

# VIETSOVPETRO: PHÁT TRIỂN CÁC GIẢI PHÁP CÔNG NGHỆ TRONG XỬ LÝ VÀ VẬN CHUYỂN DẦU NHIỀU PARAFFIN

TỪ THÀNH NGHĨA, TRẦN VĂN VINH, PHẠM BÁ HIỂN,  
TRẦN VĂN THƯỜNG, TÔNG CẢNH SƠN, NGUYỄN HOÀI VŨ, PHAN ĐỨC TUẤN  
Liên doanh Việt - Nga (VIETSOVPETRO)

NGUYỄN THÚC KHÁNG  
Hội Dầu khí Việt Nam

Trong những năm qua, VIETSOVPETRO đã tích lũy được nhiều kinh nghiệm trong việc vận chuyển sản phẩm khai thác trong nội mỏ Bạch Hổ và vận chuyển từ mỏ này sang mỏ khác dưới các dạng dầu đã tách khí, dầu bão hoà khí và hỗn hợp dầu khí. Trên cơ sở nghiên cứu tính chất lưu biến của sản phẩm dầu từ các giếng khoan và thực tiễn phát triển công nghệ cho từng giai đoạn ở các điều kiện cụ thể khác nhau, các nhà khoa học của VIETSOVPETRO đã phát triển các giải pháp công nghệ trong xử lý và vận chuyển dầu nhiều paraffin. Bài báo giới thiệu khái quát các giải pháp đã được thực hiện trong thực tiễn và hoàn thiện trong quá trình phát triển công nghệ xử lý và vận chuyển dầu tại VIETSOVPETRO.

## Mở đầu

VIETSOVPETRO là đơn vị đã khai thác dầu khí ở mỏ Bạch Hổ, tại lô 09-1, thuộc bồn trũng Cửu Long, thềm lục địa Việt Nam từ năm 1986. Ban đầu, dầu được khai thác ở tầng Mioxen và Oligoxen, sau đó ở tầng móng vào năm 1988. Để phục vụ công tác khai thác dầu, hệ thống thu gom, xử lý và vận chuyển dầu khí được xây dựng trên cơ sở thiết kế theo mô hình phát triển mỏ ở vùng biển Caspi, nước Cộng hòa Azerbaijan thuộc Liên bang Xô Viết. Nhiệt độ trung bình hàng năm của nước biển ở vùng cận đáy, tại khu vực lô 09-1 dao động ở mức 25-28°C (nhiệt độ thấp nhất có thể đến mức 21,8°C) và vận tốc dòng chảy của nước biển ở vùng cận đáy là 0,47 m/s. Trong khi đó, dầu khai thác ở mỏ Bạch Hổ có

hàm lượng paraffin dao động ở mức 17-27%, nhiệt độ đông đặc của dầu ở mức 29-36°C (là loại dầu có độ nhớt và nhiệt độ đông đặc cao). Ở điều kiện vận chuyển này, dầu ở dạng chất lỏng phi Niuton, gây hiện tượng lắng đọng paraffin bên trong thành đường ống và nguy cơ tắc nghẽn đường ống là rất cao. Điều đó sẽ làm cho việc vận chuyển bị đình trệ, ảnh hưởng nghiêm trọng đến việc khai thác dầu. Bên cạnh đó, trong quá trình duy trì và tăng cường khai thác dầu khí, chúng ta còn phải sử dụng các giải pháp cơ học và các giải pháp tăng cường khác, làm cho lưu lượng khí và nước đồng hành biến đổi rất lớn, gây ra nhiều thách thức trong thu gom, xử lý và vận chuyển dầu và khí bằng đường ống ngầm ngoài khơi. Để đảm bảo an toàn trong thu

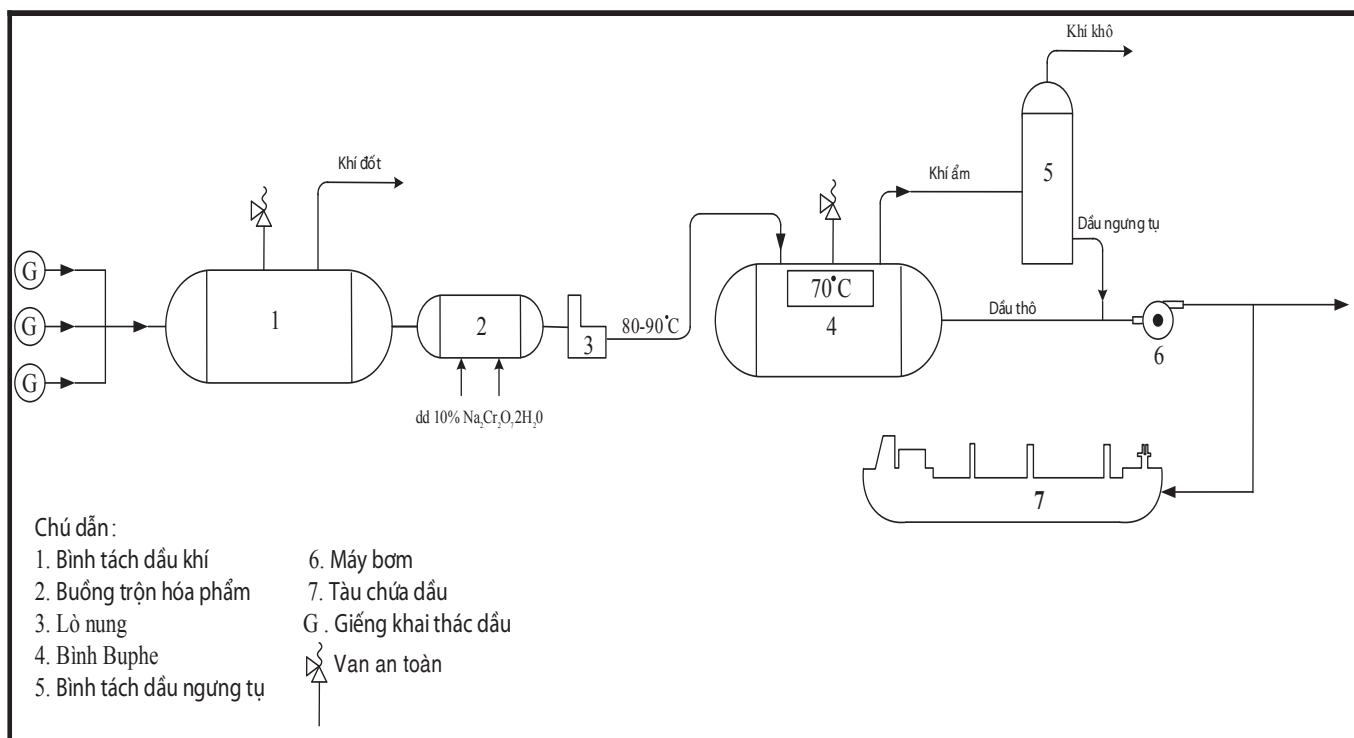
gom, xử lý và vận chuyển dầu nhiều paraffin bằng đường ống ngầm ngoài khơi trong nội mỏ Bạch Hổ, đồng thời hướng đến việc đưa mỏ Rồng và các mỏ khác liền kề mỏ Bạch Hổ vào khai thác sớm, VIETSOVPETRO đã triển khai các nghiên cứu như: nghiên cứu tính chất lý hóa của dầu; tính lưu biến của dầu; tính lưu biến khi dầu ngậm khí; sử dụng Condensate để hỗ trợ vận chuyển dầu; quá trình gia nhiệt cho dầu; quá trình gia nhiệt cho dầu kết hợp với xử lý hóa chất... Trên cơ sở kết quả nghiên cứu theo các hướng nêu trên, VIETSOVPETRO đã tùy vào các điều kiện cụ thể để đưa ra các giải pháp và từng bước phát triển trong quá trình vận chuyển dầu nhiều paraffin bằng đường ống ở điều kiện ngoài khơi thềm lục địa Việt Nam.

## Các giải pháp công nghệ

### Xử lý dầu bằng gia nhiệt

Quá trình xử lý nhiệt được thực hiện như sau: dầu sau khi gia nhiệt đến nhiệt độ cao hơn nhiệt độ nóng chảy của paraffin, được làm lạnh trong điều kiện phù hợp để tạo thành cấu trúc tinh thể có độ bền thấp nhất. Các tác động đến việc sử dụng phương pháp bao gồm: độ bền của cấu trúc mạng tinh thể phụ thuộc vào nhiệt độ xử lý, điều kiện làm

lạnh, hàm lượng paraffin, nhựa và asphalten có trong dầu. Mỗi loại dầu có một nhiệt độ tối ưu riêng. Kết quả nghiên cứu đã khẳng định rằng, tính chất lưu biến của dầu sau khi gia nhiệt thường không ổn định và xấu dần theo thời gian. Đun nóng lại dầu đã xử lý đến nhiệt độ thấp hơn nhiệt độ tối ưu làm giảm đáng kể hiệu quả xử lý. Do đó, giải pháp gia nhiệt trên đã không áp dụng được cho dầu của mỏ Bạch Hổ. Tuy nhiên, kết quả nghiên cứu và thực tiễn cho thấy, giải pháp trên đã được hoàn thiện khi bổ sung hóa chất Crompic. Mục tiêu cơ bản của giải pháp công nghệ này là làm giảm nhiệt độ đông đặc của dầu xuống thấp hơn nhiệt độ môi trường mà nó vận chuyển, đồng thời đặc tính đã xử lý này của dầu đã xử lý phải duy trì đủ lâu trong thời gian dầu còn đang vận chuyển trong đường ống. Giải pháp trên đã được áp dụng trong xử lý dầu bằng nhiệt và hóa phẩm Crompic để vận chuyển dầu đã tách khí ở mỏ Bạch Hổ, từ giàn MSP-1 đến trạm rót dầu không bến (FSO) bằng đường ống không bọc cách nhiệt (năm 1986). Giải pháp này cho phép hạ nhiệt độ đông đặc của dầu nhiều paraffin mỏ Bạch Hổ từ 30-33°C xuống còn 20-21°C và độ nhớt ở 40°C từ 36 cSt xuống còn 25 cSt, có thể đảm bảo vận chuyển đến FSO.



Sơ đồ xử lý dầu bằng gia nhiệt của giàn MSP-1 (năm 1986)

### **Xử lý dầu bằng hóa chất hạ điểm đông**

Đây là giải pháp mà phần lớn các công ty dầu khí sử dụng. Hóa chất hạ điểm đông (Depressator) được dùng trong xử lý dầu với mục đích làm giảm nhiệt độ đông đặc của dầu, làm tốt hơn tính lưu biến của dầu thô. Các chất hạ điểm đông không làm giảm độ nhớt của dầu ở nhiệt độ cao. Tác động của chúng chỉ thấy rõ ở nhiệt độ thấp khi trong dầu xảy ra quá trình hình thành cấu trúc. Hiệu quả của phương pháp xử lý dầu phụ thuộc vào tính chất lý hóa của dầu và điều kiện xử lý. Thông thường, các chất hạ điểm đông được bơm vào dầu với hàm lượng 0,05-0,2% (dạng thương phẩm) ở điều kiện nhiệt độ mà tại đó phần lớn paraffin đã nằm ở trạng thái hòa tan. Hóa chất hạ điểm đông giúp tăng cường và củng cố hiệu quả xử lý nhiệt. Tuy nhiên, hiệu quả của hóa chất hạ điểm đông phụ thuộc rất lớn vào thành phần và tính chất của dầu (không có loại hóa chất hạ điểm đông chung cho tất cả các loại dầu). Nếu chỉ sử dụng đơn thuần giải pháp trên sẽ không cho kết quả mong muốn. Tuy nhiên, việc VIETSOVPETRO áp dụng kết hợp gia nhiệt và chất hạ điểm đông đã cho kết quả khả quan. Giải pháp trên đã được áp dụng đầu tiên trong xử lý dầu ở giàn RP-1 bằng gia nhiệt và hóa phẩm chống đông đặc (pour point depressant - PPD) để vận chuyển dầu từ giàn RP-1 mỏ Rồng đến giàn CPP-2 mỏ Bạch Hổ năm 1994. Nhờ giải pháp này, VIETSOVPETRO đã vận chuyển an toàn dầu khai thác từ RP-1 mỏ Rồng đến CPP-2 mỏ Bạch Hổ theo đường ống RP1⇒RC-1⇒BT-7⇒CPP-2 không bực cách nhiệt (dài 34 km, với nhiều cấp đường kính) trong giai đoạn 1994-1996, lưu lượng tối đa: 1200 tấn/ngày đêm, tối thiểu 250 tấn/ngày đêm.

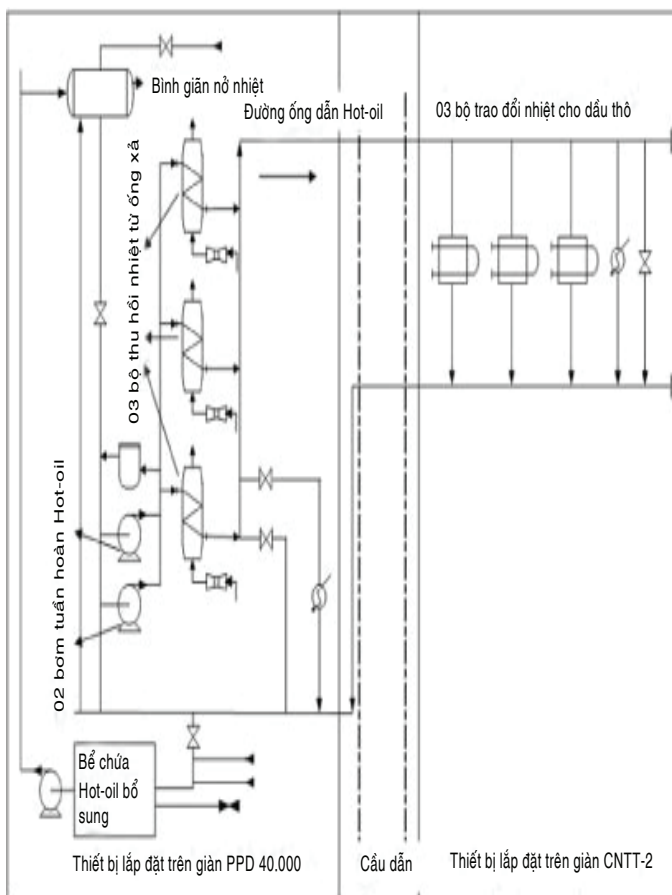
### **Sử dụng địa nhiệt xử lý dầu bằng hóa phẩm PPD**

Đây là giải pháp được phát triển dựa trên giải pháp xử lý dầu bằng hóa chất hạ điểm đông. Giải pháp này sử dụng nhiệt độ cao của lòng đất ở độ sâu 2000-3000 m, ở độ sâu này nhiệt độ của dầu đủ cao để có thể xử lý bằng hóa phẩm PPD. Để thực hiện giải pháp, hóa chất PPD sẽ được bơm qua đường ống nhỏ xuống dưới lòng giếng ở độ sâu cần thiết.

### **Giải pháp sử dụng nhiệt lượng thải của Gas-turbine phát điện**

Giải pháp này cũng tương tự như giải pháp địa

nhất. Tuy nhiên, nguồn năng lượng được sử dụng ở đây là nhiệt lượng của nguồn khí thải từ các ống xả của các Gas-turbine phát điện. Giải pháp được thực hiện trên cụm giàn PPD 40000 và giàn công nghệ Trung tâm 2 (CNTT-2) trong năm 2014. Bản chất của giải pháp là thu hồi lượng nhiệt xả ra từ ống xả của các Gas-turbine để sấy nóng dầu trên giàn CNTT-2 thông qua 3 bộ thu hồi nhiệt lắp trên các ống xả Gas-turbine phát điện ở giàn PPD-40000 và 3 bộ trao đổi nhiệt cho dầu sau các bình tách cấp 1: C1-1, C1-2, C1-3 được lắp đặt trên giàn CNTT-2, đảm bảo nâng nhiệt độ sản phẩm dầu từ 42°C lên 62°C.



Sơ đồ hệ thống gia nhiệt cho dầu trên giàn CNTT- 2

### **Vận chuyển dầu bão hòa khí**

Dầu khi vận chuyển theo đường ống luôn có một lượng khí đồng hành. Khối lượng khí này nhiều hay ít phụ thuộc vào tính chất của dầu, điều kiện tách và bơm chuyển. Tăng lượng khí bão hòa trong dầu và vận chuyển dầu bão hòa khí là một trong những

phương pháp làm tốt hơn tính lưu biến của dầu thô. Khi bơm chuyển dầu bão hòa khí thì tổn hao áp suất giảm, áp suất khởi động giảm. Điểm đặc trưng của công nghệ bơm chuyển dầu bão hòa khí là đảm bảo vận chuyển dầu 1 pha, tức là tránh cho khí tách ra khỏi dầu. Để đạt được điều đó phải duy trì áp suất trên toàn bộ đường ống luôn cao hơn áp suất bão hòa. Mục tiêu của giải pháp này là cần duy trì một chế độ công nghệ, trong đó có áp suất vừa đủ cho các trường hợp cụ thể để vận chuyển dầu đến nơi cần thiết. Giải pháp đã áp dụng cho các giàn nhẹ dạng BK/RC và các giàn cố định (MSP). Để giảm xung động áp suất và lưu lượng trong đường ống, trên các BK/RC đã lắp đặt bình tách khí sơ bộ (UPOG) để tách khí ở điều kiện áp suất cao; dầu bão hòa khí, sau khi tách khí sơ bộ trên các giàn BK/RC được vận chuyển về đến giàn CPP/MSP bằng áp suất bình tách khí, giúp làm giảm đáng kể áp suất vận chuyển dầu bằng đường ống, giảm được áp suất ở miệng giếng. Tuy nhiên, trong quá trình vận chuyển cần lắp đặt thêm đường ống dẫn khí từ các BK/RC để thu gom khí đến giàn nén khí. Giải pháp này cho phép không những vận chuyển dầu từ các BK/RC của VIETSOVPETRO mà còn từ mỏ Cá Ngừ Vàng (CNV) thuộc HL-HVJOC về giàn công nghệ Trung tâm 3 (CPP-3) của VIETSOVPETRO.

#### **Bơm trộn dầu nhiều paraffin với các dung môi hoặc dầu có độ nhớt thấp**

Để làm tính lưu biến của dầu nhiều paraffin tốt hơn có thể sử dụng các chất hòa tan như: condensate, xăng, dầu diesel hoặc dầu thô có độ nhớt thấp. Nếu tại khu vực mỏ và xung quanh có khai thác đồng thời dầu với tính chất khác nhau, độ nhớt cao, nhiều paraffin, độ nhớt thấp, không paraffin thì trộn lẫn dầu nhiều paraffin độ nhớt cao với dầu không paraffin độ nhớt thấp khi bơm chuyển có khả năng giảm nhiệt độ đông đặc của hỗn hợp, giảm áp suất khởi động của đường ống và như vậy giải quyết được vấn đề dùng bơm khi cần và đảm bảo an toàn vận chuyển dầu đến nơi quy định. Tuy nhiên, phương pháp này trong một số trường hợp lại làm tăng khả năng lắng đọng paraffin và asphalten trên thành ống và như vậy lại cần những biện pháp công nghệ khác có hiệu quả hơn và những chi phí bổ sung để chống lắng đọng paraffin và asphalten.

### **Kết luận**

Các giải pháp xử lý dầu nhiều paraffin để vận chuyển rất đa dạng. Để áp dụng thành công, hiệu quả các giải pháp xử lý nêu trên, chúng ta phải lựa chọn giải pháp trên cơ sở các điều kiện nhất định, trong những giai đoạn nhất định. Thông qua việc nghiên cứu - triển khai các công nghệ xử lý và vận chuyển dầu trong thực tiễn, tập thể cán bộ của VIETSOVPETRO đã thành công không những vận chuyển dầu nhiều paraffin đi xa trong nội bộ các mỏ Bạch Hổ và Rồng, mà còn kết nối các mỏ dầu khác với chúng, đảm bảo vận chuyển an toàn bằng đường ống, làm cơ sở để việc khai thác dầu được thực hiện liên tục, an toàn và hiệu quả. Trên cơ sở tổng hợp tổng thể các giải pháp đã được nghiên cứu và áp dụng thành công vào thực tiễn tại VIETSOVPETRO, hy vọng rằng đây sẽ là cơ sở khoa học để các đơn vị khai thác dầu tùy thuộc vào đặc điểm vùng mỏ cũng như tính chất dầu có thể tham khảo để đề ra các giải pháp phù hợp và tốt nhất cho công tác xử lý, vận chuyển dầu của mình.

### **Tài liệu tham khảo**

1. Ха Ван Бик, Выговской В.П., Тонг Кань Шон, Ле Динь Хое. НИР-19, декабря 2007г, "Разработка технологических решений по совершенствованию системы сбора, подготовки, транспорта и хранения нефти и газа на месторождениях СП Вьетсовпетро".
2. Nguyen Thuc Khang, Ha Van Bich, Tong Canh Son, Le Dinh Hoe, Transporting oil and gas mixture in gathering system at White Tiger oil field, SPE international 80507.
3. Nguyen Thuc Khang, Tong Canh Son, Le Dinh Hoe, Albert Akhmadeev, Increase of the efficiency and safety of highly paraffin crude oil transportation of Vietsovpetro offshore oilfields. Forum Proceeding 7 international conference, St. Petersburg 2007, P. 184-186.
4. Phung Dinh Thuc, Ha Van Bich, Tong Canh Son, Le Dinh Hoe, The problem in transportation of high waxy crude oils through submarine pipeline at JV "Vietsovpetro" oil fields, offshore Vietnam; Journal of Canadian Petroleum Technology "Solutions for Production Optimization", June 2003, Volume 42, No.6; P.15-18.