



## Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Mỏ - Địa chất

Trang điện tử: <http://tapchi.humg.edu.vn>



# Nghiên cứu hoạt động của đường ống vận chuyển dầu nhiều Parafin trong điều kiện đặc thù ở Liên doanh Vietsovpetro

Nguyễn Hoài Vũ <sup>1,\*</sup>, Phan Đức Tuấn <sup>1</sup>, Trần Ngọc Tân <sup>1</sup>, Nguyễn Văn Trung <sup>1</sup>, Phạm Trung Sơn <sup>1</sup>, Lê Văn Nam <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Liên doanh Việt - Nga Vietsovpetro, Việt Nam

<sup>2</sup> Khoa Dầu khí, Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Việt Nam

### THÔNG TIN BÀI BÁO

Quá trình:  
 Nhận bài 15/7/2017  
 Chấp nhận 20/8/2017  
 Đăng online 30/8/2017

Từ khóa:  
 Dầu nhiều parafin  
 Lắng đọng parafin  
 Vận chuyển dầu nhiều parafin

### TÓM TẮT

Khả năng vận chuyển phụ thuộc vào các tính chất lý hóa, tính chất lưu biến của lưu chất và các đặc tính đường ống dùng để vận chuyển. Dầu khai thác tại các mỏ ở Vietsovpetro có hàm lượng parafin, nhiệt độ đông đặc và độ nhớt cao. Nhiệt độ môi trường nước biển luôn thấp hơn nhiệt độ đông đặc của dầu từ 5 -10°C. Hệ thống đường ống phần lớn không được bọc cách nhiệt và không có hệ thống phóng thoi làm sạch đường ống. Tốc độ lắng đọng parafin trong đường ống diễn ra rất mạnh mẽ, gây nguy cơ làm tắc nghẽn đường ống vận chuyển. Bài viết này trình bày kết quả những nghiên cứu lý thuyết và thực nghiệm những quá trình thủy động lực có trao đổi nhiệt năng từ đó cho phép xây dựng với độ chính xác khá cao mô hình tính toán mô phỏng chế độ làm việc ổn định và không ổn định của đường ống bơm vận chuyển các chất lỏng có tính lưu biến phức tạp trong những điều kiện làm việc khác nhau, về hoạt động của đường ống vận chuyển dầu nhiều parafin cũng như tình trạng lắng đọng parafin trong đường ống vận chuyển dầu ở Vietsovpetro.

© 2017 Trường Đại học Mỏ - Địa chất. Tất cả các quyền được bảo đảm.

## 1. Mở đầu

Quá trình vận chuyển chất lưu có đặc tính lưu biến phi Niu-ton bằng đường ống ngầm là những quá trình phức tạp và tốn kém, đặc biệt trong những điều kiện phức tạp như: công suất bơm nhỏ, lưu lượng vận chuyển nhỏ, lượng nhiệt tổn hao lớn, nhiệt độ của môi trường xung quanh đường ống thấp ... Trong những điều kiện như vậy, để vận chuyển dầu nhiều parafin được an toàn,

cần phải tiến hành nghiên cứu trước công nghệ bơm vận chuyển dầu thô nhiều parafin bằng đường ống.

## 2. Nghiên cứu sự hoạt động của đường ống vận chuyển dầu nhiều parafin

Để có thể lựa chọn công nghệ hoặc chế độ năng lượng hiệu quả cho bơm vận chuyển dầu nhiều parafin nhất thiết phải có những dự báo chính xác các thông số làm việc của đường ống trong những điều kiện vận chuyển khác nhau. Trong thực tế, khi bơm vận chuyển chất lỏng phi

\*Tác giả liên hệ

E-mail: [vu.hv@vietsov.com.vn](mailto:vu.hv@vietsov.com.vn)

Niu-tơn qua các đường ống ở chế độ làm việc ổn định và không ổn định, những phương pháp tính toán dự báo các thông số công nghệ của các đoạn đường ống ở những chế độ làm việc khác nhau dựa vào các giá trị trung bình của nhiệt độ và vận tốc bơm trên thiết diện đường ống thường cho kết quả với sai số đáng kể.

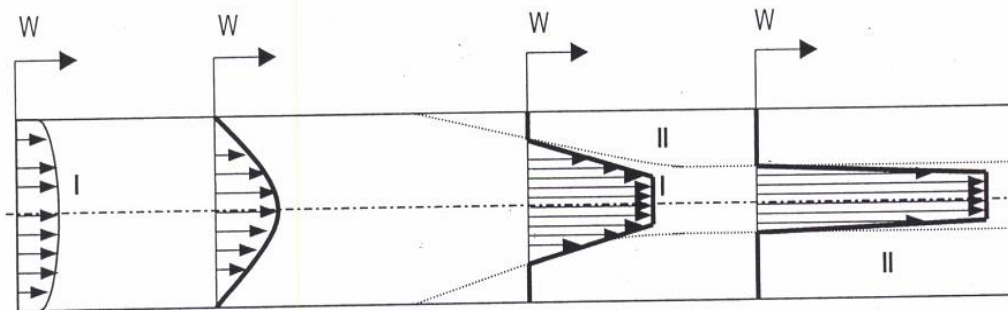
Những nghiên cứu lý thuyết và thực nghiệm những quá trình thủy động lực có trao đổi nhiệt năng đã cho phép xây dựng với độ chính xác khá cao mô hình tính toán mô phỏng chế độ làm việc ổn định và không ổn định của đường ống bơm vận chuyển các chất lỏng có tính lưu biến phức tạp trong những điều kiện làm việc khác nhau (về điều kiện trao đổi nhiệt với môi trường xung quanh) (Gumerov A.G và nnk., 2001). Mô hình này được xây dựng dựa vào lời giải theo phương pháp hệ phương trình vi phân phi tuyến tính không ổn định có đạo hàm riêng, ranh giới xác định qua nghiệm của phương trình chuyển động ở chế độ chảy tầng (Shutov A.A, 1994; Shutov A.A, 1997; Shutov A.A, 1999) và một số công thức bán thực nghiệm mô tả chế độ chảy rối của chất lưu có tính lưu biến phức tạp.

Khi nghiên cứu đường ống làm việc ở môi trường có nhiệt độ thay đổi trong điều kiện phức tạp như công suất bơm nhỏ cùng với sự tổn hao nhiệt năng ra bên ngoài lớn, phải tính đến sự co hẹp của thiết diện chảy trong đường ống do sự co mặt của một vùng đầu đứng yên và đồng thời cũng cần xem xét khả năng xuất hiện chế độ dòng chảy “nhiệt động học” (hiệu ứng chất lưu tự nóng lên từ từ trong vùng cận bên trong thành ống) (Gonor A.L, Trulkov A.A, 1991).

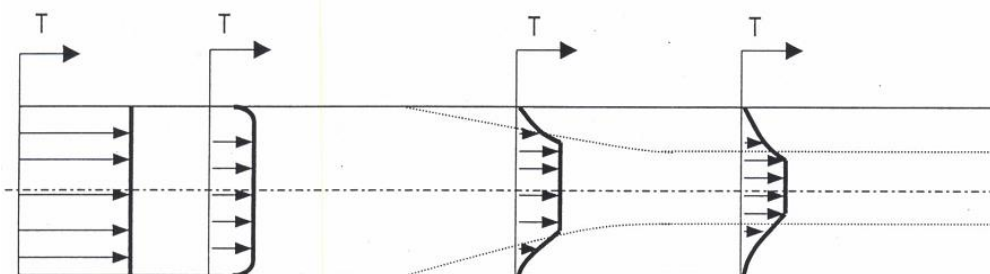
Phân tích hình ảnh vật lý của dòng chảy như trường nhiệt độ và vận tốc của chất lưu trong đường ống (Hình 1, 2) đã lý giải cho sự khác biệt của kết quả thu được theo hệ số cản thủy lực của đoạn đường ống. Cụ thể: Khi nhiệt độ của dòng chất lưu giảm xuống, ta thấy có sự xuất hiện của các vùng chất lưu đứng yên - vùng “yên lặng” (xem Hình 1), đặc biệt ở vùng cận thành đường ống, đó cũng là một trong những đặc điểm của tính lưu biến ở dầu nhiều parafin - xuất hiện các lắng đọng ở nhiệt độ thấp.

Vùng “yên lặng” làm giảm thiết diện làm việc đường ống và chất lưu có tính chất lưu biến phức tạp sẽ chảy qua đường ống với 2 khả năng:

- Trường hợp thứ nhất, giá trị động năng và



Hình 1. Phân bố vận tốc chất lưu trong mặt cắt tại vùng đường ống được làm nóng, lưu lượng vận chuyển qua đường ống nhỏ; I- Vùng chất lưu có dòng chảy; II- Vùng yên lặng ( $W=0$ ).



Hình 2. Phân bố nhiệt độ chất lưu trong mặt cắt tại vùng đường ống được làm nóng và làm việc trong chế độ lưu lượng vận chuyển qua đường ống nhỏ.

hiệt năng của dòng chảy không đủ, vùng “yên lặng” giảm thiết diện làm việc của đường ống, giá trị cản thủy lực tăng nhanh, đoạn đường ống sẽ đông cứng lại và khi đó phù hợp với lý thuyết kinh điển.

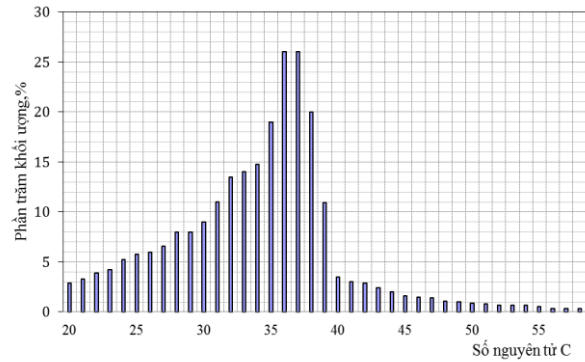
- Trường hợp thứ hai, máy bơm cung cấp đủ động năng và nhiệt năng cho dòng chảy của chất lưu để có thể đảm bảo cho hệ thống hoạt động tương thích. Khi đó sự giảm đi của thiết diện chảy làm cho vận tốc của chất lưu tăng lên, tương ứng gia tăng gradient vận tốc ở khu vực cận vùng “yên lặng”. Hiện tượng này làm cho chất lỏng ở vùng đó tự nóng lên và hình thành chế độ chảy “phá vỡ nhiệt động” và tạo ra kích thước một vùng “yên lặng” ổn định. Như vậy, bài toán vận chuyển dầu bằng máy bơm qua hệ thống đường ống có đường kính lớn, lưu lượng nhỏ, tổn hao nhiệt năng nhiều trở thành tương tự bài toán vận chuyển dầu với vận tốc tương đối cao, đường ống có đường kính nhỏ và được bọc cách nhiệt (hệ số dẫn nhiệt của dầu trong “vùng yên lặng” vào khoảng 0,134 W/m.oC). Sự cách nhiệt và vận tốc bơm tăng tương ứng với thời gian chất lưu nóng ở trong môi trường lạnh xung quanh ít đi, một phần chất lỏng không bị lạnh, hệ số cản thủy lực của đoạn đường ống được ổn định với giá trị tương đối nhỏ hơn. Với dòng chảy của chất lưu có tính lưu biến phức tạp, các quan hệ tiêu chuẩn cho chế độ “phá vỡ nhiệt động” có dạng tuyến tính như trường hợp chất lỏng Niu-ton trong điều kiện lý tưởng (Gonor A.L và nnk., 1991), xây dựng theo phương pháp toán học rất khó khăn. Các thông số công nghệ của dòng chảy với sự ổn định của vùng “yên lặng” nhận được cho từng đường ống cụ thể, từng loại dầu parafin khác nhau chỉ có thể nhận được thông qua những mô hình tính toán.

Nhận xét tiếp theo là vùng “yên lặng” thường tạo ra khi nhiệt độ môi trường thấp hơn nhiệt độ đông đặc của dầu vì thế chất lỏng dường như được “mặc áo” vào mùa đông và khi nhiệt độ môi trường tăng lên nó dần được cởi ra.

Các kết quả tính toán lý thuyết thu được khá phù hợp với số liệu ghi nhận thực tế của các đường ống vận chuyển dầu parafin làm việc theo các chế độ khác nhau vì những hoàn cảnh bắt buộc phải làm việc với giá trị lưu lượng nhỏ.

### 3. Lắng đọng parafin trong đường ống vận chuyển dầu ở Vietsovpetro

Dầu khai thác ở các mỏ thuộc Vietsovpetro là



Hình 3. Hàm lượng phân bố parafin với các dải carbon trong lắng đọng.

loại dầu nhiều parafin, có độ nhớt và nhiệt độ đông đặc cao. Trong khi đó, nhiệt độ môi trường nước biển xung quanh đường ống ở mức rất thấp (Từ Thành Nghĩa và nnk., 2015). Các tính toán mô phỏng (Nguyễn Hoài Vũ và nnk., 2016), cho thấy, sau khi đi vào hệ thống đường ống ngầm không bọc cách nhiệt thì chỉ khoảng 2-3 km, nhiệt độ của dầu trong đường ống sẽ giảm xuống bằng nhiệt độ của nước biển ở vùng cận đáy, tức dao động ở mức 23-28°C, thấp hơn nhiệt độ đông đặc của dầu đến khoảng 10°C và nhiệt độ bắt đầu xuất hiện tinh thể parafin trong dầu khoảng 35°C. Trong trường hợp vận chuyển dầu parafin bằng đường ống bọc cách nhiệt khoảng cách xa tại một số mỏ của Vietsovpetro vẫn phải thực hiện vận chuyển ở trạng thái chất lỏng phi-Newton, dưới nhiệt độ xuất hiện tinh thể parafin và nguy cơ lắng đọng parafin lớn dẫn đến đường ống bị bó hẹp, gây tắc nghẽn. Trong nhiều trường hợp có thể phải dừng khai thác mỏ, gây hậu quả nghiêm trọng.

Đối với dầu khai thác ở mỏ Bạch Hổ, Rồng và các mỏ kết nối khác của Vietsovpetro, có nhiệt độ bắt đầu xuất hiện các tinh thể parafin trong dầu là 58-60°C, với hàm lượng phân bố của các hợp chất hydrocarbon có trong parafin thì phần lớn là các hydrocarbon có số nguyên tử carbon từ 30 đến 40 (Phùng Đình Thực và nnk., 2003) (Hình 3).

Kết quả nghiên cứu lắng đọng parafin đối với mẫu dầu khai thác tại mỏ Gấu Trắng của Vietsovpetro theo nhiệt độ thực hiện trên mô hình ngón tay lạnh (Trần Văn Vĩnh và nnk., 2015) (Hình 4) cho thấy:

- Ở nhiệt độ vận chuyển dầu trên 65°C: lắng đọng parafin không đáng kể;

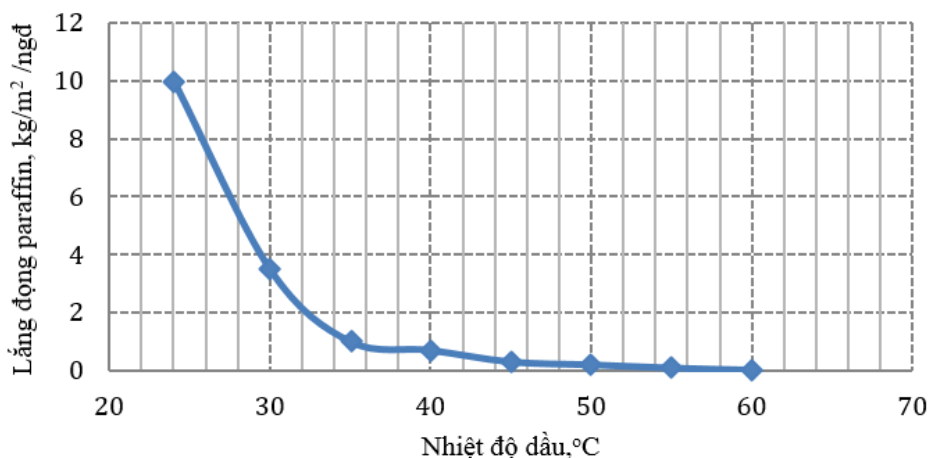
- Đến 35°C, lắng đọng parafin là: 1,0 kg/m<sup>2</sup>/ngày;

- Đến 30°C, lắng đọng parafin là: 3,5 kg/m<sup>2</sup>/ngđ;
- Đến 25°C, lắng đọng parafin là: 10 kg/m<sup>2</sup>/ngđ.

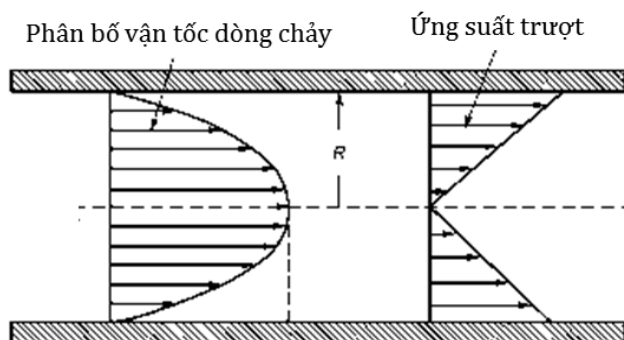
Bên cạnh những kết quả nghiên cứu thí nghiệm nêu ở trên, mô phỏng điều kiện vận chuyển ở nhiệt độ và lưu lượng thấp trong đường ống cho thấy, dầu chuyển động trong đường ống có tính chất lưu biến của chất lỏng mô hình Bingham, bên trong đường ống dẫn dầu sẽ xuất hiện các vùng ứ đọng parafin “mềm” hoặc vùng “yên lặng” (dầu đông). Ở đoạn đầu của đường ống, khi nhiệt độ trung bình của dầu còn cao và còn mang tính chất của chất lỏng Newton. Tùy thuộc vào lưu lượng vận chuyển dòng chảy của dầu ở đây có thể ở chế độ chảy rối, nghĩa là dầu chuyển dịch theo toàn bộ tiết diện của ống. Khi nhiệt độ trên thành đường ống thấp hơn nhiệt độ bắt đầu kết tinh parafin, thì bên trong đường ống có thể đã bắt đầu xuất hiện vùng lắng đọng parafin “mềm”.

Tuy nhiên, vận tốc lắng đọng parafin không đáng kể, nên bề dày của lớp lắng đọng parafin được ghi nhận là nhỏ, nghĩa là, vấn đề lắng đọng parafin chưa đáng lo ngại. Trường hợp đường ống có kích thước lớn, vận tốc dòng chảy thấp, dầu sẽ nhanh chóng bị nguội đi. Khi đạt đến nhiệt độ tới hạn, dòng chảy sẽ chuyển sang chế độ chảy tầng và nhiệt độ dầu tại thành ống có thể nhỏ hơn nhiệt độ trung bình của dòng chất lỏng đến 8-10°C.

Như đã trình bày ở trên, tính chất lưu biến của dầu vận chuyển phụ thuộc rất lớn vào nhiệt độ. Ở nhiệt độ thấp, dầu các mỏ của Vietsovpetro biểu hiện tính chất của chất lỏng phi Newton và cần phải tác dụng vào dầu một ứng suất nhất định để dầu có thể dịch chuyển gọi là ứng suất trượt động. Ứng suất trượt động này phụ thuộc vào sự thay đổi nhiệt độ theo tiết diện ống. Hình 6 mô tả sự phân bố ứng suất theo tiết diện ngang của dòng chảy.



Hình 4. Lắng đọng parafin theo nhiệt độ của dầu khai thác chưa xử lý trên mô hình nghiên cứu “Ngón tay lạnh”.



Hình 5. Sự phân bố ứng suất trượt động học của dòng hỗn hợp theo tiết diện ống.



Ứng suất trượt động  $\tau$  tạo bởi dòng chất lỏng phụ thuộc vào mức độ chênh lệch áp suất và khoảng cách đến tâm đường ống, càng cách xa tâm đường ống, giá trị ứng suất trượt động của chất lỏng càng lớn (Hình 5). Lớp chất lỏng sẽ chuyển dịch tương ứng nếu như giá trị ứng suất trượt động  $\tau$  tạo do máy bơm tác động lên dòng dầu lớn hơn ứng suất trượt động của nó. Ngược lại, lớp dầu đó sẽ không dịch chuyển và ứ đọng trong đường ống. Theo thời gian, cấu trúc không gian của vùng ứ đọng này dần trở nên bền vững và rất khó có thể bị đẩy ra khỏi đường ống. Ở chế độ dòng chảy tầng của chất lỏng Bingham trong đường ống không bọc cách nhiệt với lưu lượng thấp thì sự xuất hiện vùng ứ đọng là không tránh khỏi. Bề dày vùng ứ đọng chất lỏng sẽ dần tăng lên, dẫn đến tiết diện ống bị thu hẹp, kết quả là vận tốc dòng chảy trong phần lưu chuyển còn lại của đường ống sẽ tăng.

Thực tế vận hành đường ống không được bảo ôn nhiệt ở các mỏ dầu của Vietsovpetro cho thấy, không cần đợi thời gian dài mà chỉ sau khi đường ống được đưa vào vận hành đã xuất hiện tình trạng nêu trên. Sự phân bố các vùng ứ đọng và kích thước của chúng có thể thay đổi khi ta thay đổi các thông số bơm dầu. Khắc phục tình trạng này bằng cách tăng lưu lượng dòng chảy hoặc tăng nhiệt độ dầu vận chuyển trong ống sao cho ứng suất trượt động tạo nên đủ để thắng độ bền của cấu trúc các chất lắng đọng.

Như vậy, nguyên nhân của những phức tạp trong vận chuyển dầu nhiều parafin bằng đường ống không bọc cách nhiệt hay đường ống bọc cách nhiệt nhưng có chiều dài lớn và có lưu lượng thấp là sự hình thành lớp lắng đọng parafin và xuất hiện các vùng ứ đọng dầu đông với những độ dày và chiều dài khác nhau. Khi vùng ứ đọng hình thành trong ống và dày lên theo thời gian sẽ làm cho khả năng lưu thông của ống bị giảm đi đáng kể.

Như vậy, khi vận chuyển dầu nhiều parafin trong điều kiện nhiệt độ thấp, hay lưu lượng quá nhỏ theo đường ống ngầm dưới đáy biển không hoặc có bọc cách nhiệt thì nguy cơ hình thành các ứ đọng bên trong ống là rất cao. Không những thế, quá trình lắng đọng parafin thậm chí có thể xảy ra trầm trọng ngay trên thành ống khai thác của các giếng. Trên cơ sở mô hình hóa và kết quả thực tế, bên trong đường ống dẫn dầu không bọc cách nhiệt luôn tồn tại một lớp lắng đọng parafin dày khoảng 20 - 30 mm. Khối lượng và thành phần của

lớp lắng đọng phụ thuộc vào thời gian vận hành đường ống, nhiệt độ và thành phần của dầu. Hình 6 là hình ảnh thực tế lắng đọng parafin trong đường ống vận chuyển dầu từ RP-1 mỏ Rồng đến FSO-3 ở mỏ Rồng (mẫu đường ống được lấy trong thời gian sửa chữa cụm van phân dòng ngầm (PLEM) và thay thế ống mềm FSO-3 ở mỏ Rồng). Bảng 1 là kết quả mô phỏng tính toán thủy lực đường ống với những độ dày các lớp lắng đọng giả định khác nhau trong đường RP-1→FSO-3.

Tóm lại, trong điều kiện vận chuyển dầu nhiều parafin bằng đường ống ngầm ngoài khơi ở các mỏ của Vietsovpetro có thể xảy ra nhiều khó khăn phức tạp sau:

- Các đặc tính lưu biến của dầu trong đường ống xấu đi do vận chuyển dầu dưới nhiệt độ kết tinh parafin, gây ra sự hình thành các cấu trúc mạng parafin và lắng đọng trong đường ống, kết quả là làm gia tăng tổn hao áp suất vận chuyển dầu, dầu có thể bị “đông đặc” gây tắc nghẽn đường ống và phải dừng hoạt động, gây đình trệ công tác khai thác vận chuyển dầu và khí.



Hình 6. Lắng đọng parafin RP-1 → PLEM (FSO-3)

Bảng 1. Lắng đọng parafin trong ống không bọc cách nhiệt RP-1 → PLEM (FSO-3).

Chiều dày lắng đọng, mm	Tổn hao áp suất, at	Thể tích lớp parafin m <sup>3</sup>	Thể tích ống còn lại, m <sup>3</sup>
0	4.7	0	3529
10	5.2	190	3339
20	6.4	374	3155
30	9.0	554	2975
40	12.0	728	2801
50	17.1	896	2633

- Giảm tiết diện dòng chảy của đường ống do sự tích tụ lắng đọng keo-nhựa-parafin trên thành đường ống và sự hình thành vùng dầu ứ đọng, giảm khả năng lưu chuyển của đường ống.

Năm 1986 thực tế vận chuyển dầu ở mỏ Bạch Hổ bằng đường ống không bọc cách nhiệt từ giàn cố định MSP-1 đến Kho nổi chứa xuất dầu FSO Crum cho thấy, do nhiệt độ trong đường ống giảm quá nhanh, mặc dù đường ống chỉ dài 1,6 km nhưng vẫn bị tắc nghẽn do dầu bị đông trong đường ống và quá trình vận chuyển dầu đã phải tạm dừng.

Năm 1996, dầu khai thác tại khu vực Đông Nam mỏ Rồng được vận chuyển về giàn cố định RP-1. Khi đến RP-1 dầu có nhiệt độ bằng nhiệt độ môi trường nước biển, được hòa trộn với dầu RP-1 và vận chuyển về giàn công nghệ trung tâm CPP-2 mỏ Bạch Hổ theo đường ống RP-1 → RC-1 → BT7 → CPP-2. Đường ống này không được bọc cách nhiệt, có chiều dài 34 km và có các đường kính khác nhau. Sau khi đường ống đưa vào vận hành được 6 tháng đã phải dừng khẩn cấp, mà nguyên nhân do là vùng ứ đọng/lắng đọng parafin “mềm” làm tiết diện thực của đường ống bị bó hẹp, khả năng lưu chuyển bị hạn chế. Mỏ Rồng đã phải dừng khai thác.

#### 4. Kết luận

Trong thực tế, rất khó khăn để có thể đưa ra các kết luận chung về sự khác nhau của thông số công nghệ vận chuyển dầu nhiều parafin do mỗi đường ống và dầu mà nó vận chuyển làm việc trong những điều kiện khác biệt.

Khi kết hợp mô hình lý thuyết với số liệu thực nghiệm thu được có thể xác định những chế độ dòng chảy với tốc độ hình thành các chất lắng đọng là chậm nhất từ đó tìm ra giải pháp công nghệ tối ưu theo hướng làm giảm đi lượng chất lắng đọng bám vào bên trong thành của đường ống bằng cách thay đổi lưu lượng vận chuyển và tính chất của chất lưu.

Những thách thức và phức tạp trong vận chuyển dầu bằng đường ngầm ở Vietsovpetro bắt nguồn từ tính chất đặc trưng của dầu (hàm lượng parafin, độ nhớt và nhiệt độ đông đặc cao), đặc tính hệ thống đường ống hiện hữu (không được bọc cách nhiệt), dầu vận chuyển trong điều kiện môi trường nhiệt độ nước biển thấp,... đã gây ra hiện tượng lắng đọng parafin trong quá trình vận chuyển.

#### Tài liệu tham khảo

- Gonor, A. L., Trulkov, A. A., 1991. Lý thuyết phân ly thủy động lực học. *Tuyển tập báo cáo Viện hàn lâm khoa học 4*. Matxcova. 856-860 (tiếng Nga).
- Gumerov, A. G., Vekstein, M. G., Shutov, A. A., 2001. *Phương pháp tính toán các thông số đường ống vận chuyển dầu không bọc cách nhiệt*. RD 39-021-2001. Astana (tiếng Nga).
- Nguyễn Hoài Vũ, Phạm Thành Vinh, Phan Đức Tuấn, 2016. Ứng dụng mô hình mô phỏng để nghiên cứu đánh giá trạng thái hoạt động của đường ống vận chuyển dầu ở Liên doanh Việt Nga Vietsovpetro - Tạp chí Khoa học Kỹ thuật và Công nghệ số 7 năm 2016. Trang 51-56.
- Phùng Đình Thực, Hà Văn Bích, Tống Cảnh Sơn, Lê Đình Hòa, Vugovskoi, V. P., 2003. The problem in transportation of high waxy crude oils through submarine pipelines at JV VSP oil fields, offshore Viet Nam. Solutions for production optimization, *Journal of Canadian petroleum technology* 42, №6, June 2003.
- Shutov, A. A., 1994. Các vấn đề về dòng chảy phi Newton. *Tuyển tập các công trình nghiên cứu - Viện nghiên cứu các vấn đề vận chuyển nguồn năng lượng* 57. Ufa. 46-54. (tiếng Nga).
- Shutov A.A., 1999. Mô hình hóa quá trình làm việc của đường ống không bọc cách nhiệt, sử dụng vận chuyển chất lỏng có tính lưu biến cao. *Tuyển tập báo cáo hội nghị quốc tế lần thứ 5 “Các phương pháp tự động hóa áp dụng trong quá trình công nghệ hóa học”* 2. Ufa. 135-137 (tiếng Nga).
- Shutov, A. A., 1997. Mô hình hóa quá trình khởi động sau khi dừng đường ống vận chuyển không bọc cách nhiệt. *Tuyển tập các công trình nghiên cứu - Viện nghiên cứu các vấn đề vận chuyển nguồn năng lượng* 57. Ufa. 22-30 (tiếng Nga).
- Trần Văn Vĩnh, Phạm Bá Hiến, Trần Quốc Khởi, Trần Văn Thường, Nguyễn Hoài Vũ, Phan Đức Tuấn, Phạm Thành Vinh, 2015. Transportation of high pour point waxy crude oils at low ambient temperature and low flow rate, «WHITE BEAR» oil filed (Socialist Republic of Vietnam). Problems of gathering, Treatment

and Transportation of oil and oil Products. p. 99-109. Ufa.

Từ Thành Nghĩa, Nguyễn Thúc Kháng, Nguyễn Hoài Vũ, 2015. Những khó khăn thách thức của

Vietsovpetro trong vận chuyển dầu nhiều paraffin bằng đường ống ngầm ngoài khơi. *Tạp chí Dầu khí* 5. 20-25.

## ABSTRACT

### The study of the operation of transportation pipeline with high-Paraffin-content oil in the specific operating condition of Vietsovpetro Join Venture

Vu Hoai Nguyen <sup>1</sup>, Tuan Duc Phan <sup>1</sup>, Tan Ngoc Tran <sup>1</sup>, Trung Van Nguyen <sup>1</sup>, Son Trung Pham <sup>1</sup>, Nam Van Le <sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Vietsovpetro join venture, Vietnam*

<sup>2</sup> *Faculty of Oil and Gas, Hanoi University of Mining and Geology, Vietnam*

The study shows transporting capacity of the pipeline depends on the physical and chemical properties, rheological properties of the fluid being transported and the construction characteristics of the pipeline. Oil produced in Vietsovpetro's fields has high content of paraffin with high freezing temperature as well as viscosity. Seawater temperature is always lower than the freezing temperature of the oil from 5-10 degree C. The pipeline system is almost non-insulated terminal and has no shuttle system to clear pipeline. Rapidly deposition of paraffin in oil causes high potential risk of pipeline jam. This article shows the theoretical and empirical studies of hydrodynamic processes have heat exchange, that allow for the construction of highly accurate modeling simulation for steady and unstable flow of transportation pipeline the liquid with complex rheological properties in the orther of operating conditions, the current operation of transportation pipeline with high-content-paraffin oil and also the deposition of paraffin in Vietsovpetro pipeline.