pha ổn định. Với từng bước trong quy trình

pha chế, tốc độ khuấy được khảo sát nhằm đảm bảo được hiệu quả phân tán và phản ứng tốt nhất trong thời gian ngắn nhất có thể. Tốc độ khuấy được khảo sát dựa trên đặc tính của hóa phẩm và lựa chọn kiểu cánh khuấy.

Hệ hóa phẩm VPI SP được chế tạo chủ yếu từ các hóa phẩm dạng lỏng, có độ nhớt từ vừa đến cao, một số ít phụ gia dạng rắn. Tốc độ phản ứng không xảy ra quá nhanh hay đột ngột và không cần nhiệt. Do vậy, các hóa phẩm cần khuấy trộn được khảo sát với tốc độ 100 - 400 vòng/phút, khoảng tốc độ phù hợp với thiết kế của các hệ thống phối trộn ở quy mô pilot, dung tích 500 - 2.000 kg, công suất 500 - 2.000 kg/m².

5.3.2. Thời gian pha khuấy

Thời gian pha khuấy cho cả quy trình được khảo sát với tiêu chí ngắn nhất cho hiệu quả phân tán đồng đều nhất, ổn định hệ nhanh nhất. Thời gian pha khuấy của từng bước trong quy trình phụ thuộc vào tính tan của từng hóa phẩm vào hệ dung môi nền. Thời gian pha khuấy của cả quy trình phụ thuộc vào phản ứng của từng hóa phẩm với nhau mang tính thúc đẩy, xúc tác nhanh sự phân tán pha vào toàn bộ hệ dung dịch.

Bảng 5. Khảo sát ảnh hưởng của điều kiện khuấy

STT	Hóa phẩm	Tốc độ khuấy (vòng/phút)	Thời gian (phút)	Tốc độ khuấy (vòng/phút)	Thời gian (phút)	Tốc độ khuấy (vòng/phút)	Thời gian (phút)
1	Nước	200	65	200	45	200	30
2	Hoạt động bề mặt A	200		300		400	
3	D1	200		300		400	
4	D2	200		300		400	
5	C1	200	60	300	40	400	30
6	C2	200		300		400	
7	Hoạt động bề mặt B1	200		300		400	
8	Hoạt động bề mặt B2	200		300		400	
9	Hoạt động bề mặt E	200	30	300	20	400	15
10	Polymer	200	180	300	120	400	90
	Tổng thời gian	VPI SP-V1	335	VPI SP-V2	225	VPI SP-V3	165

Bảng 6. Kết quả phân tích của các mẫu hóa phẩm

Stt	Chỉ tiêu	Đơn vị tính	Kết quả		
			VPI SP-V1	VPI SP-V2	VPI SP-V3
1	Độ đục		Trong	Trong	Trong
2	Độ nhớt	cSt	22	25	26
3	Tỷ trọng	g/cm ³	1,007	1,008	1,010
4	pH		7,2	7,5	7,3
5	Độ hấp phụ	µg/g	4,8	5,0	5,2
6	Độ bền nhiệt	°C	110	110	110
7	Ăn mòn	mm/năm	Đạt	Đạt	Đạt
8	Sức căng bề mặt	mN/m	0,048	0,04	0,03
9	Khả năng chịu muối	g/L	35	35	35
10	Nhiệt độ chớp cháy	°C	> 94	> 94	> 94
11	Thời gian	phút	335	225	165



Hình 3. Hóa phẩm VPI SP được đóng gói trong thùng chứa 1 m³.



Hình 4. Hóa phẩm VPI SP được lưu tại kho trước khi vận chuyển tới nơi thử nghiệm.

Hệ hóa phẩm tạo thành sau mỗi lần khảo sát ở các điều kiện khuấy được kiểm tra chất lượng theo các quy trình phân tích và thiết bị của phòng thí nghiệm. Kết quả đạt được như trong Bảng 6.

Như vậy, tốc độ khuấy và thời gian khuấy để chế tạo hệ hóa phẩm VPI SP-V2 là phù hợp và cho sản phẩm có các thông số kỹ thuật đạt yêu cầu chất lượng.

6. Hình ảnh hệ hóa phẩm VPI SP chế tạo ở quy mô pilot

Sau khi hoàn thiện công nghệ chế tạo hệ hóa phẩm VPI SP ở quy mô pilot, đã sản xuất thành công 100 tấn hệ hóa phẩm VPI SP (Hình 3 và 4). Hóa phẩm VPI SP đã được các đơn vị có chức năng thuộc Liên doanh Việt - Nga “Vietsovpetro” kiểm tra chất lượng và chạy thử nghiệm trên hệ thống thiết bị phụ trợ phục vụ bơm ép với kết quả đạt yêu cầu, đủ điều kiện để áp dụng thử nghiệm công nghiệp tại giếng 1609 BK16, mỏ Bạch Hổ.

7. Kết luận

Nhóm tác giả đã nghiên cứu hoàn thiện công nghệ chế tạo hệ hóa phẩm nâng cao hệ số thu hồi dầu quy mô



pilot phục vụ áp dụng thử nghiệm công nghiệp cho đối tượng đại diện thuộc trầm tích Miocene mỏ Bạch Hổ, bể Cửu Long. Hệ hóa phẩm dựa trên cơ chế tổ hợp của các chất hoạt động bề mặt anion - nonion kết hợp đồng thời với polymer (SP) để áp dụng cho các mỏ dầu với các tính năng vượt trội nhằm nâng cao hệ số thu hồi cho các mỏ dầu thuộc trầm tích bể Cửu Long. Hệ hóa phẩm VPI SP đã được chế tạo ở quy mô pilot đáp ứng các yêu cầu để triển khai áp dụng thử nghiệm tại giếng 1609 BK16, mỏ Bạch Hổ.

Lời cảm ơn

Bài báo là kết quả nghiên cứu của Đề tài cấp quốc gia mã số ĐTĐLCN.27/19 "Nghiên cứu, đánh giá hiệu quả của các giải pháp nâng cao hệ số thu hồi dầu và chế tạo hệ hóa phẩm quy mô pilot áp dụng cho đối tượng đại diện thuộc tầng trầm tích lục nguyên của bể Cửu Long". Nhóm tác giả trân trọng cảm ơn Bộ Khoa học và Công nghệ (theo Hợp đồng số 27/2019/HĐ-ĐTĐL.CN-CNN ngày 20/3/2019) và Viện Dầu khí Việt Nam đã hỗ trợ nguồn lực và tài trợ kinh phí thực hiện nghiên cứu này.

Tài liệu tham khảo

- [1] Hoàng Long, "Nghiên cứu xây dựng cơ sở dữ liệu của 200 dự án EOR trên thế giới và phần mềm chuyên ngành để đánh giá, lựa chọn các giải pháp nâng cao hệ số thu hồi dầu", Viện Dầu khí Việt Nam, 2020.
- [2] Phạm Trường Giang, Lê Thế Hùng, Trần Xuân Quý, Nguyễn Văn Sáng, Lê Thị Thu Hương, Hoàng Long và Cù Thị Việt Nga, "Nghiên cứu đánh giá hiệu quả nâng cao thu hồi dầu bằng giải pháp bơm ép hệ hóa phẩm SP cho đối tượng Miocene dưới vòm Nam mỏ Bạch Hổ", *Tạp chí Dầu khí*, Số 7, trang 23 - 30, 2021. DOI: 10.47800/PVJ.2021.07-03.
- [3] Hoàng Long, Nguyễn Minh Quý, Phạm Trường Giang, Phan Vũ Anh, Lê Thị Thu Hương, Cù Thị Việt Nga, Trần Thanh Phương, Đinh Đức Huy và Lê Thế Hùng, "Nghiên cứu đánh giá, lựa chọn và chế tạo hệ hóa phẩm VPI SP để áp dụng thử nghiệm công nghiệp nhằm nâng cao hệ số thu hồi dầu cho mỏ dầu tại bể Cửu Long, thềm lục địa Việt Nam", *Tạp chí Dầu khí*, Số 11, trang 45 - 54, 2021. DOI: 10.47800/PVJ.2021.11-02.

TECHNOLOGY IMPROVEMENT TO CREATE EOR CHEMICAL SYSTEM AT PILOT SCALE AND TRIAL INDUSTRIAL APPLICATION FOR MIOCENE RESERVOIRS IN BACH HO FIELD, CUU LONG BASIN

Pham Truong Giang, Le Thi Thu Huong, Cu Thi Viet Nga, Hoang Long, Tran Thanh Phuong, Phan Vu Anh, Dinh Duc Huy
Vietnam Petroleum Institute
Email: huonglt@vpi.pvn.vn

Summary

This paper introduces the process of optimising the pilot-scale production of an EOR chemical system for trial industrial application based on laboratory testing results, the results of evaluating EOR efficiency on Miocene reservoir samples taken from Bach Ho field and the results of the chemical injection test on the reservoir dynamic model for wells 1605 and 1609 in the southern part of Bach Ho field. The main components of the surfactant chemical systems consist of sodium olefin sulfonate (SOS), alkyl aryl sulfonate (AAS), sodium dodecylbenzene sulfonate (SDBS) and nonylphenol ethoxylate (NPEO), which were improved by minimising interfacial tension (IFT), increasing the ability to form micro-emulsions as well as resistance to temperature and high mineralisation/salinity. The polymer composition of the chemical system was improved by increasing the viscosity and reducing the mobility of the injected fluid system to increase the sweep coefficient.

Key words: Improve oil recovery coefficient, surfactant, polymer, Miocene, Bach Ho field.