

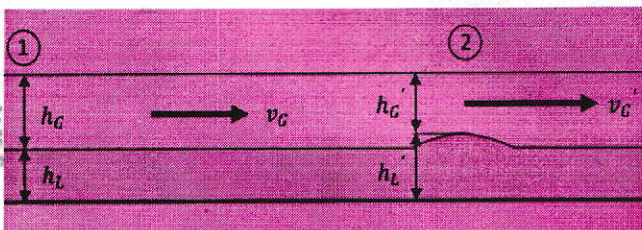
KHẢO SÁT CƠ CHẾ VÀ ĐỀ XUẤT PHƯƠNG ÁN KIỂM SOÁT HIỆN TƯỢNG NÚT LỎNG TRONG ĐƯỜNG ỐNG

KS. LÊ ĐĂNG THỨC, TS. MAI CAO LÂN
Tập đoàn Dầu Khí Quốc gia Việt Nam

Đặc trưng của các mỏ dầu khí Việt Nam là các mỏ đều nằm ngoài khơi, có hàm lượng khí khá cao và thường được khai thác dưới dạng hỗn hợp dầu, khí và nước, lượng chất lưu này thông thường được vận chuyển bởi những đường ống dài đến các hệ thống xử lý hoặc dẫn qua các hệ thống ống dài vào bờ đến các nhà máy xử lý (như đường ống Nam Côn Sơn...). Do vận chuyển dòng chảy đa pha trên những ống dẫn dài nên những rủi ro khi vận chuyển dầu thô là rất lớn, đặc biệt là dòng chảy rơi vào hiện tượng chảy tạo nút lỏng. Từ các thảm họa trong ngành dầu khí, đã có không ít các nhà khai thác, các công ty lớn trên thế giới phải trả giá đắt khi không lường trước dòng chảy tạo nút lỏng trong các đường ống đa pha như các đường ống dẫn từ giếng lên giàn khai thác, các đường ống dài dẫn dầu/khí (chưa qua xử lý).

1. Khi nào dòng nút lỏng chảy ra?

Phương pháp Taitel và Dukler chủ yếu dựa vào định luật Bernulli, bắt đầu khảo sát khi chế độ dòng chảy ở trạng thái chảy tầng với nguyên tắc, tăng dần lưu lượng trong ống có đường kính cố định, khi vận tốc tăng lên thì trở lực càng lớn, chênh lệch áp suất càng lớn dẫn đến dòng chảy sẽ chảy không ổn định tại một số điểm dần dần sẽ tạo cột sóng (wave) [6].



H.1.1. Mô hình thí nghiệm Taitel Dukler

2. Chọn mô hình tính toán

Mô hình được lựa chọn là Hill&Wood được hiệu chỉnh tỷ lệ phần lỏng trong đường ống từ mô

hình Beggs & Brill, đối với mỗi mô hình tính toán nút lỏng hai đại lượng quyết định đến kết quả tính toán là chiều dài nút lỏng (slug length) và chu kỳ tạo nút lỏng (slug frequency), do đó đề tài tính toán và dựa trên số liệu thu thập hiệu chỉnh hai thông số này, giảm thiểu sai số theo phương pháp bình phương nhỏ nhất.

3. Số liệu thực nghiệm

Số liệu thực nghiệm được lấy ngẫu nhiên phần lỏng chênh lệch theo thời gian dựa trên số liệu thu thập được từ MPFM giàn X, giả sử lượng lỏng đo được tại thời điểm t_1 là a (m^3/hr) và lượng lỏng đo được tại thời điểm t_2 là b (m^3/hr) thì lượng lỏng chênh lệch sẽ là:

$$Q = \left(\frac{a-b}{t_2-t_1} \right) \quad (1)$$

Lượng lỏng này sẽ đem so với công thức tính toán khi hiệu chỉnh và chưa hiệu chỉnh, lượng lỏng đại diện này sẽ được lấy mẫu 6 lần, mỗi lần sẽ là lượng lỏng lớn nhất trong 2h (dựa trên số liệu thu thập được). Ta có, Bảng 1 kết quả như sau.

Bảng 1. Bảng giá trị thực nghiệm thể tích lỏng dâng do nút lỏng

Trường hợp	Lưu lượng khí (mmscfd)	Lưu lượng lỏng (bbl/day)	Lỏng so sánh (m^3)
1	7.8	45100	5.25
2	8.1	42160	5.33
3	8.3	41600	2.67
4	8.5	41000	4.21
5	9	39500	4.02
6	9.81	35100	3.7

Kết quả hiệu chỉnh: Sau khi sử dụng phương pháp hiệu chỉnh bình phương nhỏ nhất, kết quả thu được như sau (Bảng 2).

Bảng 2. Mối quan hệ rời rạc giữa hai tham số hiệu chỉnh

Trường hợp	Giá trị hiệu chỉnh	Kết quả hiệu chỉnh	Giá trị thực nghiệm
1	X1=0.9576, Y1=2.85	5.25	5.25
2	X2=0.894, Y2=2.745	5.33	5.33
3	X3=1.87, Y3=4.3	2.67	2.67
4	X4=1.73, Y4=2.3	4.21	4.21
5	X5=0.75, Y5=4	4.02	4.02
6	X6=1.44, Y6=3.23	3.7	3.7

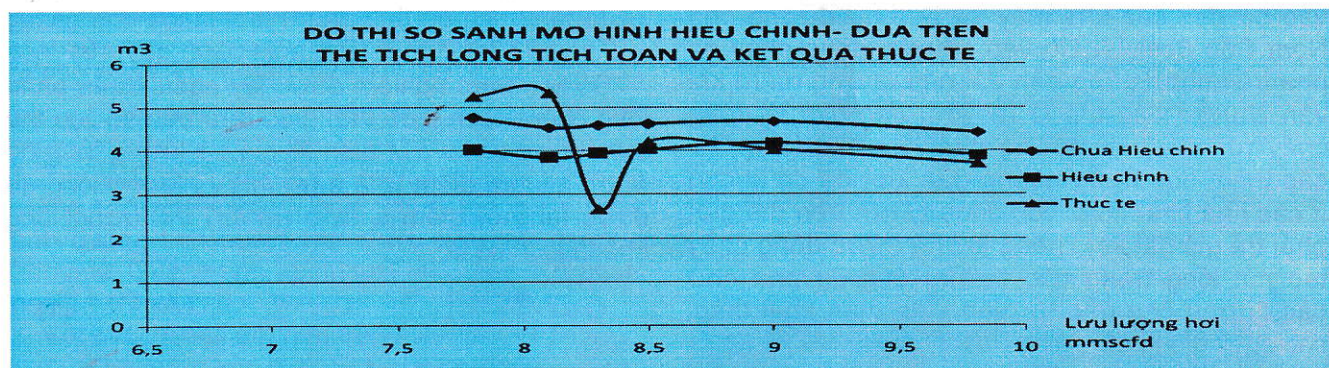
chỉnh các tham số của mô hình cho kết quả gần với thực tế hơn, cụ thể đường cong thực nghiệm sẽ tiến gần hơn các giá trị thực. Cụ thể sai số giảm dần so với đường cong lúc chưa hiệu chỉnh mô hình và xu hướng lúc lưu lượng hơi càng tăng thì đồ thị hiệu chỉnh sẽ về gần giá trị thực nghiệm hơn. Sự thay đổi chu kỳ tạo nút lỏng và chiều dài nút lỏng giữa 2 mô hình hiệu chỉnh và không hiệu chỉnh.

Bảng 3.

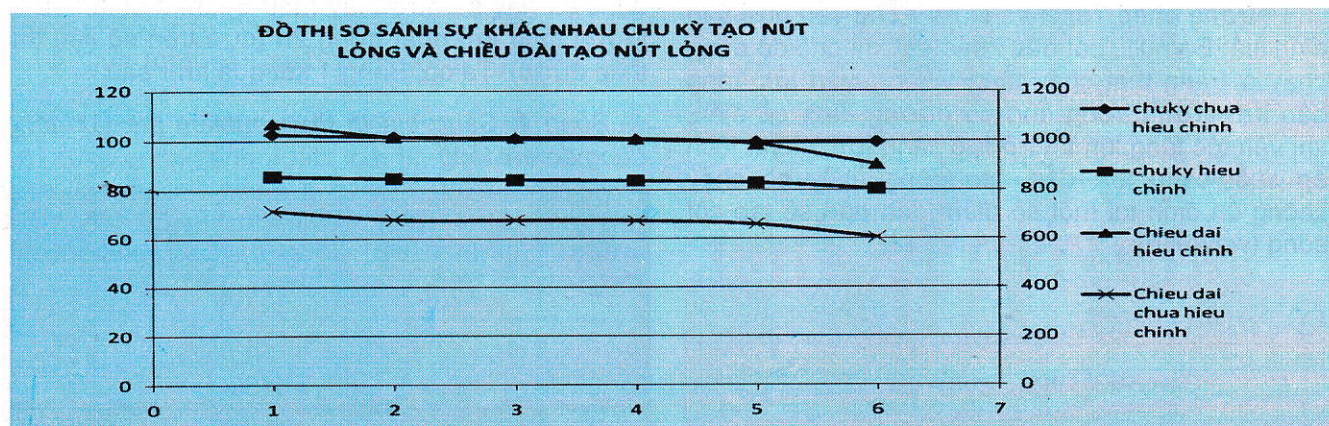
T	Chu kỳ nút lỏng		Tần số tạo nút lỏng	
	Hiệu chỉnh	Chưa hiệu chỉnh	Hiệu chỉnh	Chưa hiệu chỉnh
1	85.67	102.5	1070	715
2	84.47	101.43	1015	678
3	84.23	100.7	1012	676
4	83.75	100.21	1006	673
5	82.99	99.3	985	658
6	80.45	99.26	903.48	603

4. Kết luận và nhận định kết quả

Từ đồ thị trên H.2. ta thấy rằng, với việc hiệu



H.2. Đồ thị so sánh mô hình hiệu chỉnh dựa trên thể tích lỏng tính toán và kết quả thực tế

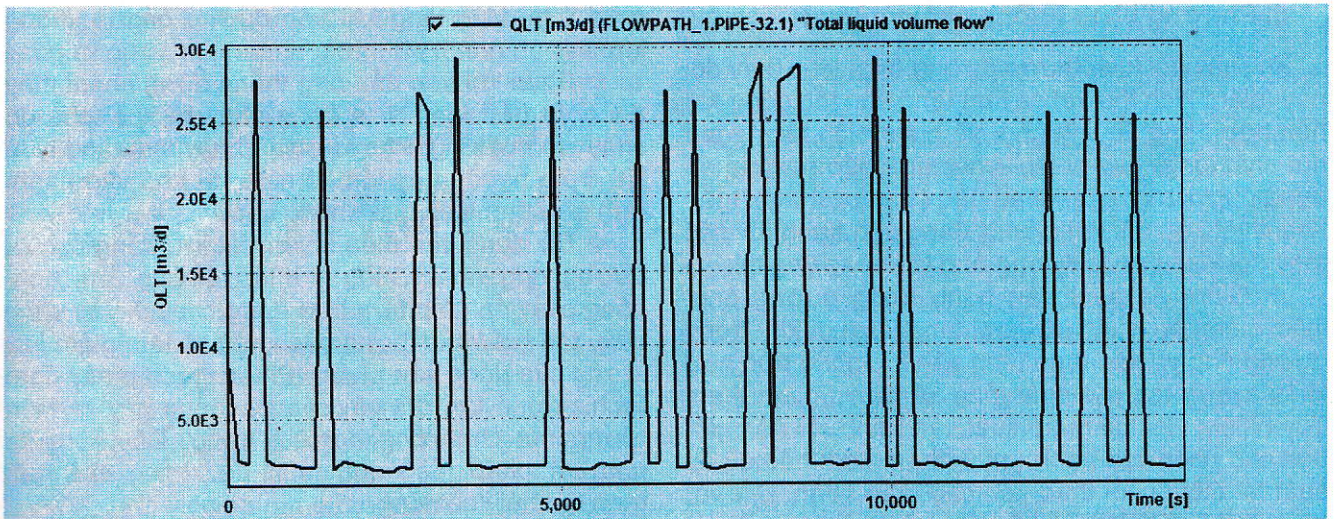


H.3. Đồ thị so sánh sự khác nhau chu kỳ tạo nút lỏng và chiều dài tạo nút lỏng

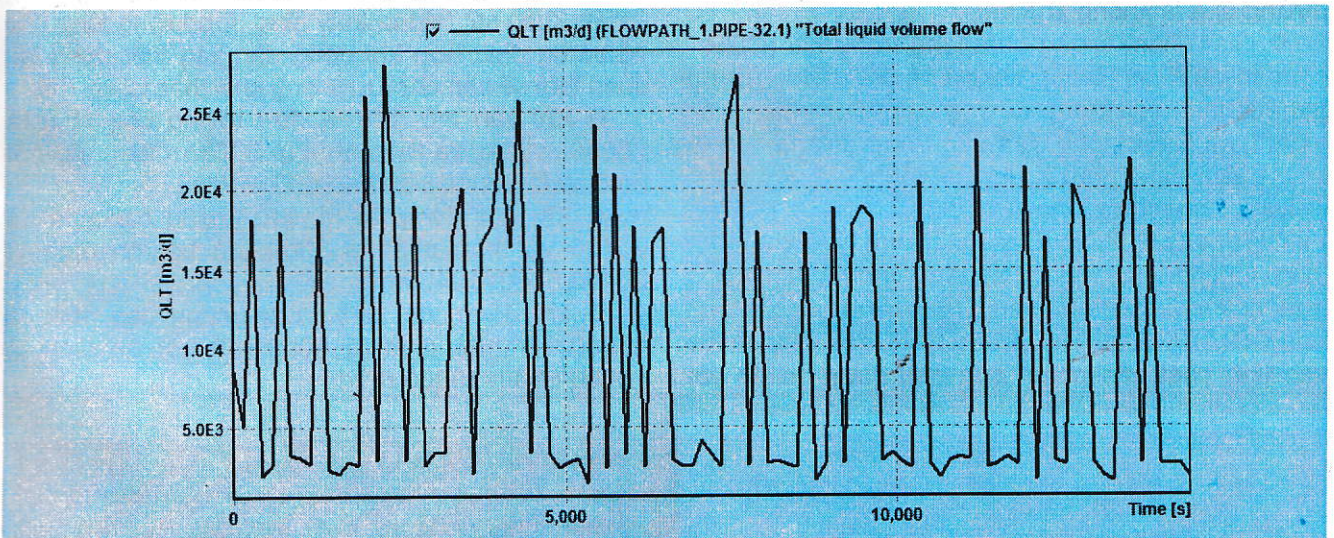
Từ đồ thị trên ta nhận thấy rằng khi tần số tạo nút lỏng càng lớn thì chiều dài nút lỏng càng ngắn, do quá trình tạo nút lỏng quá nhanh, lượng lỏng đọng lại và dâng lên thành bình quá nhanh do đó thể tích lỏng này ít nên nút lỏng

hình thành sẽ ngắn.

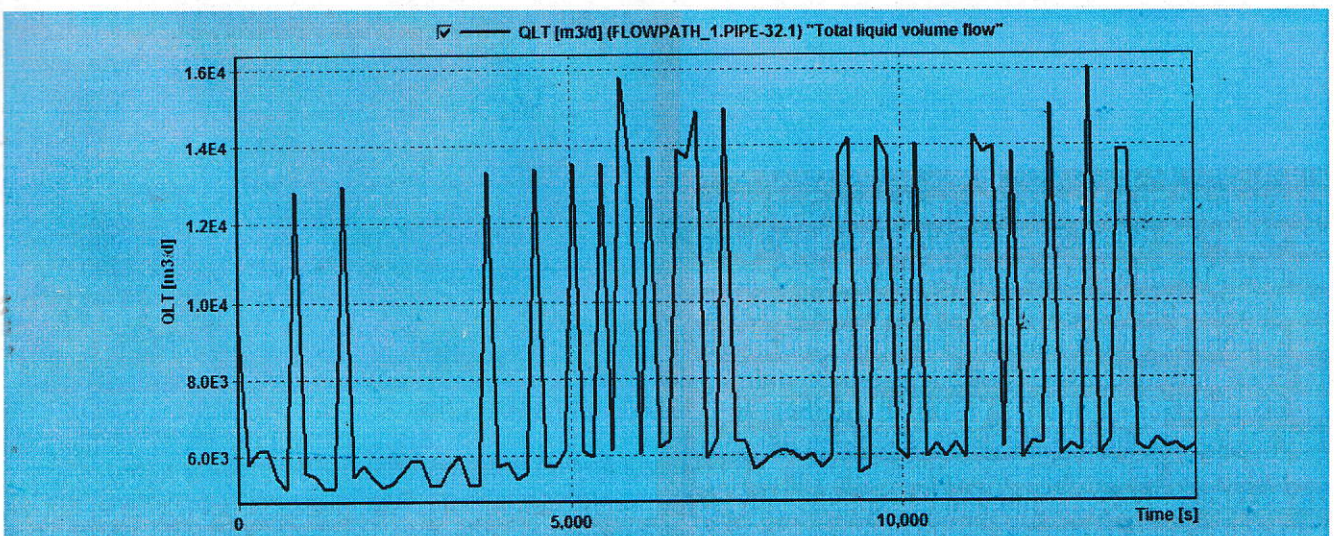
Hay nói cách khác lúc này slug sẽ liên tục nhưng ngắn hơn, lượng lỏng phụt ít hơn. Ngược lại lúc chu kỳ tạo nút lỏng dài ra đồng nghĩa, nút lỏng ít dồn dập hơn nhưng lỏng phụt lại lớn hơn.



H.4. Lưu lượng lỏng đẩy về bể tách thượng nguồn khi van mở 100 %



H.5. Lưu lượng lỏng đẩy về bể tách thượng nguồn khi van mở 15 %



H.6. Lưu lượng lỏng đẩy về bể tách thượng nguồn khi van mở 5 %

5. Phương pháp khống chế nút lỏng

❖ Thay đổi kích thước đường ống: việc thay đổi này (giảm kích thước) sẽ làm tăng vận tốc dòng khí hỗn hợp trong đường ống, sẽ giảm hiện tượng tạo nút chất lỏng. Tuy nhiên, phương pháp này chỉ áp dụng được trong giai đoạn đầu của dự án (khi triển khai thiết kế), đối với giàn X đang vận hành thì việc thay đổi kích thước đường ống là không khả thi.

❖ Giảm áp suất vận hành trong đường ống: việc giảm áp suất sẽ làm tăng lượng khí trong đường ống và kéo theo tăng vận tốc dòng hỗn hợp. Hiện tượng tạo nút chất lỏng sẽ được giảm theo. Tuy nhiên, việc giảm áp suất vận hành chỉ đến giới hạn cho phép vận hành (min) nhằm đảm bảo đủ áp suất tại điểm cuối theo yêu cầu giao nhận. Đối với giàn X đã được thiết kế vận hành ở áp suất tối thiểu, do đó việc giảm áp suất vận hành trong đường ống là không khả thi.

❖ Giảm hàm lượng chất lỏng trong khí (CGR - condensate/Gas Ratio), khi đó sẽ giảm hiện tượng tạo nút chất lỏng trong đường ống. Tuy nhiên việc giảm hàm lượng lỏng đưa vào trong đường ống là không khả thi vì giàn X được thiết kế và vận hành không có tàu chứa lỏng.

❖ Tăng tỷ lệ GOR (Gas Oil Ratio) tỷ lệ khí trong lỏng. Việc tăng lượng khí sẽ tăng vận tốc dòng hỗn hợp và kéo theo giảm hiện tượng tạo nút chất lỏng trong đường ống. Tuy nhiên tỷ lệ này phụ thuộc vào tính chất sản phẩm của mỗi giàn, do đó với

giàn X thì việc tăng khí vào đường ống là không khả thi.

❖ Phun khí vào đầu ống thẳng đứng nhằm thay đổi tỷ lệ hơi/ lỏng đưa dòng chảy ra khỏi chế độ chảy tạo nút lỏng. Phương pháp này làm tăng tỷ lệ khí ở hạ nguồn gây tốn kém và rất khó vận hành, hơn nữa tính hiệu quả không cao.

❖ Sử dụng van điều khiển tiết lưu dòng ở cuối đường ống nhằm tăng trở lực đường ống tĩnh, dòng chảy ổn định hơn đưa dòng chảy đi vào vùng chảy tạo bọt khí. Nhưng cách này sẽ làm giảm lưu lượng của dòng sản phẩm. Phương pháp này đem lại hiệu quả lớn đối với các hệ thống gây ra hiện tượng nút chất lỏng nghiêm trọng. Đây cũng là phương pháp hiệu quả nhất để khống chế quá trình tạo nút chất lỏng.

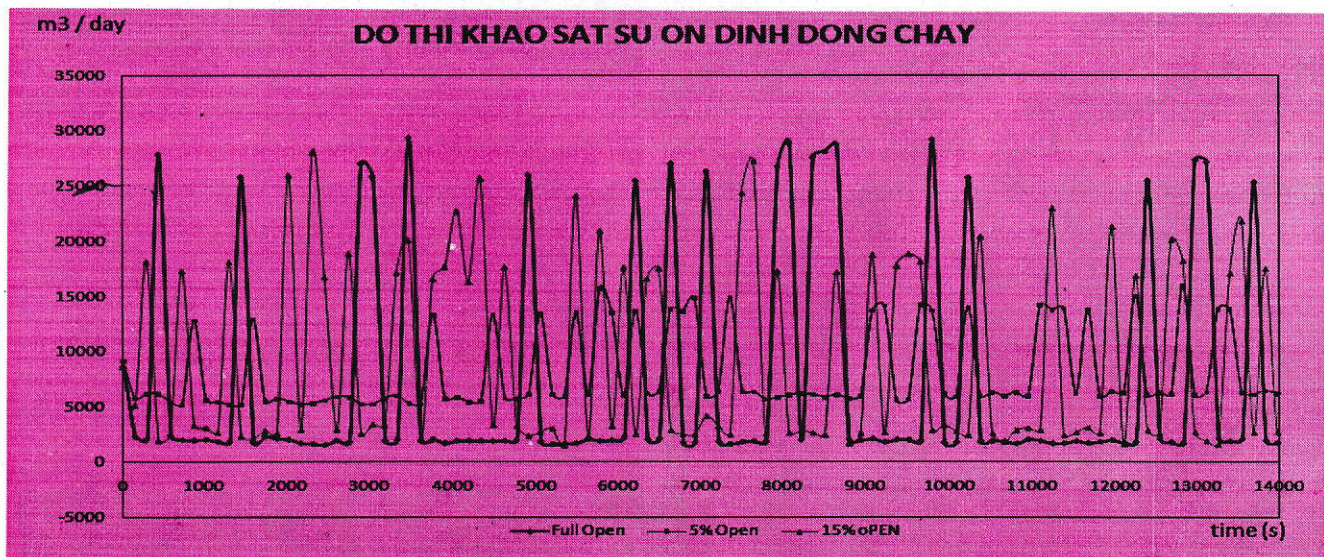
❖ Chọn phương pháp dùng van điều khiển tiết lưu dòng để khống chế hiện tượng tạo nút chất lỏng.

Từ khảo sát trên ta thấy rằng, lưu lượng lỏng đầy về sẽ ổn định hơn khi đóng dần van thất dòng lại, đồng thời sẽ hạn chế lưu lượng khai thác lại, cụ thể:

❖ Khi van mở 100 %, lưu lượng cao nhất là 28000 m³/day và thấp nhất là 5000 m³/day, độ bất ổn định là 28000-5000=23000 m³/day.

❖ Khi van đóng 15 %, lưu lượng cao nhất là 25400 và thấp nhất là 5000, độ bất ổn định là 25400-5000=19400 m³/day.

❖ Khi đóng van 5 %, lưu lượng cao nhất là 16000 và thấp nhất là 6000, độ bất ổn định là 16000-6000=10000 m³/day.



H.7. Đồ thị so sánh sự ổn định dòng chảy

Do đó việc dùng van điều khiển áp suất và lưu lượng ở cuối đường ống trong giếng hoặc dẫn dầu thì ta có thể giảm hoặc loại bỏ nguy cơ do dòng chảy tạo nút lỏng gây ra.

6. Kết luận và kiến nghị

Nghiên cứu đã đưa ra cơ sở lý thuyết về cơ chế hình thành nút lỏng trong hệ dẫn dầu và khí hai pha, với việc áp dụng mô hình xác định dòng chảy

nút lỏng của Taitel and Dukler giúp độc giả hình dung ra được miền ranh giới hình thành dòng chảy nút lỏng. Đây là cơ sở giúp chúng ta hình dung ra được bức tranh tổng quát về dòng chảy nút lỏng nói riêng và dòng chảy đa pha trong ống nói chung.

Việc hiệu chỉnh tham số thực nghiệm mô hình tính toán Hill & Wood cho kết quả tính toán chính xác hơn, phù hợp hơn, hiệu chỉnh tham số thực nghiệm cho thấy sự thay đổi của chu kỳ tạo nút lỏng, lỏng chiếm đóng, chiều dài nút lỏng là yếu tố đặc trưng của dòng chảy tạo nút lỏng và ảnh hưởng chính đến kết quả tính toán.

Nghiên cứu đưa ra mô hình, nguyên tắc hoạt động của hệ thống khống chế dòng chảy tạo nút lỏng bằng van điều khiển hạ nguồn ống dẫn, bên cạnh đó, với việc áp dụng mô hình mô phỏng dòng chảy tạo nút lỏng bằng cách đóng tắt van đã chứng minh rằng: Dòng chảy tạo nút lỏng sẽ khống chế hiệu quả bằng việc đóng mở van điều khiển, tuy nhiên cần phải xem xét hiệu quả dùng van điều khiển do nó hạn chế năng suất khai thác, vận chuyển dầu.

Kiến nghị, nghiên cứu sẽ mở rộng nghiên cứu mô hình riêng khống chế nút lỏng bằng van điều khiển, thay vì đề tài thực hiện mô phỏng bằng cách khảo sát bằng tay việc đóng mở van để khống chế dòng chảy nút lỏng thì những đề tài sau sẽ thiết lập mô phỏng bộ điều khiển PID nhằm tự động hóa quá trình khống chế dòng chảy nút lỏng. □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Chevron company, Multiphase Pipeline Design Guide
2. James P. Brill, Multiphase Flow in Wells, Society of Petroleum Engineering Inc.
3. Yehuda Taitel, Stability of Severe Slugging
4. S. Polonsky, L. Shemer, D. Barnea, The relation between the Taylor bubble motion and the velocity dell ahead of it, Department of Fluid Mechanics and Heat Transfer, Faculty.
5. R. van Hout, D. Barnea, L. Shemer, Translational velocities of elongated bubbles in continuous slug flow, Department of Fluid Mechanics and Heat Transfer, Faculty of Engineering Tel-Aviv University, Tel-Aviv 69978, Israel.
6. Ove Bratland, Pipe Flow 2 Multi-Phase Flow Assurance.

Người biên tập: Võ Trọng Hùng

SUMMARY

Basing on the real event appears in the multiphase stream in the pipe, the paper's author shows some study results of controlling the state of complicated stream in the oil pipe.

NGHIÊN CỨU LÝ THUYẾT...

(Tiếp theo trang 8)

3. Federal Highway Administration, High performance concrete structural designers' guide, FHWA Publication, 2005.

4. Sami Rizkalla, Amir Mirmiran, Paul Zia et al., NCHRP REPORT 595 - Application of the LRFD Bridge Design Specifications to High-Strength Structural Concrete: Flexure and Compression Provisions. Transportation research board, Washington, D.C. 2007.

5. Kim S., Behaviour of high strength concrete column. Phd dissertation. North Carolina State University, May 2007.

6. Mertol, Rizkalla, Zia and Mirmiran, FLEXURAL DESIGN USING HIGH-STRENGTH CONCRETE UP TO 20 KSI, 2006.

7. Nguyễn Đình Công. Tính toán tiết diện cột bê tông cốt thép. Nhà xuất bản Xây dựng, 2006.

8. Chen W.F., Duan L., Bridge Engineering Handbook, CRC Press, 2000.

Người biên tập: Võ Trọng Hùng

SUMMARY

This paper studies the foreign standards (ACI, AASHTO) for high-strength concrete and method of interaction diagrams in design of reinforced concrete columns under excentric compression in construction of bridges, underground structures and civil works in Vietnam. The analysis of material, compression and bending behavior has shown a significant difference between high-strength concrete and normal strength concrete. In calculation of column strength for high strength concrete using interaction diagram following Vietnamese standard (22TCN272-05), it is necessary to adjust the axial resistance factor k_c and stress block parameters α_1 , β_1 suitably.