

# NGHIÊN CỨU ÁP DỤNG CÔNG NGHỆ XỬ LÝ DẦU PARAFFIN BẰNG BƠM VÀO ĐƯỜNG KHÍ GASLIFT

**Lê Đăng Tâm, Bùi Trọng Hân, Phạm Thành Vinh, A.G.Akhmadeev, Nguyễn Hữu Nhân  
Lê Thị Đoàn Trang, Châu Nhật Bằng, Đoàn Tiến Lữ, Trần Thị Thanh Huyền**

Liên doanh Vietsovetro

Email: vinhpt.rd@vietsov.com.vn

<https://doi.org/10.47800/PVSI.2024.03-09>

## Tóm tắt

Dầu khai thác tại mỏ thuộc Liên doanh Vietsovetro có hàm lượng paraffin cao, nhiệt độ đông đặc cao dẫn đến phức tạp trong quá trình vận hành hệ thống thu gom vận chuyển dầu và khí lỏng đọng paraffin giảm công suất đường ống, tăng áp suất vận chuyển, tắc hệ thống vận chuyển sản phẩm khai thác... Trong bối cảnh sản lượng khai thác có xu hướng giảm, độ ngập nước cao, nhiệt độ chất lưu giảm dần... ảnh hưởng đến hoạt động khai thác dầu khí, tiềm ẩn rủi ro trong quá trình vận hành hệ thống khai thác.

Bài báo phân tích các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình xử lý chất lưu, trên cơ sở đó đề xuất giải pháp công nghệ xử lý dầu có hàm lượng paraffin cao bằng hóa phẩm giảm nhiệt độ đông đặc (Pour point depressant - PPD) theo đường khí gaslift cho hệ thống vận chuyển dầu trên các công trình biển của Vietsovetro để đảm bảo khả năng thu gom sản phẩm khai thác an toàn và hiệu quả.

**Từ khóa:** Dầu có hàm lượng paraffin cao, nhiệt độ đông đặc, đường ống, gaslift, bể Cửu Long.

## 1. Giới thiệu

Vietsovetro đang khai thác dầu tại các mỏ Bạch Hổ, Rồng, Gấu Trắng và Thỏ Trắng và các mỏ kết nối Nam Rồng - Đổi Mới, Cá Tầm. Dầu khai thác ở tất cả các khu vực này có hàm lượng paraffin dao động ở mức 19 - 26% theo khối lượng. Nhiệt độ đông đặc của dầu dao động trong khoảng 25 - 38°C, nhiệt độ tạo tinh thể paraffin của dầu trong khoảng 55 - 65°C.

Nhiệt độ sản phẩm khai thác trên các công trình biển tương đối thấp, khoảng 30 - 55°C, thấp hơn nhiệt độ tạo tinh thể paraffin, vì vậy trong quá trình vận chuyển thu gom sản phẩm khai thác luôn có rủi ro lắng đọng paraffin, gia tăng tổn hao áp suất vận chuyển dầu và trong nhiều trường hợp có thể gây tắc nghẽn đường ống, ngừng vận hành khai thác mỏ dẫn tới thiệt hại lớn.

Đặc thù phát triển các mỏ tại Vietsovetro có thời gian dài, trải qua các điều kiện lịch sử kỹ thuật khác nhau, trong điều kiện sản lượng suy giảm cần có những giải pháp kỹ

thuật tối ưu giảm chi phí để đảm bảo khả năng xử lý dầu vận hành an toàn hệ thống thu gom dầu khí.

## 2. Nghiên cứu công nghệ xử lý dầu bằng cách bơm hóa phẩm giảm nhiệt độ đông đặc vào đường khí gaslift

### 2.1. Nghiên cứu xử lý dầu nhiều paraffin

Để khai thác và vận chuyển dầu nhiều paraffin bằng đường ống ngầm ngoài khơi, phải đảm bảo dầu thô luôn ở trạng thái lỏng, hoặc giảm độ nhớt của dầu đến mức có thể. Theo đó, có thể áp dụng các giải pháp gia nhiệt để đảm bảo nhiệt độ dầu luôn cao hơn nhiệt độ xuất hiện tinh thể paraffin, hoặc xử lý dầu bằng hóa phẩm giảm nhiệt độ đông đặc.

Phương án gia nhiệt nhằm duy trì nhiệt độ dầu luôn cao hơn nhiệt độ xuất hiện tinh thể paraffin khó thực hiện trong các điều kiện khác nhau. Để đảm bảo khả năng vận chuyển sản phẩm khai thác PPD được dùng phổ biến trong ngành công nghiệp khai thác dầu khí để xử lý dầu. Theo đó, PPD được bơm vào dòng hỗn hợp sản phẩm khai thác trên các công trình biển, dưới tác động của các hợp chất có trong PPD, nhiệt độ đông đặc, độ nhớt ứng suất trượt động giảm, tạo điều kiện tối ưu cho vận chuyển dầu trong đường ống.



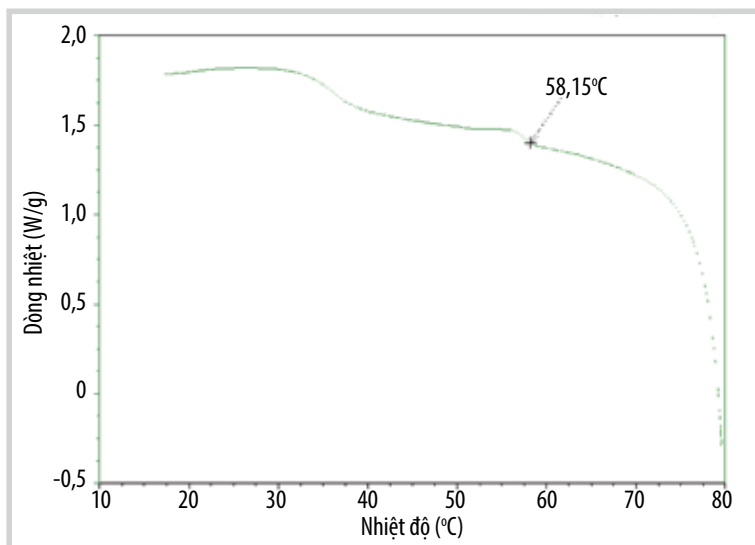
Ngày nhận bài: 8/11/2023. Ngày phản biện đánh giá và sửa chữa: 8/11 - 15/12/2023.

Ngày bài báo được duyệt đăng: 11/7/2024.

Các kết quả nghiên cứu đã thực hiện cho thấy, hiệu quả xử lý dầu nhiều paraffin bằng PPD phụ thuộc nhiều vào nhiệt độ của dầu tại thời điểm bơm hóa phẩm.

Mẫu dầu thô mỏ Rồng có nhiệt độ xuất hiện tinh thể paraffin khoảng 58°C (Hình 1). Mẫu dầu thô được gia nhiệt xử lý tại các khoảng nhiệt độ cao và thấp hơn nhiệt độ xuất hiện tinh thể paraffin. Bảng 1 trình bày một số kết quả nghiên cứu ở phòng thí nghiệm về tác dụng của chất đến nhiệt độ đông đặc của dầu thô xử lý tại các nhiệt độ khác nhau.

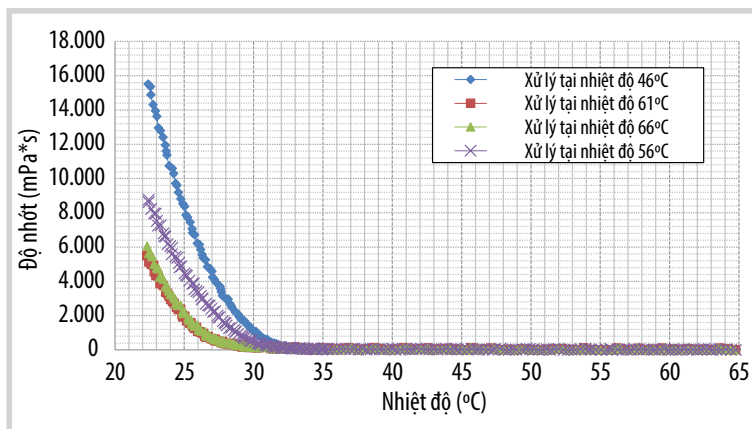
Hiệu quả xử lý dầu phụ thuộc rất nhiều vào nhiệt độ xử lý và hàm lượng nước trong mẫu. Hóa phẩm hạ điểm đông đặc thể hiện hiệu quả cao nhất khi được bơm vào dầu ở điều kiện nhiệt độ cao hơn nhiệt độ xuất hiện tinh thể paraffin, tại đó phần lớn paraffin đã nằm



Hình 1. Nhiệt độ xuất hiện tinh thể paraffin của mẫu dầu mỏ Rồng, được xác định bằng thiết bị DSC Q1000.

Bảng 1. Ảnh hưởng của nhiệt độ xử lý dầu đến hiệu quả giảm nhiệt độ đông đặc của dầu mỏ Rồng

Định lượng hóa phẩm (ml/m <sup>3</sup> )	Nhiệt độ đông đặc ở các nhiệt độ xử lý (°C)			
	1000	66	61	56
1000	29	29	32	33



Hình 2. Độ nhớt dầu mỏ Rồng được xử lý tại các nhiệt độ khác nhau.

ở trạng thái hòa tan. Nếu xử lý dầu ở nhiệt độ thấp hơn nhiệt độ xuất hiện tinh thể paraffin, trong dầu thô đã có các kết tinh mầm tinh thể paraffin làm giảm hiệu quả xử lý.

Để xử lý lắng đọng paraffin và giảm nhiệt độ đông đặc của dầu hiệu quả nhất thì cần phải xử lý dầu tại điều kiện nhiệt độ cao tối ưu là cao hơn nhiệt độ xuất hiện tinh thể paraffin nhằm nâng cao hiệu quả ức chế paraffin và tăng hiệu quả giảm nhiệt độ đông đặc dầu thô trong quá trình thu gom vận chuyển dầu khí. Trong khi đó, do sản lượng của giếng thấp và lưu lượng khí gaslift cao nên nhiệt độ chất lưu tại miệng giếng rất thấp, hóa phẩm hạ nhiệt độ đông đặc không phát huy tối đa hiệu quả khi được bơm tại điều kiện nhiệt độ miệng giếng.

### 2.2. Công nghệ xử lý dầu bằng cách bơm hóa phẩm hạ nhiệt độ đông đặc vào đường khí gaslift

Nhiệt độ dầu khai thác tại miệng giếng các mỏ của Vietsovpetro thường thấp, dao động trong khoảng 25 - 40°C. Để đảm bảo hiệu quả xử lý dầu cho hệ thống đường ống vận chuyển dầu và khí, hóa phẩm giảm nhiệt độ đông đặc cần được bơm xuống lòng giếng, tại nơi có nhiệt độ cao.

Hầu hết các giếng khai thác tại mỏ Bạch Hổ đều không được trang bị ống xung lượng để bơm hóa phẩm xử lý dầu vào lòng giếng. Do đó, việc xử lý dầu nhiều paraffin cho các đối tượng này gặp nhiều khó khăn, đặc biệt trong giai đoạn sản lượng giảm, hàm lượng nước tăng cao và nhiệt độ chất lưu giảm xuống.

Vietsovpetro đã nghiên cứu và thử nghiệm công nghiệp công nghệ bơm chất giảm nhiệt độ đông đặc theo đường khí gaslift nhằm nâng cao hiệu quả xử lý dầu thô. Hóa phẩm giảm nhiệt độ được phun vào dòng khí gaslift dưới áp suất cao, sau đó theo dòng khí gaslift đi vào giếng khai thác, hòa trộn với sản phẩm khai thác ở nhiệt độ cao để tăng hiệu quả xử lý đồng thời giảm lượng paraffin đóng cặn trong ống khai thác.

Để đưa được hóa phẩm sâu xuống giếng chỉ có cách bơm hóa phẩm vào khoảng không vành xuyên của giếng đường gaslift hoặc

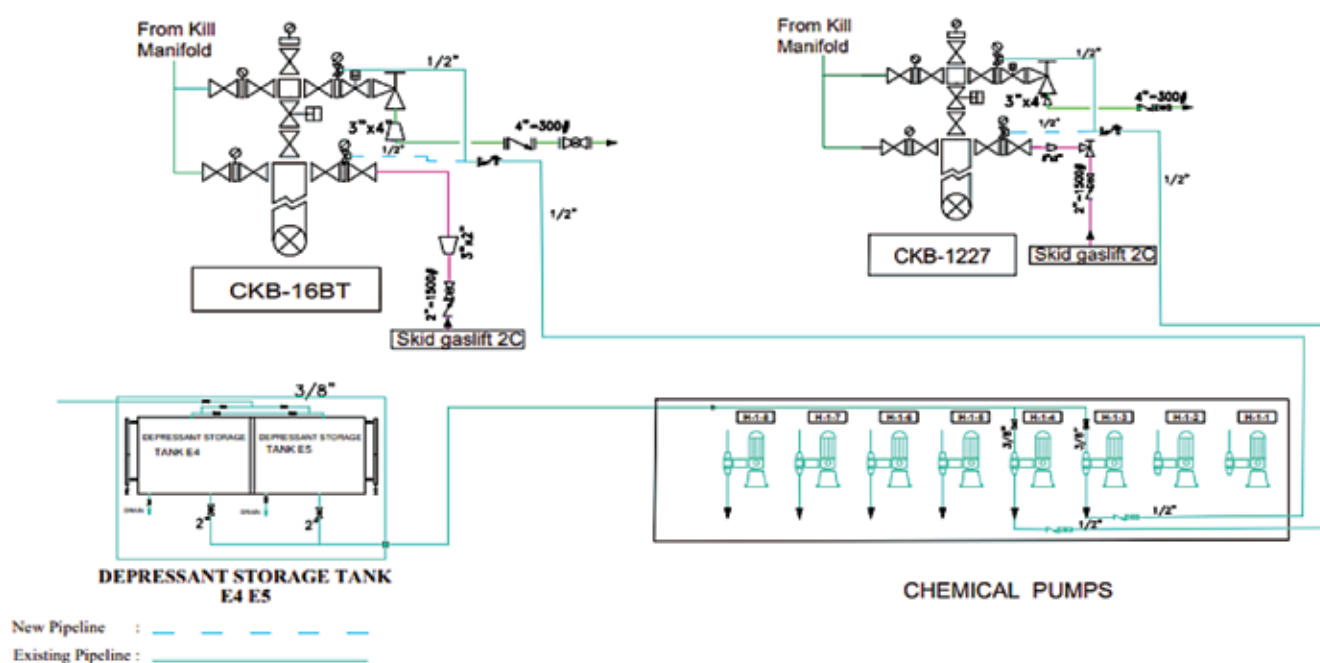


Hình 3. Vị trí lắp đường bơm hóa phẩm vào đường khí gaslift.

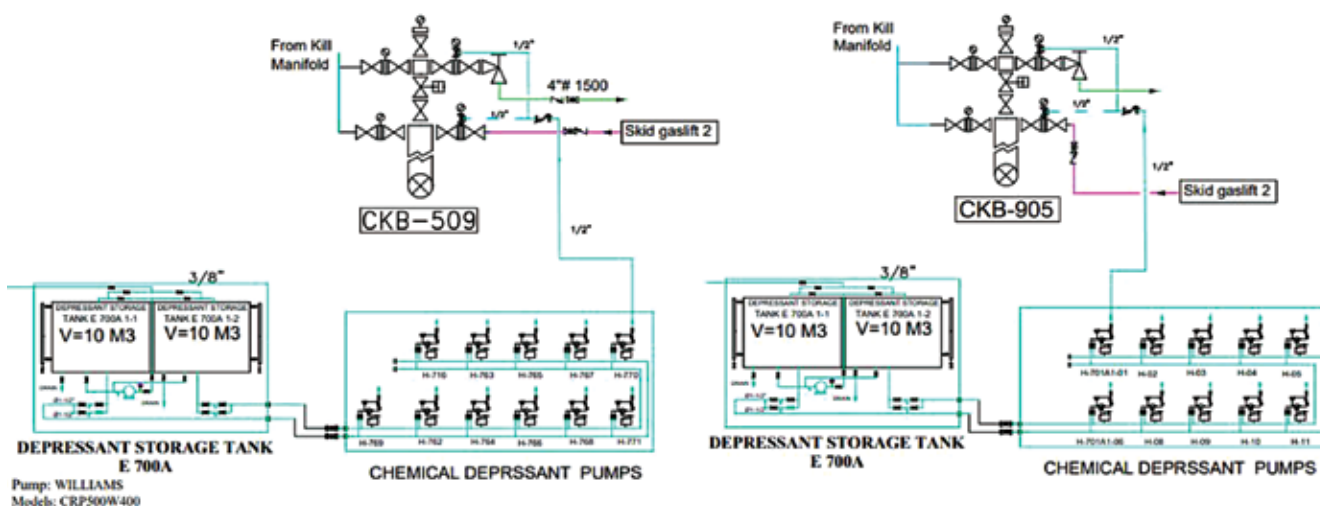
đường đập giếng ngoài cần. Trong 2 điểm bơm này thì điểm bơm vào đường gaslift là tốt nhất. Đường ống dẫn hóa phẩm sẽ đấu nối vào chân đồng hồ lắp trên đường gaslift gần cây thông đầu giếng (Hình 3).

Khi đó, hóa phẩm từ bể chứa được bơm vào đường khí gaslift, khí gaslift sẽ khuếch tán và đưa hóa phẩm sâu xuống giếng. Hóa phẩm theo khí gaslift đi qua van DKO vào dòng dầu. Tại vị trí này, nhiệt độ dòng dầu rất cao, hóa phẩm sẽ phát huy hiệu quả cao nhất.

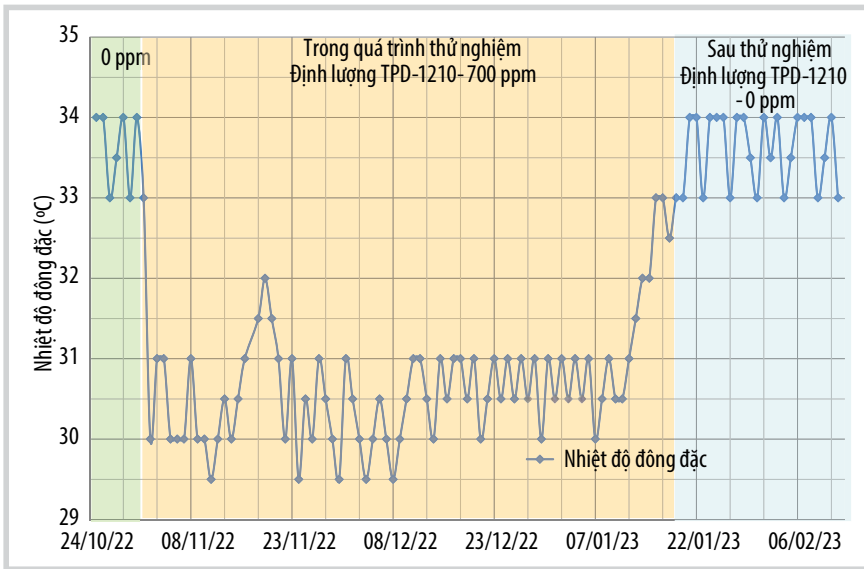
Công nghệ xử lý dầu theo đường gaslift được tiến hành thử nghiệm trên các công trình của mỏ Rồng và Bạch Hồ. Sơ đồ nguyên lý kết nối của công nghệ này được trình bày tại Hình 4 và 5.



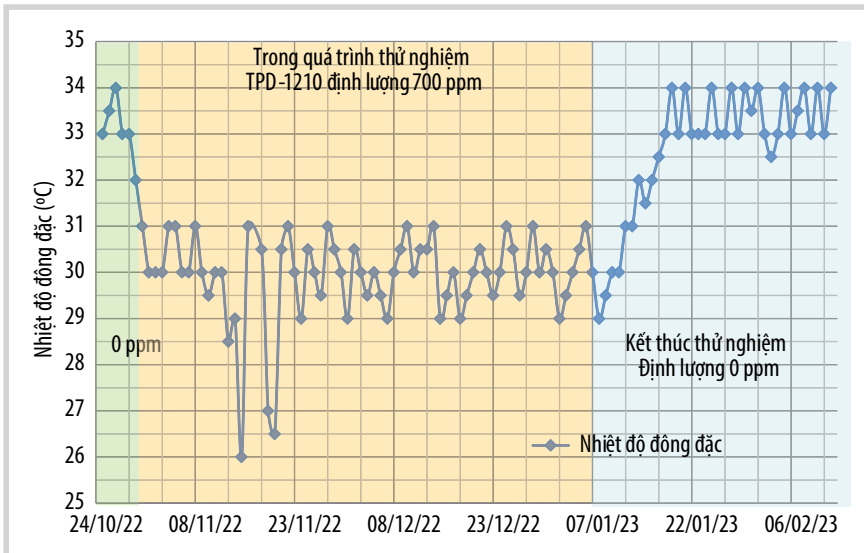
Hình 4. Sơ đồ nguyên lý của hệ thống công nghệ xử lý dầu tại mỏ Bạch Hồ.



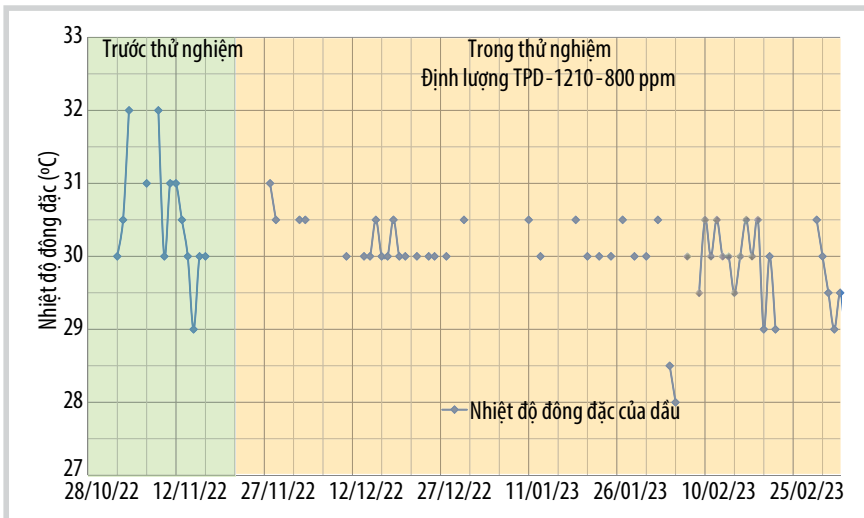
Hình 5. Sơ đồ nguyên lý của hệ thống công nghệ xử lý dầu tại mỏ Rồng.



Hình 6. Kết quả xác định nhiệt độ đồng đặc của dầu tại giếng 16BT.



Hình 7. Kết quả xác định nhiệt độ đồng đặc của dầu tại giếng 1227.



Hình 8. Nhiệt độ đồng đặc của dầu giếng 905.

Kết quả thực hiện thử nghiệm công nghiệp bơm hóa phẩm giảm nhiệt độ đồng đặc vào khoảng không vành xuyên cùng với dòng khí gaslift tại giếng 16BT của giàn BK-14/BT-7 được thể hiện ở Hình 6 và 7.

Kết quả thực hiện thử nghiệm công nghiệp bơm hóa phẩm giảm nhiệt độ đồng đặc vào khoảng không vành xuyên cùng với dòng khí gaslift tại giếng 905 của giàn RC-5 được thể hiện ở Hình 8 và Bảng 2.

Bảng 2 cho thấy việc bơm hóa phẩm giảm nhiệt độ đồng đặc vào khoảng không vành xuyên giúp làm giảm khả năng tạo lắng cặn paraffin, tăng thời gian giữa các lần rửa paraffin trong giếng 905.

Thử nghiệm công nghiệp bơm hóa phẩm giảm nhiệt độ đồng đặc vào khoảng không vành xuyên cùng với dòng khí gaslift của các giếng giàn RC-5/RC-9 và BK-14/BT-7 cho các kết quả như sau:

- Giá trị trung bình của nhiệt độ đồng đặc dầu từ các giếng thử nghiệm tại giàn BK-14/BT-7:

Giếng 16BT: trước khi thử nghiệm 33,5°C; trong khi thử nghiệm 30,5°C; sau khi thử nghiệm 33,3°C;

Giếng 1227: trước khi thử nghiệm 33,5°C; trong khi thử nghiệm 29,5°C; sau khi thử nghiệm 33,1°C;

Giá trị trung bình của nhiệt độ đồng đặc dầu từ các giếng thử nghiệm tại giàn RC-5 trong thời gian thực hiện thử nghiệm công nghiệp: giếng 905 - 30°C, thấp hơn so với giai đoạn trước khi thử nghiệm 32°C. Đối với giếng 905 của giàn RC-5 ghi nhận sự gia tăng thời gian giữa các lần rửa cặn paraffin trong ống khai



**Bảng 2.** Chu kỳ rửa paraffin của giếng 905 bằng thiết bị tạo hơi nước di động

Ngày	Giai đoạn	Thời gian	Khoảng thời gian rửa paraffin bằng thiết bị bơm hơi di động
1/11/2022	Trong thử nghiệm	Rửa paraffin bằng thiết bị tạo hơi nước di động	Từ 2/10/2022 - 1/11/2022 (30 ngày)
5/12/2022		Rửa paraffin bằng thiết bị tạo hơi nước di động	Từ 1/11/2022 - 5/12/2022 (34 ngày)
13/12/2022		Từ 8 giờ đến 18 giờ 30 phút để khảo sát động thủy lực	Từ 5/12/2022 - 13/12/2022 (8 ngày)
12/1/2023		Từ 8 giờ đến 15 giờ	Từ 13/12/2022 - 12/1/2023 (30 ngày)
25/1/2023		Từ 8 giờ 30 phút đến 14 giờ 30 phút	Từ 12/1/2023 - 25/1/2023 (13 ngày)
13/2/2023		Từ 8 giờ đến 14 giờ	Từ 25/1/2023 - 13/2/2023 (19 ngày)
10/3/2023		Từ 8 giờ đến 14 giờ	Từ 13/2/2023 - 10/3/2023 (25 ngày)
28/3/2023	Sau thử nghiệm	Rửa paraffin bằng thiết bị tạo hơi nước di động	Từ 10/3/2023 - 28/3/2023 (18 ngày)
16/4/2023		Rửa paraffin bằng thiết bị tạo hơi nước di động	Từ 28/3/2023 - 16/4/2023 (19 ngày)

thác trong thời gian thực hiện thử nghiệm công nghiệp bơm hóa phẩm giảm nhiệt độ đông đặc vào khoảng không vành xuyên cùng với dòng khí gaslift. Sản lượng dầu khai thác ổn định trong quá trình thử nghiệm.

### 3. Kết luận

Công nghệ xử lý dầu paraffin bằng hóa phẩm giảm nhiệt độ đông đặc theo đường khí gaslift được nghiên cứu, thử nghiệm tại mỏ Rồng và mỏ Bạch Hổ. Công nghệ này có thể được xem xét ứng dụng trên các mỏ khai thác dầu nhiều paraffin tại thềm lục địa Việt Nam nhằm xử lý paraffin đảm bảo thu gom sản phẩm khai thác cũng như tối ưu chi phí thiết bị.

Ngoài ra, công nghệ xử lý dầu paraffin bằng PPD theo đường khí gaslift cũng có thể xem xét nghiên cứu mở rộng đối tượng ứng dụng cho các loại hình xử lý dầu khí khác như xử lý H<sub>2</sub>S bằng H<sub>2</sub>S Scavenger, xử lý muối bằng Scale inhibitor....

### Tài liệu tham khảo

[1] Nguyen Van Thang, Pham Thanh Vinh, Mikhail Konstantinovich Rogachev, Grigory Yurievich Korobov, Dmitry Viktorovich Parfenov, Aleksei Olegovich Zhurkevich, and Shamil Rasikhovich Islamov, "A comprehensive method for determining the dewaxing interval period in gas lift wells", *Journal of Petroleum Exploration and Production Technology*, Volume 13, pp. 1163 - 1179, 2023. DOI: 10.1007/s13202-022-01598-8.

[2] А.Г. Ахмадеев, Фам Тхань Винь, и Ле Данг Там, "Внедрение адаптивных систем сбора нефти как метод оптимизации ее промышленного транспорта на шельфовых месторождениях", *Научный технический и производственный журнал Нефтяное хозяйство*, 2019.

[3] А.Г. Ахмадеев, Фам Тхань Винь, и Чау Нят Банг, "Обеспечение оптимального сбора и транспорта продукции малых морских месторождений", *Научный технический и производственный журнал Нефтяное хозяйство*, 2019.

[4] Nguyễn Thúc Kháng, Từ Thành Nghĩa, Tống Cảnh Sơn, Phạm Bá Hiển, Phạm Thành Vinh và Nguyễn Hoài Vũ, *Công nghệ xử lý và vận chuyển dầu nhiều paraffin ở thềm lục địa Việt Nam*. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, 2016.

[5] Từ Thành Nghĩa, Phạm Bá Hiển, Phạm Xuân Sơn, Tống Cảnh Sơn, Nguyễn Hoài Vũ, Ngô Thường San, Nguyễn Văn Minh, và Nguyễn Thúc Kháng, "Những khó khăn, thách thức của Vietsovpetro trong vận chuyển dầu nhiều paraffin bằng đường ống ngầm ngoài khơi", *Tạp chí Dầu khí*, Số 5, trang 20 - 25, 2015.

[6] Phan Đức Tuấn, "Nghiên cứu xử lý dầu nhiều paraffin mỏ Bạch Hổ và Rồng bằng phương pháp nhiệt - hóa để nâng cao hiệu quả thu gom", Luận án Tiến sĩ, Đại học Mở - Địa chất Hà Nội, 2021.

[7] Phan Đức Tuấn, Nguyễn Thúc Kháng, Trần Đình Kiên, Nguyễn Văn Minh và Nguyễn Văn Trung, "Phương pháp ứng dụng địa nhiệt trong xử lý, vận chuyển dầu nhiều paraffin ở mỏ Bạch Hổ và mỏ Rồng, bể Cửu Long", *Tạp chí Dầu khí*, Số 5, trang 29 - 34, 2018.

[8] Phan Đức Tuấn, Phùng Đình Thực, Tống Cảnh Sơn, Phạm Thành Vinh, Akhmadeev A. G., Nguyễn Hoài Vũ, "Một số kinh nghiệm vận chuyển dầu nhiều paraffin tại các mỏ của Vietsovpetro và các mỏ kết nối", Báo cáo khoa học tại Hội nghị Khoa học kỷ niệm 35 năm ngày thành lập Liên doanh Việt - Nga Vietsovpetro và 30 năm khai thác tấn dầu đầu tiên, Tập II, trang 68 - 77, 2016.

[9] Từ Thành Nghĩa, Trần Văn Vĩnh, Phạm Bá Hiển,

Trần Văn Thường, Tống Cảnh Sơn, Nguyễn Hoài Vũ, Phan Đức Tuấn, Nguyễn Thúc Kháng, "Vietsovpetro: Phát triển các giải pháp công nghệ trong xử lý và vận chuyển dầu nhiều paraffin", *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Việt Nam*, Số 4, trang 28 - 31, 2015.

[10] Từ Thành Nghĩa, Tống Cảnh Sơn, Phạm Bá Hiển, Nguyễn Hoài Vũ, Phan Đức Tuấn, Nguyễn Thúc Kháng, "Nghiên cứu các tính chất lưu biến của dầu thô ở mỏ Bạch Hổ và mỏ Rồng để vận chuyển bằng đường ống ngầm ngoài khơi", *Tạp chí Dầu khí*, Số 1, trang 24 - 32, 2017.

---

## A TECHNOLOGICAL SOLUTION FOR OIL TREATMENT BY POUR POINT DEPRESSANT VIA GASLIFT LINE

**Le Dang Tam, Bui Trong Han, Pham Thanh Vinh, A.G Axmadev, Nguyen Huu Nhan  
Le Thi Doan Trang, Chau Nhat Bang, Doan Tien Lu, Tran Thi Thanh Huyen**

Vietsovpetro Joint Venture  
Email: vinhpt.rd@vietsov.com.vn

### Summary

Oil produced in fields of Vietsovpetro Joint Venture has high paraffin content and high pour point temperature, leading to operational complexities in the oil and gas gathering and transportation systems due to paraffin deposition such as reducing capacity of pipelines, increasing transportation pressure, clogging the product transportation system, etc. While the production output is declining, watercut is high, and fluid temperature is gradually decreasing, these factors increasingly affect oil and gas production activities in the fields, causing high risks in operating the exploitation system.

This article analyzes the factors affecting the fluid treatment process, thereby proposing a technological solution for paraffin oil treatment for oil transportation systems at Vietsovpetro's oil fields by using pour point depressant (PPD) via the gaslift line to ensure the ability to gather products safely and effectively.

**Key words:** High-paraffin oil, pour point temperature, pipeline, gaslift, Cuu Long basin.