

ĐÁNH GIÁ KHẢ NĂNG VÀ XÂY DỰNG KẾ HOẠCH THỬ NGHIỆM BƠM ÉP POLYMER CHO TẦNG MIOCENE DƯỚI MỎ BẠCH HỔ NHẪM NÂNG CAO HỆ SỐ THU HỒI DẦU

Phạm Trường Giang¹, Trần Đình Kiên², Hoàng Linh¹, Đinh Đức Huy¹
 Trần Xuân Quý¹, Phan Vũ Anh¹, Phạm Chí Đức¹, Lê Thế Hùng¹
 Phạm Văn Tú¹, Trần Đăng Tú¹, Vương Việt Nga¹, Lưu Đình Tùng¹
¹Viện Dầu khí Việt Nam
²Đại học Mở - Địa chất Hà Nội
 Email: giangptr@vpi.pvn.vn

Tóm tắt

Bài báo giới thiệu khả năng áp dụng bơm ép polymer cho đối tượng Miocene dưới mỏ Bạch Hổ và đánh giá các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình bơm ép polymer. Nhóm tác giả trình bày một số kết quả trong phòng thí nghiệm, khi tiến hành bơm ép polymer trên mẫu lõi cho đối tượng trầm tích Miocene dưới với thông số mô hình dòng chảy đa pha ở điều kiện vỉa cho kết quả gia tăng thu hồi trên mẫu lõi đạt từ 7,1 - 10,6%, đồng thời đề xuất các phương án và kế hoạch triển khai thực tế tại mỏ.

Từ khóa: Nâng cao hệ số thu hồi dầu, bơm ép polymer, cát kết, Miocene dưới, mỏ Bạch Hổ.

1. Giới thiệu

Công tác nghiên cứu đánh giá khả năng áp dụng các biện pháp nâng cao hệ số thu hồi dầu được tiến hành từ đầu năm 2000 cho các đối tượng đang khai thác tại mỏ Bạch Hổ [1]. Trong đó, cát kết Miocene dưới được quan tâm nhất do là đối tượng khai thác truyền thống, có thể ứng dụng ngay kết quả nghiên cứu để nâng cao hệ số thu hồi dầu. Một số phương pháp hóa học (hoạt tính bề mặt, dung môi...) được bơm ép thử nghiệm đã cho kết quả ban đầu, song cũng cho thấy khó khăn và thách thức khi áp dụng các phương pháp nâng cao hệ số thu hồi dầu cho các đối tượng khai thác tại mỏ Bạch Hổ cũng như toàn bể Cửu Long.

Bơm ép polymer (pha một lượng nhỏ polymer vào nước bơm ép) nhằm làm tăng độ nhớt của nước dẫn tới giảm độ linh động của pha đẩy dầu trong vỉa. Dung dịch polymer có tác dụng làm giảm độ linh động do polymer là chất cao phân tử. Các loại polymer thường được sử dụng cho bơm ép nhằm nâng cao hệ số thu hồi dầu là: xanthan gum, polyacrylamide thủy phân, polymer phức hợp (tổng hợp từ 2 hoặc nhiều hơn các polymer đơn khác nhau) của acid acrylic và acrylamide [2]. Trong những năm gần đây, nhờ sự phát triển nhanh chóng của khoa học và công nghệ, một số loại polymer biến tính đã được tổng hợp có đặc tính hóa lý hơn hẳn các loại polymer thông dụng về khả năng chịu nhiệt cao, bền vững trong nước có độ khoáng hóa cao. Ở Việt Nam, Viện Nghiên cứu Hạt nhân Đà Lạt đã nghiên cứu điều chế thành công polymer tổng hợp bằng kỹ thuật biến tính ghép bức xạ bền vững

ở nhiệt độ cao (tới 120°C) và hòa tan rất tốt trong môi trường nước biển (35.000ppm).

2. Đặc tính tầng chứa, hiện trạng khai thác và đánh giá khả năng áp dụng bơm ép polymer tầng Miocene dưới mỏ Bạch Hổ

Kết quả phân tích về đặc tính đá chứa, chất lưu và hiện trạng khai thác tại đối tượng Miocene dưới mỏ Bạch Hổ cho thấy khả năng áp dụng giải pháp bơm ép polymer nhằm nâng cao hệ số thu hồi dầu là khả thi và có thể mang lại hiệu quả trong việc gia tăng sản lượng.

2.1. Về cấu trúc vỉa chứa và tính chất đá chứa

Đặc trưng cấu trúc vỉa chứa của đối tượng Miocene dưới mỏ Bạch Hổ được thể hiện bởi tính chất phân tập sản phẩm và được phân tách thành các khu vực, các khối độc lập về mặt thủy động lực bởi hệ thống đứt gãy nội mỏ. Đặc trưng địa tầng phân tập có thể ảnh hưởng đến hệ số quét thể tích khi áp dụng các giải pháp bơm ép để gia tăng thu hồi, gồm cả việc bơm ép nước, khí, các hóa phẩm hỗ trợ. Tuy nhiên đặc tính phân khối lại là yếu tố thuận lợi cho việc áp dụng bơm ép polymer nhằm nâng cao hệ số thu hồi dầu do đặc thù của phương pháp này phù hợp với các khu vực có diện tích nhỏ với mạng lưới giếng bơm ép và giếng khai thác độc lập nhằm tối ưu việc gia tăng hệ số quét thể tích, kiểm soát mức độ bao quét của nước bơm ép cũng như tối ưu việc sử dụng hóa phẩm.

Đá chứa của đối tượng Miocene dưới mỏ Bạch Hổ có tính chất tương đối tốt, độ rỗng trung bình 19 - 20%, độ

Bảng 1. Phân bố hàm lượng sét cho các khu vực của đối tượng Miocene dưới

Tập	Vòm Bắc				Vòm Trung tâm				Vòm Nam			
	Kaolinite	Chlorite	Montmorillonite	Vset	Kaolinite	Chlorite	Montmorillonite	Vset	Kaolinite	Chlorite	Montmorillonite	Vset
23_1	2,21	0,972	7,86	12,9	1,228	0,54	4,368	70169	2,381	1,047	8,47	13,9
23_2	1,062	0,467	3,778	6,2	0,98	0,431	3,487	5,723	2,124	0,934	7,556	12,4
23_3	0,959	0,422	3,412	5,6	1,377	0,605	4,896	8,035	2,193	0,964	7,799	12,8
23_4	0,994	0,437	3,534	5,8	1,388	0,61	4,936	8,1	2,193	0,964	7,799	12,8
24	1,662	0,731	5,911	9,7	0,514	0,226	1,182	3	1,491	0,655	5,301	8,7
25	0,874	0,384	3,108	5,1	0,6	0,264	2,133	305	1,491	0,655	5,301	8,7
26	0,959	0,422	3,412	5,6	2,501	1,1	8,896	14,6	0,8	0,369	2,986	4,9
27	0,857	0,377	3,047	5	2,501	1,1	8,896	14,6	1,319	0,58	4,692	7,7
TB	1,197	0,526	4,258	6,987	1,386	0,61	4,93	8,091	1,754	0,771	6,238	10,237

thấm trung bình 120 - 275mD với tầng chứa 23, thuận lợi để áp dụng bơm ép polymer khi tính đến mức độ tiếp nhận cũng như khả năng hoạt động của giếng bơm ép. Áp suất vỉa ban đầu tại Miocene dưới vòm Bắc được xác định là 298atm tại độ sâu tuyệt đối 2.971m.

Áp suất vỉa trong vỉa dầu phân bố một cách không đồng đều. Tại vùng khai thác, áp suất vỉa dao động trong khoảng 113,4atm (giếng 708) đến 259atm (giếng 107) [2]. Phân tích áp suất vỉa tại vùng bơm ép gặp nhiều khó khăn do trong thời gian cuối chỉ thực hiện đo áp suất tại giếng bơm ép 202, giá trị này là 310atm. Nhiệt độ vỉa dao động từ 90 - 105°C tăng dần từ vòm Bắc xuống vòm Nam, phần lớn các polymer tan trong nước được sử dụng đều có tính chất hóa lý bền ở nhiệt độ < 100°C, đây cũng là một thách thức lớn trong quá trình thiết kế, thử nghiệm khả năng bền nhiệt của hóa phẩm. Đối với thân đá chứa dạng phân lớp mỏng, độ bất đồng nhất cao, ảnh hưởng của tỷ số linh động dầu - nước khi áp dụng bơm ép nước sẽ mạnh hơn kéo theo hiện tượng vọt nước và giảm hiệu quả đẩy dầu tới giếng khai thác. Áp dụng bơm ép polymer làm tăng độ nhớt pha đẩy, giảm tỷ số linh động dầu nước, do đó sẽ hạn chế hiện tượng vọt nước tại giếng. Nhận định từ các kết quả đánh giá và phân tích địa chất cho thấy, với đối tượng Miocene dưới mỏ Bạch Hổ tính chất đá chứa có sự thay đổi nhỏ giữa các khu vực, trong đó đất đá tại vòm Nam và vòm Trung tâm có khả năng thấm chứa tốt hơn so với vòm Bắc, do đó việc áp dụng bơm ép polymer tại vòm Trung tâm/Nam có thể mang lại hiệu quả cao hơn.

Hàm lượng sét trong đá chứa, đặc biệt là hàm lượng kaolinite là một yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến khả năng áp dụng bơm ép polymer, khả năng hấp phụ các phân tử polymer lên bề mặt đá khoáng vật sét dẫn đến giảm tính chất lưu biến cũng như độ bền của hệ polymer trong điều kiện vỉa. Bảng 1 thể hiện sự phân bố hàm lượng sét cho các khu vực của đối tượng Miocene dưới.

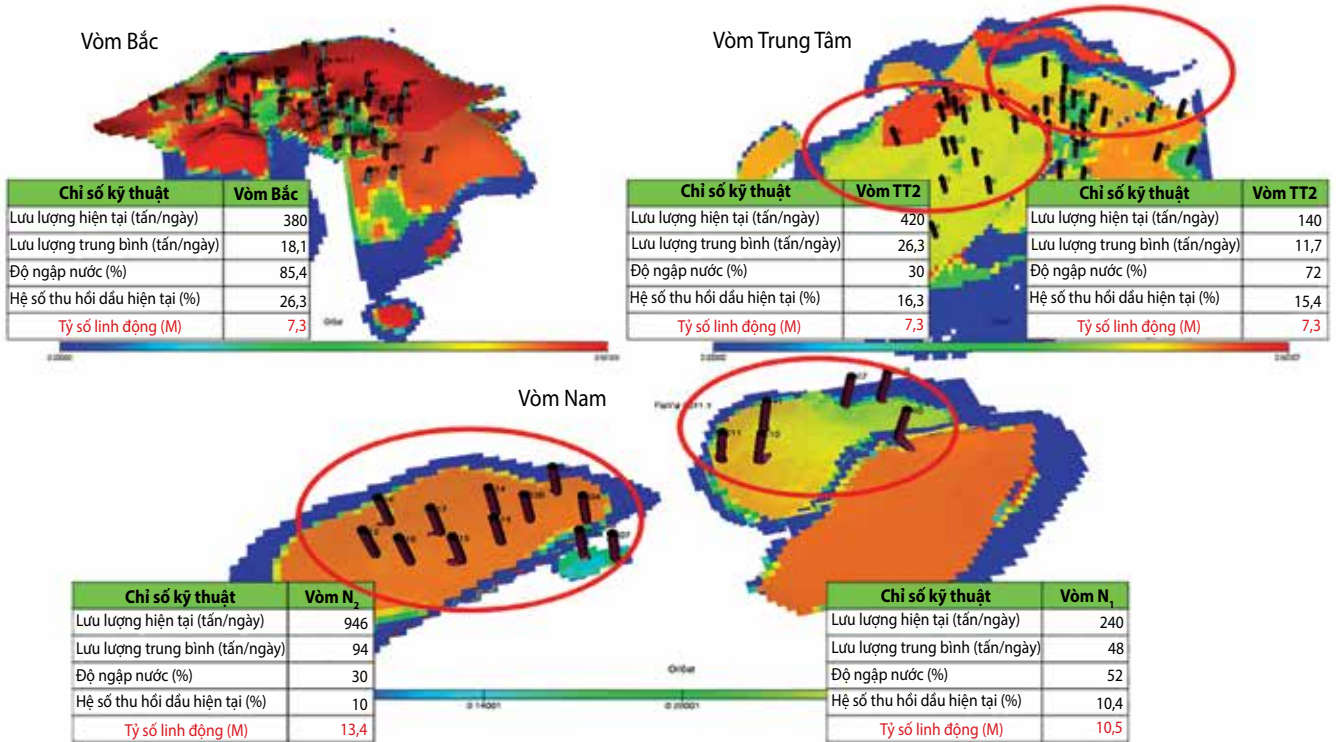
Các nghiên cứu trên thế giới đã chỉ ra, việc áp dụng bơm ép polymer nhằm nâng cao thu hồi dầu có thể được thực hiện với đá chứa có hàm lượng sét tổng < 20% thể tích đá, do đó dựa theo tiêu chí hàm lượng sét tất cả các khu vực tại đối tượng Miocene dưới mỏ Bạch Hổ xem xét đều phù hợp. Ngoài ra, do đặc trưng trầm tích Miocene dưới mỏ Bạch Hổ chủ yếu thành tạo trong môi trường biển, có hàm lượng khoáng vật montmorillonite cao, nên thành phần khoáng vật sét kaolinite (quyết định tính hấp phụ của polymer) có hàm lượng rất thấp (từ 1 - 2%), do đó thành phần thạch học của khu vực là phù hợp để áp dụng giải pháp bơm ép polymer.

2.2. Về tính chất chất lưu và hiện tượng khai thác

Một trong những yếu tố có tính quyết định đối với việc xem xét khả năng bơm ép polymer là tỷ trọng và độ nhớt của dầu vỉa, do bản chất của phương pháp là gia tăng hiệu quả quét từ việc thay đổi tỷ số linh động dầu - nước (chủ yếu là tỷ số độ nhớt của dầu vỉa và nước bơm ép), do đó giải pháp này phù hợp hơn với các vỉa dầu có độ nhớt cao. Kết quả tổng hợp tính chất chất lưu cho thấy, độ nhớt dầu vỉa ở điều kiện ban đầu có sự thay đổi khá lớn giữa các khu vực, trong đó vòm Bắc là 1,047cP, vòm Trung tâm là 1,760cP và vòm Nam là 4,879cP [3]. Tỷ trọng dầu trong điều kiện vỉa thay đổi từ 710 - 814kg/m³, hàm lượng khí hòa tan từ 42,7m³/tấn tại vòm Nam tới 141m³/tấn tại vòm Bắc. Các tính chất thông thường của dầu vỉa như áp suất bão hòa, hệ số thể tích, tỷ trọng dầu tách đều nằm trong giới hạn cho phép áp dụng bơm ép polymer. Nước vỉa Miocene dưới đặc trưng bởi môi trường acid và kiềm yếu; độ khoáng hóa trung bình và thấp, thay đổi từ 3,245 - 10,911g/l ở vòm Bắc đến 13,002 - 17,721g/l ở vòm Trung tâm và đạt tới 27,524 - 30,408g/l ở vòm Nam. Theo hướng từ Bắc tới Nam của mỏ Bạch Hổ độ khoáng hóa nước vỉa tăng dần và loại nước thay đổi từ bicarbonate-sodium sang calcium chloride. Từ kết quả tổng hợp tính chất chất

Bảng 2. Tổng hợp kết quả đánh giá khả năng áp dụng bơm ép polymer

Thông số	Tính chất đã chứa (rỗng/thấm)	Nhiệt độ vỉa (°C)	Hàm lượng sét (%)	Độ nhớt dầu vỉa (cP)	Nồng độ khoáng hóa (mg/l)	Độ ngập nước hiện tại (%)	Lưu lượng dầu hiện tại (tấn/ngày)	Hệ số thu hồi (%)
Vòm Bắc	0,19/120	98	6,99	1,05	3.245 - 10.991	85,4	380	26,3
Vòm Trung tâm	0,2/276	110	8,09	1,76	13.002 - 17.721	52,6	560	14,7
Vòm Nam	0,2/276	95	10,24	4,88	27.524 - 30.408	36,4	1180	9,2



Hình 1. Hiện trạng khai thác của các vòm tại Miocene dưới mỏ Bạch Hổ

lưu cho thấy, ngoại trừ tính chất nước vỉa, vòm Nam là đối tượng tiềm năng và phù hợp nhất cho giải pháp ứng dụng bơm ép polymer nhằm nâng cao hệ số thu hồi dầu.

Về hiện trạng khai thác mỏ, do bản chất của phương pháp nên việc bơm ép polymer cho nâng cao thu hồi dầu chỉ mang lại hiệu quả cao khi áp dụng ngay từ thời gian đầu của quá trình khai thác, việc bơm ép nước mới được áp dụng và mức độ ngập nước trong vỉa chưa cao. Đánh giá về hiện trạng khai thác đối tượng Miocene dưới mỏ Bạch Hổ cho thấy, vòm Bắc đã được đưa vào phát triển từ những năm 1980, mức độ ngập nước hiện đã lên đến 90% và hiện tượng ngập nước diễn ra trên diện rộng, cả khu vực đã đi vào giai đoạn cạn kiệt. Do đó việc xem xét áp dụng bơm ép polymer cho khu vực này là không khả thi và sẽ không mang lại hiệu quả so với các khu vực còn lại. Tính trên tiêu chí các chỉ số công nghệ khai thác, vòm Nam được đánh giá là khu vực phù hợp nhất cho áp dụng bơm ép polymer do đối tượng mới được phát triển từ năm 2012, việc bơm ép nước được triển khai chưa lâu và mức độ ngập nước còn thấp (khoảng 35%).

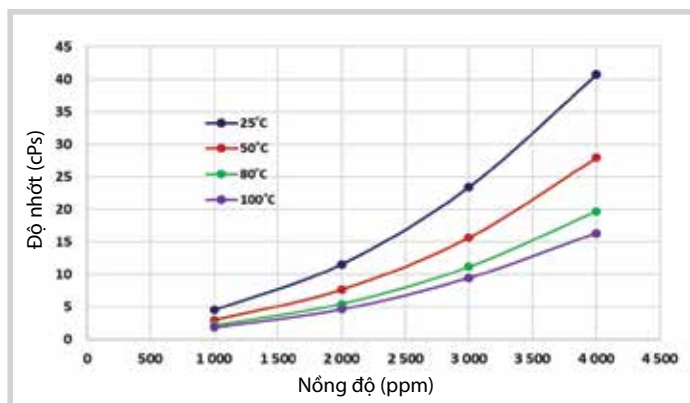
Kết quả tổng hợp các đánh giá về điều kiện mỏ nhằm lựa chọn khu vực phù hợp áp dụng giải pháp bơm ép polymer nhằm nâng cao hệ số thu hồi dầu (Bảng 2), trong đó mức độ phù hợp thay đổi từ tốt đến không phù hợp được thể hiện trên các màu xanh đậm, xanh nhạt và vàng. Tính chất đã chứa và chất lưu không có sự thay đổi lớn theo các tập vỉa. Tầng chứa và khai thác chính tại đối tượng Miocene dưới là 23_2 (46% trữ lượng tại chỗ, 79% quỹ giếng khai thác), do đó đề xuất thử nghiệm bơm ép polymer với tầng chứa Miocene dưới, vòm Nam.

3. Nghiên cứu lựa chọn và đánh giá hiệu quả bơm ép polymer cho đối tượng Miocene dưới mỏ Bạch Hổ

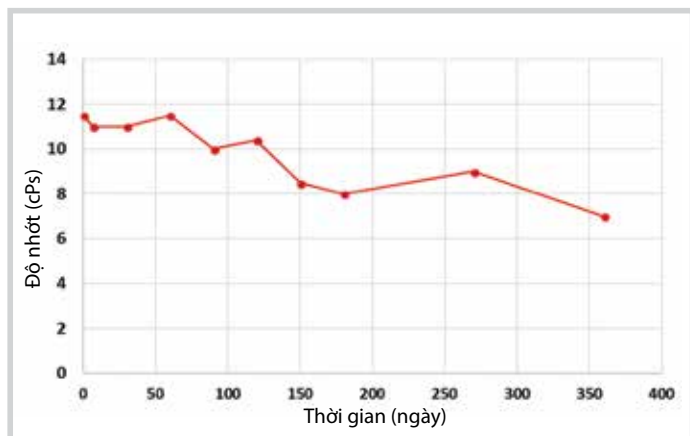
3.1. Lựa chọn hệ polymer phù hợp với điều kiện vỉa đối tượng Miocene dưới của mỏ Bạch Hổ

Các kết quả trong phòng thí nghiệm cho thấy, các polymer sau khi được đánh giá tại điều kiện vỉa, polymer HPAM (partially hydrolysed polyacrylamide) khi thêm các phụ gia bền nhiệt, giảm hấp phụ đất đá vỉa, có thể dùng

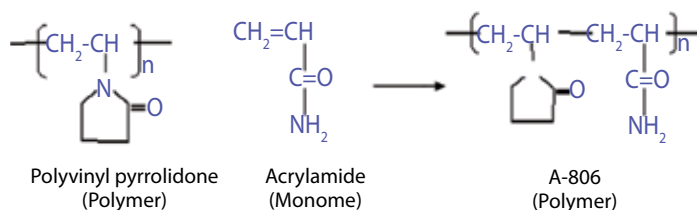
trong công nghệ gia tăng hệ số thu hồi dầu tầng Miocene dưới mỏ Bạch Hổ. Để đánh giá khả năng làm việc của các phụ gia tăng tính bền nhiệt cho polymer, hệ hỗn hợp được pha trong nước biển thêm 5.000ppm ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$). Dung dịch 2.000ppm các chất polymer được thử nhiệt ở 110°C, các chất phụ gia nghiên cứu là các chất Na_2EDTA , dithiocarbamate, EDG với nồng độ được khảo sát từ 0,6 - 1%. Từ kết quả thực nghiệm có thể nhận thấy phụ gia dithiocarbamate tối ưu ở nồng độ 0,9%. Nhằm giảm khả năng hấp phụ của polymer lên bề mặt đá



Hình 2. Biến thiên độ nhớt theo nhiệt độ - hệ polymer HPAM



Hình 3. Biến thiên độ nhớt theo thời gian - hệ polymer HPAM



Hình 4. Cấu trúc phân tử hệ polymer HPAM

sét, nhóm tác giả đã sử dụng thêm phụ gia octanol với nồng độ tối ưu. Độ nhớt dầu vỉa tầng Miocene từ 1,047 - 4,879cP do vậy để áp dụng gia tăng hệ số thu hồi dầu tầng Miocene mỏ Bạch Hổ nhóm tác giả lựa chọn polymer HPAM (partially hydrolysed polyacrylamide) với nồng độ là 2.000ppm để đánh giá thử nghiệm trong điều kiện vỉa trên mô hình vật lý vỉa.

3.2. Thí nghiệm bơm ép polymer qua mẫu lõi

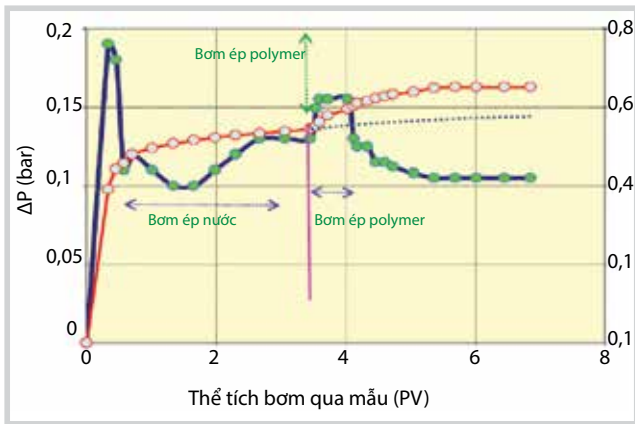
Mẫu lõi cho thí nghiệm được lựa chọn từ các giếng khoan 818, 16 và 817 trong đối tượng trầm tích Miocene, có tính chất thấm chứa đại diện cho khu vực và chất lượng mẫu lõi phù hợp để tiến hành nghiên cứu hệ polymer.

Trong quá trình bơm ép các thông số lưu lượng, áp suất được ghi chép tự động nhằm theo dõi thay đổi tính chất thấm chứa (hệ số tiếp nhận nước, khả năng đẩy dầu). Kết quả thí nghiệm đẩy dầu trên mẫu lõi nhằm xác định mức độ gia tăng hiệu quả đẩy dầu (Bảng 4).

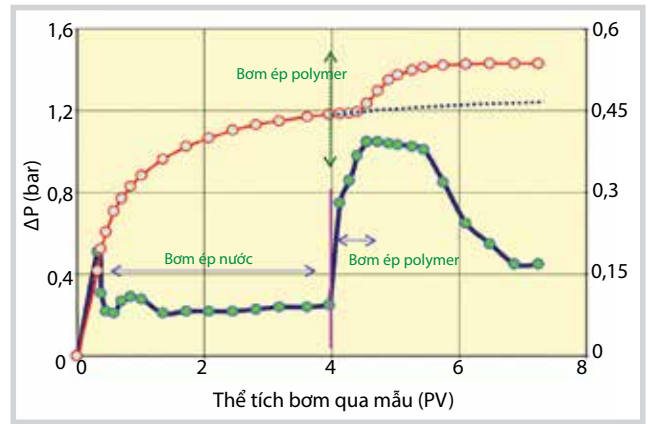
Các kết quả thử nghiệm cho thấy, khi sử dụng tổ hợp chất polymer bơm ép thì lượng dầu thu hồi được ở đầu ra đều cao hơn so với giai đoạn bơm ép nước trước đó. Căn cứ vào đồ thị chênh áp và kết quả phục hồi độ thấm, nhận thấy rằng ngay sau khi bơm polymer, độ chênh áp tăng và giảm dần theo thời gian (độ nhớt giảm dần), đồng thời nước thu được ở đầu ra của hệ cũng giảm xuống sau đó tăng dần. Như vậy, polymer đã làm thay đổi độ nhớt của nước bơm ép và trong quá trình bơm nút bị pha loãng dần dần đến khi độ nhớt bằng độ nhớt của nước bơm ép (toàn bộ dung dịch polymer đã ra được đẩy ra khỏi mẫu lõi) thì chênh áp giữa 2 đầu mẫu về gần với giai đoạn bơm ép nước trước đó. Do có độ nhớt lớn, dòng dung dịch polymer đã làm chậm sự dịch chuyển của pha đẩy và chuyển hướng một phần dòng chảy tới các kênh rỗng trước đó chưa quét tới. Như vậy, hiệu quả gia tăng thu hồi dầu có thể được giải thích, khi thay thế bơm ép nước bằng hệ polymer với nồng độ tối ưu đã giúp

Bảng 3. Các thông số mẫu lõi tầng Miocene thử nghiệm mô hình vỉa

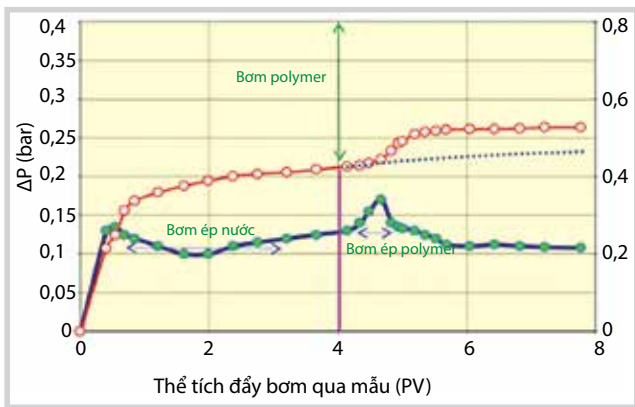
Số hiệu mẫu	Chiều dài (cm)	Đường kính (cm)	Thể tích rỗng (cm ³)	Độ rỗng (%)	Độ thấm khí (mD)
BH-16	19,55	5,02	79,71	17,5	162
BH-818.5-5	19,43	5,04	74,03	17,2	115
BH-817	19,21	5,02	71,54	19,3	317
BH-818.3-1	19,86	5,02	86,64	20,8	422



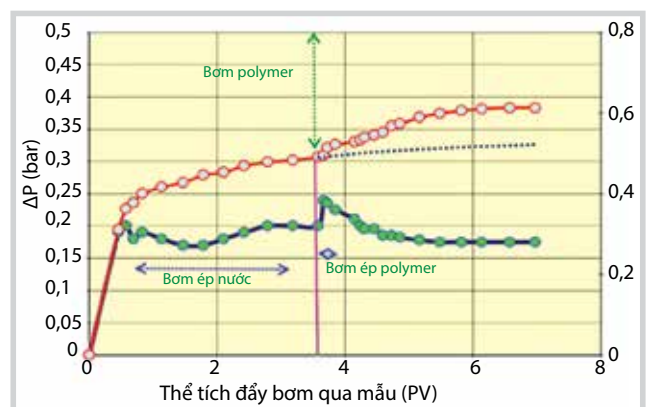
a) Tổ hợp polymer - 01 (giếng BH-818.3-1)



b) Tổ hợp polymer - 02 (giếng BH-818.5-5)



c) Tổ hợp polymer - 03 (giếng BH-16)



d) Tổ hợp polymer - 04 (giếng BH-817)

Hình 5. Động thái đẩy dầu bằng nước trước và sau khi bơm

Bảng 4. Kết quả gia tăng hiệu quả đẩy dầu trên mẫu lõi

Mẫu lõi	Gia tăng hiệu quả đẩy dầu (%)
BH-16	7,1
BH-818.3-1	7,7
BH-817	8,9
BH-818.5-5	10,6

tăng độ nhớt của pha đẩy, qua đó cải thiện hệ số quét dầu. Với cùng một chế độ bơm (mô phỏng áp suất, lưu lượng bơm trong thực tế), cùng nồng độ polymer, các kết quả thu được là khác nhau đối với mỗi mẫu lõi trong cùng điều kiện thí nghiệm.

Hệ số đẩy dầu gia tăng trên mô hình với các mẫu lõi có độ thấm khác nhau trong khoảng 7,1 - 10,6%. Thời gian xuất hiện dầu sau khi bơm polymer và đẩy tiếp bằng nước nằm trong khoảng 0,1 - 0,5 Vpore. Điều này cho thấy trong thí nghiệm lượng dầu thu hồi thêm xuất hiện ngay sau khi bơm tổ hợp polymer và thời gian thu hồi dầu khá ngắn. Tuy nhiên, trong thực tế thời gian xuất hiện dầu tăng thu hồi có thể lâu hơn rất nhiều, phụ thuộc vào hướng vận động của dầu nước, mức độ liên thông giữa các giếng bơm ép với giếng khai thác.

3.3. Thiết lập mô hình mô phỏng bơm ép polymer cho đối tượng Miocene dưới mỏ Bạch Hổ và đánh giá hiệu quả

Dựa trên kết quả phân tích đặc điểm địa chất, tính chất đá chứa-chất lưu cũng như hiện trạng khai thác mỏ, khu vực được xem xét đưa vào dự báo bơm ép polymer là vòm Nam. Để đánh giá hiệu quả lượng dầu gia tăng và dự báo khai thác các phương án bơm ép polymer, phương án độ nhạy mô phỏng khai thác giả định:

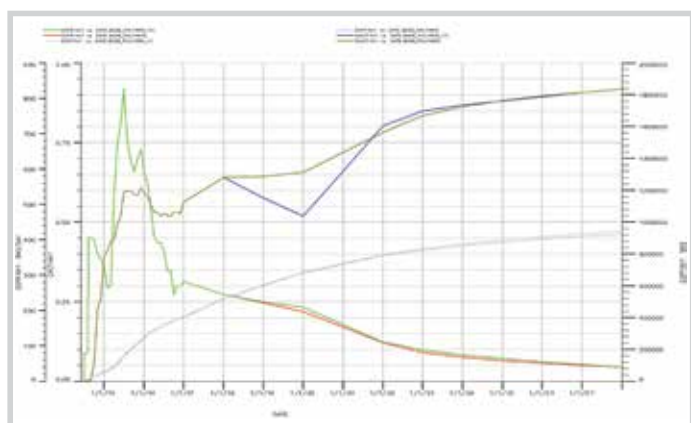
- Thời điểm bơm ép: Tháng 1/2018, kế tiếp bơm ép nước trước đó với lưu lượng 400m³/ngày.
- Nồng độ polymer: Các nồng độ polymer khác nhau được lựa chọn với mức độ thay đổi từ 1.000 - 9.000ppm, đưa vào mô hình nhằm lựa chọn nồng độ polymer tối ưu. Kết quả mô phỏng chỉ ra nồng độ polymer tối ưu là 2.000ppm.
- Thời gian bơm ép là tổng thời gian tiến hành bơm ép polymer (6 tháng, 1 năm hoặc 2 năm). Thời gian bơm ép polymer được lựa chọn là 1 năm.

Từ các kết quả thí nghiệm trên mô hình dòng chảy đa pha ở các điều kiện vỉa, có thể kết luận rằng tổ hợp polymer với các chất phụ gia với nồng độ tối ưu đã được

lựa chọn, có thể gia tăng hệ số thu hồi dầu từ 7,1 - 10,6%. Kết quả dự báo khai thác gia tăng trên mô hình thủy động lực từ 2 - 3%. Do vậy tổ hợp chất polymer này có thể áp dụng thực tế bơm ép nhằm gia tăng hệ số thu hồi dầu vỉa cát kết tầng Miocene dưới của mỏ Bạch Hổ.

4. Nghiên cứu phương án thiết bị và kế hoạch thử nghiệm bơm ép polymer ngoài hiện trường mỏ

Do hạn chế về mặt không gian và điều kiện thời tiết ngoài hiện trường mỏ, để thực hiện bơm ép polymer cần có phương án và kế hoạch triển khai phù hợp. Với đặc tính phân tán của polymer, việc thực hiện chế độ bơm nút polymer đậm đặc sẽ không khả thi do kéo dài thời gian thử nghiệm và giảm hiệu



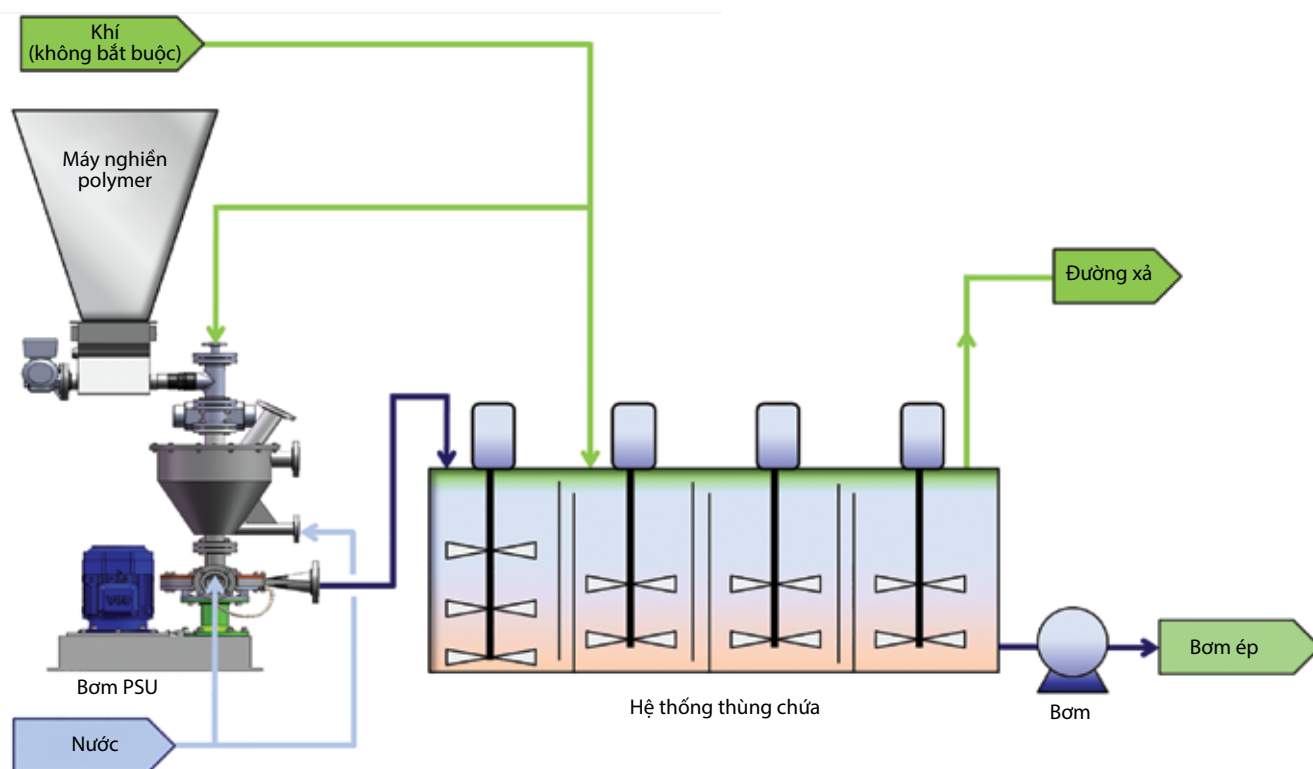
Hình 6. Hiệu quả bơm ép polymer trên mô hình mô phỏng khai thác cho cụm giếng số 1 vòm Nam, Miocene dưới, Bạch Hổ

quả của nút polymer do khả năng tiếp nhận của giếng bơm ép giảm, dẫn đến rủi ro cho hiệu quả kinh tế của dự án. Như vậy, để có được dung dịch polymer với chất lượng ổn định và khả năng cung cấp kịp thời cần có thiết bị chuẩn bị đáp ứng được tất cả các tiêu chí. Ngoài ra, thiết bị này cần đáp ứng thêm các yêu cầu khả năng làm việc và kết nối với hệ thống thiết bị sẵn có. Một thông số quan trọng là chất lượng của nước để chuẩn bị polymer dạng dung dịch cần đảm bảo các điều kiện tương thích và không làm giảm chất lượng của polymer. Thiết bị hỗ trợ thử nghiệm polymer cần có các bộ phận chính như sau:

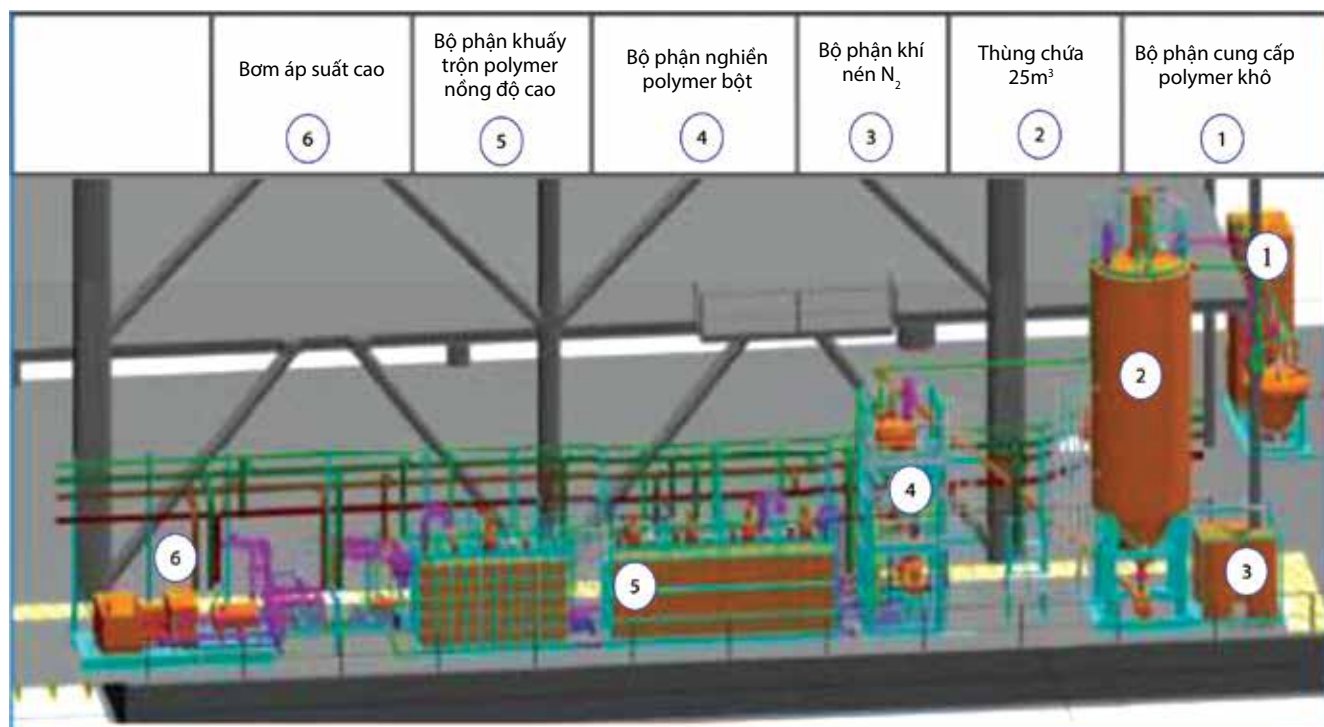
- Bộ phận nghiền polymer.
- Bộ phận phân tán polymer từ dạng bột sang dạng dung dịch đậm đặc.
- Bộ phận bơm đẩy dung dịch polymer đậm đặc vào hệ thống kết nối bơm ép.
- Bộ phận phân tán polymer đậm đặc xuống dung dịch có nồng độ làm việc tối ưu.

Trên cơ sở đánh giá các yếu tố kỹ thuật công nghệ, nhóm tác giả đề xuất triển khai bơm ép thử nghiệm hệ polymer theo 1 trong 2 phương án:

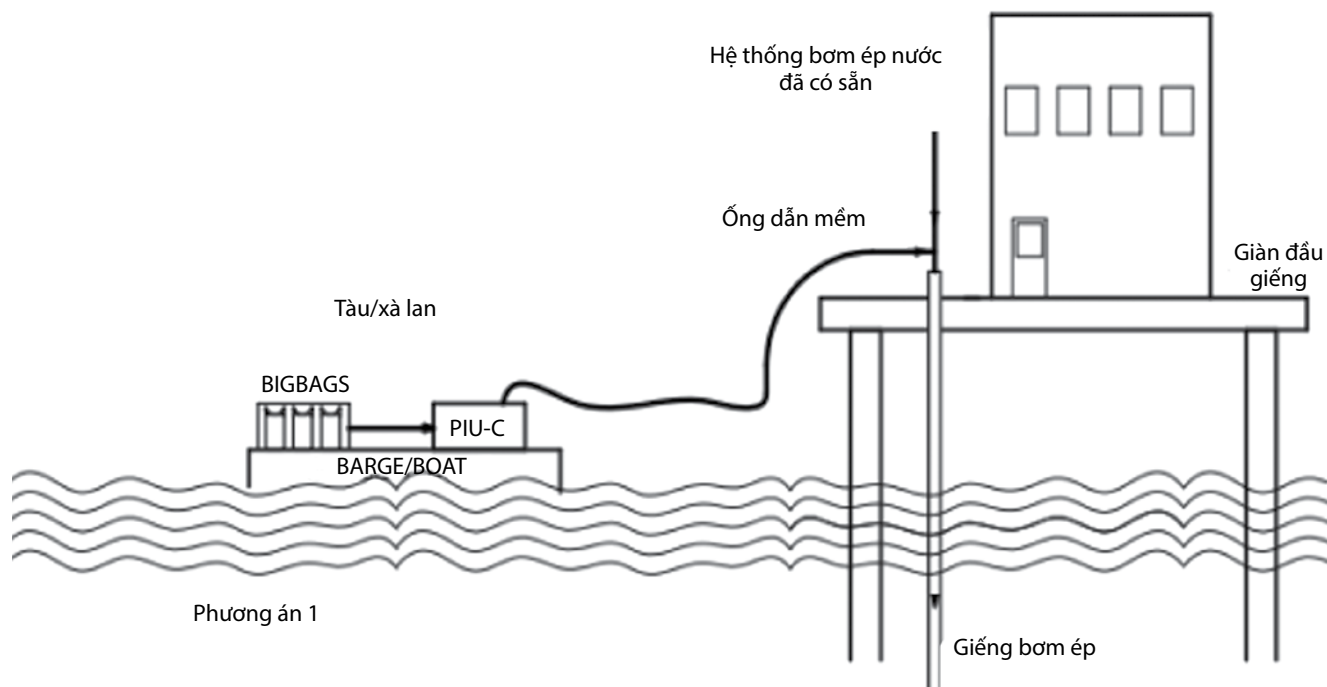
- Phương án 1: Lắp đặt hệ thống thiết bị pha khuấy và bơm ép trực tiếp ngoài biển (trên giàn hoặc trên tàu).



Hình 7. Sơ đồ nguyên lý làm việc của hệ thống khuấy trộn polymer



Hình 8. Thiết kế và vị trí dự kiến bố trí của hệ thống hỗ trợ thử nghiệm polymer lắp đặt trên giàn



Hình 9. Sơ đồ bố trí thiết bị cho phương án 1

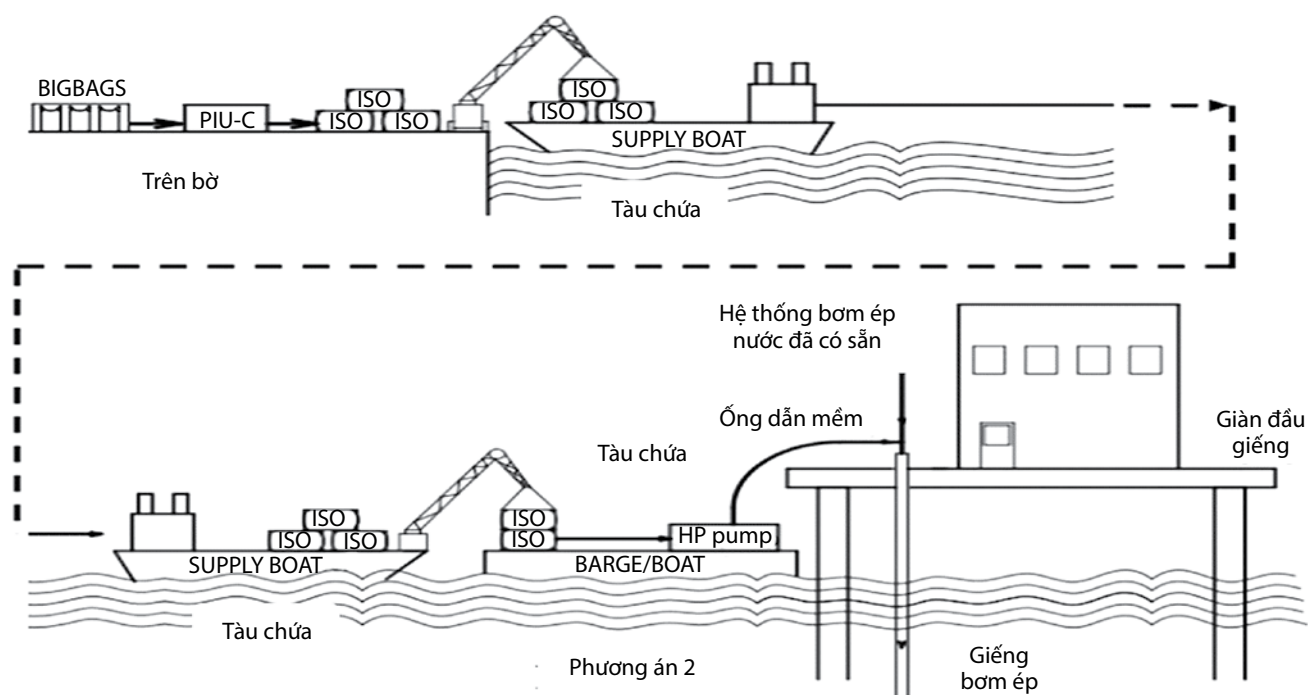
- Phương án 2: Lắp đặt hệ thống pha khuấy trong bờ và vận chuyển hệ chất lưu bơm ép ra giàn.

4.1. Quy trình công nghệ phương án 1

- Hệ thống phối trộn, polymer bột, máy bơm cao áp được lắp đặt trực tiếp tại giàn hoặc trên tàu (nếu giàn không đủ khả năng chứa toàn bộ thiết bị).

- Việc pha trộn polymer và bơm ép được thực hiện trên tàu, hoặc trên giàn. Tàu phải được đặt tại khu vực bơm ép trong suốt thời gian bơm ép.

- Chương trình bơm ép thử nghiệm được thực hiện tuần tự cho từng giếng. Tàu và hệ thống thiết bị sẽ di chuyển đến vị trí giàn/giếng mới sau khi kết thúc bơm ép tại 1 giếng.



Hình 10. Sơ đồ bố trí thiết bị cho phương án 2

4.2. Quy trình công nghệ phương án 2

- Hệ thống phối trộn polymer được lắp đặt trên bờ. Công việc chuẩn bị hệ polymer được thực hiện trên bờ với nồng độ polymer đậm đặc khoảng 10.000 - 15.000ppm.

- Hỗn hợp polymer được chứa trong các bồn kín (iso-tanks) và vận chuyển ra ngoài biển bằng tàu vận chuyển hàng ngày.

- Hệ thống thiết bị trên giàn gồm: thiết bị phối trộn (static mixer) để pha loãng hỗn hợp polymer từ 10.000 - 15.000ppm xuống còn 2.000 - 3.000ppm, các đường ống mềm và bơm cao áp để kết nối giữa thùng chứa polymer đậm đặc và đường ống nước bơm ép (~200atm) trước khi đi qua thiết bị phối trộn (static mixer) và đến đầu giếng bơm ép.

- Trong trường hợp giàn không đủ khả năng chứa hệ thống thiết bị cũng như hỗn hợp polymer đậm đặc (dự kiến lưu lượng bơm 200 - 400m³/ngày), bắt buộc phải bố trí 1 tàu hỗ trợ hàng ngày để lắp thiết bị phối trộn và chứa hỗn hợp polymer.

- Có thể tiến hành bơm ép tại nhiều giếng trong cùng thời điểm với điều kiện có thể đáp ứng các yêu cầu về tàu vận chuyển, bồn chứa, thiết bị bơm ép...

4.3. Ưu nhược điểm của các phương án thử nghiệm

Việc thực hiện bơm ép theo phương án thiết bị đặt ngoài biển có ưu điểm sẽ giảm số lượt tàu vận chuyển

hóa phẩm; vật tư tập trung tại 1 địa điểm, thuận lợi cho công tác thử nghiệm, tiết kiệm chi phí vận chuyển. Tuy nhiên, phương án này cũng gặp khó khăn do việc lắp đặt thiết bị thử nghiệm ngoài biển bị giới hạn không gian, ảnh hưởng đến các hoạt động phụ trợ khai thác khác. Bên cạnh đó, nếu đặt trên tàu thì hệ thiết bị đó phải nằm lại khu vực thử nghiệm trong suốt quá trình và được cung cấp hệ thống điện năng, có bộ phận kết nối giữa hệ hỗ trợ thử nghiệm polymer vào hệ thống bơm ép sẵn có.

Phương án thử nghiệm thiết bị được lắp đặt cả 2 nơi có hạn chế là cần có hệ thống bơm, cấu đặc biệt là số lượng lớn thùng chứa để vận chuyển dung dịch polymer ra hiện trường.

Như vậy, để có kế hoạch áp dụng EOR dài hạn, cần có 1 hệ thống hỗ trợ thử nghiệm đảm bảo các yêu cầu làm việc và hiệu quả kinh tế của dự án. Thiết bị có thể thiết kế trong các thùng chứa chuyên dụng hoặc lắp đặt trực tiếp trên các giàn khai thác dầu khí và được kết nối với hệ thống bơm ép nhằm đáp ứng yêu cầu về không gian và diện tích.

5. Kết luận

Kết quả đánh giá đặc điểm đá chứa, chất lưu và hiện trạng khai thác đối tượng Miocene dưới mỏ Bạch Hổ cho thấy có thể áp dụng giải pháp bơm ép polymer để nâng cao hệ số thu hồi dầu. Thử nghiệm bơm ép hệ polymer

trên mẫu lõi cho đối tượng trầm tích Miocene dưới với các thông số mô hình dòng chảy đa pha ở điều kiện vỉa cho kết quả gia tăng thu hồi trên mẫu lõi từ 7,1 - 10,6%.

Hai phương án dự kiến áp dụng, triển khai được xây dựng phù hợp với hiện trạng thiết bị sẵn có tại khu vực thử nghiệm và đảm bảo hiệu quả kinh tế của dự án cho thấy tính khả thi khi triển khai thử nghiệm bơm ép polymer nhằm nâng cao hệ số thu hồi dầu cho mỏ.

Tài liệu tham khảo

1. Nguyễn Hữu Trung và nnk. *Nghiên cứu khả năng ứng dụng phức hệ polymer để bơm ép trong móng nứt nẻ tại các giếng khoan ở thềm lục địa Việt Nam nhằm nâng cao hệ số thu hồi dầu khí*. Viện Dầu khí Việt Nam. 1996.
2. Vietsovpetro. *Sơ đồ công nghệ hiệu chỉnh khai thác mỏ Bạch Hổ*. 2013.
3. K.S.Sorbie. *Polymer - Improved oil recovery*. 2000.

APPLICABILITY ASSESSMENT AND ESTABLISHMENT OF POLYMER FLOODING PILOT PLAN FOR LOWER MIOCENE RESERVOIRS OF BACH HO FIELD TO ENHANCE OIL RECOVERY

Pham Truong Giang¹, Tran Dinh Kien², Hoang Linh¹, Dinh Duc Huy¹
Tran Xuan Quy¹, Phan Vu Anh¹, Pham Chi Duc¹, Le The Hung¹
Pham Van Tu¹, Tran Dang Tu¹, Vuong Viet Nga¹, Luu Dinh Tung¹

¹Vietnam Petroleum Institute

²Hanoi University of Mining and Geology

Email: giangptr@vpi.pvn.vn

Summary

The paper introduces the applicability of polymer flooding for Lower Miocene reservoirs of Bach Ho field and evaluates factors influencing the polymer flooding process. The authors also presents some results of polymer flooding experiment on core samples with multi-phase flow profile at reservoir conditions. The increment of oil recovery factor is estimated in the range of 7.1% to 10.6% in comparison with water flooding. Schemes for pilot plans at the field are also proposed.

Key words: Enhanced oil recovery, polymer flooding, sandstone, Lower Miocene, Bach Ho field.