

TÍNH TOÁN KHẢ NĂNG ĐI QUA CỦA BỘ DỤNG CỤ ĐÁY VÀ CỘT ỐNG CHỐNG TRONG ĐOẠN THÂN GIẾNG CÓ ĐỘ UỐN CONG LỚN

NGUYỄN THẾ VINH, Trường Đại học Mỏ - Địa chất
TRẦN XUÂN ĐÀO, Vietsovpetro

Tóm tắt: Từ thực tế thi công các giếng xiên định hướng ở các mỏ trong bồn trũng Cửu Long, các dụng cụ và thiết bị mà cụ thể là ren đầu nối khi làm việc trong đoạn thân giếng uốn cong sẽ chịu tác động của ứng suất môi nền khả năng bị hỏng hóc và phá hủy là rất lớn. Trong các đoạn thân giếng mà trục của thân giếng gấp khúc mạnh sẽ làm tăng mức độ mòn của cột ống và đầu nối. Khi thực hiện quá trình khoan trong đoạn thân giếng uốn cong thì khả năng gây sự cố do kẹt bộ dụng cụ khoan và thiết bị là rất lớn. Mặt khác, khi thả cột ống chống hay các thiết bị đo trong giếng có trục của thân giếng gấp khúc, khả năng không thả đến chiều sâu thiết kế rất lớn. Thông qua bài báo này, các tác giả trình bày phương pháp tiếp cận và tính toán cụ thể trong việc kiểm tra khả năng đi qua của cột cần khoan hay cột ống chống trong đoạn thân giếng có sự thay đổi mạnh về cường độ cong trong không gian trên quan điểm độ cứng cơ học và chịu bền của vật liệu.

1. Mở đầu

Trong khoan xiên định hướng, với mục đích lái chính thân giếng theo phương vị đã tính toán và tầm với (độ lệch) cho trước, quỹ đạo thân giếng phải có những đoạn có các thông số về góc nghiêng và góc phương vị thay đổi với cường độ khác nhau. Thể hiện rõ nhất là ở những khoảng khoan phải cắt tạo góc hay lái chính hướng theo thiết kế, trong chừng mực cho phép sẽ có những khoảng khoan mà cường độ thay đổi góc trong không gian (góc nghiêng, góc phương vị) có thể đạt từ 1- 1,5°/10 mét khoan. Như vậy, với những thân giếng có giá trị cường độ thay đổi góc trong không gian, hay nói một cách khác là có sự thay đổi đáng kể về các thông số lệch được gọi là thân giếng “uốn cong”. Trong thực tế, khi cường độ thay đổi góc trong không gian biến thiên với cường độ cao và mang tính không đồng nhất, còn trục giếng thể hiện như đường gấp khúc và tạo nên những đoạn thân giếng gấp khúc sẽ gây khó khăn cho việc thực hiện công việc trong lòng giếng như thả các bộ dụng cụ đo địa vật lý, thả cột cần khoan, cột ống chống... Như vậy, để đảm bảo thực hiện công việc tiếp theo trong lòng giếng được an toàn như thả cột ống chống, đòi hỏi phải thực hiện các tính toán và kiểm chứng

khả năng cho phép chúng đi qua đối với cường độ thay đổi góc của thân giếng, đường kính cần nâng, ống chống, giếng khoan và trạng thái thân giếng với nhau.

2. Phương pháp tiếp cận bài toán

Để mô phỏng thân giếng uốn cong trong không gian có thể sử dụng công thức của M. M. Alexandrov [4] để xác định góc cong toàn phần của trục giếng khoan trong không gian:

$$\Delta\delta = \sqrt{(\Delta\alpha)^2 + (\Delta\varphi \sin \alpha_{tb})^2} \quad (1)$$

trong đó: $\Delta\alpha$ - giá trị chênh lệch góc nghiêng của đoạn thân giếng Δl ; $\Delta\varphi$ - giá trị chênh lệch góc phương vị của đoạn thân giếng Δl ; α_{tb} - giá trị trung bình của góc nghiêng ở điểm đầu (phía trên) α_t và góc nghiêng ở điểm cuối (phía dưới) α_d của đoạn thân giếng Δl [1].

$$\Delta\alpha = \alpha_t - \alpha_d \quad (2)$$

$$\Delta\varphi = \varphi_t - \varphi_d \quad (3)$$

$$\alpha_{tb} = 0,5(\alpha_t + \alpha_d) \quad (4)$$

Bán kính cong của trục giếng trong không gian được xác định theo công thức:

$$R = 57,3 \left(\frac{\Delta l}{\Delta\delta} \right) \quad (5)$$

Trường hợp nếu đoạn thân giếng có góc phương vị không thay đổi, thì công thức (1) và (5) sẽ có dạng:

$$\Delta\delta = \Delta\alpha$$

$$R = 57,3 \left(\frac{\Delta l}{\Delta\alpha} \right) \quad (6)$$

Còn khi đoạn thân giếng là thẳng thì:

$$\Delta\alpha = 0, \Delta\varphi = 0 \text{ và } \alpha_{tb} = \alpha$$

Từ công thức (1), giả sử ở khoảng khoan $\Delta l = 25\text{m}$:

- Góc nghiêng tăng từ 10° lên $12,5^\circ$ và thân giếng chuyển hướng phương vị từ 50° sang 60° bắc ($\Delta\varphi = 10^\circ$), ta có:

$$\Delta\delta = \sqrt{(12,5 - 10)^2 + \left[(60 - 50) \sin\left(\frac{12,5 + 10}{2}\right) \right]^2}$$

$$= 3,17^\circ$$

- Nếu $\Delta\varphi = 0$ thì giá trị góc cong toàn phần của thân giếng sẽ bằng gia tăng góc nghiêng của thân giếng:

$$\Delta\delta = \Delta\alpha = 12,5 - 10 = 2,5^\circ$$

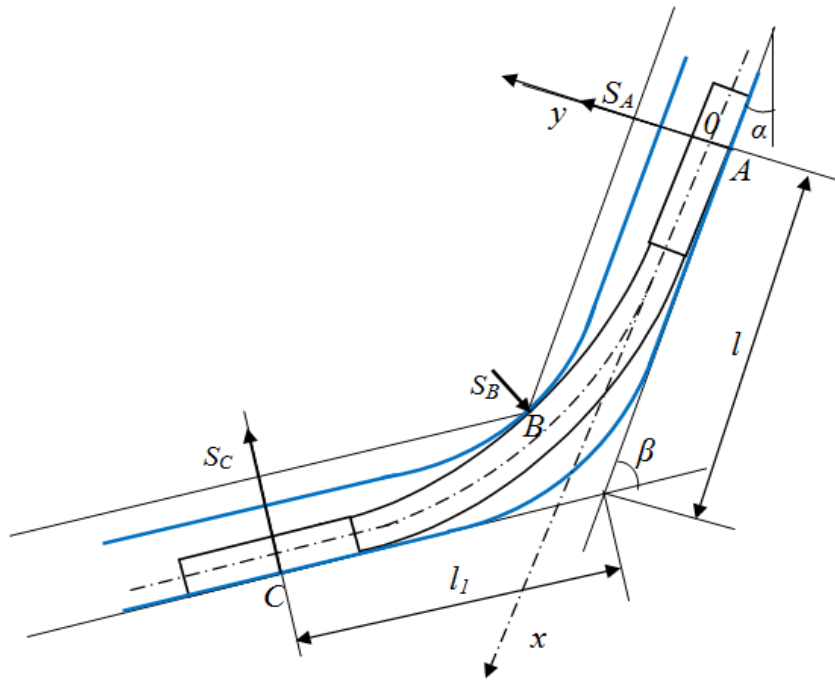
- Nếu $\Delta\varphi = 30^\circ$ ta sẽ có:

$$\Delta\delta = \sqrt{(12,5 - 10)^2 + \left[(80 - 50) \sin\left(\frac{12,5 + 10}{2}\right) \right]^2}$$

$$= 6,36^\circ$$

Như vậy, nếu tính đến yếu tố thay đổi góc phương vị của thân giếng thì giá trị góc cong toàn phần của thân giếng tăng từ $2,5^\circ$ lên $3,17^\circ$ và $6,36^\circ$. Do đó, khi tính toán khả năng đi qua đoạn thân giếng cong trong không gian của bộ dụng cụ khoan, cột ống chống, bắt buộc phải xem xét cả sự thay đổi góc phương vị. Khi đó, sự thay đổi góc phương vị sẽ là cơ sở để xác định được mức độ phức tạp của đoạn thân giếng.

Như vậy, nguyên nhân ảnh hưởng chính đến việc thả tự do cột cần khoan, cột ống chống trong lòng giếng đó là lực ma sát khi dịch chuyển chúng (do hiện diện của góc cong toàn phần lớn), nên khâu quan trọng nhất trong quá trình xây dựng giếng khoan là giai đoạn tính toán thiết kế, trong giai đoạn này đòi hỏi phải tính toán và đánh giá được các giá trị của lực ma sát cho từng trường hợp cụ thể về thành phần bộ dụng cụ khoan, ống chống và đặc thù của thân giếng. Ngoài ra, cần phải tính đến trường hợp khi thả cột cần khoan, ống chống qua đoạn thân giếng với góc cong toàn phần lớn. Khi đó, trong thân cột cần, ống ống sẽ xuất hiện ứng suất uốn mà giá trị này luôn phải nhỏ hơn giá trị ứng suất bền tới hạn của vật liệu.



Hình 1. Sơ đồ dịch chuyển cột cần khoan hoặc cột ống chống trong đoạn thân giếng uốn cong

Để làm sáng tỏ đặc điểm phân bố lực trên cột cần khoan, cột ống chống khi dịch chuyển trong lòng giếng, sử dụng phương pháp A. Lubinskii và M. M. Alexandrov [3, 4] để xem xét một đoạn cột ống dịch chuyển trong lòng giếng có độ cong nhất định (hình 1). Để xem xét cụ thể đoạn ống ở vị trí uốn cong nhất (bề mặt lõm) giải phương trình vi-tích phân trực đàn hồi gần đúng của đoạn AB:

$$Ejy'(x) = S_A x - \int_0^A [P(y - \eta)\cos\alpha + P(x - \xi)\sin\alpha] d\xi \quad (7)$$

trong đó: S_A - phản lực tại điểm A (điểm tiếp xúc giữa cột ống với thành dưới của thân giếng); P - trọng lượng một đơn vị chiều dài cột ống; α - góc nghiêng của trục giếng theo phương thẳng đứng tại điểm tiếp xúc; η - góc nghiêng của trục cột ống so với trục giếng khoan; ξ - góc quay của trục cột ống do độ uốn cong.

Để giải chính xác phương trình (7), các điều kiện biên được xác định như sau:

$$\begin{aligned} y(0) &= 0, & y'(0) &= 0 \\ y'(1) &= 0,5\beta, & y'''(1) &= 0 \end{aligned} \quad (8)$$

trong đó: l là khoảng cách từ điểm A đến điểm uốn của trục giếng (điểm B); β là góc lệch trục giếng.

Hai điều kiện biên đầu tiên được thể hiện ở điểm bắt đầu (0), tại đó trục thân giếng chưa bị uốn cong và tiếp điểm trùng với hướng của trục giếng ở phần trên của đoạn thân giếng.

Điều kiện biên $y'(l) = 0,5\beta$ cho thấy góc quay tại tiếp điểm (điểm B) với trục uốn cong của ống bằng 0,5 góc lệch trục giếng. Còn điều kiện biên $y'''(l) = 0$ được xác định trong điều kiện cột ống đi qua đoạn uốn cong của thân giếng một cách tự do, nên giá trị lực tại tiết diện B sẽ được xác định bởi:

$$Q_B = EJy'''(1) \quad (9)$$

Điều kiện biên $y'''(l) = 0$ được hiểu là tại điểm B không có sự tiếp xúc giữa cột ống với thành giếng phía trên.

Như vậy, với bài toán (7) với các điều kiện biên (8, 9) có thể sử dụng phương pháp tiếp cận liên tục để giải.

Tại điểm tiệm cận đầu tiên (điểm 0), bài toán này có dạng:

$$y_0(x) = 0,5\beta \left(\frac{x^3}{2l^2} - \frac{x^4}{8l^3} \right) \quad (10)$$

Bằng phương pháp tiệm cận liên tục, kết quả có mức độ chính xác cao được thể hiện qua phương trình sau:

$$Ejy''(x) = S_A x - \frac{1}{2} Px^2 \sin\alpha - 0,5\beta \left[\frac{3x^4}{8l^2} - \frac{x^5}{10l^3} \right] \cos\alpha \quad (11)$$

Tích phân phương trình (11) với điều kiện biên (8) sẽ xác định được giá trị phản lực S_A tại điểm A:

$$S_A = Pl(\sin\alpha + 0,5\beta \cos\alpha) \quad (12)$$

$$l = \sqrt[3]{\frac{120\beta^4 EJ}{P(80\sin\alpha + 53\beta \cos\alpha)}} \quad (13)$$

và công thức tính toán giá trị khe hở tối thiểu cho phép đi qua:

$$\Delta_{\min} = \frac{420\sin\alpha + 263\beta \cos\alpha}{28(80\sin\alpha + 53\beta \cos\alpha)} x \sqrt[3]{\frac{120\beta^4 EJ}{P(80\sin\alpha + 53\beta \cos\alpha)}} \quad (14)$$

Với giá trị khe hở này, cột ống sẽ đi qua đoạn thân uốn cong một cách tự do, đảm bảo thân ống không tiếp xúc với thành giếng phía trên ở điểm B.

Để đơn giản hơn trong tính toán mà vẫn đảm bảo được mức độ chính xác, M. M. Alexandrov và IU. A. Voropaev [4] đã trình bày cách giải bài toán này và đưa ra kết quả tính toán các giá trị S_A , l và Δ_{\min} theo các công thức sau:

$$S_A = Pl \sin\alpha \quad (15)$$

$$l = \sqrt[3]{\frac{120\beta^4 EJ}{80P \sin\alpha}} \quad (16)$$

$$\Delta_{\min} = \frac{21}{112} \sqrt[3]{\frac{120\beta^4 EJ}{80P \sin\alpha}} \quad (17)$$

Mức độ sai số của các công thức (15-17) nằm trong khoảng 10-20%, đây là giá trị sai số có thể chấp nhận được.

Bằng các công thức (12-14), cho phép tính toán các giá trị khe hở tối thiểu cho phép đi qua đối với từng loại cột ống tương ứng với các giá trị cường độ thay đổi góc nghiêng thân giếng mà không có điểm tiếp xúc tại điểm B, kết quả tính toán mang tính minh họa được trình bày trong bảng 1.

Bảng 1. Kết quả tính toán các giá trị khe hở tối thiểu cho phép đi qua ở đoạn thân giếng có sự thay đổi góc nghiêng

Đường kính ngoài ống, mm	Đường kính trong ống, mm	Trọng lượng một đơn vị chiều dài ống, daN/m	Cường độ thay đổi góc nghiêng (β), độ/10m	Độ cứng 10^{10} (EJ), N.m ²	Δ_{\min} (mm) khi góc nghiêng thân giếng là, độ			
					2	4	6	8
139,7	121,4	29,2	0,5	16863	21	17	15	13
139,7	121,4	29,2	1	16863	53	42	37	34
139,7	121,4	29,2	1,5	16863	92	73	64	58
177,8	157,1	42,3	0,5	40208	25	20	17	16
177,8	157,1	42,3	1	40208	63	50	44	40
177,8	157,1	42,3	1,5	40208	108	86	75	68
193,7	174,6	43,3	0,5	49288	27	21	18	17
193,7	174,6	43,3	1	49288	67	53	46	42
193,7	174,6	43,3	1,5	49288	115	91	80	72
244,5	222,4	63,5	0,5	116140	31	25	22	20
244,5	222,4	63,5	1	116140	78	62	54	49
244,5	222,4	63,5	1,5	116140	134	107	93	85
273,0	252,7	66,4	0,5	152160	33	27	23	21
273,0	252,7	66,4	1	152160	84	67	59	53
273,0	252,7	66,4	1,5	152160	145	115	101	91
339,7	315,3	99,2	0,5	353720	39	31	27	24
339,7	315,3	99,2	1	353720	98	78	68	62
339,7	315,3	99,2	1,5	353720	168	133	117	106
508,0	482,6	155,4	0,5	1272800	51	41	36	32
508,0	482,6	155,4	1	1272800	129	102	90	81
508,0	482,6	155,4	1,5	1272800	222	176	154	140

3. Tính toán cho trường hợp thả cột ống chống đi qua đoạn thân uốn cong có tính cường bức

Bây giờ chúng ta xem xét trường hợp thả cột ống đi qua đoạn thân uốn cong có tính cường bức, tức là trong điều kiện và hoàn cảnh khi mà giá trị khe hở thực tế giữa đường kính cột ống và đường kính giếng khoan nhỏ hơn giá trị khe hở tối thiểu đảm bảo cho phép cột ống đi qua một cách tự do trong đoạn thân giếng uốn cong.

Trục uốn cong của đoạn ống phía dưới sẽ được thể hiện bằng phương trình vi phân trực đản hồi gần đúng (7). Các điều kiện biên 8 trong trường hợp này được xác định như sau:

$$\begin{aligned} y(0) &= 0, & y'(0) &= 0 \\ y'(1) &= 0,5\beta, & y'''(1) &= \Delta \end{aligned} \quad (18)$$

ở đây: Δ - khe hở thực tế giữa đường kính cột ống và đường kính giếng khoan.

Giải phương trình (7) với các điều kiện biên (18) bằng phương pháp tiệm cận liên tục, ta có điểm tiệm cận đầu tiên (tại điểm 0) có dạng:

$$y_0(x) = Ax^3 + Bx^4 \quad (19)$$

$$A = \frac{1}{l^3} \left(4\Delta - \frac{\beta l}{2} \right), \quad B = \frac{1}{l^4} \left(\frac{\beta l}{2} - 3\Delta \right) \quad (20)$$

Bằng phương pháp tiệm cận liên tục, kết quả có mức độ chính xác cao được thể hiện qua phương trình:

$$Ejy'(x) = S_A x - \frac{1}{2} P x^2 \sin \alpha - \left[\frac{3}{4} A x^4 - \frac{4}{5} B x^5 \right] P \cos \alpha \quad (21)$$

Tích phân phương trình (21) với điều kiện biên (19, 20) sẽ xác định được giá trị phản lực S_A tại điểm A:

$$S_A = \frac{\beta EJ}{l^2} + \frac{1}{3} Pl \sin \alpha + 2 \left(\frac{\Delta}{5} - \frac{\beta l}{120} \right) P \cos \alpha \quad (22)$$

Đoạn cột ống thả đi qua đoạn thân giếng có trục uốn cong AB sẽ được tính toán theo đẳng thức sau:

$$\frac{1}{12} Pl_1 \sin \alpha + \left(\frac{\Delta}{7} + \frac{\beta l_1}{840} \right) P \cos \alpha = \frac{EJ}{l_1^2} \left(\frac{6\Delta}{l_1} - \beta \right) \quad (23)$$

Điều kiện cần thiết để thả cột ống đi qua đoạn thân giếng uốn cong một cách tự do, đó là ứng suất uốn trong cột ống phải nhỏ hơn giới hạn chảy của vật liệu (có tính đến hệ số bền). Điều kiện này được thể hiện như sau:

$$EJy''(1) \leq M_u \frac{\sigma_c}{K} \quad (24)$$

trong đó: M_u - mômen uốn, tại giá trị này ứng suất căng trong cột ống đạt giá trị tới hạn; σ_c - giới hạn chảy của vật liệu; W - mômen kháng trục tại tiết diện của thân ống; K - hệ số bền cho phép nhỏ nhất [2].

Sử dụng các phương trình (21) và (22) và từ điều kiện (24) cho phép xác định giá trị giới hạn của phản lực tại điểm A:

$$S_A = \frac{\delta_c}{K} \left[\frac{W}{1} \right] + \frac{1}{2} Pl \sin \alpha + \left[\frac{3}{5} \Delta + \frac{\beta l}{40} \right] P \cos \alpha. \quad (25)$$

Đặt các giá trị S_A và l trong hai điều kiện biên sau cùng của (18) để xác định giá trị giới hạn của góc uốn, với giá trị này ứng suất uốn trong thân ống sẽ đạt được giá trị tới hạn:

$$\beta_{\min} = \frac{140 \left(\frac{EJ\Delta}{l^3} \right) - \left(\frac{70}{3} \right) \frac{\sigma_c}{K} \frac{W}{l} - \frac{35}{6} Pl \sin \alpha}{Pl \cos \alpha} - \frac{8\Delta}{l} \quad (26)$$

Khi xem xét tiếp quá trình thả cột ống trong đoạn thân giếng uốn gấp, giả thiết đoạn ống BC đã đi qua khúc uốn gấp. Như vậy, để chuyển dịch cột ống trong thân giếng một đoạn BC (hình 1), cột ống sẽ uốn cong xuống tại tiết diện C:

$$y = -l_1 \sin \frac{\beta}{2} + (l_1 \beta - \Delta) \cos \frac{\beta}{2} \xi \quad (27)$$

Một cách gần đúng, có thể tính theo:

$$y = -\frac{1}{2} \beta l_1 + l_1 \beta - \Delta = \frac{1}{2} \beta l_1 - \Delta \quad (28)$$

Tiếp tục, ta có tương quan:

$$D = \frac{y_c}{y} = \frac{\beta l_1 - \Delta}{0,5 \beta l_1 - \Delta} = \frac{l_1 - \frac{\Delta}{\beta}}{0,5 l_1 - \frac{\Delta}{\beta}} \quad (29)$$

Phản lực của đoạn ống BC được xác định theo công thức:

$$S_c = \frac{3y_c EJ}{l_1^3} = \frac{3y_c EJ}{D l_1^3} \quad (30)$$

Khảo sát quy luật thay đổi phản lực S_A theo mức độ dịch chuyển cột ống qua đoạn uốn cong của thân giếng. Giả sử l_{1r} - chiều dài tức thời của đoạn ống BC khi dịch chuyển một phần trong thân giếng uốn cong; δ_l - đoạn tăng thêm khi dịch chuyển cột ống theo biến dạng dọc của cột ống; δ_y - đoạn tăng thêm tương ứng của trục uốn cong cột ống.

Có thể viết tương quan gần đúng sau:

$$\delta_y = \frac{\beta}{D} \delta_l \quad (31)$$

$$L_{1r} = l_c + \delta_l \quad (32)$$

$$0,5 l_c = \Delta / \beta \quad (33)$$

Phản lực tại điểm C của đoạn ống BC khi cột ống dịch chuyển một giá trị nhỏ:

$$S_{C\delta_1} = \frac{3\delta_y EJ}{l_1^3} = \frac{3\beta EJ \delta_l}{D(l_c + \delta_l)^3} \quad (34)$$

Sử dụng công thức (34) có thể xác định và tính toán giá trị mômen uốn ở điểm B của cột ống:

$$M_{B\delta_1} = S_{C\delta_1} (l_1 + \delta_l) = \frac{3\beta EJ \delta_l}{D(l_c + \delta_l)^2} \quad (35)$$

Giá trị mômen này có thể được sử dụng để xác định các điều kiện biên của bài toán.

Phương trình trục ống uốn của đoạn cột ống AB có dạng sau:

$$EJy''(x) = S_A x - \int_0^x [P(y - \eta) \cos \alpha + P(x - \xi) \sin \alpha] d\xi \quad (36)$$

Vậy để giải phương trình này, cần xác định các giới hạn biên:

$$y(0) = 0, \quad y'(0) = 0 \quad (37)$$

$$y(1) = \Delta, \quad EJy''(1) = S_{C\delta_1} (l_c + \delta_l)$$

Giải bài toán (35)-(36) bằng phương pháp tiệm cận liên tục. Giả sử trục ống uốn trong đoạn

cột ống AB có thể viết dưới dạng phương trình sau:

$$y_0(x) = Ax^3 + Bx^4 \quad (38)$$

$$A = \frac{1}{l^3} \left(2\Delta - \frac{1}{6} M_1 l^3 \right), B = \frac{1}{l^4} \left(\frac{1}{6} M_1 l^2 - \Delta \right) \quad (39)$$

$$M_1 = \frac{S_{C\delta_1} (l_c + \delta_1)}{EJ} \quad (40)$$

Như vậy, bài toán này được giải một cách chính xác hơn từ đẳng thức sau:

$$EJy''(x) = S_A x - \frac{1}{2} Px^2 - \left(\frac{3}{4} Ax^4 + \frac{4}{5} Bx^5 \right) P \cos \alpha \quad (41)$$

Tích phân phương trình này với các điều kiện biên (37) sẽ xác định được giá trị phản lực tại điểm A:

$$S_A = \frac{1}{2} Pl \sin \alpha + S_{C\delta_1} \left(1 + \frac{Pl^3 \cos \alpha}{120EJ} \right) \frac{l_c + \delta_1}{l} + 0,7P\Delta \cos \alpha \quad (42)$$

Giá trị lực phản tại điểm A còn có thể tính toán theo công thức sau:

$$S_A = \frac{6EJ\Delta}{l^3} + 0,25Pl \sin \alpha + \frac{13}{70} P\Delta \cos \alpha - \frac{Pl^3 \cos \alpha}{168EJ} S_{C\delta_1} (l_c + \delta_1) \quad (43)$$

Khi kết hợp giữa (42) và (43), tìm giá trị phản lực tại điểm C:

$$S_{C\delta_1} = \frac{\frac{6EJ\Delta}{l^3} - 0,25Pl^2 \sin \alpha - \frac{18}{35} P\Delta \cos \alpha}{\left(1 + \frac{Pl^3 \cos \alpha}{70EJ} \right) (l_c + \delta_1)} \quad (44)$$

Phản lực tại điểm B có thể xác định một cách gần đúng như sau:

$$S_{B\delta_1} = S_A + S_{C\delta_1} \quad (45)$$

Lực cản khi cột ống dịch chuyển trong đoạn thân giếng uốn cong sẽ là:

$$T_{\delta_1} = f(S_{B\delta_1} + S_A + S_{C\delta_1}) \quad (46)$$

trong đó f - là hệ số ma sát.

Như vậy, để tính toán giá trị T_{δ_1} , trước tiên cần tính toán giá trị $S_{C\delta_1}$ theo công thức (44), sau đó xác định giá trị S_A theo công thức (42) hoặc (43) và giá trị $S_{B\delta_1}$ bằng công thức (45).

Bằng phương pháp tương tự, có thể xác định lực cản sự dịch chuyển cột ống qua đoạn uốn cong của thân giếng theo công thức khác. Đó là,

khi cột ống dịch chuyển một cách tự do qua đoạn uốn cong của thân giếng, trục uốn cong của cột ống được xác định theo phương trình sau:

$$EJy''(x) = S_A x - \int_0^x [P(y - \eta) \cos(\alpha - \beta) + P(x - \xi) \sin(\alpha - \beta)] d\xi \quad (47)$$

Như vậy, để giải phương trình này, cần xác định các điều kiện biên sau:

$$y(0) = 0, \quad y'(0) = 0 \quad (48)$$

$$y(1) = -\Delta, \quad y'(1) = -0,5\beta$$

Giải bài toán (47), (48) tiệm cận 0 sẽ nhận được:

$$y_0(x) = Ax^3 + Bx^4 \quad (49)$$

$$A = \frac{1}{l^3} (0,5\beta l - 4\Delta), B = \frac{1}{l^4} (3\Delta - 0,5\beta l) \quad (50)$$

Giá trị phản lực tại điểm A:

$$S_A = \frac{6EJ\Delta}{l^3} - 0,25Pl \sin(\alpha - \beta) - \left(\frac{\beta l}{56} - \frac{9\Delta}{35} \right) P \cos(\alpha - \beta) \quad (51)$$

Để xác định giá trị l cần thiết phải sử dụng phương trình sau:

$$\frac{EJ}{l^2} \left(\frac{6\Delta}{l} - \beta \right) = -\frac{1}{12} Pl \sin(\alpha - \beta) + \left(\frac{\beta l}{840} + \frac{\Delta}{7} \right) P \cos(\alpha - \beta) \quad (52)$$

Giá trị tới hạn của phản lực tại điểm A sẽ là:

$$S_A = -\frac{\sigma_c W}{Kl} - 0,5Pl \sin(\alpha - \beta) + \left(\frac{\beta l}{40} + \frac{3\Delta}{5} \right) P \cos(\alpha - \beta) \quad (53)$$

Còn theo M. M. Alexandrov và IU. A. Voropaev [4] từ công thức (51)-(53) có thể được tính một cách gần đúng như sau:

$$S_A = \frac{6EJ\Delta}{l^3} - 0,25Pl \sin(\alpha - \beta) \quad (54)$$

$$\frac{EJ}{l^2} \left(\frac{6\Delta}{l} - \beta \right) = -\frac{1}{12} Pl \sin(\alpha - \beta) \quad (55)$$

$$[S_A] = -\frac{\sigma_c W}{Kl} - 0,5Pl \sin(\alpha - \beta) \quad (56)$$

với độ sai số chấp nhận từ 10-20%.

4. Kết luận

Bằng cách tiếp cận như trình bày ở trên cho phép tính toán thiết kế tối ưu quỹ đạo thân giếng với các thông số kỹ thuật như cường độ thay đổi góc nghiêng, góc phương vị hay nói một cách khác là cường độ thay đổi thân giếng trong không

gian, cũng như kiểm chứng khả năng đi qua của bộ cần khoan và cột ống chống trong đoạn thân giếng xiên trước khi thi công. Ngược lại, cách tiếp cận này cũng là cơ sở để thiết kế các bộ dụng cụ đáy hoặc có khả năng nối tiếp trong các đoạn thân giếng xiên được thi công từ trước

Kết quả tính toán cho phép làm cơ sở đảm bảo an toàn trong thi công xây dựng giếng xiên nhằm giảm thiểu những phức tạp và sự cố trong quá trình kéo thả và gia cố cột ống chống.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Nguyễn Văn Khương, Trần Xuân Đào, Nguyễn Thành Trường, 2014. Nghiên cứu đánh giá trạng thái động học bộ dụng cụ khoan đường

kính nhỏ trong móng nứt nẻ mỏ Bạch Hổ, Tạp chí Dầu khí Số 11/2014, Hà Nội, tr. 18-22.

[2]. Nguyễn Thế Vinh, Lê Xuân Lâm, Trần Xuân Đào, 2005. Nghiên cứu và đánh giá trạng thái động học của hệ thống công nghệ khoan dầu khí, Tuyên tập báo cáo hội nghị Khoa học - Công nghệ (30 năm Dầu khí Việt Nam - Cơ hội mới, Thách thức mới), Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, tr. 773-782.

[3]. A. Lubinski, 1950, A study of the buckling of rotary drilling strings. API Drilling and Production Practice, p 178-214.

[4]. Александров М.М., 1978, Силы сопротивления при движении труб в скважине. - М.: Недра, 208 с.

[5]. В.Г. Григуленский, В.Т. Лукянов, 1990, Проектирование КНБК, Недра, Москва.

ABSTRACT

Calculating the Ability of Bottom Hole Assembly and Casing String tripped through the Hole Intervals with a High Change in Curvature

Nguyen The Vinh, Hanoi University of Mining and Geology
Tran Xuan Dao, Vietsovpetro

From practical constructed of deviated wells in the fields of Cuu Long basin, when working in build and drop sections of the well, the tools and equipments, especially threaded connectors will be affected by fatigue stress. Therefore, the chance of malfunction and destruction is very high. The abrasion level of drilling string and connectors will increase in the well section which is sharply bent. When performing the drilling process in the build and drop sections of the wells, drilling problems cause by sticking bottom hole assembly and equipments are highly occur. On the other hand, while tripping casing or measuring tools in bending section of the well, the chance that equipments can not reach the desired depth is very high. Through this paper, the authors present the method of approaching and specific calculating to test the tripping ability of drill string or casing string through the well sections with high change in inclination on the perspective of mechanical and material strength.