

# NGHIÊN CỨU VÀ PHÁT TRIỂN CÁC CÔNG NGHỆ NÂNG CAO HỆ SỐ THU HỒI DẦU CỦA LIÊN DOANH VIỆT - NGA "VIETSOVPETRO"

**Lê Việt Hải, Nguyễn Văn Út, Nguyễn Thế Dũng, Trần Đức Lân**  
 Liên doanh Việt - Nga "Vietsovpetro"  
 Email: thedung.pt@vietsov.com.vn

## Tóm tắt

**Sản lượng khai thác mỏ Bạch Hổ và Rồng đang ở giai đoạn suy giảm sản lượng với độ ngập nước tăng cao. Mặc dù đã đưa các khu vực mỏ mới phát hiện như Nam Rồng - Đồi Mồi, Gấu Trắng và Thỏ Trắng vào khai thác cũng như đã áp dụng các giải pháp địa - kỹ thuật (GTM) nhưng sản lượng khai thác dầu của Liên doanh Việt - Nga "Vietsovpetro" đang tiếp tục suy giảm.**

**Theo các sơ đồ phát triển được phê duyệt, trữ lượng thu hồi dầu còn lại trong vỉa sau khi kết thúc giai đoạn thiết kế khai thác từ mỏ Bạch Hổ, Rồng, Nam Rồng - Đồi Mồi, Gấu Trắng và Thỏ Trắng ước đạt trên 55 triệu tấn. Trong thời gian tới, Vietsovpetro có kế hoạch triển khai chương trình nghiên cứu, áp dụng các giải pháp nâng cao hệ số thu hồi dầu cho các đối tượng khai thác chính với sự tư vấn của các đơn vị có uy tín trên thế giới trong lĩnh vực này nhằm đảm bảo khả năng thành công cao của dự án và tận khai thác hiệu quả nhất các thân dầu.**

**Bài báo phân tích hiện trạng khai thác và tình hình áp dụng các giải pháp thu hồi dầu tăng cường tại Vietsovpetro; mô hình cơ - hóa khí bơm dung dịch chất hoạt động bề mặt kiểm - polymer, bơm kết hợp, bơm khí thấp áp. Nhóm tác giả đã sử dụng phương pháp tiếp cận chọn lọc để xác định phương pháp thu hồi dầu tăng cường có tiềm năng nhất.**

**Từ khóa:** Nâng cao hệ số thu hồi dầu, bơm ép nước, bơm ép luân phiên khí - nước, Miocene dưới, mỏ Bạch Hổ.

## 1. Giới thiệu

Các đối tượng khai thác chính của mỏ Bạch Hổ (gồm thân dầu móng, Oligocene dưới, Miocene dưới) sau 30 năm khai thác đã vào giai đoạn suy giảm sản lượng, độ ngập nước tăng cao. Ở khu vực mỏ Rồng, đối tượng quan trọng nhất là thân dầu móng khu vực Đông Nam cũng đang trong giai đoạn sản lượng dầu suy giảm mạnh, độ ngập nước lên đến 80%. Sản lượng khai thác dầu từ mỏ Bạch Hổ và Rồng đóng góp chủ yếu cho sản lượng khai thác chung của Vietsovpetro. Trong thời gian qua, mặc dù Vietsovpetro đã đưa các mỏ mới (như Nam Rồng - Đồi Mồi, Gấu Trắng và Thỏ Trắng) vào khai thác và áp dụng các giải pháp nâng cao hiệu quả khai thác các đối tượng (tối ưu hóa chế độ khai thác, bơm ép nước, sửa giếng, xử lý vùng cận đáy giếng, khoan đan dày, chuyển tầng...) nhưng sản lượng dầu khai thác vẫn tiếp tục suy giảm.

Trên thế giới, các giải pháp công nghệ mới tác động lên vỉa nhằm duy trì và nâng cao sản lượng khai thác dầu và khí cho các mỏ dầu khí ngày càng được áp dụng rộng rãi. Kinh nghiệm áp dụng nâng cao hệ số thu hồi dầu bằng phương pháp bơm ép khí nước luân phiên cho đối tượng Miocene dưới mỏ Rạng Đông (JVPC) bước đầu cho thấy kết quả tích cực.

Mặt khác, chi phí cho công tác thăm dò thăm lượng các cấu tạo mới tăng cao, tỷ lệ thành công thấp; các cấu tạo mới được Vietsovpetro phát hiện trong thời gian gần

đây chủ yếu là các cấu tạo nhỏ, cận biên, việc đưa vào khai thác gặp nhiều khó khăn do giá dầu duy trì ở mức thấp.

Trên cơ sở các tài liệu thiết kế được phê duyệt cho các mỏ cho thấy trữ lượng dầu có thể thu hồi còn lại cấp 2P tính đến ngày 1/1/2017 từ các mỏ thuộc Vietsovpetro đạt trên 55 triệu tấn, trong đó chủ yếu tập trung ở mỏ Bạch Hổ và mỏ Rồng. Điều này cho thấy tiềm năng áp dụng các giải pháp nâng cao hệ số thu hồi dầu nhằm nâng cao hiệu quả tận thu hồi trữ lượng ở các mỏ này rất lớn.

Nhiệm vụ quan trọng đối với Vietsovpetro là nghiên cứu và áp dụng các giải pháp nâng cao hệ số thu hồi dầu, khai thác tối đa mạng lưới các công trình, hệ thống công nghệ hiện có nhằm ngăn chặn đà suy giảm sản lượng trong thời gian tới. Nghị quyết của Hội đồng lần thứ 43 đã giao cho Vietsovpetro lập chương trình tổng thể nghiên cứu và áp dụng các giải pháp nâng cao hệ số thu hồi dầu cho các đối tượng khai thác.

## 2. Kết quả nghiên cứu và triển khai áp dụng các giải pháp nâng cao hệ số thu hồi dầu các đối tượng thuộc Vietsovpetro

Vietsovpetro đã phối hợp với các đơn vị triển khai nghiên cứu, lựa chọn các khu vực, đối tượng phù hợp để thử nghiệm các giải pháp nâng cao hệ số thu hồi dầu trên các khu vực mỏ.

## 2.1. Bơm ép phức hợp vi sinh hóa lý

Cơ chế tác động lên vỉa của phức hợp vi sinh hóa lý gồm: gia tăng hệ số quét bởi dung dịch có độ nhớt cao làm cân bằng bề mặt đẩy dầu bằng nước, giảm hiện tượng tạo các lười nước trong quá trình bơm ép. Ngoài ra, dung dịch phức hợp vi sinh hóa lý (PHVSHL) còn tác động lên vỉa như chất hoạt động bề mặt, làm giảm sức căng bề mặt của tiếp xúc dầu nước, làm tăng khả năng linh động của dầu, góp phần nâng cao hiệu quả đẩy dầu.

Để chuẩn bị cho quá trình nghiên cứu, Vietsovpetro đã tiến hành các thí nghiệm về sự thay đổi tính chất (độ nhớt, sức căng bề mặt...) phụ thuộc vào nhiệt độ nhằm đánh giá hiệu quả tác động của dung dịch trong điều kiện vỉa; thí nghiệm đẩy dầu trên mẫu lõi được thực hiện với dung dịch phức hợp vi sinh hóa lý ở các nồng độ khác nhau (Hình 1).

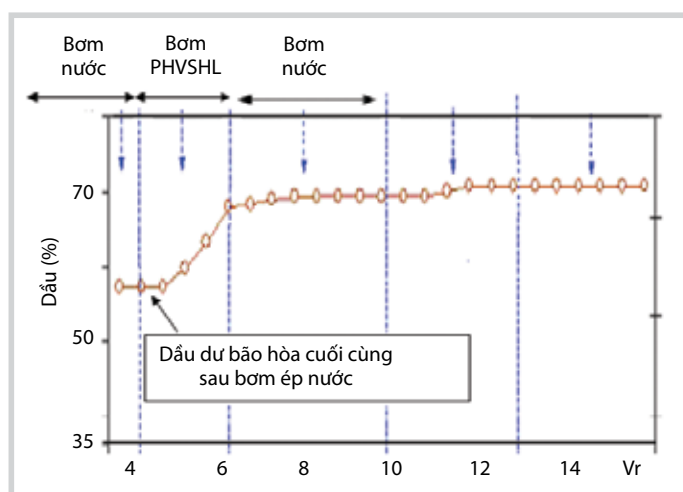
Các kết quả thí nghiệm này đã được sử dụng nhằm tính toán, đánh giá các chế độ bơm ép, thời gian, khu vực áp dụng trên mô hình khai thác nhằm lựa chọn phương án bơm ép tối ưu nhất về mặt kỹ thuật và hiệu quả kinh tế, lập luận chứng kinh tế kỹ thuật trước khi áp dụng thử nghiệm trên thực địa.

Phương pháp này đã được áp dụng cho các đối tượng Miocene dưới (năm 2006, 2009), Oligocene trên (năm 2012) và Oligocene dưới (năm 2014). Kết quả tính toán cho thấy tổng lượng dầu tăng thêm sau khi áp dụng phương pháp phức hợp vi sinh hóa lý cho cả 4 đối tượng đạt 14 nghìn tấn dầu [1].

## 2.2. Bơm ép chất hoạt động bề mặt

Chất hoạt động bề mặt giúp giảm sức căng bề mặt giữa pha dầu và nước, làm cho dầu trở nên linh động hơn, dễ tham gia vào quá trình chuyển động và nâng cao hiệu quả quá trình đẩy dầu bằng bơm ép. Ngoài ra, trong chất hoạt động bề mặt còn bổ sung polymer với mục đích làm thay đổi độ nhớt của dung dịch, gia tăng hệ số quét của quá trình bơm ép.

Trước khi đưa vào áp dụng tại mỏ, Vietsovpetro đã tiến hành các nghiên cứu chi tiết trong điều kiện phòng thí nghiệm; nghiên cứu hệ số đẩy dầu trên mẫu lõi; nghiên cứu sự thay đổi của tính chất dung dịch phụ thuộc vào nhiệt độ theo thời gian; đánh giá hiệu quả các phương án bơm ép chất hoạt động bề mặt với thời gian, thể tích, chế độ... khác nhau nhằm lựa chọn được phương án hiệu quả nhất dựa trên mô hình khai thác.



Hình 1. Đánh giá hệ số đẩy dầu khi bơm ép phức hợp vi sinh hóa lý trên mẫu lõi

Vietsovpetro đã phối hợp cùng Viện Khoa học Vật liệu Ứng dụng Việt Nam áp dụng thử nghiệm phương pháp này ở đối tượng móng khu vực Đông Nam mỏ Rồng vào năm 2012. Kết quả đánh giá sơ bộ dựa trên quá trình theo dõi các giếng khai thác xung quanh sau khi tiến hành bơm ép 2 năm cho thấy sản lượng dầu tăng thêm 11 nghìn tấn [2].

Ngoài các phương pháp trên, Vietsovpetro đã kết hợp cùng Viện Nghiên cứu Hạt nhân Đà Lạt nghiên cứu khả năng áp dụng phương pháp bơm ép dung dịch polymer chiếu xạ, áp dụng cho các đối tượng trầm tích. Phương pháp này mới chỉ dừng lại ở mức nghiên cứu trong điều kiện phòng thí nghiệm mà chưa tiến hành áp dụng thử nghiệm trên mỏ [3].

Có thể thấy rằng, Vietsovpetro đã tích cực nghiên cứu và áp dụng các giải pháp nâng cao hệ số thu hồi dầu cho các đối tượng mỏ, tuy nhiên quy mô áp dụng còn mang tính cục bộ, nhỏ lẻ; mức độ nghiên cứu chưa đầy đủ; thể tích dung dịch hóa phẩm được bơm rất nhỏ so với thể tích lỗ rỗng tại khu vực thử nghiệm; quy trình nghiên cứu đánh giá hiệu quả chưa được nghiên cứu đầy đủ. Kết quả đánh giá sơ bộ cho thấy các thử nghiệm này bước đầu mang lại hiệu quả thể hiện qua kết quả theo dõi động thái khai thác các giếng khai thác xung quanh, tuy nhiên chế độ khai thác của những giếng được theo dõi không được giữ ổn định; các chỉ số công nghệ của giếng khai thác thay đổi không đáng kể sau khi bơm ép, việc đánh giá hiệu quả tương đối khó khăn và bị chi phối đáng kể bởi sai số trong quá trình đo đạc dẫn đến khó khăn trong việc đánh giá mức độ hiệu quả của các phương pháp này cũng như các đề xuất về khả năng tiếp tục áp dụng các phương pháp này trong tương lai.

Bên cạnh đó, việc triển khai nghiên cứu áp dụng các giải pháp nâng cao hệ số thu hồi dầu sẽ đối mặt với khó khăn như: đặc trưng địa chất phức tạp của đối tượng nghiên cứu; xác định phân bố trữ lượng dầu còn lại trong vỉa; độ tin cậy của kết

quả tính toán trên mô hình mô phỏng; chi phí đầu tư cho thiết bị, hóa phẩm rất lớn.

Trên cơ sở thực trạng nghiên cứu và áp dụng các giải pháp nâng cao hệ số thu hồi dầu trong giai đoạn vừa qua và nhằm giảm thiểu rủi ro, đảm bảo khả năng thành công cao khi nghiên cứu và áp dụng các giải pháp này, Vietsovpetro đã hoàn thiện chương trình tổng thể áp dụng các giải pháp nâng cao hệ số thu hồi dầu; kết hợp cùng các nhà thầu có uy tín và giàu kinh nghiệm trong lĩnh vực EOR tiếp cận các phương pháp mới cũng như xem xét nghiên cứu lựa chọn sơ bộ các phương pháp như: mechanistic modeling of Alkaline Surfactant Polymer Flooding, hybrid process, Low Tension Gas Flooding...

### **3. Chương trình tổng thể nghiên cứu áp dụng các giải pháp nâng cao hệ số thu hồi dầu cho các đối tượng khai thác**

Vietsovpetro đã xây dựng chương trình tổng thể nghiên cứu và áp dụng các giải pháp nâng cao hệ số thu hồi dầu cho 11 đối tượng khai thác chính của mỏ Bạch Hổ và Rồng để triển khai trong giai đoạn 2014 - 2020.

#### **3.1. Phân tích đặc trưng địa chất và khai thác**

Kết quả phân tích đặc trưng địa chất, trạng thái khai thác các mỏ có ý nghĩa quan trọng trong việc đánh giá khả năng nghiên cứu áp dụng bổ sung các giải pháp tối ưu khai thác, áp dụng các giải pháp địa chất kỹ thuật và nâng cao hệ số thu hồi dầu. Trong giai đoạn này, Vietsovpetro sẽ tiến hành chính xác hóa trữ lượng còn lại, xây dựng các bản đồ phân bố trữ lượng dầu thu hồi còn lại, trữ lượng dầu linh động; phân tích tình trạng khai thác, động thái ngập nước, năng lượng của vỉa và từng giếng cụ thể. Tiến hành phân chia các đối tượng nghiên cứu thành nhiều khu vực khai thác dựa trên các ranh giới địa chất (biến dạng thạch học, ranh giới thân dầu, đứt gãy kiến tạo...) hoặc phân bố tương đối của mạng lưới các giếng khai thác và bơm ép.

#### **3.2. Lập chương trình áp dụng các giải pháp địa chất kỹ thuật**

Trên cơ sở kết quả phân tích đặc trưng địa chất khai thác của các khối/đối tượng, tiến hành phân tích đánh giá khả năng áp dụng các giải pháp tối ưu khai thác, điều chỉnh nhằm lựa chọn chế độ bơm ép nước tối ưu, xem xét khả năng khoan đan dày. Tận dụng tối đa quỹ giếng khoan khai thác hiện tại bằng cách cắt thân các giếng dùng khai thác, chuyển các giếng đã ngập nước hoặc không còn làm việc ở các đối tượng bên dưới lên các đối tượng phía

trên. Xem xét khả năng áp dụng các giải pháp tăng cường khai thác như nứt vỉa thủy lực, xử lý acid... Tính đến nay, Vietsovpetro đã tiến hành các biện pháp địa - kỹ thuật cho từng đối tượng mỏ Lô 09-1 cụ thể như sau:

- Đối tượng Miocene dưới ngoài các giếng được khoan trực tiếp vào đối tượng này còn có một số giếng được chuyển lên từ các tầng dưới (móng, Oligocene dưới và Oligocene trên). Vì đây là đối tượng khai thác trên cùng cho nên các biện pháp chính là khoan cắt thân hai hoặc bốn bổ sung những khoảng vỉa có tiềm năng.

- Đối tượng Oligocene trên có cấu trúc dạng thấu kính và độ bất đồng nhất cao cộng với chiều dày các thân cát mỏng vì thế các biện pháp địa - kỹ thuật chính cho đối tượng này là tận thu khi các giếng đã dùng khai thác ở các đối tượng dưới (móng và Oligocene dưới). Ngoài ra, Vietsovpetro cũng đã xem xét các biện pháp nứt vỉa thủy lực nhằm tăng độ thấm cho vỉa.

- Đối tượng Oligocene dưới là đối tượng khai thác chính sau móng và Miocene tuy nhiên vì tính chất vỉa khá phức tạp, độ bất đồng nhất cao nên các giếng cho lưu lượng khai thác cũng như hệ số suy giảm khác nhau. Các giải pháp địa - kỹ thuật chính cho đối tượng này là cắt thân hai và khoan đan dày các lô II và III.

- Đối tượng móng là đối tượng khai thác dưới cùng và có cấu trúc rất phức tạp khó dự báo độ ngập nước nên Vietsovpetro đã xem xét các giải pháp như khoan cắt thân hai và xem xét chuyển lên khai thác phần cho các giếng dùng khai thác do độ ngập nước cao.

Sau khi tiến hành nghiên cứu các giải pháp trên, các khu vực còn tiềm năng có thể nâng cao hệ số thu hồi dầu được song không có khả năng áp dụng các giải pháp địa chất kỹ thuật sẽ được ưu tiên nghiên cứu áp dụng các giải pháp nâng cao hệ số thu hồi dầu.

#### **3.3. Triển khai chương trình nghiên cứu lựa chọn và áp dụng các giải pháp nâng cao hệ số thu hồi dầu (thực hiện với sự hỗ trợ của nhà thầu)**

Lựa chọn phương pháp nâng cao hệ số thu hồi dầu phù hợp (screening): Đây là giai đoạn đầu tiên của dự án nghiên cứu áp dụng nâng cao hệ số thu hồi dầu, bao gồm các nghiên cứu đặc trưng địa chất và khai thác, thành phần và tính chất của chất lưu, đánh giá ưu và nhược điểm nhằm lựa chọn phương pháp tối ưu nhất phù hợp với các đối tượng dự kiến áp dụng.

Tiến hành các thí nghiệm cần thiết đối với phương pháp được lựa chọn (xác định hệ số đẩy dầu...) nhằm

đánh giá hiệu quả áp dụng phương pháp này trên mẫu lõi và thu thập các thông số đầu vào nhằm phục vụ tính toán hiệu quả áp dụng các phương pháp này trên mô hình mô phỏng mỏ. Trong giai đoạn này, Vietsovpetro sẽ tận dụng tối đa các phòng thí nghiệm của Viện Nghiên cứu Khoa học và Thiết kế Dầu khí biển (NIPI), các thí nghiệm không có khả năng thực hiện mới thuê bên ngoài để tiết giảm chi phí.

### 3.4. Cập nhật mô hình địa chất và khai thác

Cập nhật mô hình địa chất và khai thác có ý nghĩa quan trọng trong việc mô phỏng trạng thái khai thác, mức độ và đặc trưng ngập nước, phân bố trữ lượng dầu còn lại, đánh giá tiềm năng các khu vực có thể nâng cao hệ số thu hồi dầu. Tiến hành phục hồi lịch sử khai thác, bơm ép và chế độ năng lượng, đảm bảo phản ánh chính xác động thái khai thác mỏ nhằm nâng cao độ tin cậy của kết quả tính toán hiệu quả áp dụng giải pháp nâng cao hệ số thu hồi dầu, trên cơ sở đó lựa chọn chế độ bơm ép tối ưu nhất.

### 3.5. Lập luận chứng kinh tế kỹ thuật áp dụng giải pháp nâng cao hệ số thu hồi dầu

Trên cơ sở kết quả nghiên cứu của giai đoạn trước, tiến hành lập luận chứng kinh tế kỹ thuật áp dụng giải pháp nâng cao hệ số thu hồi dầu, trong đó gồm: phân tích đặc trưng địa chất, trạng thái khai thác, phân bố trữ lượng còn lại; xem xét khả năng thay thế bổ sung thiết bị; thiết kế chi tiết quy trình bơm ép; đánh giá hiệu quả kinh tế và đề xuất phương án áp dụng; xây dựng chương trình theo dõi đánh giá hiệu quả quá trình bơm ép.

Dựa trên chương trình nghiên cứu áp dụng các giải pháp nâng cao hệ số thu hồi dầu đã trình 2 phía xem xét phê duyệt, Vietsovpetro đã tiến hành triển khai nghiên cứu và áp dụng cho đối tượng Miocene dưới mỏ Bạch Hổ. Đến nay, Vietsovpetro đã hoàn thành các công đoạn nghiên cứu, phân tích đánh giá trạng thái khai thác, lựa chọn sơ bộ khu vực dự kiến áp dụng, hoàn thiện hồ sơ để lựa chọn nhà thầu có kinh nghiệm cùng tham gia triển khai dự án này [4].

Trong giai đoạn vừa qua, giá dầu thế giới suy giảm đã ảnh hưởng lớn đến hoạt động sản xuất của Vietsovpetro, trong đó có việc nghiên cứu áp dụng các giải pháp nâng cao hệ số thu hồi dầu. Với đặc thù thăm dò và khai thác các mỏ trên biển nên khi giá dầu ở mức 40 USD/thùng, Vietsovpetro gặp nhiều khó khăn trong việc cân đối chi phí sản xuất. Trong trường hợp áp dụng các giải pháp nâng cao hệ số thu hồi dầu, ngoài chi phí sản xuất thông thường sẽ bổ sung thêm chi phí hóa phẩm, vận hành...

Trường hợp giá dầu chưa phục hồi sẽ rất khó khăn trong việc áp dụng các giải pháp nâng cao hệ số thu hồi dầu vì khả năng thu hồi vốn sẽ rất thấp.

## 4. Mô phỏng quá trình nâng cao hệ số thu hồi dầu trong phòng thí nghiệm

Có rất nhiều yếu tố tác động tới hệ số thu hồi dầu như: đặc điểm địa chất của vỉa, đặc điểm hệ thống công nghệ khai thác, cấu trúc không gian rỗng, đặc điểm phân bố của các chất lưu, tác động giữa chúng và giữa chúng với môi trường xốp... Đặc biệt, các yếu tố này không thể xác định trực tiếp mà được quy chiếu qua các thông số trung gian: mô hình cấu trúc, mô hình độ rỗng, độ thấm, độ bão hòa chất lưu... Đây là những biến số ngẫu nhiên và tiềm ẩn các yếu tố không chắc chắn.

Mục đích chính của nghiên cứu nâng cao hệ số thu hồi dầu trong phòng thí nghiệm là đánh giá khả năng tăng hệ số khai thác đối với phương pháp và mẫu đá chứa cụ thể. Như vậy, một số yếu tố liên quan như cấu trúc kênh rỗng, đặc điểm phân bố của các chất lưu, sự tác động giữa các chất lưu và giữa các chất lưu với môi trường xốp... được coi là không đổi và được phản ánh thông qua hệ số khai thác. Một số thông số được thiết lập như: nhiệt độ, áp suất vỉa, chế độ bơm ép... và các thông số được đo trực tiếp (như: hệ số khai thác, độ bão hòa chất lưu...) là các giá trị có độ tin cậy cao.

Các mô hình mô phỏng quá trình nâng cao hệ số thu hồi dầu cần được sử dụng kết quả thí nghiệm để hiệu chỉnh mô hình cho phù hợp.

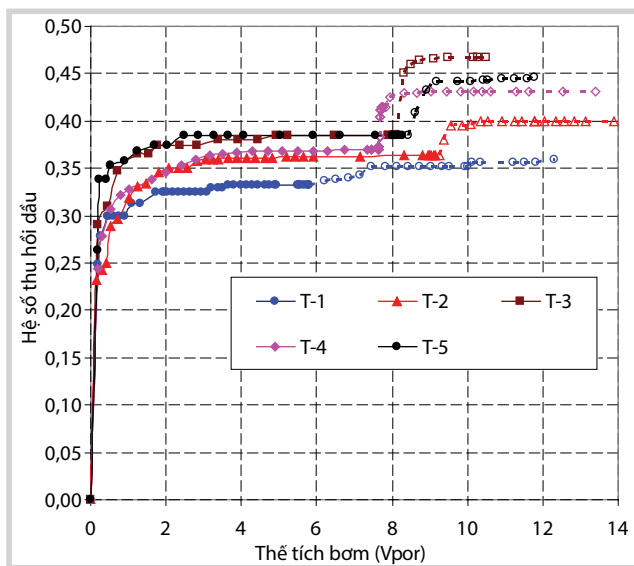
Xây dựng mô hình thí nghiệm: Trên cơ sở quy trình nâng cao hệ số thu hồi dầu dự kiến, kết hợp điều kiện kỹ thuật hiện có, tiến hành xây dựng mô hình thí nghiệm gồm: mô hình mẫu đá, mô hình chất lưu và mô hình công nghệ nâng cao hệ số thu hồi dầu.

## 5. Nghiên cứu các giải pháp hóa học trong nâng cao hệ số thu hồi dầu tại Vietsovpetro

Đến cuối năm 2007, NIPI mới tiến hành thí nghiệm đánh giá khả năng gia tăng hệ số thu hồi dầu của một số hóa phẩm. Các mô hình mẫu đá, mô hình công nghệ phụ thuộc vào yêu cầu thực tế còn mô hình chất lưu được xây dựng theo mô hình "ngập nước toàn phần" (giếng khai thác ngập nước 100%). Các đối tượng Miocene dưới, Oligocene (trên, dưới) và đá móng. Kết quả thí nghiệm cho thấy hệ số thu hồi dầu gia tăng từ 3% đến trên 10% (trung bình 5,58%) tùy thuộc vào loại và nồng độ hóa chất (Bảng 1). Hình 2 - 7 thể hiện quá trình đẩy dầu bằng nước và hóa chất.

**Bảng 1.** Kết quả đánh giá khả năng gia tăng hệ số thu hồi dầu của một số hóa chất đối với các đối tượng chứa dầu trong phòng thí nghiệm tại Vietsovpetro

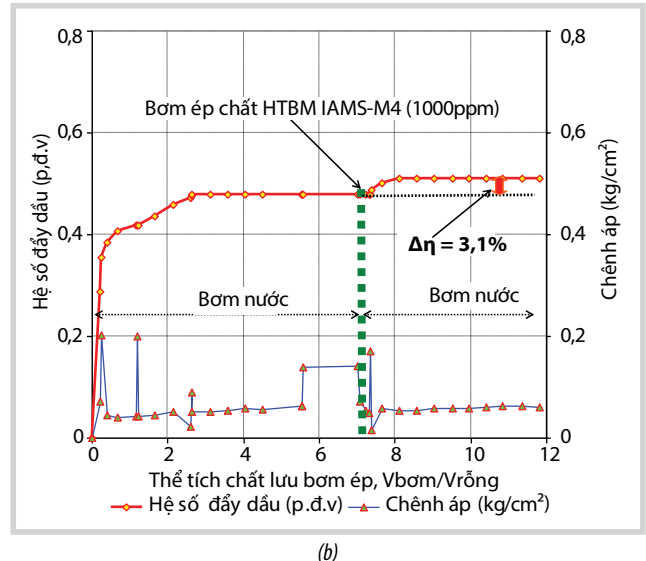
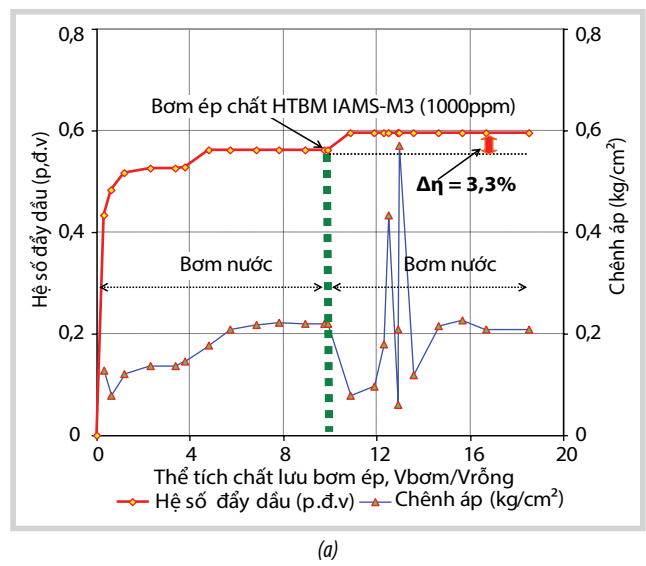
Năm	Ký hiệu	Loại	Hóa chất		Đối tượng		Hệ số khai thác trung bình (%)			
			Nồng độ (ppm)	Nguồn	Mỏ	Địa tầng	Đẩy bằng nước	Đẩy bằng hóa chất	Gia tăng	Số lượng thí nghiệm
2007	IAMS-2	Hoạt động bề mặt	1.000	Viện Khoa học Vật liệu Ứng dụng	Rồng	Móng	36,96	43,16	6,21	5
2007	IAMS-3	Hoạt động bề mặt	1.000	Viện Khoa học Vật liệu Ứng dụng	Bạch Hổ	Móng	56,17	59,50	3,33	1
2007	IAMS-4	Hoạt động bề mặt	1.000	Viện Khoa học Vật liệu Ứng dụng	Bạch Hổ	Móng	47,96	51,06	3,10	1
2008	A-806	Polymer	1.600	Viện Dầu khí Việt Nam	Bạch Hổ	Miocene dưới	47,48	59,54	12,06	7
2011	VSP-PAV	Hoạt động bề mặt	1.000	Vietsovpetro	Bạch Hổ	Miocene dưới	52,15	55,20	3,05	7
2012	VSP-OPZ	Hoạt động bề mặt	500	Vietsovpetro	Bạch Hổ	Miocene dưới	48,73	51,00	2,27	3
2013	ATS-VPI	Hoạt động bề mặt	2.000	Viện Dầu khí Việt Nam	Bạch Hổ	Oligocene trên	42,92	54,71	11,79	3



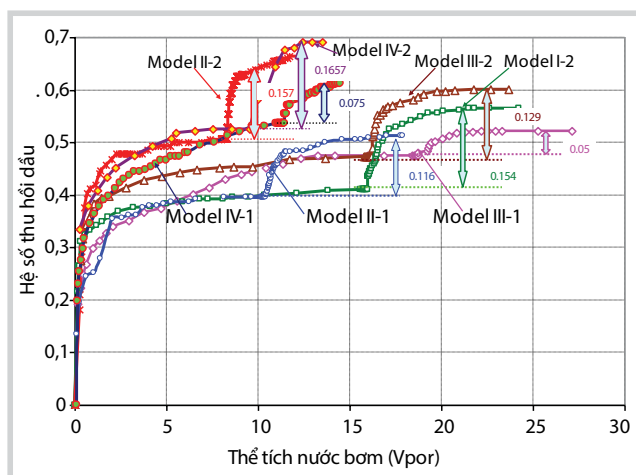
**Hình 2.** Động thái đẩy dầu bởi bơm ép nước và bơm ép nút chất HTBM-M2 trên mô hình đá móng mỏ Rồng

## 6. Nghiên cứu giải pháp bơm khí nước luân phiên trong nâng cao hệ số thu hồi dầu tại Vietsovpetro

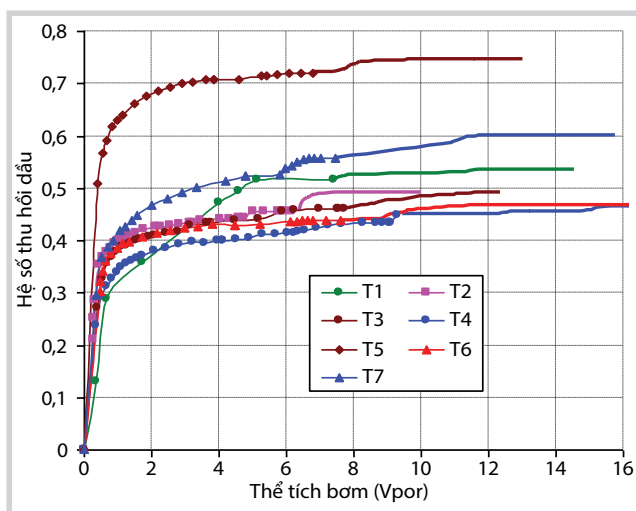
Đối với đá móng mỏ Bạch Hổ, đặc điểm địa chất rất phức tạp: bể dày thân dầu lớn (hàng trăm mét), các đặc tính vật lý đá (độ rỗng, độ thấm...) có độ bất đồng nhất cao, nhiệt độ cao (> 140°C)..., do đó việc sử dụng các phương pháp hóa học trong nâng cao hệ số thu hồi dầu còn nhiều hạn chế. Dựa trên điều kiện thực tế sản xuất, có sẵn nguồn khí đồng hành, năm 2012, Vietsovpetro đã tiến hành thử nghiệm giải pháp bơm khí nước luân phiên trong phòng thí nghiệm đối với đối tượng đá móng ở khu vực Nam vòm Trung tâm mỏ Bạch Hổ. Các thông số cơ bản và kết quả thí nghiệm như sau:



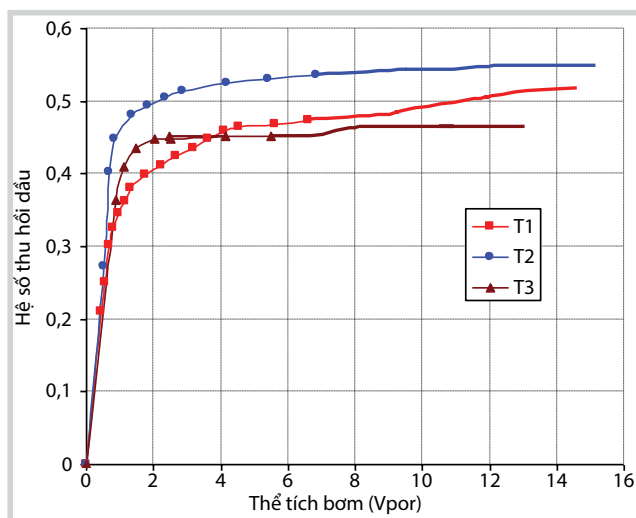
**Hình 3.** Động thái đẩy dầu bởi bơm ép nước và bơm ép nút chất HTBM trên mô hình đá móng mỏ Bạch Hổ (A-M3; B-M4)



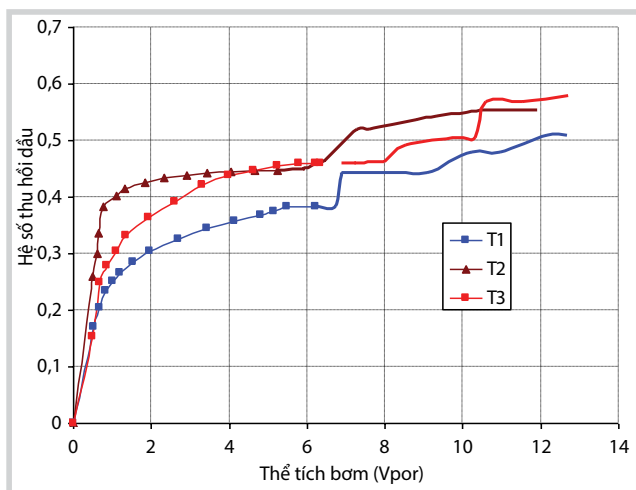
Hình 4. Động thái đẩy dầu bởi bơm ép nước và bơm ép nút chất polymer A-806 trên mô hình trầm tích Miocene dưới mỏ Bạch Hổ



Hình 5. Động thái đẩy dầu bởi bơm ép nước và bơm ép nút chất hoạt động bề mặt VSP-PAV trên mô hình trầm tích Miocene dưới mỏ Bạch Hổ



Hình 6. Động thái đẩy dầu bởi bơm ép nước và bơm ép nút chất hoạt động bề mặt VSP-OPZ trên mô hình trầm tích Miocene dưới mỏ Bạch Hổ



Hình 7. Động thái đẩy dầu bởi bơm ép nước và bơm ép nút chất hoạt động bề mặt ATS-VPI trên mô hình trầm tích Oligocene trên mỏ Bạch Hổ

Bảng 2. Các thông số vật lý đá của các mẫu lựa chọn đối với đá móng mỏ Bạch Hổ

Thí nghiệm	Số hiệu mẫu	Chiều dài (cm)	Đường kính (cm)	Độ thấm khí (mD)	Độ rỗng theo nước (%)	Độ bão hòa nước dư trước thử nghiệm (%)
T1	BH-417 6-2-50	6,50	4,99	2.720	3,93	33,85
	BH-404 2-3-19	6,12	5,00	1.020	3,33	25,15
T2	BH-502 1-2-5	6,03	4,99	14.500	3,27	14,68
	BH-425 3-6	4,97	4,98	2.634	3,76	3,614

6.1. Mô hình điều kiện vỉa

- Áp suất vỉa = 315atm
- Nhiệt độ vỉa = 140°C
- Tỷ số khí nước bơm luân phiên = 8:1
- Thể tích nút: 0,9cm<sup>3</sup> (khoảng 9% thể tích lỗ rỗng)
- Sử dụng dầu mỏ mô phỏng theo dầu trong đá móng (live oil) và khí gaslift mỏ Bạch Hổ.

6.2. Mô hình mẫu lõi (Bảng 2)

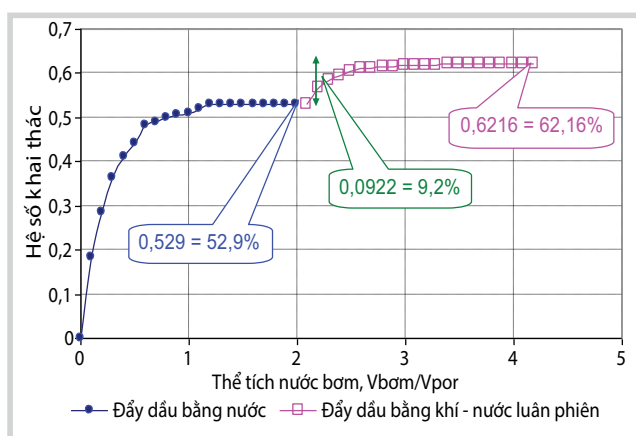
Trong mỗi thí nghiệm, mô hình pha rắn được xây dựng trên cơ sở kết nối 2 mẫu trụ có đường kính là 50mm với tổng chiều dài khoảng trên 120mm.

6.3. Mô hình bơm ép

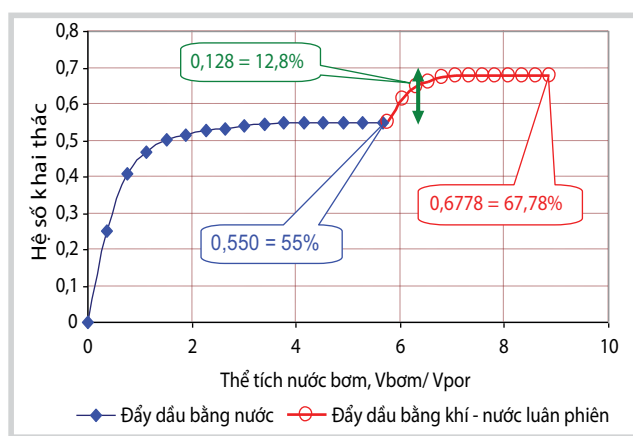
Sau khi các mẫu được thiết lập mô hình vỉa ban đầu (nhiệt độ, áp suất, độ bão hòa nước dư, độ bão hòa dầu),

**Bảng 3.** Kết quả thí nghiệm nâng cao hệ số thu hồi dầu bằng bơm khí nước luân phiên đối với đá móng mỏ Bạch Hổ

Thông số	Thí nghiệm	
	T1	T2
<b>Đẩy dầu bằng nước</b>		
Thể tích lỗ rỗng (ml)	10,041	8,665
Thể tích nước dư (ml)	2,905	2,754
Thể tích dầu ban đầu (ml)	7,153	7,903
Lưu lượng bơm (ml/giờ)	6	6
Thời gian đẩy nước (giờ)	3,33	8,23
Thể tích dầu thu hồi (ml)	3,787	4,343
Hệ số khai thác (%)	52,94	55,04
<b>Đẩy dầu bằng khí nước luân phiên</b>		
Thời gian đẩy khí nước luân phiên (giờ)	3,667	4,46
Thể tích dầu thu hồi cộng dồn (ml)	4,447	5,56
Hệ số khai thác (%)	62,16	67,79
Gia tăng hệ số khai thác (%)	9,2	12,75

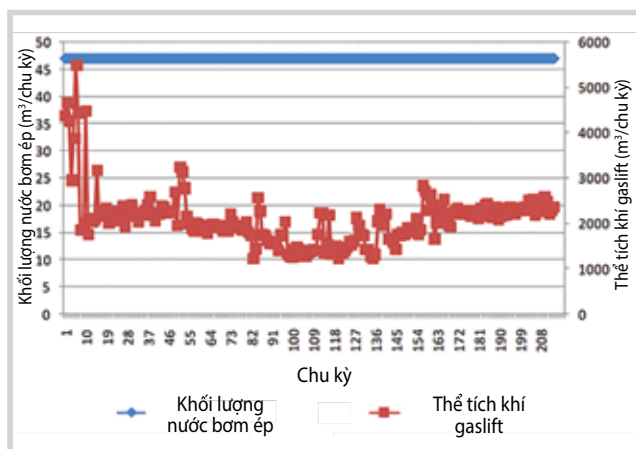


(a)



(b)

**Hình 8.** Biểu đồ trạng thái đẩy dầu bằng nước và bằng khí-nước luân phiên đối với đá móng mỏ Bạch Hổ (a)-Thí nghiệm T1; (b)-Thí nghiệm T2



**Hình 9.** Động thái của độ tiếp nhận khí gaslift và của nước trong thời gian từ ngày 26/11 - 10/12/2012

mục đích xác định lượng dầu khai thác thêm sau giai đoạn bơm ép nước, thí nghiệm được mô phỏng theo 2 giai đoạn: giai đoạn 1 bơm ép nước (đẩy dầu bằng nước) và giai đoạn 2 bơm khí nước luân phiên (đẩy dầu bằng khí nước luân phiên). Kết quả thí nghiệm được thể hiện trong Bảng 3 và Hình 8.

Để thử nghiệm công nghệ bơm ép khí nước luân phiên, Vietsovpetro đã tiến hành chọn giếng bơm ép 437/BK6 để thử nghiệm bơm ép khí nước luân phiên (từ hệ thống gaslift và hệ thống bơm ép nước). Khí và nước được bơm theo vòng lặp ngắn do áp suất của hệ thống gaslift thấp để duy trì việc nén khí xuống ( $P_{khí/l} = 108\text{atm}$ ,  $P_v = 315\text{atm}$  theo tài liệu nghiên cứu thủy động lực học từ ngày 26/11/2011). Bơm khí xuống vỉa cho tới khi độ tiếp nhận = 0, sau đó bơm khí và nước từ hệ thống duy trì áp suất vỉa PPD vào ống khai thác và khoảng không gian dưới paker ( $47\text{m}^3$ ). Trong quá trình bơm có ghi các thông số sau: thể tích bơm khí và nước, số lượng vòng lặp và áp suất miệng giếng. Hình 9 thể hiện động thái tiếp nhận khí và nước.

Lượng dầu tăng thêm từ việc thử nghiệm bơm ép luân phiên khí và nước vào giếng 437/BK6 tại tầng móng, chưa xác định được tính hiệu quả do lượng bơm khí nhỏ. Tuy nhiên, kết quả này có thể được sử dụng để lên kế hoạch thử nghiệm.

Để đánh giá và xem xét hiệu quả ứng dụng công nghệ tác động khí nước vào mỏ xác định nào, Vietsovpetro tiếp tục thử nghiệm về độ đẩy dầu của nước cũng như của khí hay của cả khí và dầu kết hợp.

## 7. Kết luận

Trong thời gian qua, Vietsovpetro đã tích cực phối hợp cùng các đơn vị nghiên cứu áp dụng thử nghiệm các giải pháp nâng cao hệ số thu hồi dầu cho các đối tượng khai thác, tuy nhiên quy mô áp dụng còn mang tính cục bộ, nhỏ lẻ.

Để giảm thiểu rủi ro và nâng cao khả năng thành công của dự án nghiên cứu áp dụng các giải pháp nâng cao hệ số thu hồi dầu, Vietsovpetro đã xây dựng chương trình tổng thể cho các đối tượng khai thác chính và sẽ triển khai đến năm 2020. Đến nay, Vietsovpetro đã hoàn thành nghiên cứu, phân tích đánh giá trạng thái khai thác, lựa chọn sơ bộ khu vực dự kiến áp dụng, hoàn thiện hồ sơ để lựa chọn nhà thầu có kinh nghiệm cùng tham gia triển khai cho đối tượng Miocene dưới mỏ Bạch Hổ.

Ngoài công nghệ bơm ép luân phiên khí - nước, Vietsovpetro đang tiếp tục nghiên cứu để ứng dụng các công nghệ nâng cao hệ số thu hồi dầu tiên tiến trên thế giới, cho phép nâng cao hệ số thu hồi dầu lên từ 5 - 10% so với phương pháp bơm ép nước truyền thống [5].

## Tài liệu tham khảo

1. Liên doanh Việt - Nga "Vietsovpetro". Báo cáo công nghệ gia tăng hệ số thu hồi dầu các vỉa dầu lục nguyên bằng phương pháp vi sinh hóa lý tổng hợp. 2006, 2009, 2012 và 2014.
2. Viện Nghiên cứu Khoa học và Thiết kế Dầu khí biển. Báo cáo công nghệ bơm thử công nghiệp chất hoạt tính bề mặt nhằm nâng cao hệ số thu hồi dầu cho thân dầu móng khu vực Đông Nam mỏ Rồng. 2014.
3. Liên doanh Việt - Nga "Vietsovpetro". Báo cáo nghiên cứu các hỗn hợp polymer hòa tan trong nước và phương pháp điều chỉnh các tính chất lưu biến của chúng bao gồm cả phương pháp chiếu xạ phục vụ cho công tác bơm ép nhằm gia tăng hệ số thu hồi dầu cho tầng Miocene dưới mỏ Bạch Hổ. 2006.
4. Liên doanh Việt - Nga "Vietsovpetro". Chương trình tổng hợp nghiên cứu áp dụng các giải pháp nâng cao hệ số thu hồi dầu cho các đối tượng khai thác. 2014.
5. Liên doanh Việt - Nga "Vietsovpetro". Báo cáo Sơ đồ công nghệ hiệu chỉnh khai thác và xây dựng mỏ Bạch Hổ. 2013.

# IOR/EOR RESEARCH AND DEVELOPMENT OF VIETSOVPETRO JOINT VENTURE

Le Viet Hai, Nguyen Van Ut, Nguyen The Dung, Tran Duc Lan  
Vietsovpetro  
Email: thedung.pt@vietsov.com.vn

## Summary

***In recent years, the production of oil and gas in Bach Ho and Rong fields has been decreased with high water-cut. Although Vietsovpetro has brought some new fields such as Nam Rong-Doi Moi, Gau Trang, and Tho Trang into production and implemented many geotechnical solutions, the oil and gas production of Vietsovpetro still continues the decline.***

***According to full field development plan reports of Bach Ho, Nam Rong-Doi Moi, Gau Trang and Tho Trang, residual oil is just over 55 million tons. Due to this fact, Vietsovpetro plans to have a programme for research and implementation of EOR in consultation with reputable companies in this area, in order to increase the probability of success of the project and obtain higher rates of recovery.***

***This paper analyses the current production status, recent EOR methods applied in Vietsovpetro's oil fields, the mechanistic modelling of alkaline surfactant polymer flooding, hybrid process, and low tension gas flooding. We used a screen approach to identify the most potential applicable EOR method.***

**Key words:** Enhanced oil recovery, water injection, water-gas-alternated (WAG) method, lower Miocene, Bach Ho field.