

# NGHIÊN CỨU CÔNG NGHỆ SẢN XUẤT NHŨ TƯƠNG NHỰA ĐƯỜNG CÓ KHẢ NĂNG SỬ DỤNG TRONG NGĂN CÁCH NƯỚC Ở CÁC GIẾNG KHAI THÁC TẦNG MIOCENE DƯỚI MỎ BẠCH HỔ

TS. Nguyễn Huỳnh Anh, KS. Nguyễn Thị Anh Thư, KS. Hà Minh Tiến  
Viện Dầu khí Việt Nam

## Tóm tắt

**Để xử lý tình trạng ngập nước ở các giếng khai thác có thể sử dụng các loại vật liệu, hóa chất khác nhau, song đều không đảm bảo tính chọn lọc, nghĩa là khi đã sử dụng thì toàn bộ chất lưu trong vỉa sẽ bị ngăn cách hoàn toàn với giếng, không phân biệt là nước hay dầu. Nhiều nghiên cứu đã sử dụng những phân đoạn cặn của quá trình chưng cất dầu thô với hàm lượng nhựa và asphaltene cao để ngăn cách nước và cho dầu thấm thấu qua, nhưng do độ nhớt của phân đoạn cặn chưng cất quá cao nên gây khó khăn trong quá trình sử dụng. Vì vậy, sử dụng nhũ tương nhựa đường được xem như một phương pháp ngăn cách nước có chọn lọc. Nhóm tác giả đã tiến hành nghiên cứu công nghệ sản xuất nhũ tương nhựa đường tại phòng thí nghiệm để xác định một số đặc tính hóa lý nhằm đánh giá khả năng, hiệu quả xử lý tình trạng ngập nước ở các giếng khai thác tầng Miocene dưới mỏ Bạch Hổ. Nhóm tác giả đã lựa chọn hai hệ nhũ tương nhựa đường phù hợp nhất để tiến hành thử nghiệm bơm ép với điều kiện vỉa (áp suất, nhiệt độ cao) trong phòng thí nghiệm. Kết quả thử nghiệm cho thấy hệ nhũ tương nhựa đường có khả năng ngăn cách nước rất cao (hệ số phục hồi độ thấm nước giảm 96% trong khi vẫn có khả năng cho dầu thấm qua (hệ số phục hồi độ thấm dầu đạt khoảng 89%).**

**Từ khóa:** Nhựa đường, nhũ tương, nhũ tương nhựa đường, ngăn cách nước, Miocene dưới.

## 1. Giới thiệu

### 1.1. Cơ chế và đặc điểm kỹ thuật của quy trình phối trộn nhũ tương nhựa đường

Nhũ tương nhựa đường là một hệ phân tán nhựa đường trong nước, được hình thành nhờ quá trình phân tán nhựa đường vào pha liên tục (pha nước) với sự trợ giúp của một hay nhiều chất hoạt động bề mặt có chức năng giảm sức căng bề mặt giữa hai pha nước và nhựa đường, giúp cho hệ bền vững theo thời gian [1, 3]. Nhũ tương nhựa đường được sản xuất bằng cách phối trộn nhựa đường nóng với dung dịch nước có chứa các chất nhũ hóa bằng một lực cơ học đủ để chia nhựa đường thành các hạt rất nhỏ (1 - 100µm).

Theo P.A.Rebinder [3 - 6], quá trình nhũ hóa nhựa đường bắt đầu diễn ra bằng sự kéo giãn các hạt lớn pha bị phân tán (nhựa đường) thành hình trụ dưới tác dụng của dòng chảy rối tốc độ cao. Khi kích thước hạt hình trụ đó đạt đến ngưỡng giới hạn, hạt sẽ tự động tách thành một hạt lớn và một hạt nhỏ do có lợi về mặt nhiệt động học hơn bởi vì năng lượng tự do của nó lớn hơn năng lượng tự do của hạt lớn và hạt nhỏ sau khi tách cộng lại. Quá trình này tiếp diễn cho đến khi các hạt có kích thước bằng nhau. Đến một giới hạn thời gian nào đó, quá trình phân

tán và liên kết giữa các hạt trong hệ sẽ đạt trạng thái cân bằng. Lúc này, hệ nhũ tương nhựa đường bền vững được tạo thành. Nếu trạng thái cân bằng nói trên bị chuyển dịch, hệ nhũ tương sẽ trở nên bền hoặc kém bền hơn.

Về cơ bản, quy trình phối trộn nhũ tương nhựa đường chịu sự ảnh hưởng của các yếu tố: nhiệt độ các pha, nhiệt độ khuấy trộn, hàm lượng các pha, đặc tính và hàm lượng chất hoạt động bề mặt cũng như hàm lượng các chất điều chỉnh độ pH, chất ổn định nhũ và đặc biệt là đặc trưng thiết kế cũng như hiệu quả của thiết bị khuấy trộn.

Sau khi hệ nhũ tương nhựa đường được bơm vào giếng và tiếp xúc với lớp đá vỉa, phần nước sẽ bị phân tách, phần nhựa đường sẽ kết dính và bám trên bề mặt đá vỉa. Vật liệu cát kết với kích thước hạt nhỏ là điều kiện tốt để hệ nhũ tương nhựa đường phân tách khi tiếp xúc. Quá trình này chịu ảnh hưởng của tính chất đá vỉa (độ thấm, độ rỗng) cũng như bản chất nhũ tương nhựa đường (hàm lượng chất hoạt động bề mặt, độ pH môi trường...). Đối với các hệ nhũ tương nhựa đường cation, phần mang điện tích của chất hoạt động bề mặt hấp phụ vào vật liệu cát kết dẫn đến quá trình phân tách nhũ tương nhựa đường và kết tụ các phần nhựa đường bị tách ra ngay trong môi trường nước. Theo nghiên cứu [9 - 12, 16, 17, 22], các hệ nhũ tương nhựa đường cation phân tách khi gặp môi

trường cát kết sẽ tạo ra các ion  $\text{SiO}_3^{2-}$  và  $\text{NH}_3^+$ . Các muối tạo thành không tan giúp cho hiện tượng kết tụ diễn ra mạnh hơn. Sự hấp phụ các ion chất hoạt động bề mặt lên bề mặt đá vữa cũng đồng thời làm cho tính chất bề mặt đá vữa từ ưa nước chuyển thành kỵ nước, từ đó nhựa đường (phân tách ra từ hệ nhũ tương nhựa đường) lại càng bám dính mạnh lên bề mặt đá vữa. Lớp nhựa đường này vừa có tác dụng ngăn cách nước di chuyển vào giếng (ngăn cách nước ngập), vừa cho phép dầu thấm qua (khai thác phần dầu còn lại trong vỉa).

**1.2. Đặc tính của đối tượng vỉa dầu ngập nước và tiêu chí lựa chọn hệ nhũ tương nhựa đường phù hợp**

Phức hệ Miocene dưới phát triển gần như trên toàn bộ diện tích của mỏ Bạch Hổ với chiều sâu từ 2.759 - 3.298m dưới mực nước biển. Các tầng sản phẩm của phức hệ tính từ trên xuống dưới là tầng 23, 24, 25, 26, 27 với mức độ sản phẩm cao được quan sát thấy ở vòm Bắc và vòm Trung tâm. Hiện tại, chỉ có tầng 23 là đối tượng đang được khai thác [24]. Áp suất vỉa ban đầu của tầng Miocene dưới ở vòm Trung tâm là 28,8MPa. Áp suất vỉa ban đầu của thân dầu Miocene dưới ở vòm Bắc là 29,3MPa. Nhiệt độ tự nhiên của thân dầu Miocene là 80 - 110°C. Gradient địa nhiệt ở độ sâu từ 1.800 - 3.600m dưới mực nước biển là 3,5°C/100m. Độ rỗng của tầng sản phẩm thay đổi từ 0 - 33,5%, trung bình là 17,7%. Kết quả thống kê cho thấy, độ thấm của tầng sản phẩm này thay đổi từ 0,5 - 2.500mD, giá trị trung bình là 239mD [13, 24]. Hiện nay, phần lớn giếng khai thác tầng Miocene dưới mỏ Bạch Hổ đều bị ngập nước với mức độ tương đối cao (có giếng trên 90%).

Nhóm tác giả đã nghiên cứu đặc tính đối tượng vỉa dầu ngập nước thông qua phân tích mẫu lõi (Bảng 1).

Dựa trên kết quả phân tích, nhóm tác giả đã lựa chọn mẫu lõi M-4 và M-5 là đối tượng để tiến hành thử nghiệm bơm ép nhũ tương nhựa đường ở điều kiện vỉa do có giá trị độ rỗng và độ thấm khí tương đối gần với giá trị độ rỗng và độ thấm khí trung bình của tầng Miocene dưới mỏ Bạch Hổ.

Từ kết quả nghiên cứu [18 - 21, 23], nhóm tác giả đã lựa chọn các giếng khai thác ngập nước để thực hiện

ngăn cách nước bằng nhũ tương nhựa đường với các tiêu chí: không chịu ảnh hưởng trực tiếp từ giếng bơm ép nước (khoảng cách đến giếng bơm ép gần nhất phải lớn hơn 600m); độ dày vỉa lớn hơn 5m, độ dày tầng chứa dầu không nhỏ hơn 3m nếu độ nhớt của dầu vỉa nhỏ hơn 10MPa.s và không nhỏ hơn 4 - 5m nếu độ nhớt của dầu vỉa lớn hơn 10MPa.s; độ ngập nước của giếng cần xử lý có thể lên đến 99%.

Trên cơ sở đó, nhóm tác giả tham khảo quy trình bơm ép hóa phẩm vùng cận đáy của Liên doanh Việt - Nga "Vietsovpetro" và đề xuất công nghệ bơm nhũ tương nhựa đường nhằm trám bit, ngăn cách nước trong các giếng khai thác có độ ngập nước cao.

- Chuẩn bị hóa phẩm và thiết bị: Phối trộn nhũ tương nhựa đường theo công thức cần thiết trên hệ thống phối trộn tại căn cứ dịch vụ, sau đó đưa ra giàn cùng với thiết bị và dầu DO... Trước khi tiến hành bơm nhũ tương nhựa đường cần xác định mức chất lỏng trong không gian ngoài ống.

- Quy trình: Bơm nhũ tương nhựa đường vào ống khai thác của giếng, sau đó xác định mức chất lỏng trong không gian ngoài ống (đã được đóng kín). Bơm dầu DO để đẩy nhũ tương nhựa đường vào vỉa (thể tích dầu DO tương ứng với thể tích trong của ống khai thác). Không gian ngoài ống phải được đóng kín, sau đó, một lần nữa xác định mức chất lỏng trong không gian ngoài ống. Sau thời gian phản ứng cần thiết (tối đa 2 giờ), có thể tiến hành gọi dòng trở lại. Bằng các giá trị đo đạc được sau khi gọi dòng, xác định hiệu quả kinh tế kỹ thuật của công nghệ sử dụng nhũ tương nhựa đường nhằm ngăn cách nước ở giếng khai thác ngập nước nặng.

- Yêu cầu đối với nhũ tương nhựa đường sử dụng trong bơm ép ngăn cách nước:

+ Nhũ tương nhựa đường cần ổn định trong quá trình tồn trữ và vận chuyển thể hiện qua chỉ tiêu độ ổn định lưu trữ trong 24 giờ. Thời gian ổn định trong điều kiện bảo quản bình thường tối thiểu là 2 tháng, tương tự các hóa phẩm sử dụng trong khai thác dầu khí;

+ Nhũ tương nhựa đường có tác dụng nhanh khi

**Bảng 1. Thông số đặc tính mẫu lõi**

TT	Kí hiệu mẫu	Giếng	Độ sâu (m)	Chiều dài (cm)	Đường kính (cm)	Độ rỗng (%)	Độ thấm khí (mD)
1	M-1	74	2.987,4	5,64	3,76	19,7	628,0
2	M-2	74	2.992,2	5,69	3,80	19,9	635,0
3	M-3	74	2.992,8	5,50	3,78	22,5	65,9
4	M-4	818	3.169,3	5,48	3,80	20,3	248,0
5	M-5	818	3.171,1	5,64	3,76	21,3	228,0
6	M-6	818	3.171,3	5,52	3,79	17,5	24,3

tiếp xúc với vật liệu cát kết tại điều kiện nhiệt độ cao (90°C), phân tách và kết tụ tạo thành lớp nhựa đường bám đều trên bề mặt đá vôi, giảm gần như hoàn toàn sự hấp thụ nước của đá vôi, thời gian phân tách dưới 2 giờ;

+ Nhũ tương nhựa đường có độ nhớt thấp. Tuy nhiên, nếu độ nhớt quá thấp, khả năng bị rửa trôi của hệ nhũ tương nhựa đường sau khi xử lý bơm ép vào vùng cận đáy giếng rất cao. Do đó, nhóm tác giả chọn giá trị độ nhớt Saybolt Furol tại 25°C và 90°C yêu cầu cho các hệ nhũ tương nhựa đường tiềm năng tương ứng lần lượt nằm trong khoảng từ 45 - 60 giây và 7 - 12 giây. Các hệ nhũ tương nhựa đường không đạt điều kiện này sẽ không được chọn thử nghiệm điều kiện vữa;

+ Phân bố kích thước hạt nhũ lớn qua thí nghiệm rây sàng không lớn hơn 5%. Ngoài ra, kích thước hạt nhựa đường tối đa trong hệ nhũ tương nhựa đường tốt nhất không được vượt quá giá trị kích thước lỗ rỗng của vỉa chứa tầng Miocene dưới mỏ Bạch Hổ (trung bình từ 100 - 250µm).

**1.3. Chế tạo hệ thống thiết bị sản xuất nhũ tương nhựa đường quy mô phòng thí nghiệm**

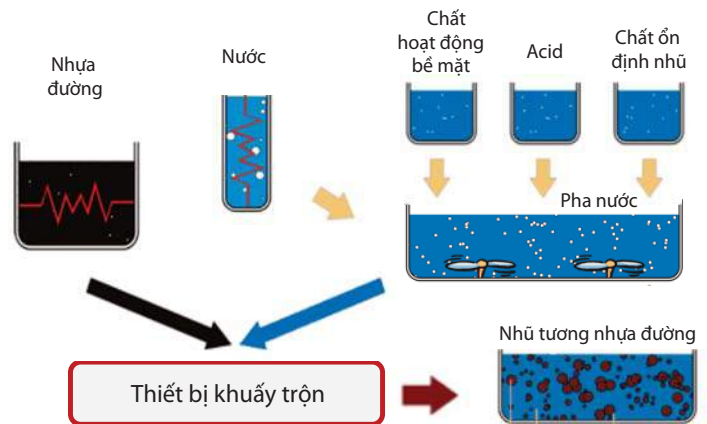
Trên cơ sở so sánh các ưu nhược điểm của quy trình phối trộn liên tục và phối trộn theo mẻ, nhóm tác giả lựa chọn thiết kế hệ thống phối trộn nhũ tương nhựa đường quy mô phòng thí nghiệm theo mẻ. Hệ thống này có ưu điểm: thiết kế đơn giản, quy mô nhỏ, cho phép khuấy trộn lượng nhỏ, có thể dễ dàng điều chỉnh thành phần phối trộn phục vụ mục đích nghiên cứu với chi phí thấp. Sơ đồ nguyên tắc của hệ thống và thiết bị phối trộn nhũ tương nhựa đường được mô tả trong Hình 1 và 2. Hình 3 là hệ thống thiết bị phối trộn nhũ tương nhựa đường được thiết kế theo các thông số kỹ thuật chính (Bảng 2).

**2. Sử dụng nhũ tương nhựa đường trong xử lý giếng ngập nước trong tầng Miocene dưới mỏ Bạch Hổ**

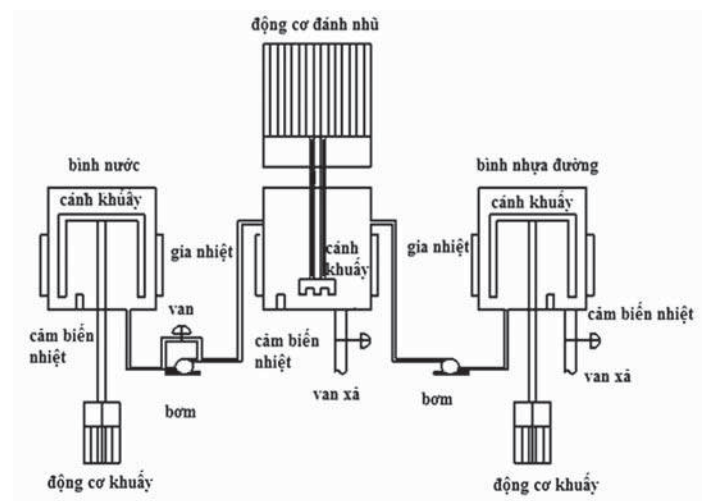
**2.1. Phối trộn nhũ tương nhựa đường và khảo sát các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình tạo nhũ**

**2.1.1. Chuẩn bị nguyên liệu, hóa chất**

Nhóm tác giả sử dụng nhựa đường đặc (60/70, đạt Tiêu chuẩn vật liệu nhựa đường đặc 22-TCN 279-01) và nhựa đường БНД (40/60, đạt tiêu chuẩn ГОСТ



Hình 1. Sơ đồ nguyên tắc hệ thống phối trộn nhũ tương nhựa đường



Hình 2. Sơ đồ hệ thống thiết bị phối trộn nhũ tương nhựa đường

Bảng 2. Thông số kỹ thuật chính của hệ thống thiết bị phối trộn nhũ tương nhựa đường

	Đơn vị tính	Giá trị
Công suất tối đa	lít/mê	10
Công suất tối thiểu	lít/mê	2
Thể tích bình nguyên liệu	lít	5
Nhiệt độ gia nhiệt pha dung môi	°C	0 - 100
Nhiệt độ gia nhiệt pha bị phân tán	°C	0 - 200
Nhiệt độ gia nhiệt bình phối trộn	°C	0 - 100
Tốc độ khuấy đánh nhũ	vòng/phút	0 - 8.000
Tốc độ khuấy bình nguyên liệu	vòng/phút	0 - 300

22245-90 của Liên bang Nga). Nhựa đường đặc 60/70 và nhựa đường БНД có nhiệt độ chảy mềm lần lượt là 49,4°C và 51,1°C, độ kim lún ở 25°C lần lượt là 62,2 x 0,1mm và 45,1 x 0,1mm.

Hai hệ chất hoạt động bề mặt cation được nhóm tác giả sử dụng để phối trộn nhũ tương nhựa đường là MTT-24 (Redicote EM-22) và MTT-4582 (Stabiram 4582). Trong đó, chất hoạt động bề mặt MTT-24 dạng lỏng, màu vàng, trị số amin tổng 150 - 160mg HCl/g, nhiệt độ đông đặc 10°C, độ nhớt ở nhiệt độ 20°C là 65cP, nhiệt độ chớp cháy trên 100°C. Chất hoạt động bề mặt

MTT-4582 dạng lỏng, tỷ trọng tại nhiệt độ 20°C 1 - 1,1g/cm<sup>3</sup>, độ khô 65 - 70% khối lượng, trong dung dịch 10% nước cất pH = 5 - 9, hàm lượng chlorine 0,8 - 1% khối lượng.

Polymer EVA - Dupont™ Elvax® 460 và Elvax® W40 được sử dụng như phụ gia phối trộn với nhựa đường để tăng độ bền nhiệt của nhựa đường. Dupont™ Elvax® 460 và Elvax® W40 có tỷ trọng lần lượt là 0,941g/cm<sup>3</sup> và 0,965g/cm<sup>3</sup>; chỉ số chảy (g/10 phút) là 2,5 và 52; điểm chảy là 88°C và 47°C; điểm hóa dẻo 64°C và 27°C; nhiệt độ tối đa sử dụng 230°C.

Trong quá trình phối trộn nhũ tương nhựa đường, có sử dụng các chất điều chỉnh pH HCl, chất ổn định nhũ CaCl<sub>2</sub>.

### 2.1.2. Quy trình phối trộn nhũ tương nhựa đường

Cho nước, chất nhũ hóa, acid và phụ gia vào ngăn chứa pha dung môi và khởi động máy khuấy với tốc độ từ 0 - 300 vòng/phút. Nhiệt độ pha dung môi từ 45 - 80°C. Sau khi gia nhiệt tới nhiệt độ thích hợp, pha dung môi được đưa sang ngăn trộn nhũ tương bằng bơm ly tâm. Tốc độ của dòng được điều chỉnh thông qua van điều khiển. Cho nhựa đường ở dạng rắn vào ngăn chứa pha bị phân tán, gia nhiệt đến khoảng 90°C. Bật máy khuấy với tốc độ từ 0 - 150 vòng/phút. Tiếp tục gia nhiệt nhựa đường đến khoảng 120 - 160°C. Sau khi đạt được nhiệt độ thích hợp, pha bị phân tán được đưa sang ngăn khuấy nhũ tương nhờ bơm bánh răng ăn khớp trong.

Ngăn khuấy trộn nhũ tương được gia nhiệt tới nhiệt độ tạo nhũ trước khi đưa nguyên liệu từ pha dung môi và pha bị phân tán sang. Tốc độ khuấy có thể điều chỉnh từ 0 - 8.000 vòng/phút



Hình 3. Hệ thống thiết bị phối trộn nhũ tương nhựa đường

tùy thuộc vào kích cỡ hạt nhũ tương cần sản xuất. Thời gian trộn nhũ được điều chỉnh thông qua bảng điều khiển. Sau khi nhũ tương tạo thành, lấy sản phẩm từ đáy ngăn.

### 2.1.3. Khảo sát các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình tạo nhũ và lựa chọn các thông số kỹ thuật tối ưu

Nhằm khảo sát các thông số tối ưu trong quy trình phối trộn nhũ tương nhựa đường, nhóm tác giả đã tiến hành phối trộn một số hệ nhũ tương nhựa đường với thành phần gồm 50% khối lượng nhựa đường, độ pH môi trường là 2, hàm lượng CaCl<sub>2</sub> là 0,2% khối lượng, chất tạo nhũ sử dụng là MTT-24 với hàm lượng 2% khối lượng, tốc độ khuấy cố định tại 8.000 vòng/phút, nhiệt độ pha nhựa đường cố định tại 152°C và nhiệt độ pha nước được điều chỉnh tính toán phù hợp với nhiệt độ nhũ tương tạo thành. Hai yếu tố được khảo sát là thời gian khuấy nhũ (10 - 20 - 40 - 60 phút) và nhiệt độ tạo nhũ (70 - 80 - 90°C). Kết quả khảo sát cho thấy điều kiện tối ưu để phối trộn nhũ tương nhựa đường là thời gian khuấy trộn 40 phút và nhiệt độ khuấy trộn nhũ tương 80°C.

## 2.2. Các yếu tố ảnh hưởng đến tính chất của sản phẩm nhũ tương nhựa đường

### 2.2.1. Phương pháp phối trộn

Nhóm tác giả đã tiến hành phối trộn nhũ tương nhựa đường với điều kiện thiết bị phối trộn cố định (pH môi trường là 2, thời gian trộn nhũ là 40 phút, nhiệt độ pha nhũ tương là 80°C, nhiệt độ pha nước là 55°C, nhiệt độ pha nhựa đường là 152°C).

Các thành phần dùng để khảo sát gồm: nhựa đường 60/70 (ký hiệu là NĐ1) và nhựa đường BHD 40/60 (ký hiệu là NĐ2) với hàm lượng 50% khối lượng; chất hoạt động bề mặt MMT-24 và MMT-4582 - hàm lượng 1%, 2%, 4%, 6% khối lượng; polymer EVA - Dupont™ Elvax® 460 và Elvax® W40 - hàm lượng 1, 2, 4% khối lượng.

Sau khi tiến hành phối trộn được 2 hệ nhũ tương nhựa đường tương ứng là NTNĐ1 và NTNĐ2, nhóm tác giả thử nghiệm, đánh giá tính chất của sản phẩm nhũ tương nhựa: tính lưu biến (độ nhớt tại 25°C và tại 90°C); tính ổn định nhũ (độ phân tách sau 24 giờ, thí nghiệm rây sàng, độ khử nhũ); tính bám dính cốt liệu cát kết tại 90°C; khả năng giảm độ ngấm nước khi bám dính với cốt liệu.

2.2.2. Kết quả đánh giá

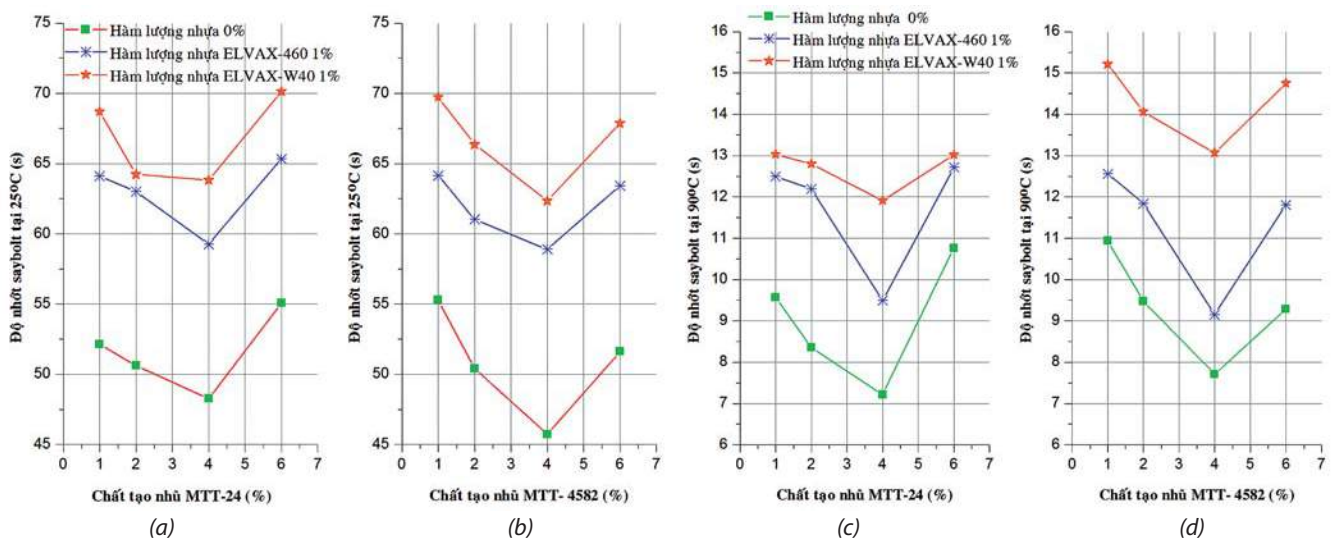
- Tính lưu biến

Nhóm tác giả đánh giá tính lưu biến của các hệ nhũ tương nhựa đường phối trộn thông qua kết quả đo độ nhớt tại nhiệt độ 25°C và 90°C. Kết quả thực nghiệm xác định mối liên hệ giữa thành phần phối trộn và độ nhớt được thể hiện trong đồ thị Hình 4 và 5.

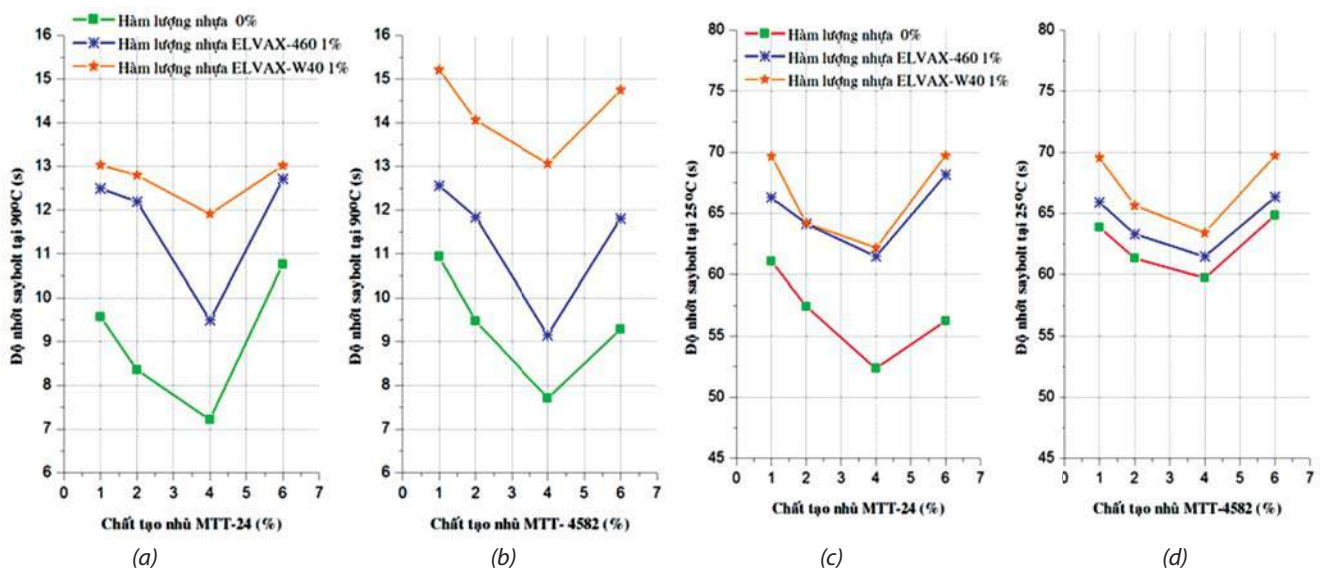
Khi hàm lượng chất hoạt động bề mặt tăng lên trên 1% khối lượng, độ nhớt của hệ nhũ tương nhựa đường có xu hướng giảm. Tuy nhiên, khi hàm lượng chất hoạt động bề mặt tăng lên quá cao (6% khối lượng) thì độ nhớt của hệ nhũ tương nhựa đường lại có xu hướng tăng lên, có trường hợp còn cao hơn cả giá trị độ nhớt của hệ khi sử dụng 1% khối lượng chất hoạt động bề mặt. Nguyên nhân của hiện tượng này là do nồng độ chất hoạt động bề mặt

quá cao (dư thừa) khiến khi phân tán trong pha nước, các phân tử chất hoạt động bề mặt liên kết với nhau tạo ra các micelle làm tăng độ nhớt của pha nước, dẫn đến độ nhớt nhũ tương nhựa đường tạo thành cũng tăng.

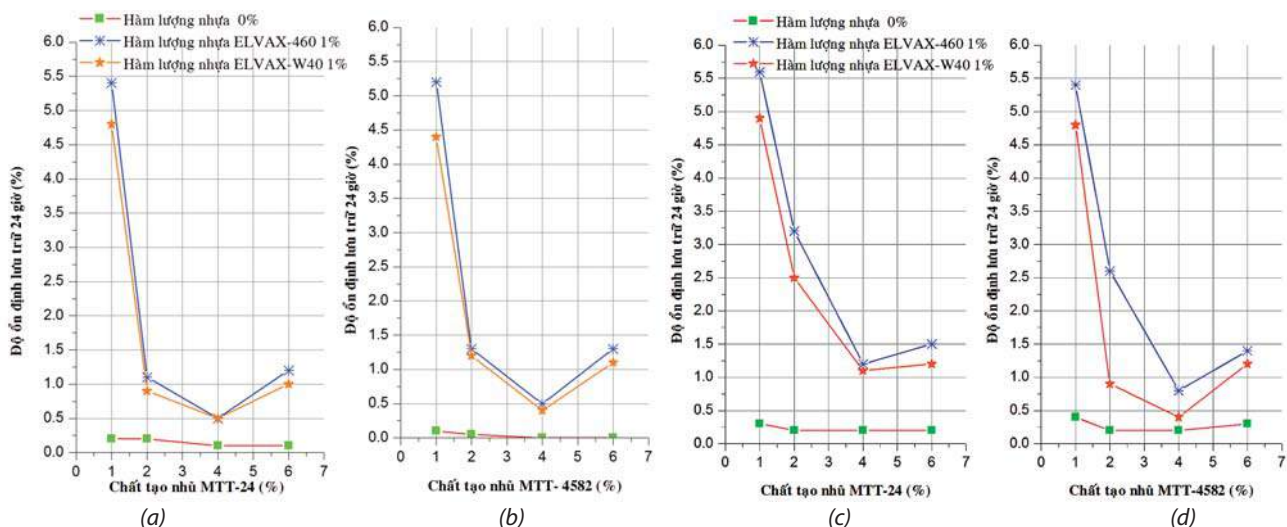
Khi sử dụng nhựa polymer làm phụ gia trong quá trình phối trộn, các hệ nhũ tương nhựa đường đều có xu hướng tăng độ nhớt lên khá cao. Đặc biệt, với hàm lượng polymer sử dụng từ 2 - 4% khối lượng thì các hệ nhũ tương nhựa đường tạo ra rất quánh, độ nhớt rất cao, độ bền nhũ rất kém, rất khó có khả năng sử dụng trong xử lý giếng khai thác ngập nước (do khó khăn trong quá trình bơm xuống giếng khai thác). Việc bổ sung phụ gia polymer Elvax® W40 khiến hệ nhũ tương nhựa đường có độ nhớt lớn hơn nhiều so với phụ gia polymer Elvax® 460. Vì vậy, khi sử dụng các hệ nhũ tương nhựa đường có bổ sung polymer, nên chọn polymer Elvax® 460 để thuận tiện hơn cho việc bơm dung dịch.



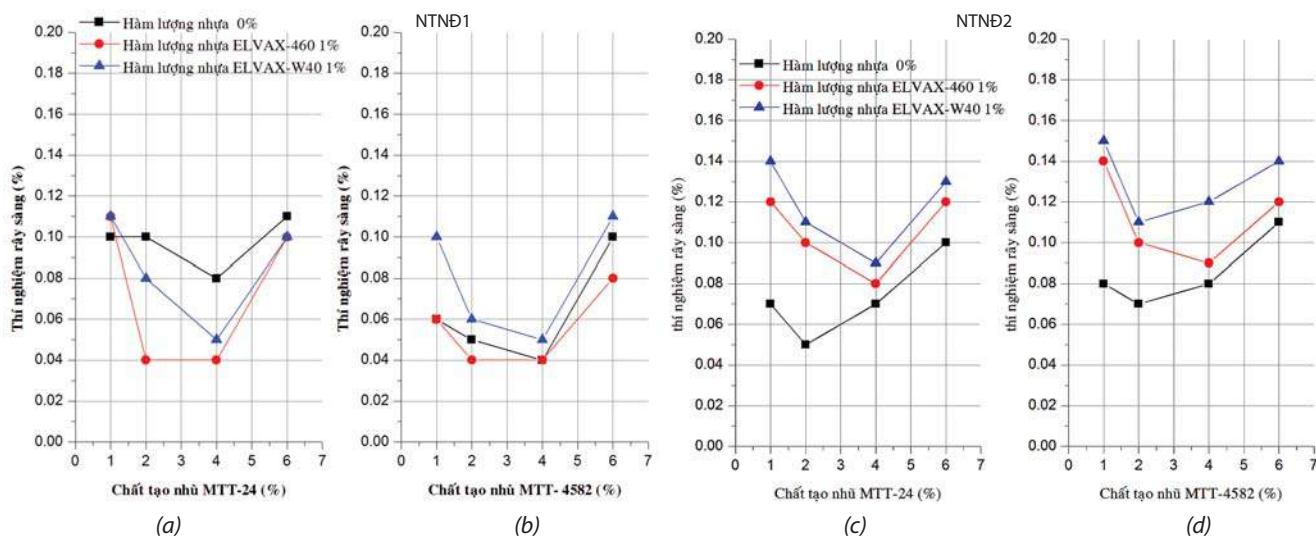
Hình 4. Ảnh hưởng của thành phần phối trộn lên đặc tính độ nhớt tại 25°C và 90°C của NTND1



Hình 5. Ảnh hưởng của thành phần phối trộn lên đặc tính độ nhớt tại 25°C và 90°C của NTND2



Hình 6. Ảnh hưởng của thành phần phối trộn của các loại nhũ tương nhựa đường lên độ sa lắng sau 24 giờ



Hình 7. Ảnh hưởng của thành phần phối trộn đến kích thước hạt NTND1 và NTND2

Các hệ nhũ tương nhựa đường được phối trộn với hai loại chất hoạt động bề mặt MTT-24 và MTT-4582 có giá trị độ nhớt tại nhiệt độ 90°C dao động từ 7 - 16 giây, tương đương với độ nhớt động học quy đổi là 10,08 - 32,82cP. Về nguyên tắc, các hệ nhũ tương nhựa đường này đều có khả năng bơm ép vào vỉa để thử nghiệm ngăn cách nước. Tuy nhiên, kinh nghiệm thực tế cho thấy chỉ các hệ dung dịch có độ nhớt tại 90°C thấp hơn 12 giây thì mới đạt hiệu quả bơm ép cao. Do đó, các hệ nhũ tương nhựa đường tiềm năng có hàm lượng chất hoạt động bề mặt 2% hoặc 4% khối lượng.

- Tính ổn định nhũ

Các hệ nhũ tương nhựa đường được đánh giá tính ổn định nhũ trong quá trình tồn trữ (thông qua độ ổn định tồn trữ trong 24 giờ), độ khử nhũ (thông qua thí nghiệm độ khử nhũ) và độ tách nhũ (thông qua thí nghiệm đo độ bám dính cốt liệu cát kết). Hình 6 cho thấy tác động

của thành phần phối trộn đến độ sa lắng của nhũ tương nhựa đường.

Trong quá trình phối trộn nhũ tương nhựa đường, hàm lượng chất tạo nhũ từ 2 - 6% khối lượng không ảnh hưởng nhiều đến độ sa lắng sau 24 giờ của nhũ tương. Khi phối trộn nhũ tương nhựa đường với hàm lượng chất hoạt động bề mặt là 1% khối lượng thì các hệ nhũ tương nhựa đường tạo thành có tốc độ sa lắng tương đối cao (khoảng 5% trong 24 giờ).

Khi hàm lượng của chất tạo nhũ tăng, độ ổn định tồn trữ trong 24 giờ tăng, nghĩa là độ sa lắng giảm. Tuy nhiên, khi nồng độ chất tạo nhũ đạt 6% khối lượng thì sẽ tạo ra các micelle, khiến độ sa lắng của hệ nhũ tương nhựa đường có xu hướng tăng lên.

Các phân tử polymer cũng có ảnh hưởng đến độ sa lắng của hệ nhũ tương nhựa đường. Trong quá trình phân tán, các phân tử polymer có phân tử lượng lớn tương tác

với nhựa đường, tạo thành hạt có kích thước lớn hơn, làm giảm độ bền tồn trữ của hệ nhũ tương nhựa đường.

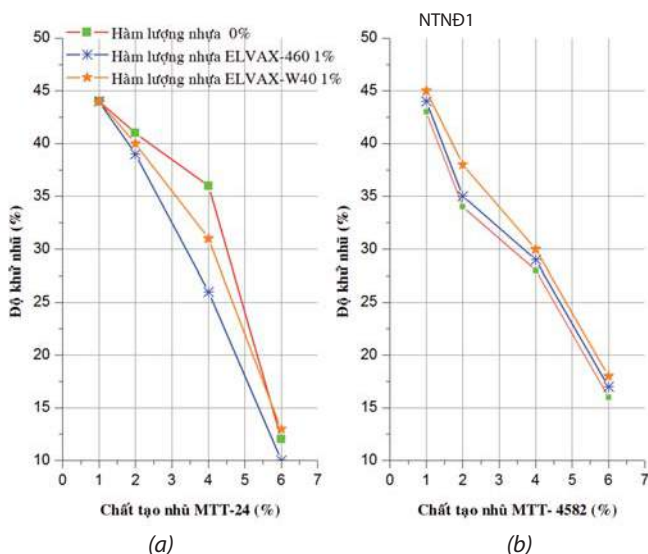
Về độ ổn định tồn trữ, các hệ nhũ tương nhựa đường không bổ sung phụ gia polymer có độ ổn định cao. Trong khi đó, các hệ nhũ tương nhựa đường có phụ gia polymer, hàm lượng chất hoạt động bề mặt 1% khối lượng đều có tốc độ sa lắng cao, sẽ không phải là đối tượng nhóm tác giả ưu tiên lựa chọn.

Ngoài ra, tính ổn định nhũ còn thể hiện ở sự phân bố kích thước hạt như kết quả rây sàng trong Hình 7. Các hệ nhũ tương nhựa đường có độ rây sàng dao động từ 0,04 - 0,14%, nghĩa là các hạt nhựa đường trong hệ nhũ tương nhựa đường với kích thước lớn hơn mắt lưới (140µm) có tỷ lệ dưới 0,14%. Giá trị này cho thấy các hệ nhũ tương nhựa đường được khảo sát có phân bố kích thước hạt nhựa đường rất nhỏ, khi sử dụng bơm ép vào vỉa sẽ dễ dàng chui qua các khe rỗng.

Đối với các hệ NTNĐ1, độ rây sàng có xu hướng giảm khi tăng hàm lượng chất hoạt động bề mặt từ 1 - 4% khối lượng. Với hàm lượng chất hoạt động bề mặt 6% khối lượng, giá trị độ rây sàng tăng. Điều này cũng phù hợp với độ ổn định tồn trữ của nhũ giảm, hệ không bền. Không có sự khác biệt nhiều khi sử dụng hai loại chất hoạt động bề mặt đã khảo sát trên toàn bộ mẫu thực hiện.

Sự có mặt của phụ gia polymer có ảnh hưởng không nhiều đến giá trị thí nghiệm rây sàng, do các hệ nhũ tương nhựa đường có kích thước hạt rất nhỏ. Tuy nhiên, hệ nhũ tương nhựa đường được bổ sung polymer Elvax® W40 có xu hướng tạo hạt có kích thước lớn hơn so với bổ sung polymer Elvax® 460 (với cùng hàm lượng 1% khối lượng).

Giá trị độ khử nhũ cho thấy độ bền của nhũ trong



trường hợp gặp các tác nhân phá nhũ. Khi hàm lượng chất hoạt động bề mặt tăng thì độ khử nhũ giảm (do Dioctyl Sodium Sulfosuccinate là một chất hoạt động bề mặt anion, có khả năng tách nhũ tỷ lệ nghịch với hàm lượng chất hoạt động bề mặt cation có trong hệ nhũ tương nhựa đường).

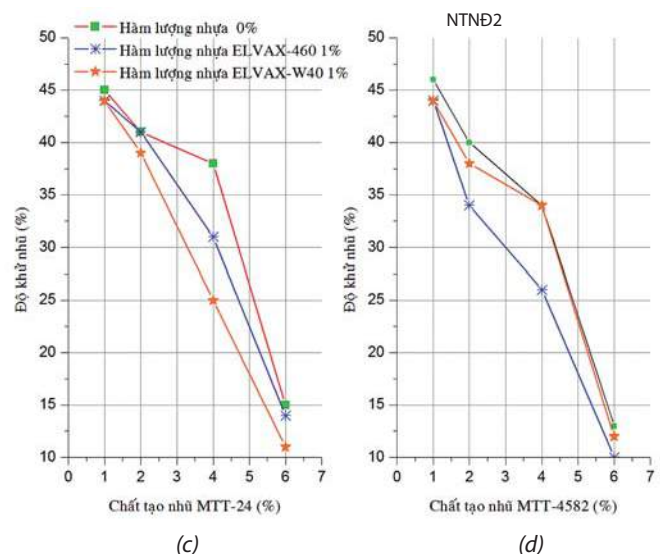
Theo các đồ thị độ khử nhũ (Hình 8), với hàm lượng chất hoạt động bề mặt 6% khối lượng, các hệ nhũ tương nhựa đường có độ khử nhũ thấp hơn so với các hệ nhũ tương nhựa đường có hàm lượng chất hoạt động bề mặt 1%, 2% và 4% khối lượng. Như vậy, các hệ nhũ tương nhựa đường với hàm lượng chất hoạt động bề mặt 6% khối lượng có các đặc tính không phù hợp, vì thế nhóm tác giả không ưu tiên lựa chọn.

Đối với các hệ NTNĐ1, độ khử nhũ thấp nhất là hai hệ nhũ tương nhựa đường được tạo thành với chất hoạt động bề mặt MTT-24 được bổ sung polymer Elvax® 460 và hệ nhũ tương nhựa đường được tạo thành với chất hoạt động bề mặt MTT-4582 không bổ sung polymer.

Đối với các hệ NTNĐ2, độ khử nhũ thấp nhất là hệ nhũ tương nhựa đường được tạo thành với chất hoạt động bề mặt MTT-24 được bổ sung polymer Elvax® W40 và hệ nhũ tương nhựa đường được tạo thành với chất hoạt động bề mặt MTT-4582 được bổ sung polymer Elvax® 460.

- Độ bám dính cốt liệu cát kết

Nhóm tác giả tiến hành thí nghiệm đánh giá độ bám dính cốt liệu cát kết tại nhiệt độ cao (không có áp suất cao) để đánh giá khả năng phân tách và bám dính của các hệ nhũ tương nhựa đường trong điều kiện bơm vào vỉa trong thực tế. Kết quả thực nghiệm cho thấy (Hình 9), độ phân tách bám dính vào bề mặt cốt liệu của các hệ



Hình 8. Độ khử nhũ theo thành phần phối trộn NTNĐ2

nhũ tương đều tăng theo thời gian. Hệ nhũ tương nhựa đường với hàm lượng chất hoạt động bề mặt càng cao, độ phân tách bám dính càng cao. Kết quả này phù hợp với lý thuyết về khả năng phân tách khi tiếp xúc với cốt liệu cát kết đã nêu ở trên.

Các hệ nhũ tương nhựa đường có sử dụng phụ gia polymer thì độ bám dính cốt liệu tốt và quá trình bám dính diễn ra nhanh hơn so với hệ nhũ tương nhựa đường không sử dụng polymer. Khi ứng dụng vào điều kiện thực tế với áp suất cao, chắc chắn khả năng phân tách, bám dính với cốt liệu sẽ tốt hơn thực nghiệm tại điều kiện thường.

- *Khả năng giảm độ ngấm nước của nhũ tương nhựa đường đối với đá mẫu lõi*

Nhóm tác giả đánh giá khả năng sử dụng nhũ tương nhựa đường để ngăn cách nước (tại các giếng khai thác ngập nước) trong điều kiện phòng thí nghiệm bằng khả năng giảm độ ngấm nước qua đá vỉa sau khi được xử lý nhũ tương nhựa đường bao phủ bề mặt. Hình 10 cho thấy tác động của thành phần phối trộn lên khả năng ngăn cách nước của nhũ tương nhựa đường đối với đá vỉa cát kết Miocene dưới mỏ Bạch Hổ thông qua khả năng giảm độ ngấm nước theo thời gian. Theo đó, độ ngấm nước của các mẫu đá sau khi được xử lý bề mặt bằng cách bao phủ nhũ tương nhựa đường giảm mạnh. Độ ngấm chỉ còn từ 10 - 23% so với đá mẫu lõi ban đầu không được bao phủ. Điều này chứng tỏ khi bám lên bề mặt đá vỉa, nhựa đường có khả năng ngăn cách nước rất tốt.

Nhìn chung, với hệ nhũ tương nhựa đường có sử dụng hàm lượng chất hoạt động bề mặt cao hơn thì lớp nhựa

đường (khi bám lên bề mặt đá vỉa) có khả năng ngăn cách nước tốt hơn. Điều này phù hợp với mức độ phân tách cao hơn của nhũ tương nhựa đường khi sử dụng chất hoạt động bề mặt với hàm lượng cao hơn. Tuy nhiên, sự chênh lệch này không lớn và không đánh giá chính xác mức độ ngăn cách nước giữa các hệ nhũ tương nhựa đường trong thực tế điều kiện vỉa.

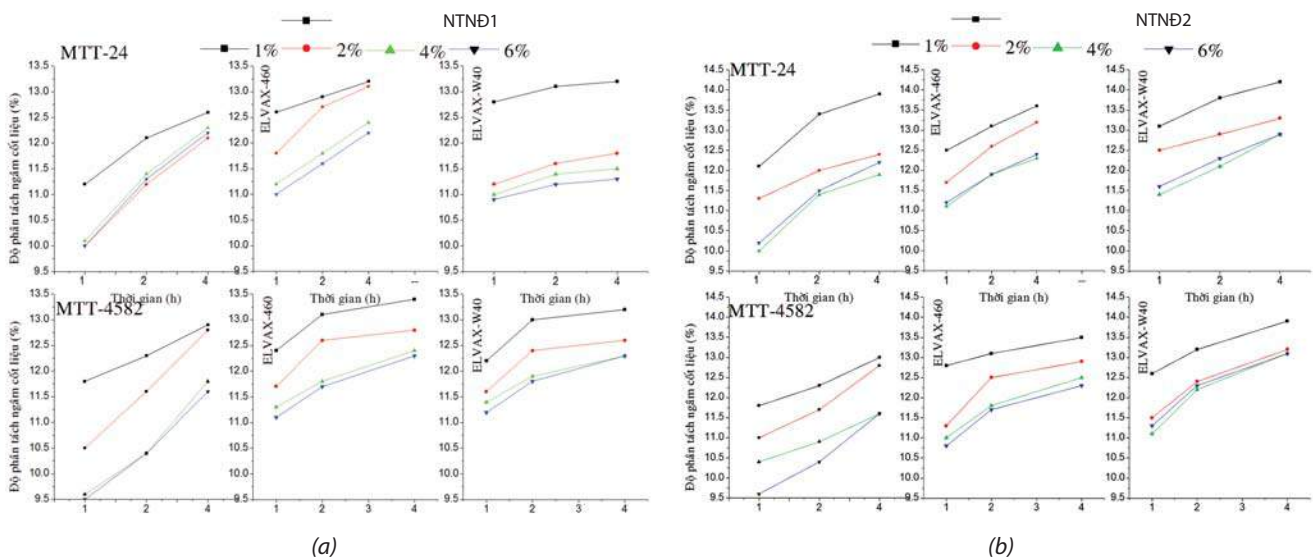
Hình 11 là hình ảnh phân bố kích thước hạt nhũ của hai mẫu NTNĐ1 và NTNĐ2 được chụp dưới kính hiển vi (kích thước mỗi ô lưới nhỏ trong hình là 25µm).

Các hạt nhũ trong hệ nhũ tương nhựa đường có kích thước rất nhỏ, chủ yếu có đường kính < 25µm (chiếm hơn 95%), các hạt nhũ có đường kính > 100µm không đáng kể. Điều này chứng tỏ khả năng ứng dụng các hệ nhũ tương nhựa đường để ngăn cách nước vỉa cát kết tầng Miocene dưới mỏ Bạch Hổ (kích thước lỗ rỗng trung bình từ 100 - 250µm).

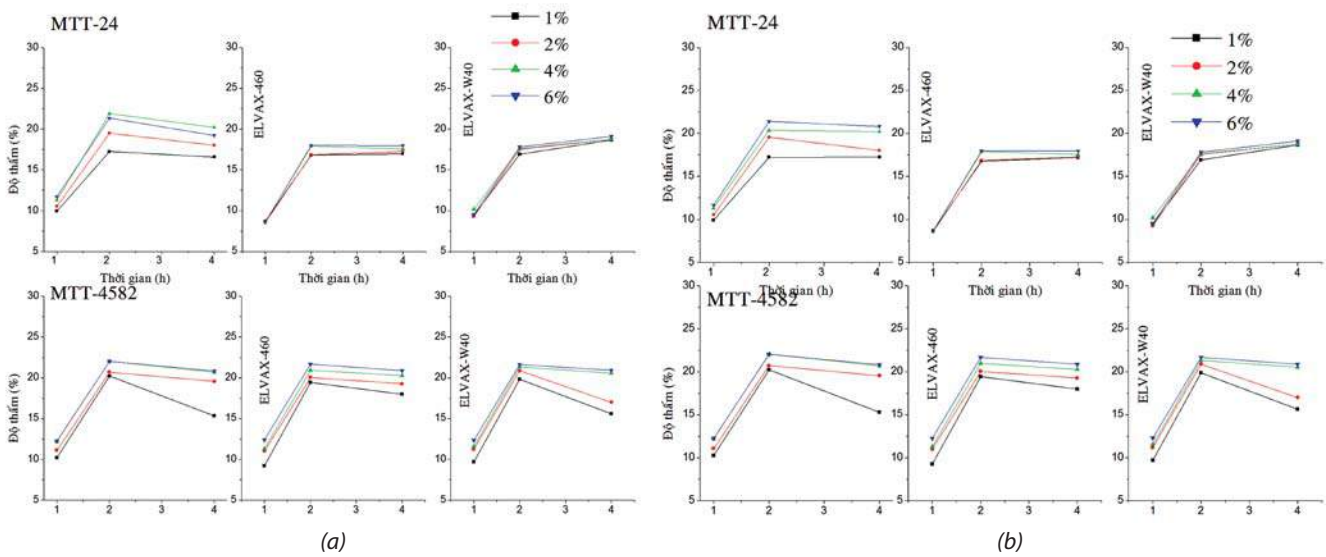
- *Độ phủ đều của nhũ tương nhựa đường*

Hai mẫu đá vỉa tầng Miocene dưới mỏ Bạch Hổ được nhúng trong nhũ tương nhựa đường theo đúng quy trình trong vòng 30 phút tại nhiệt độ 90°C, sau đó sấy khô ở nhiệt độ 105°C trong 4 giờ, làm nguội trong bình hút ẩm và đưa vào chụp dưới kính hiển vi (Hình 12).

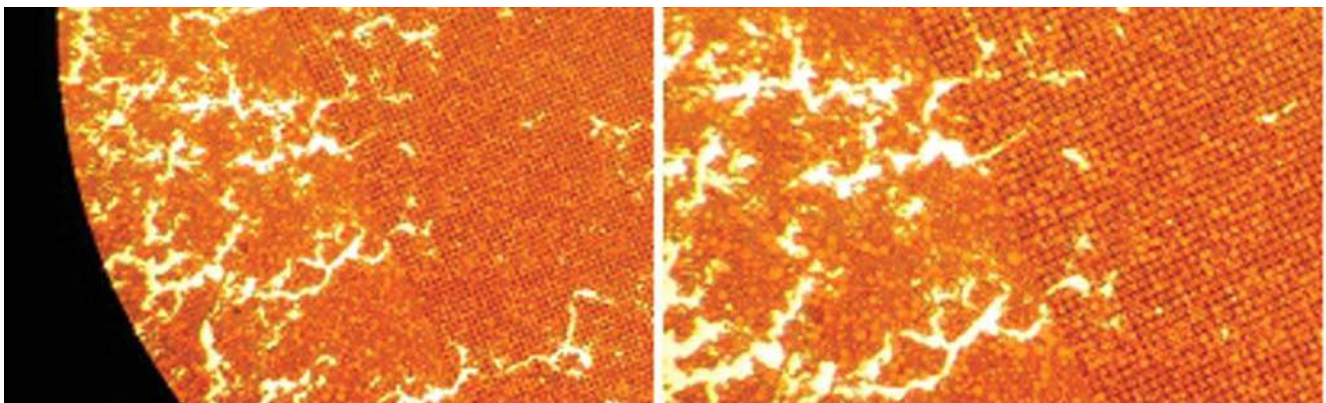
Kết quả cho thấy nhũ tương nhựa đường bao phủ rất đều và kín khắp bề mặt đá vỉa. Điều này phù hợp với kết quả thử nghiệm khả năng giảm độ ngấm nước sau khi bao phủ nhũ tương nhựa đường lên bề mặt đá do bề mặt đá vỉa được phủ kín, nước không thể thấm qua được khiến độ ngấm nước giảm mạnh.



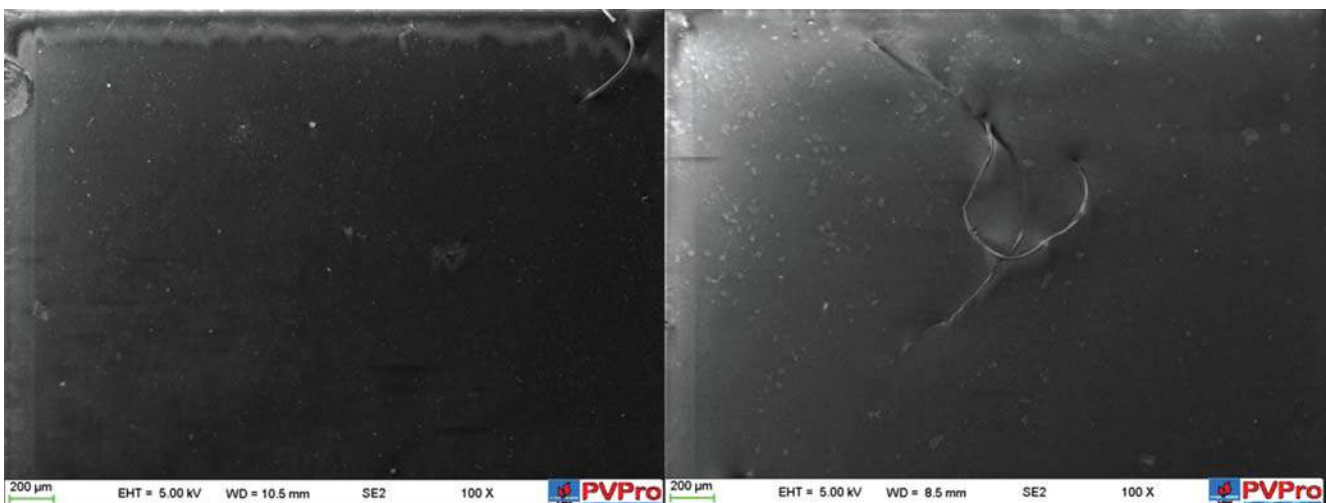
Hình 9. Độ phân tách khi ngấm với cốt liệu của hai loại nhũ tương nhựa đường



Hình 10. Độ ngấm nước của đá mẫu lõi khi sử dụng với hai loại nhũ tương nhựa đường



Hình 11. Hình chụp kích thước hạt nhũ của hệ nhũ tương nhựa đường



Hình 12. Độ phủ đều của NTND2 trên đá mẫu lõi

**2.3. Lựa chọn các hệ nhũ tương nhựa đường có tiềm năng ứng dụng để ngăn cách nước trong vỉa cát kết tầng Miocene dưới mỏ Bạch Hổ**

Tính chất sản phẩm của nhũ tương nhựa đường sử dụng nguyên liệu nhựa đường 60/70 và BHD 40/60 tương

đối giống nhau (một số đặc tính được tăng cường hoặc giảm đi bằng cách bổ sung polymer). Vì vậy loại nhựa đường 60/70 được nhóm tác giả ưu tiên lựa chọn.

Về nguyên tắc, hệ nhũ tương nhựa đường có độ nhớt càng thấp càng thuận tiện khi bơm xuống giếng khai

thác. Tuy nhiên, nếu hệ nhũ tương nhựa đường quá lỏng thì khả năng giữ lại trên bề mặt đá vôi kém đi, gây thất thoát dung dịch và làm giảm hiệu quả ngăn cách nước. Vì vậy, nhóm tác giả cho rằng cần chọn các hệ nhũ tương nhựa đường có độ nhớt vừa phải, với hàm lượng chất hoạt động bề mặt từ 2 - 4% khối lượng.

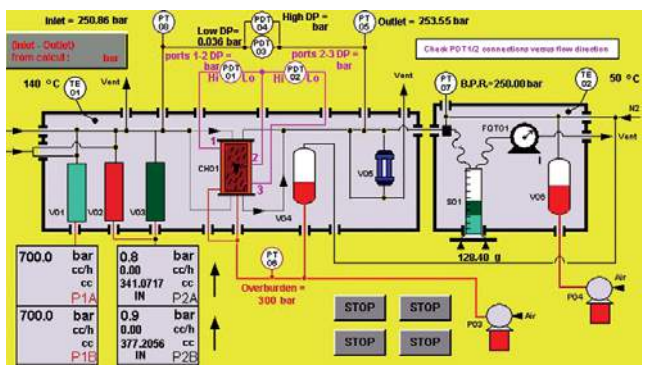
Thí nghiệm rây sàng cho thấy mức độ phân bố kích cỡ hạt nhũ giữa các mẫu nhũ tương nhựa đường không đồng đều mặc dù tỷ lệ nhựa đường bị giữ lại trên rây rất nhỏ (dưới 1%), có khả năng sử dụng để bơm ép xuống giếng, vào vỉa.

Từ các hệ nhũ tương nhựa đường phối trộn và thử nghiệm, nhóm tác giả lựa chọn hệ nhũ tương nhựa đường tiềm năng để ngăn cách nước trong vỉa cát kết tầng Miocene dưới mỏ Bạch Hổ. Hệ này được phối trộn từ nhựa đường 60/70, sử dụng chất hoạt động bề mặt MTT-24 (hàm lượng 2% khối lượng), có và không có polymer Elvax<sup>®</sup> 460 (hàm lượng 1% khối lượng) với hàm lượng chất hoạt động bề mặt là 2% khối lượng.

**3. Đánh giá hiệu quả kinh tế của phương pháp sử dụng nhũ tương nhựa đường để xử lý giếng ngập nước trong tầng Miocene dưới mỏ Bạch Hổ**

**3.1. Thử nghiệm ngăn cách nước bằng nhũ tương nhựa đường trong phòng thí nghiệm**

Sơ đồ thí nghiệm được mô tả trong Hình 13. Thiết bị bao gồm: buồng giữ mẫu (cho phép bơm được từ 2 đầu khác nhau của mẫu); các van và đối áp; các bơm tạo áp suất và điều chỉnh lưu lượng; 3 bình thép chứa chất lưu dầu, nước và chất nhũ tương nhựa đường với thể tích 1.000cm<sup>3</sup>/bình; ống đồng cho phép đo thể tích của dầu, nước và chất nhũ tương nhựa đường; cửa sổ trong suốt cho phép theo dõi màu hoặc trạng thái pha của chất lưu. Buồng giữ mẫu và các bình chứa chất lưu được đặt trong lò ổn nhiệt bằng khí nóng. Ngoài ra, các cảm biến đo áp



Hình 13. Sơ đồ máy thí nghiệm ngăn cách nước bằng nhũ tương nhựa đường

suất, nhiệt độ, chênh áp... được lắp đặt tại nhiều vị trí khác nhau để đo lường và lưu trữ số liệu phục vụ cho tính toán và phân tích.

Nhóm tác giả ghép nối tiếp mẫu lõi M-4 và M-5, sau đó sử dụng methanol để loại bỏ những phần muối còn lắng đọng trong hệ thống nút nê, hang hốc, lỗ rỗng. Sử dụng toluene và chloroform để làm sạch dầu và các cặn bã của dầu. Sấy khô mẫu trong vòng 48 giờ ở nhiệt độ 70 - 90°C.

Dầu và nước được lọc tạp chất qua bộ lọc trong điều kiện áp suất, nhiệt độ cao với tấm sàng lọc có đường kính lọc ≤ 30µm.

Bão hòa nước: Các mẫu trụ đơn được lắp đặt vào buồng mẫu với áp suất nén hông 500psia và hút chân không trước khi bơm nước vỉa tổng hợp theo hướng từ dưới lên. Bằng cách này, mẫu được bão hòa nước hoàn toàn, đồng thời kiểm tra được tổng thể tích rỗng của mẫu. Độ thấm tuyệt đối của các mẫu cũng được đo trực tiếp sau khi nâng áp suất trong mẫu lên 110atm và nhiệt độ lên tới điều kiện vỉa 90°C.

Bão hòa dầu ban đầu: Dầu thô được bơm vào mẫu theo hướng từ trên xuống với hai cấp lưu lượng để xác định sơ bộ độ thấm hiệu dụng của dầu ở điều kiện bão hòa nước ban đầu đối với từng mẫu. Bão hòa dầu ban đầu sẽ được tính toán theo phương trình cân bằng vật chất đối với thể tích rỗng của mỗi mẫu.

Dùng cao su non (teflon) cuốn chặt mẫu lõi, sau đó lắp vào ống cao su (rubber sleeve). Mẫu lõi được lắp đặt vào buồng giữ mẫu (hydrostatic core holder) và đặt trong thiết bị ổn nhiệt ở nhiệt độ 90°C, áp suất đối áp P<sub>inj</sub> = 110atm, áp suất nén hông 200atm. Thời gian nâng nhiệt và ổn định ít nhất 8 - 10 giờ. Thể tích 1.000ml dầu, 1.000ml nước và 300ml nhũ tương nhựa đường được đựng trong các bình đệm inox và đặt trong thiết bị ổn nhiệt.

Nước vỉa được bơm qua mẫu lõi đẩy dầu theo hướng từ dưới lên với lưu lượng ổn định cho đến khi không còn dầu được đẩy ra (thiết lập thời điểm dầu tàn dư). Tiến hành đo chênh áp giữa hai đầu mẫu và xác định độ thấm hiệu dụng của nước qua hai cấp lưu lượng bơm khác nhau.

Bơm dung dịch nhũ tương nhựa đường với thể tích bơm 2V<sub>lỗ rỗng</sub> đặt lưu lượng bơm ở mức thấp nhất có thể (10 cc/giờ) để quá trình bơm diễn ra chậm nhất có thể, tạo điều kiện cho mẫu nhũ tương nhựa đường được thấm đều trong mẫu lõi và để ngấm trong vòng 2 giờ.

Sau khi ngấm nhũ tương nhựa đường trong mẫu lõi 2 giờ, nước được bơm ép qua mẫu lõi theo chiều ngược

lại (chiều từ trên xuống dưới). Lưu lượng bơm cũng được đặt ở mức thấp nhất có thể (10cc/giờ) nhằm bảo đảm cho nước được di chuyển đều qua mẫu lõi. Nhóm tác giả tiến hành ghi áp suất đầu bơm và đo đặc thể tích nước qua được đến ống hứng, xác định độ thấm hiệu dụng của nước, tính toán hệ số phục hồi độ thấm của nước sau khi được xử lý nhũ tương nhựa đường (hoặc xác định thể tích nước thấm qua mẫu sau khi xử lý bằng nhũ tương nhựa đường cũng như giá trị áp suất đầu bơm nếu không xác định được chênh áp  $\Delta P$ ).

Tiếp theo, nhóm tác giả bơm dầu qua mẫu lõi cũng với lưu lượng bơm nhỏ nhất có thể (10cc/giờ). Tiến hành ghi áp suất đầu bơm và đo đặc thể tích dầu qua được đến ống hứng, xác định độ thấm hiệu dụng của dầu qua hai cấp lưu lượng bơm, tính toán hệ số phục hồi độ thấm của dầu sau khi được xử lý nhũ tương nhựa đường (hoặc xác định thể tích dầu thấm qua mẫu sau khi xử lý bằng nhũ tương nhựa đường cũng như giá trị áp suất đầu bơm nếu không xác định được chênh áp  $\Delta P$ ).

### 3.2. Đánh giá hiệu quả kinh tế kỹ thuật

Kết quả thử nghiệm bơm ép nhũ tương nhựa đường ở điều kiện vỉa (Bảng 3) cho thấy hệ số phục hồi độ thấm nước giảm trung bình đến 96% trong khi hệ số phục hồi độ thấm dầu ban đầu đạt trung bình gần 89%. Điều đó chứng tỏ sau khi bơm ép nhũ tương nhựa đường, nhựa đường đã tách ra khi tiếp xúc với cát kết mẫu lõi tầng Miocene dưới mỏ Bạch Hổ, tạo thành lớp vật liệu ngăn cách nước. Lớp vật liệu này, ngoài khả năng ngăn cách nước cao còn có khả năng cho dầu thấm qua. Vì vậy, phương pháp này chính là phương pháp ngăn cách nước có chọn lọc hiệu quả.

Giả sử phương pháp ngăn cách nước bằng nhũ tương nhựa đường có hiệu quả trong vòng 1, 2 hoặc 3 tháng, so sánh với các phương pháp trám bít ngăn cách nước bằng xi măng thông thường, phương pháp sử dụng nhũ tương nhựa đường ngoài hiệu quả ngăn cách nước cao còn thu được một lượng lớn dầu khai thác với giá trị kinh tế nhất định (Bảng 5).

**Bảng 3.** Sự thay đổi thấm pha dầu - nước trước và sau khi bơm nhũ tương nhựa đường

Nhũ tương	Kw trước (mD)	Kw sau (mD)	Hệ số phục hồi độ thấm nước	Ko trước (mD)	Ko sau (mD)	Hệ số phục hồi độ thấm dầu
1	30,42	1,27	0,042	76,54	69,73	0,911
2	31,53	1,15	0,036	77,65	67,45	0,868

**Bảng 4.** Chi phí ước tính cho việc thực hiện bơm ép nhũ tương nhựa đường

TT	Hạng mục	Đơn vị	Số lượng	Thời gian (ngày)	Đơn giá (triệu đồng)	Thành tiền (triệu đồng)
1	Chi phí nghiên cứu các thông số, đặc tính của giếng khai thác, xây dựng công thức hệ nhũ tương nhựa đường phù hợp, lên kế hoạch thực hiện	giếng	1		200	200
2	Chi phí chuẩn bị thiết bị, dụng cụ tại căn cứ Vietsovpetro	giếng	1		50	50
3	Chi phí vận chuyển thiết bị, dụng cụ, hóa phẩm ra giàn	giếng	1		200	200
4	Chi phí nhân công và thiết bị					
4.1	Nhân công					
	Đốc công	người	1	4	14	56
	Đội trưởng	người	2	4	10	80
	Thợ cơ khí/thợ máy	người	2	4	8	64
	Chuyên viên hóa phẩm	người	2	4	8	64
4.2	Thiết bị, dụng cụ					
	Container và thiết bị, dụng cụ đi kèm	cái	5	5	3	75
	Phuy PVC để chứa nhũ tương nhựa đường	cái	6	2	3	36
	Máy bơm dùng để bơm và khuấy nhũ tương nhựa đường	cái	1	5	0,4	2
	Bơm nhũ tương nhựa đường	cái	2	5	20	200
4.3	Vật tư khác	bộ	1		10	10
4.4	Nhũ tương nhựa đường	m <sup>3</sup>	16		16	256
	<b>Tổng cộng</b>					<b>1.293</b>

**Bảng 5.** Lượng dầu khai thác được và giá trị kinh tế tương ứng với thời gian hiệu quả

Thời gian hiệu quả	1 tháng	2 tháng	3 tháng
Lượng dầu khai thác được (tấn)	263,16	403	750
Giá trị kinh tế thu lại được (USD*)	194.738	298.220	555.491

Ghi chú: (\*) Giá dầu là 105USD/thùng, tương đương khoảng 740USD/tấn

#### 4. Kết luận

Nhóm tác giả đã nghiên cứu phương án tối ưu và thiết kế, chế tạo thành công hệ thống phối trộn nhũ tương nhựa đường quy mô phòng thí nghiệm, công suất 10 lít/mẻ với quy trình khép kín, có khả năng điều chỉnh thành phần phối trộn linh hoạt, cho ra sản phẩm ổn định... Hệ thống phối trộn nhũ tương nhựa đường có mức độ tự động hóa cao, có giá trị ứng dụng trong nghiên cứu các hệ nhũ tương khác.

Qua thử nghiệm nhóm tác giả đã rút ra được công thức 2 hệ nhũ tương nhựa đường tối ưu có khả năng sử dụng hiệu quả trong ngăn cách nước, chống ngập nước tại các giếng khai thác tầng Miocene dưới mỏ Bạch Hổ. Các hệ nhũ tương nhựa đường này có thành phần gồm: nhựa đường 60/70 (hàm lượng 50% khối lượng); chất hoạt động bề mặt MTT-24 (hàm lượng 2% khối lượng); có hoặc không có phụ gia polymer Elvax<sup>®</sup> 460 (hàm lượng 1% khối lượng).

Nhóm tác giả đã thử nghiệm theo điều kiện vỉa với mẫu lõi lấy từ tầng Miocene dưới mỏ Bạch Hổ; thực hiện thành công thử nghiệm bơm ép nhũ tương nhựa đường vào mẫu lõi. Kết quả cho thấy sau khi bơm ép nhũ tương nhựa đường, lớp nhựa đường dính bám trên mẫu lõi đã có tác dụng ngăn cách nước gần như tuyệt đối (độ thấm nước giảm trung bình khoảng 96% tương ứng với hệ số phục hồi độ thấm nước chỉ đạt khoảng 4%). Trong khi đó, lớp nhựa đường trám bít lại có khả năng cho dầu thấm qua (hệ số phục hồi độ thấm dầu đạt khoảng 89%). Công nghệ này có ưu thế hơn so với các phương pháp trám bít thông thường ở chỗ không ngăn cách hoàn toàn giữa vỉa và giếng khai thác sau khi xử lý.

Trên cơ sở tham khảo các quy trình tính toán hiệu quả kinh tế kỹ thuật của Vietsovpetro, nhóm tác giả đã xây dựng các công thức tính toán hiệu quả kinh tế, kỹ thuật của công nghệ sử dụng nhũ tương nhựa đường trong xử lý giếng khai thác ngập nước. Hệ thống công thức này cho phép xác định hiệu quả ngăn cách nước khi sử dụng nhũ tương nhựa đường để trám bít đồng thời cho phép tính toán lượng dầu khai thác được sau khi xử lý giếng khai thác ngập nước. Với chi phí khoảng 1,293 tỷ đồng, giá trị kinh tế của phương pháp ngăn cách nước bằng nhũ tương nhựa đường ước đạt trên 194 nghìn USD (sau 1 tháng), 298 nghìn USD (sau 2 tháng) và 555 nghìn USD (sau 3 tháng).

Tuy nhiên, phương pháp ngăn cách nước bằng nhũ tương nhựa đường còn có một số hạn chế (giếng có thể sẽ chậm phục hồi sau khi xử lý, nhựa đường có thể phân tách và bám dính bên trong cần ống khai thác...) song đều có thể xử lý, khắc phục được. Vì vậy, từ kết quả sử dụng

nhũ tương nhựa đường trong ngăn cách nước, xử lý giếng khai thác ngập nước tại tầng Miocene dưới mỏ Bạch Hổ quy mô phòng thí nghiệm đã chứng tỏ tính khả thi của phương pháp về mặt công nghệ. Trên cơ sở đó, nhóm tác giả tiếp tục triển khai phương án triển khai thử nghiệm ở quy mô thực tế tại các giếng khai thác đã bị ngập nước nặng (lên đến 99%), gần đến giai đoạn phải đóng giếng nhưng vẫn còn trữ lượng dầu đáng kể.

#### Tài liệu tham khảo

1. Nguyễn Xuân Mẫn. *Nhũ tương nhựa bitum - đại cương và ứng dụng*. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật. 1995.
2. Nguyễn Bin. *Tính toán quá trình, thiết bị trong công nghệ hóa chất và thực phẩm - Tập 1*. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật. 2004.
3. Карпеко Ф. В., Гуреев А.А. *Битумные эмульсии*. М. ЦНИИтэнефтехим. 1998: 192с.
4. Пасынский А.Г. *Коллоидная химия*. М. Высшая школа. 1995: 232с.
5. Фролов И.Н. *Коллоидная химия*. М. Недра. 1989: 462с.
6. Фридрихсберг Д.А. *Курс коллоидной химии*. Л.: Химия. 1994.
7. Неппер Д. *Стабилизация коллоидных дисперсий полимерами*. М. Мир. 1986: 488с.
8. Под ред. К. Мителла, *Мицеллообразование, солюбилизация и микроэмульсии*. М. Мир. 1980: 597с.
9. Ибрагимов Г.З, Сорокин В.А., Хисамутдинов Н.И. *Химические реагенты для добычи нефти*. М. Недра. 1986.
10. Клещенко И.И., Григорьев А.В., Телков А.П. *Изоляционные работы при заканчивании и эксплуатации нефтяных скважин*. М. Недра. 1997.
11. Ибрагимов Г.З, Хисамутдинов А.А. *Справочное пособие по применению химических реагентов в добыче нефти*. М. Недра. 1983: 312с.
12. Елисеев Д.Ю. *Технология тампонирования для высокотемпературных пластов*. М.: РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина. 2002: 130с.
13. Lê Đình Lăng, Nguyễn Minh Toàn, Dương Hiến Lương, Trần Đức Thọ. *Một số nghiên cứu về nâng cao hệ số thu hồi dầu cho các mỏ Bạch Hổ và mỏ Rồng*. Tuyển tập Báo cáo Hội nghị Khoa học và Công nghệ Quốc tế "Dầu khí Việt Nam 2010 - Tăng tốc phát triển". 2010: trang 937 - 948.

14. Gaylon L. Baumgardner. *Asphalt emulsion manufacturing today and tomorrow*. Asphalt Emulsion Technology. Published by Transportation Research Board of the National Academies. 2006: p. 16 - 25.
15. Delmar R. Salomon. *Asphalt emulsion technology, transportation research board characteristics of bituminous materials committee*. 2006.
16. Рябоконт С.А., и др. *Выбор технологии и тампонажных материалов при проведении ремонтно-изоляционных работ в скважинах*. Нефтяное хозяйство. 1989. 4: с.47 - 53.
17. Блажевич В.А., и др. *Ремонтно-изоляционные работы при эксплуатации нефтяных месторождений*. М.: Недра. 1981: с.232.
18. *Обобщение современного состояния ремонтно-изоляционных работ обводняющихся скважин (российский и зарубежный опыт)*. М.: ИРЦ Газпром. 1998.
19. Минаков И.И. *Промысловые испытания гидрофобизирующих композиций на Самотлорском месторождении*. Нефтяное хозяйство. 6: с.17 - 19.
20. Силин М.А., Рудь М.И., Фам Х.К., и др. *Разработка битумной эмульсии для применения в технологии селективной изоляции водопритоков*. Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. 2010; 11: с.11 - 13.
21. Лозин Е.В., Алмаев Р.Х., Базекина Л.В., и др. *Масштабное внедрение МУН на месторождениях Башкортостана, in Состояние и перспективы работ по повышению нефтеотдачи пластов*. Самара. 2000: с.36 - 41.
22. Хасаншин Р.Н. *Разработка технологии изоляции попутно добываемых вод в скважинах*. Уфа: Уфимский государственный технический университет. 2005: с.120
23. Фам Хоанг Кыонг. *Разработка состава устойчивой битумной эмульсии для селективной изоляции притока вод в добывающие скважины*. РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина. 2010: с.132.
24. Phạm Đức Thắng, Nguyễn Văn Minh, Hoàng Linh Lan. *Đặc trưng năng lượng vỉa và khai thác đối tượng Miocene hạ, mỏ Bạch Hổ*. Tạp chí Dầu khí. 2011; 8: trang 35 - 44.
25. Wikipedia. *Bancroft rule*. [http://en.wikipedia.org/wiki/Bancroft\\_rule](http://en.wikipedia.org/wiki/Bancroft_rule).

## Research on technology to produce bitumen emulsion for water isolation in Lower Miocene production wells of Bach Ho oilfield

Nguyen Huynh Anh, Nguyen Thi Anh Thu, Ha Minh Tien  
Vietnam Petroleum Institute

### Summary

***There are several methods to treat flooded oil wells, using different kinds of chemicals and materials. However, most of them are unselective, meaning that the entire fluid in the reservoir will be completely isolated from the wells, including the crude oil. Many studies have used different residue fractions from crude oil distillation with high asphaltene and resin content to isolate water from the reservoir to the production well which allow the entire crude oil to penetrate through the isolation material. The disadvantage of this technique is that the viscosities of heavy crude oil fractions are too high, making it difficult to use them in oil wells. Therefore, using bitumen emulsion to isolate water from the reservoir is a highly potential technique. The authors have studied the technology to produce bitumen emulsion in lab scale. Bitumen emulsions later on were tested for their physicochemical properties to evaluate their abilities for injection into the production wells. The two most potential samples of bitumen emulsion were used for injection and isolation test at reservoir conditions (high pressure, high temperature) in the lab. The results of experiments showed that bitumen emulsions got a high water isolation ability (water permeability recovery coefficient was reduced by 96%). At the same time, they allow crude oil to penetrate through (crude oil permeability recovery coefficient was about 89%).***

**Key words:** Bitumen, emulsion, bitumen emulsion, water isolation, Lower Miocene.