

TÍNH TOÁN ĐẢM BẢO DÒNG CHẢY ĐƯỜNG ỐNG DẪN KHÍ SUB-SEA MỘC TINH-HẢI THẠCH

KS. LÊ ĐĂNG THỨC - *Tập đoàn Dầu khí Quốc gia Việt Nam*

KS. MAI CAO LÂN - *Đại Học Bách khoa TP Hồ Chí Minh*

1. Bảo đảm dòng chảy đường ống dẫn khí vỉa Mộc Tinh

Vỉa Mộc Tinh là một vỉa được đánh giá là giàu khí > 90 % là khí (ở điều kiện lưu chất dẫn trong ống pipeline) với hàm lượng H_2S rất thấp, thực tế quá trình well testing thì người ta không tìm thấy dấu vết H_2S trong mẫu thử. Nhưng hàm lượng khí CO_2 là khá cao > 2 % thể tích, đặc trưng vỉa khí chưa, có tác động ăn mòn lớn. Thành phần của vỉa như hình H.1.

❖ Lưu lượng khai thác của vỉa mộc tinh thay đổi rộng: Max flow: 232.1 MMscfd khí; Min flow: 45.9 mmscfd khí

❖ Áp suất ở đầu giàn Hải Thạch thay đổi trong khoảng 45 barg đến 65 barg.

❖ Lượng nước tự do thay đổi trong khoảng 200-3500 Std bpd.

Nhiệt độ tạo WAT: $T_{wat}=35^\circ C$. Nhiệt độ hình thành

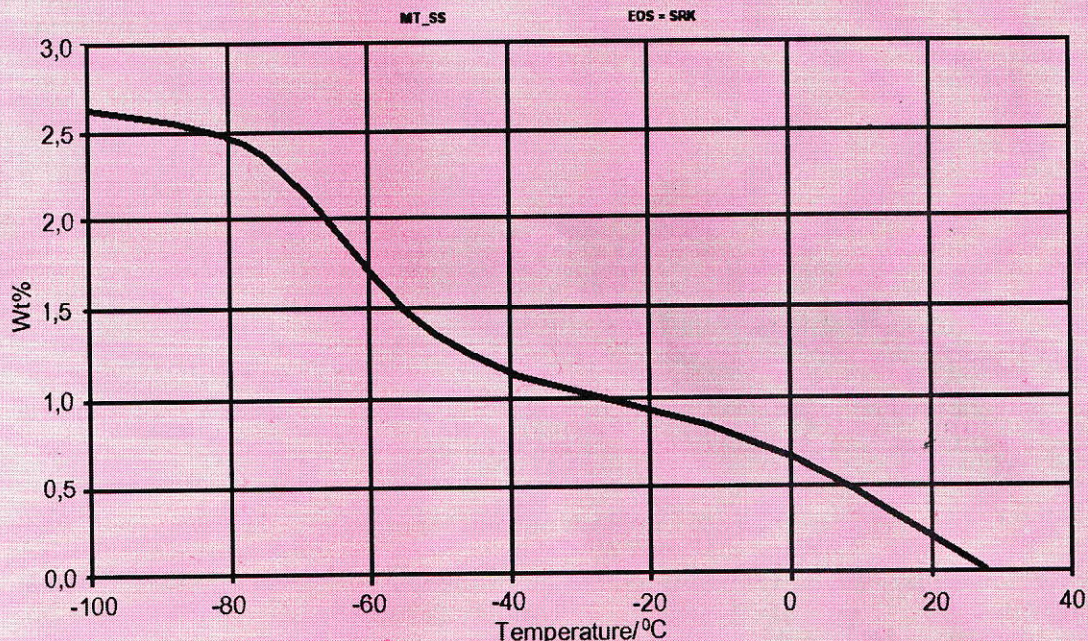
nhũ tương (pour point) là $28^\circ C$ như phân tích trong PVT sim.

Bảng 1.

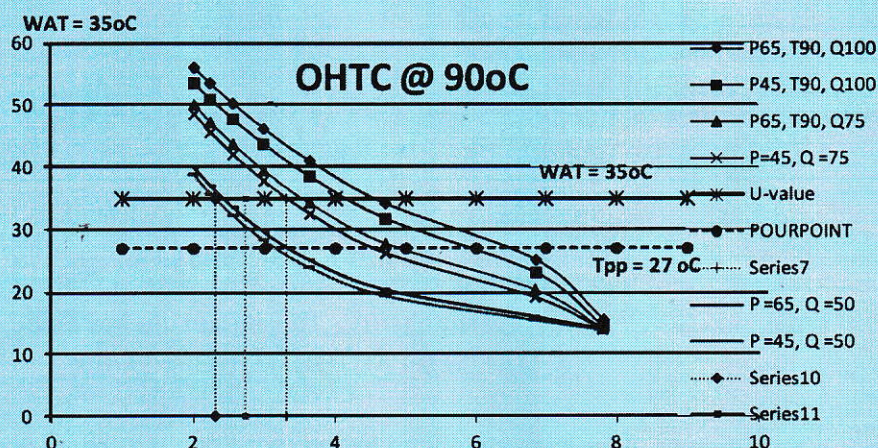
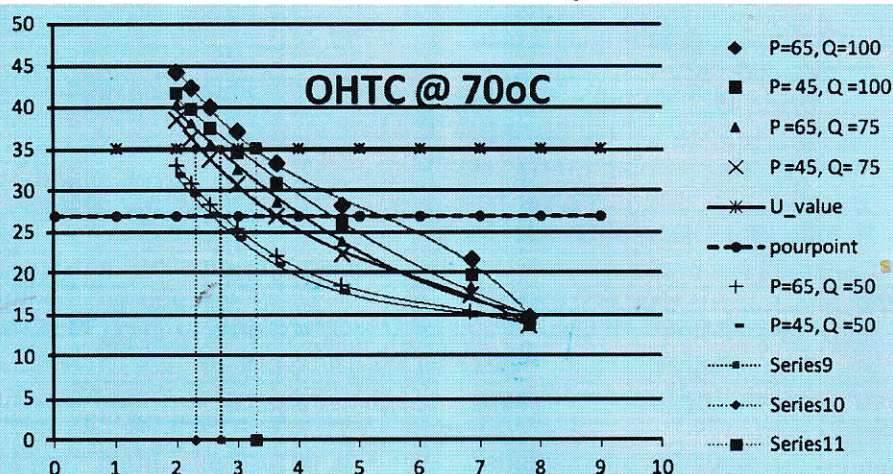
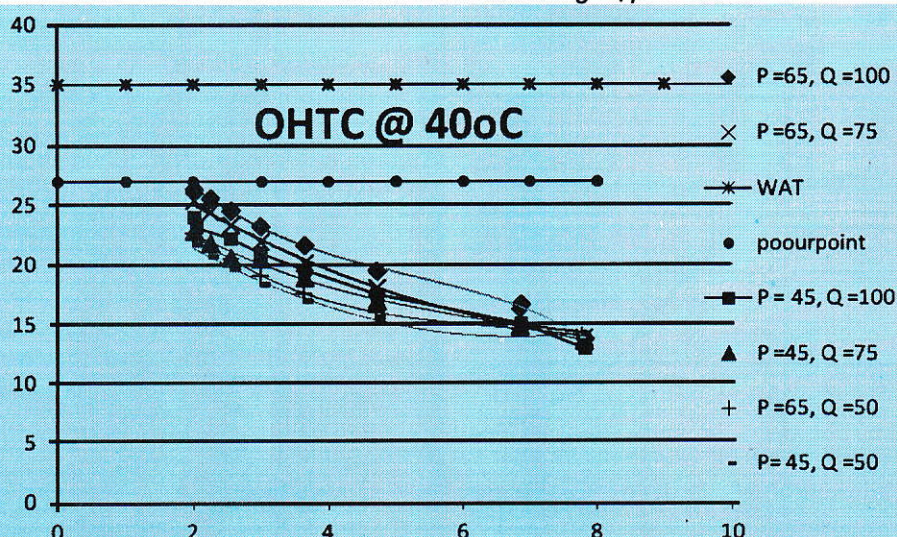
Platform	Phía Bắc	Phía Đông	Độ Sâu
WHP-HT1/PQP	889,619	271,615	120 to 145 m
WHP-MT1	877,038	256,520	114 to 118 m

Đường ống pipeline dẫn khí từ giàn Mộc Tinh đến Hải Thạch với độ dài 19.6 km, được dẫn dưới đáy biển với độ sâu trung bình từ 114 đến 118 m. Thông số địa lý cơ bản:

Điều kiện môi trường: nhiệt độ không khí trung bình: $22.7-31.6^\circ C$; Tốc độ gió mạnh tính trong vòng 3s là 37.9 m/s, trung bình trong 1 giờ là 27.5 m/s; Nhiệt độ trên mặt biển trung bình: $24.9^\circ C - 31.2^\circ C$.



H.1. Thành phần của vỉa

H.2. Khảo sát OLGA với các trường hợp $T=90^{\circ}\text{C}$ H.3. Khảo sát OLGA với các trường hợp $T=70^{\circ}\text{C}$ H.4. Khảo sát OLGA với các trường hợp $T=45^{\circ}\text{C}$

2. Lựa chọn phương pháp khảo sát tính toán bài toán tổng quát

Đề tài chọn phương pháp khảo sát đa biến, lưu lượng, áp suất, nhiệt độ để đánh giá các vấn đề sau:

❖ Xác định phương án quyết định ống dùng vật liệu thép rẻ tiền thép đen hay phải phủ vật liệu chống ăn mòn bên trong ống hoặc dùng thép trắng đắt tiền thép trắng (thép không gỉ).

❖ Xác định tổn thất áp suất trên toàn đường ống dẫn dầu.

❖ Lựa chọn công nghệ bọc ống, 5LPP dựa trên cơ sở bọc ống của nhà thầu PVID.

Xác định chiều dày mỗi lớp cách nhiệt (insulation) và cả lớp bọc bên trong ống chống ăn mòn.

❖ Đường đặc tính biến thiên nhiệt độ theo profile ống và tổn thất nhiệt độ trên toàn ống pipeline.

Cơ sở tính toán:

❖ Đánh giá phương án sử dụng vật liệu, dựa trên tính toán thủy lực và vận tốc dòng chảy như lý thuyết nêu trên và API 14 E

❖ Truyền nhiệt, dựa trên thuyết truyền nhiệt qua tường nhiều lớp và truyền nhiệt đối lưu theo phương pháp nhiệt cân bằng U value.

❖ Cả hai đều sử dụng các model của OLGA, sử dụng OLGA v5.0 để phân tích flow assurance.

Miền khảo sát:

Đối với việc tính toán thủy lực, cần thiết phải chọn miền khảo sát đảm bảo thỏa mãn tất cả các trường hợp xảy ra trong phạm vi khai thác, và:

❖ Đảm bảo có thể khai thác được ở lưu lượng lớn nhất và nhỏ nhất;

❖ Đảm bảo nhiệt độ lớn nhất và nhỏ nhất trong quá trình khai thác vận chuyển lưu chất;

❖ Đảm bảo áp suất lớn nhất nhỏ nhất đầu vào ống và đầu ra ống;

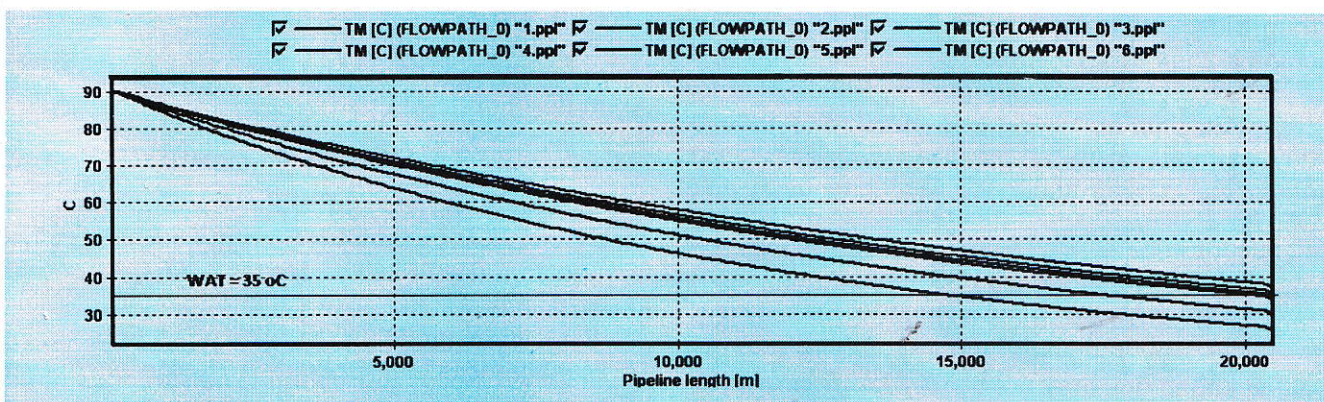
❖ Cân bằng nhiệt và phương án bọc ống với OLGA v5.0.

Khảo sát OLGA với các trường hợp kể trên cho ta đồ thị như sau:

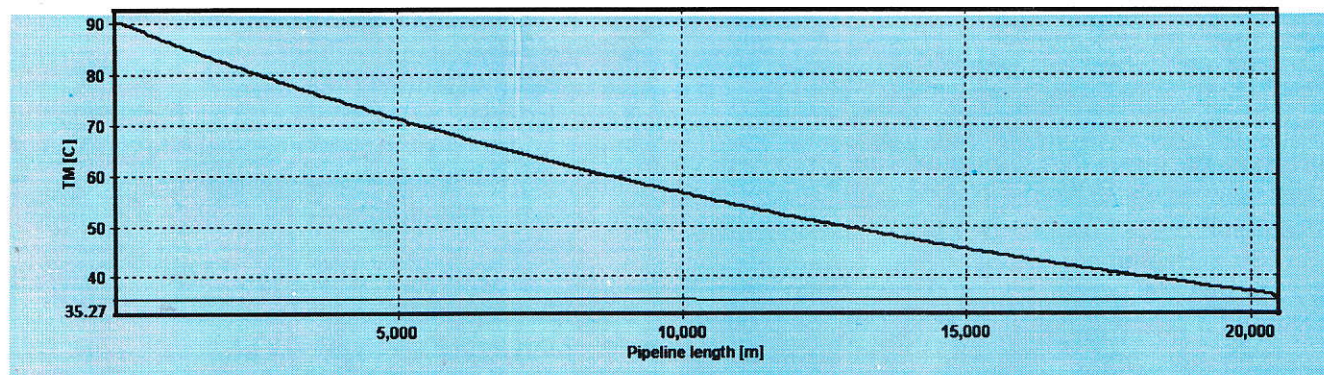
❖ Trường hợp $T = 90^{\circ}\text{C}$ (H.2);

❖ Trường hợp $T = 70^{\circ}\text{C}$ (H.3);

❖ Trường hợp nhiệt độ ở đầu vào ống $= 45^{\circ}\text{C}$ (xem H.4).



H.5. Kết quả trích xuất từ OLGA



H.6. Nhiệt độ outlet của ống khi chọn lớp foam bằng 65 mm

Nhận xét:

❖ Từ đồ thị H.2 trên ta thấy rằng, ở cùng nhiệt độ ($T = 90^{\circ}\text{C}$) trường hợp nguy hiểm nhất là trường hợp áp suất thấp, lưu lượng thấp.

❖ Ở 90°C $U = 2.3 \text{ W/m}^2\text{K}$ thì tất cả các trường hợp đều hoạt động an toàn ($> \text{WAT}$), ở $U = 3.3$ thì có thể khai thác ở $Q > 75 \text{ mmscfd}$, $P > 45 \text{ barg}$.

Nhận xét:

❖ Từ đồ thị H.3 trên ta thấy rằng, ở Trường hợp nhiệt độ đầu vào ống 70°C , thì ở $U = 3.3$ thì $Q > 75 \text{ mmscfd}$, $P > 65 \text{ barg}$ vận hành an toàn, cho nhiệt độ trên điểm tạo WAT.

❖ $U = 2.2$ thì có thể vận hành ở chế độ $Q > 75 \text{ mmscfd}$ và $P > 45 \text{ barg}$.

❖ Với trường hợp $Q = 50 \text{ mmscfd}$ đều không đạt dù ở bất kỳ áp suất nào.

Nhận xét: trong trường hợp H.4 thì tất cả các điều kiện khảo sát đều không đạt.

Kết luận chọn U-value:

❖ Dùng U-value $2.3 \text{ W/m}^2\text{K}$: có thể khai thác ở chế độ nhiệt độ đầu vào $T_{in} > 70^\circ\text{C}$, $Q > 75 \text{ mm}^3/\text{s}$, $P > 45 \text{ barg}$.

❖ Dùng U-value $3.3 \text{ W/m}^2\text{K}$: có thể khai thác ở chế độ nhiệt độ đầu vào $T_{in} > 70^\circ\text{C}$, $Q > 75 \text{ mm}^3/\text{s}$, $P > 65 \text{ barg}$.

Từ hai trường hợp đó với việc mô phỏng Tính áp suất rất cao nên trường hợp U-value = $3.3 \text{ W/m}^2\text{K}$ kinh tế hơn, vì vừa có thể đáp ứng được áp suất ra 65 barg hơn nữa bọc ống để đạt U = $2.3 \text{ W/m}^2\text{K}$ cho 19.6 km rất tốn kém. Chọn phương án bọc ống với U = 3.3.

Kết quả mô phỏng OLGA khảo sát việc chọn ống như sau:

❖ Ống được chia làm 4 lớp: FBE, Adhesive, Solid PP, Foam cùng hai lớp vật liệu làm ống là thép trắng phủ trong 3 m và lớp vật liệu làm ống chính là thép đen 10.4 mm.

❖ Lớp 3LPP: FBE, Adhesive, Solid PP là lớp chống ăn mòn bên trong ống được chọn theo bề dày yêu cầu tối thiểu cho phép của đơn vị bọc ống PVID, chúng không có tác dụng cách nhiệt bảo ôn.

❖ Lớp foam là lớp cần thay đổi bề dày để cách nhiệt, ta khảo sát lớp này để đạt U-Value mong muốn. Ta có kết quả trích xuất từ OLGA như H.5.

Nhận thấy rằng với: hai lớp vật liệu và lớp 3LPP không đổi, thay đổi bề dày lớp Foam từ 40 - 70mm thì, hệ số U-value thỏa mãn ở bề dày lớp foam $l_{\text{foam}} \geq 65 \text{ mm}$, lúc đó nhiệt độ ra khỏi ống $T_{\text{out}} = 35.272^\circ\text{C} > T_{\text{WAT}} = 35^\circ\text{C}$.

Vậy chọn các lớp vật liệu như sau: carbon Steel - 10.2 mm; cladding SS - 3 mm; FBE - 0.4 mm; adhesive - 0.2 mm; solid PP - 2.9 mm; Foam - 65 mm. Nhiệt độ outlet của ống khi chọn lớp foam bằng 65 mm, ở chế độ worst trường hợp trên hình H.6.

Kết luận chung:

❖ Với việc chọn ống phủ bên trong vật liệu chống ăn mòn 12" của giàn Mộc Tinh, giúp đường ống chịu ăn mòn tốt hơn, bảo đảm được độ mài mòn cho phép.

❖ Vận tốc dòng chảy trong ống đảm bảo (không vượt quá độ mài mòn cho phép)

❖ Chọn lớp foam cách nhiệt 65 mm đảm bảo nhiệt độ dòng chảy luôn trên điểm WAT $> 35^\circ\text{C}$ và đưa ra chế độ khai thác với phương án chọn này như sau:

❖ U = 3.3, nhiệt độ vào ống thấp nhất cho phép là 70°C , $Q > 100 \text{ mm}^3/\text{s}$. Ở $T < 40^\circ\text{C}$ thì phải dùng chất phá nhũ tương.

3. Kết luận

Bài báo đưa ra mô hình tính toán, chọn kích thước ống phù hợp với lưu chất dòng chảy, với những tính toán trên, nó là lập luận đảm bảo việc chọn vật liệu ống tránh được mài mòn, ma sát thành ống. Là cơ sở, tiêu chí để tính toán kích thước ống dẫn dầu và khí nói chung. Với việc nêu lên các đặc tính kỹ thuật công nghệ lớp bọc cách nhiệt, bài báo đưa ra cho người đọc cái nhìn tổng quan nhất về công nghệ bọc ống đối với các đường ống dẫn dầu và khí dưới biển và mô hình tính toán các lớp bọc cách nhiệt, vật liệu bọc cách nhiệt. Đảm bảo dòng chảy luôn là tiêu chí của bài báo và việc chọn bề dày bọc ống luôn đi đôi với chống ngưng tụ dầu và chế độ khai thác an toàn cho đường ống dẫn nội mô. Bài báo hy vọng sau này sẽ là nguồn tham khảo tốt cho những nghiên cứu về đường ống dẫn dầu dưới đáy biển mà cụ thể sẽ hữu dụng cho nghiên cứu thêm lĩnh vực ăn mòn và chế độ mô phỏng động trong OLGA bảo đảm dòng chảy. □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Kjell H. Bendiksen, Dag Maines, Randi Moe and Sven Nuland, Inst. for Energy Technology, The Dynamic Two-Fluid Model OLGA: Theory & Application.
2. M. Hausner, M. Dixon / DeepSea Engineering & Management Ltd, Optimized Design of Pipe-in-Pipe Systems, 2002.
3. Incropera, De Witt, Bergman, Lavine, Fundamentals of Heat and Mass Transfer, Sixth Edition, 2007.
4. Api Recommended Practice 14E (RP 14E) Fifth Edition, October 1, 1991, Recommended Practice for Design and Installation of Offshore Production Platform Piping Systems.
5. Ove Bratland, Pipe Flow 1 Single-Phase Flow Assurance.
6. D.Q. Kern, Process Heat Transfer, International Student Edition. 1965.

Người biên tập: Võ Trọng Hùng

SUMMARY

The paper analyses and accesses the supplied abilities for gas stream of pipe from Mộc Tinh to Hải Thạch. The study results prove the proper parameters for the gas pipe in real conditions.