

## ẢNH HƯỞNG CỦA ĐIỀU KIỆN LÀM VIỆC THAY ĐỔI CỦA GIẾNG ĐẾN CỘT ỐNG KHAI THÁC

LÊ ĐỨC VINH, Trường Đại học Mỏ - Địa chất

**Tóm tắt:** Sự thay đổi áp suất, nhiệt độ trong lòng giếng dẫn đến có lực tác động vào ống khai thác, thậm chí còn làm thay đổi chiều dài của cột ống. Hiệu ứng piston, phình và cong ống là kết quả của sự thay đổi áp suất trong giếng, còn hiệu ứng nhiệt độ và các lực tác dụng không phụ thuộc vào áp suất trong giếng. Khi điều chỉnh chế độ làm việc của giếng, cũng như khi lắp đặt bộ thiết bị, dụng cụ lòng giếng, cần kiểm tra các hiệu ứng có thể tác động lên cột ống khai thác khi điều kiện làm việc bị thay đổi. Tránh vượt quá các ứng suất kéo, nén, bền của cột ống, gây đứt, gãy, biến dạng cột ống khai thác.

Trong quá trình khai thác hay lắp đặt thiết bị lòng giếng, có sự thay đổi áp suất, nhiệt độ giữa ống khai thác và khoảng không vành xuyên, dẫn đến có lực tác động vào ống khai thác, thậm chí còn làm thay đổi chiều dài của cột ống. Nếu trên cột ống có lắp đặt packer thì lực sẽ tác động vào packer hoặc đầu giếng. Nếu không có packer, chiều dài của cột ống khai thác có thể sẽ thay đổi trong quá trình làm việc. Có năm hiện tượng cơ bản sau có thể xảy ra với cột ống khai thác nếu điều kiện làm việc của giếng có sự thay đổi:

- Hiệu ứng piston
- Hiện tượng phình ống
- Hiện tượng cong ống
- Hiệu ứng nhiệt độ
- Ngoại lực tác dụng

Hiệu ứng piston, phình và cong ống là kết quả của sự thay đổi áp suất trong giếng, còn hiệu ứng nhiệt độ và các ngoại lực tác dụng không phụ thuộc vào áp suất trong giếng. Các tác động này được đánh giá độc lập với nhau, sau đó chúng được kết hợp lại để đánh giá sự tác động tổng thể lên ống. Kết quả cuối cùng có thể là một lực tác dụng hoặc là sự thay đổi chiều dài ống, phụ thuộc vào loại packer được lắp đặt trên ống khai thác (làm cho ống chuyển động tự do, bị hạn chế chuyển động hay cố định). Nếu packer cho ống khai thác có thể chuyển động lên xuống tự do được thì các tác động đó sẽ làm cho chiều dài của ống thay đổi.

### 1. Hiệu ứng piston

Khi packer mới được lắp đặt trong giếng thì áp suất trong cột ống và áp suất ở khoảng không

vành xuyên là như nhau. Đến khi giếng đi vào hoạt động, sự chênh lệch áp suất giữa khoảng không vành xuyên và cột ống khai thác tạo nên một áp lực. Nếu cột ống bị cố định, áp lực này sẽ tạo nên một lực tác động chủ yếu lên packer. Nếu cột ống di chuyển được qua packer thì áp lực này sẽ làm cho chiều dài cột ống thay đổi.

Lực sinh ra do hiệu ứng piston là do sự thay đổi áp suất, nên các điều kiện ban đầu và điều kiện tại thời điểm tính toán của giếng cần phải được xác định. Để tính toán lực sinh ra do hiệu ứng piston, ta cần theo các bước sau:

#### Tính toán trong ống khai thác:

Gọi:  $A_i$ : diện tích tiết diện bên trong của cột ống khai thác ( $\text{in}^2$ ).

$A_o$ : diện tích tiết diện bên ngoài của cột ống khai thác ( $\text{in}^2$ ).

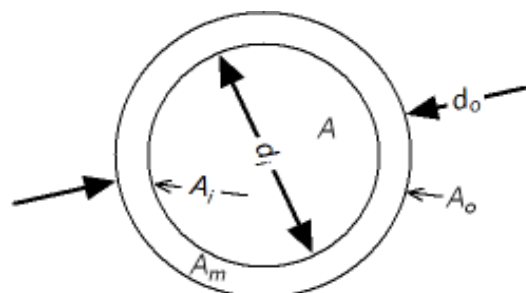
$A_p$ : diện tích tiết diện bên ngoài của packer ( $\text{in}^2$ ).

$A_m$ : diện tích tiết diện thành ống ( $\text{in}^2$ ).

E: mô-đun đàn hồi của thép làm ống khai thác (thường lấy = 30.000.000 psi)

L: chiều dài cột ống khai thác (in)

$(P_1)_1$ : áp suất ban đầu trong ống khai thác tại vị trí lắp đặt packer (psi).



Hình 1. Tiết diện của giếng

(P<sub>i</sub>)<sub>2</sub>: áp suất trong ống khai thác tại vị trí lắp đặt packer (psi).

(P<sub>itd</sub>)<sub>1</sub>: áp suất thủy động ban đầu trong ống khai thác tại vị trí lắp đặt packer (psi).

(P<sub>itt</sub>)<sub>1</sub>: áp suất thủy tĩnh ban đầu trong ống khai thác tại vị trí lắp đặt packer (psi).

(P<sub>o</sub>)<sub>1</sub>: áp suất ban đầu trong khoảng không vành xuyên tại vị trí lắp đặt packer (psi).

(P<sub>o</sub>)<sub>2</sub>: áp suất trong khoảng không vành xuyên tại vị trí lắp đặt packer (psi).

(P<sub>otd</sub>)<sub>1</sub>: áp suất thủy động ban đầu trong khoảng không vành xuyên tại vị trí lắp đặt packer (psi).

(P<sub>ott</sub>)<sub>1</sub>: áp suất thủy tĩnh ban đầu trong khoảng không vành xuyên tại vị trí lắp đặt packer (psi).

1. Tính toán áp suất ban đầu tại vị trí lắp đặt packer theo công thức:

$$(P_i)_1 = (P_{itd})_1 + (P_{itt})_1, \quad (1)$$

2. Tính toán áp suất tại vị trí lắp đặt packer theo công thức:

$$(P_i)_2 = (P_{itd})_2 + (P_{itt})_2, \quad (2)$$

Tính toán sự thay đổi áp suất tại vị trí lắp đặt packer:

$$\Delta P_i = (P_i)_2 - (P_i)_1, \quad (3)$$

Kết quả có thể dương (+) hoặc âm (-) tùy theo điều kiện làm việc cụ thể của giếng.

### Tính toán trong khoảng không vành xuyên:

3. Tính toán áp suất ban đầu tại vị trí lắp đặt packer theo công thức:

$$(P_o)_1 = (P_{otd})_1 + (P_{ott})_1, \quad (4)$$

4. Tính toán áp suất tại vị trí lắp đặt packer theo công thức:

$$(P_o)_2 = (P_{otd})_2 + (P_{ott})_2, \quad (5)$$

5. Tính toán sự thay đổi áp suất tại vị trí lắp đặt packer:

$$\Delta P_o = (P_o)_2 - (P_o)_1, \quad (6)$$

6. Nếu cột ống khai thác bị cố định bởi packer thì lực sinh ra do hiệu ứng piston là:

$$F_1 = \Delta P_o(A_p - A_o) - \Delta P_i(A_p - A_i), \quad (7)$$

Tùy thuộc vào kết quả, lực sinh ra có thể gây kéo hoặc nén lên packer.

7. Nếu cột ống khai thác chuyển động tự do trong giếng, theo định luật Hooke, độ dài của ống sẽ thay đổi:

$$\Delta L_1 = \frac{[\Delta P_o(A_p - A_o) - \Delta P_i(A_p - A_i)]L}{EA_m}, \quad (8)$$

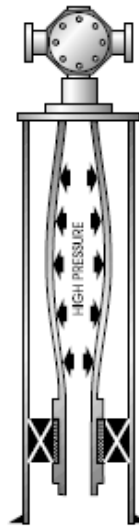
Tùy thuộc vào kết quả, lực sinh ra có thể làm cột ống có thể ngắn lại hoặc dài ra so với kích thước ban đầu.

## 2. Hiện tượng phình ống

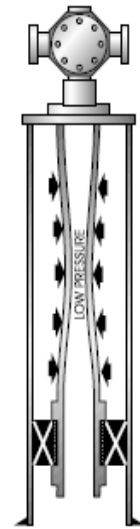
Đây là kết quả của việc áp suất trong cột ống khai thác cao hơn áp suất ở khoảng không vành xuyên. Hiện tượng này xảy ra sẽ làm cho cột ống có xu hướng co ngắn lại, nếu ống được cố định bởi packer thì nó sẽ tạo ra một ứng suất kéo lên packer (hình 2).

Nếu áp suất ngoài khoảng không vành xuyên cao hơn áp suất trong cột ống khai thác thì sẽ xảy ra hiện tượng bẹp ống, gây nên ứng suất nén trên ống và ứng suất kéo trên packer (hình 3).

Diện tích ở ngoài khoảng không vành xuyên thường lớn hơn diện tích trong ống khai thác nên với một sự thay đổi về áp suất như nhau sẽ gây ra hiệu ứng lực lớn hơn. Vì vậy sự thay đổi áp suất trong ống và ngoài khoảng không vành xuyên phải được phân tích và xử lý một cách riêng biệt.



Hình 2. Hiện tượng phình ống



Hình 3. Hiện tượng bẹp ống

Không giống như hiệu ứng piston, hiện tượng này xảy ra trên suốt chiều dài cột ống. Do đó, các tính toán phải dựa trên sự thay đổi áp suất trung bình trong và ngoài ống. Áp suất trung bình này có thể thay đổi trong quá trình khai thác giếng. Cũng giống như hiệu ứng

piston, kết quả cuối cùng có thể là một lực hoặc là sự thay đổi chiều dài cột ống, tùy thuộc vào kiểu lắp đặt ống cố định hay không cố định.

Để tính toán ta sử dụng các bước sau:

### Tính toán trong ống khai thác:

1. Tính toán áp suất trung bình ban đầu trong cột ống khai thác:

$$(P_{ia})_1 = \frac{(P_i)_1 + (P_{itd})_1}{2}, \quad (9)$$

(P<sub>i</sub>)<sub>1</sub>: Xác định tại công thức (1)

2. Tính toán áp suất trung bình trong cột ống khai thác:

$$(P_{ia})_2 = \frac{(P_i)_2 + (P_{itd})_2}{2}, \quad (10)$$

(P<sub>i</sub>)<sub>2</sub>: Xác định tại công thức (2)

3. Tính toán sự thay đổi áp suất trung bình:

$$\Delta P_{ia} = (P_{ia})_2 - (P_{ia})_1, \quad (11)$$

**Tính toán trong khoảng không vành xuyên:**

4. Tính toán áp suất trung bình ban đầu:

$$(P_{oa})_1 = \frac{(P_o)_1 + (P_{otd})_1}{2}, \quad (12)$$

(P<sub>o</sub>)<sub>1</sub>: Xác định theo công thức (4).

5. Tính toán áp suất trung bình trong khoảng không vành xuyên:

$$(P_{oa})_2 = \frac{(P_o)_2 + (P_{otd})_2}{2}, \quad (13)$$

(P<sub>o</sub>)<sub>2</sub>: Xác định theo công thức (5).

6. Tính toán sự thay đổi áp suất trung bình:

$$\Delta P_{oa} = (P_{oa})_2 - (P_{oa})_1, \quad (14)$$

7. Nếu cột ống bị neo cố định vào packer thì lực gây nên hiện tượng phình ống được xác định:

$$F_2 = 0,6 [(\Delta P_{oa} \cdot A_o) - (\Delta P_{ia} \cdot A_i)], \quad (15)$$

8. Nếu cột ống có thể tự do chuyển động lên xuống trong giếng thì độ dài của nó thay đổi:

$$\Delta L_2 = \frac{F_2 L}{E A_m}, \quad (16)$$

### 3. Hiện tượng cong ống

Đây là hiện tượng khó lường nhất trong các loại hiện tượng tác động vào cột ống khai thác. Nó bị gây ra bởi sự tác động không đồng đều của các lực tác dụng lên toàn bộ chiều dài thành cột ống. Khi sự tác động đủ lớn, cột ống bắt đầu cong (hình 4). Nếu các lực tác dụng tiếp tục tăng lên, cột ống bị cong tựa vào cột ống chống

và tiếp tục cuộn xoắn lại (hình 5). Nếu những tác động mất đi, cột ống sẽ trở về trạng thái ban đầu. Nhưng nếu ứng suất uốn đã vượt quá giới hạn đàn hồi thì cột ống sẽ vẫn bị biến dạng dù không còn lực tác dụng (biến dạng dẻo).

Nếu áp suất ngoài khoảng không vành xuyên lớn hơn áp suất trong cột ống khai thác thì hiện tượng này hiếm khi xảy ra.

Để tính toán sự thay đổi chiều dài của cột ống khai thác trong trường hợp này ta dùng các bước như sau:

### Tính toán trong ống khai thác:

1. Tính toán sự thay đổi áp suất tại packer:

$$\Delta P_i = (P_i)_2 - (P_i)_1, \quad (17)$$

2. Xác định moment quán tính (I) của cột ống khai thác:

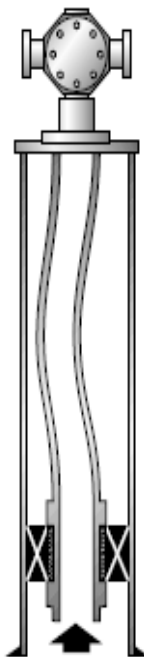
$$I = \frac{3,142}{64} (d_o^4 - d_i^4), \quad (18)$$

3. Xác định trọng lượng theo chiều dài của cột chất lỏng trong ống

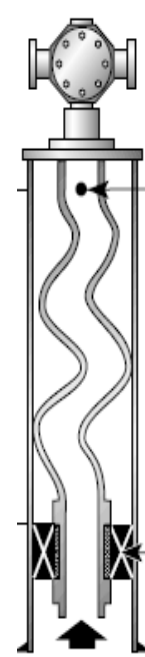
$$W_i = A_i \times \omega_i (\text{lbs/gal}) \times \frac{1 \text{ gal}}{231 \text{ in}^3}, \quad (19)$$

4. Xác định trọng lượng mỗi inch của cột ống khai thác:

$$W_s = \frac{\omega (\text{lbs/ft})}{12 (\text{in/ft})}, \quad (20)$$



Hình 4. Ống bị cong



Hình 5. Ống bị cong xoắn

### Tính toán trong khoảng không vành xuyên:

5. Tính toán sự thay đổi áp suất trong khoảng không vành xuyên tại packer:

$$\Delta P_o = (P_o)_2 - (P_o)_1, \quad (21)$$

6. Xác định trọng lượng theo chiều dài của cột chất lỏng trong khoảng không vành xuyên

$$W_o = A_o x \omega_o (lbs/gal) x \frac{1gal}{231in^3}, \quad (22)$$

7. Xác định bán kính trung bình giữa ống chống khai thác và ống khai thác:

$$r = \frac{d_c - d_o}{2}, \quad (23)$$

8. Tính toán sự thay đổi chiều dài của cột ống:

$$\Delta L_3 = \frac{r^2 A_p^2 (\Delta P_i - \Delta P_o)^2}{(-8)EI(W_s + W_i - W_o)}, \quad (24)$$

9. Tính toán chiều cao từ packer đến điểm trung hòa (Điểm mà tại đó trở lên ống không bị cong):

$$n = \frac{A_p [(P_i)_2 - (P_o)_2]}{W_s + W_i - W_o}, \quad (25)$$

10. Nếu chiều cao n tính toán lớn hơn chiều dài của cột ống (L) thì ta dùng hệ số hiệu chỉnh để tính được sự thay đổi chiều dài của cột ống:

$$\Delta L'_3 = \Delta L_3 x \frac{L}{n} x \left[ 2 - \frac{L}{n} \right], \quad (26)$$

### 4. Hiệu ứng nhiệt độ

Hiệu ứng này hoàn toàn độc lập với sự thay đổi áp suất trong giếng, đơn giản chỉ là sự nở ra khi nhiệt độ tăng và co lại khi nhiệt độ giảm. Chiều dài cột ống thay đổi phụ thuộc vào sự thay đổi nhiệt độ trung bình trong giếng và vật liệu làm ống.

Khi nhiệt độ trong giếng tăng, thì chiều dài của cột ống tăng lên hoặc sinh ra một lực nén tác động vào đầu giếng và packer, tùy thuộc vào loại packer được lắp đặt. Ngược lại, nếu nhiệt độ trong giếng giảm, thì chiều dài của cột ống giảm hoặc sinh ra một lực kéo tác động vào đầu giếng và packer.

Cũng giống như hiện tượng phình ống, hiệu ứng nhiệt độ xuất hiện trong suốt chiều dài cột ống khai thác. Do đó, sự thay đổi nhiệt độ trung bình được sử dụng để xác định sự thay đổi về chiều dài của cột ống. Nhiệt độ trung bình trong giếng được xác định:

$$T_{tb} = \frac{T_m + T_d}{2}, \quad (27)$$

Trong trường hợp không xác định được nhiệt độ đáy giếng ( $T_d$ ), ta có thể sử dụng gradient địa nhiệt là  $1,6^{\circ}F$  trên  $100ft$  theo chiều

thẳng đứng. Công thức tính nhiệt độ ở đáy giếng trong trường hợp này là:

$$T_d = \frac{T_m + (1,6^{\circ} F x h)}{100ft}, \quad (28)$$

trong đó: h - chiều sâu giếng.

Để tính toán sự thay đổi chiều dài của cột ống khai thác trong trường hợp này ta dùng các bước như sau:

1. Xác định sự thay đổi nhiệt độ trung bình trong ống khai thác:

$$\Delta T = T_{tb2} - T_{tb1}, \quad (29)$$

2. Nếu cột ống bị neo cố định vào packer thì lực được xác định:

$$F_4 = 207 A_m \Delta T, \quad (30)$$

Nếu  $F_4 < 0$ , hiệu ứng nhiệt độ sinh ra một lực kéo vào packer và đầu giếng.

Nếu  $F_4 > 0$ , hiệu ứng nhiệt độ sinh ra một lực nén vào packer và đầu giếng.

3. Nếu cột ống có thể tự do chuyển động lên xuống trong giếng thì độ dài của nó thay đổi:

$$\Delta L_4 = L \beta \Delta T, \quad (31)$$

trong đó:  $\beta$  - hệ số giãn nở nhiệt của thép, thường lấy  $= 0.0000069$  in./in./ $^{\circ}F$ .

### 5. Ngoại lực tác dụng

Cũng giống như tác dụng của nhiệt độ và áp suất, bất kỳ một lực tác dụng nào trên bề mặt cũng phải được xem xét. Sau khi lắp đặt bộ dụng cụ, thiết bị lòng giếng, lực tác dụng vào cột ống sẽ có sự thay đổi.

Nếu biết được lực kéo tác dụng vào packer ( $F_k$ ), thì ta có thể tính được sự thay đổi chiều dài của cột ống theo định luật Hooke:

$$\Delta L_k = \frac{F_k L}{EA_m}, \quad (32)$$

Theo công thức trên, nếu biết được sự thay đổi chiều dài của cột ống  $\Delta L_k$  thì ta tính được lực kéo tác dụng vào packer ( $F_k$ ).

Tóm lại, khi điều kiện làm việc của giếng thay đổi, sẽ có những tác động nhất định tới cột ống khai thác, những tác động riêng rẽ sẽ được tổng hợp lại, tác động đồng thời lên cột ống. Tổng hợp các lực tác dụng lên cột ống là tổng vector các lực do các hiệu ứng riêng tạo ra. Sự thay đổi chiều dài của cột ống là tổng véc-tơ của những thay đổi chiều dài do các hiệu ứng riêng tạo ra.

Khi điều chỉnh chế độ làm việc của giếng, cũng như khi lắp đặt bộ thiết bị, dụng cụ lòng

giếng, cần kiểm tra các hiệu ứng có thể tác động lên cột ống khai thác khi điều kiện làm việc bị thay đổi. Tránh vượt quá các ứng suất kéo, nén, bền của cột ống, gây đứt, gãy, biến dạng cột ống khai thác.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Franz Durst, March 2008. Fluid Mechanics - An Introduction to the Theory of Fluid Flows. Germany.

[2]. E.W. McAllister, 2009. Pipeline Rules of Thumb Handbook.

[3]. Weatherford, 2005. Basic oilfield maths and hydraulics.

[4]. Mohinder L. Nayyar, 7th edition 2000. P.E. Piping handbook

[5]. H.Dale Beggs, James P. Brill, Journal of petroleum technology, May 1973. A study of two phase flow in inclined pipes

#### SUMMARY

##### **The effects of changing well conditions to tubing string**

**Le Duc Vinh, University of Mining and Geology**

Changing the tubing pressure, annulus pressure or the well temperature results in either a force on the end of the tubing string or a change in the length of the tubing string. The piston effect, buckling and ballooning are all a result of pressure changes. The temperature effect and any applied forces are independent of the well pressure. When adjusting the working mode of the wells, as well as installation of the tools, always check the effects of changing well conditions on the tubing string.

#### NGHIÊN CỨU TÁCH VẾT DẦU TRÊN BIỂN...

(tiếp theo trang 82)

#### 4. Kết luận và kiến nghị

Dựa vào kết quả thể hiện thử nghiệm các thuật toán phân ngưỡng trong hình 1, hình 2 và kết quả so sánh giá trị ngưỡng được thể hiện trong bảng 1 cho thấy thuật toán phân ngưỡng Huang thích hợp để tự động phân ngưỡng ảnh siêu cao tần phục vụ nhận dạng và phân loại vết dầu trên biển. Giá trị ngưỡng được lựa chọn bằng thuật toán Huang cho phép tách được các vết dầu trên ảnh. Đồng thời, với ngưỡng được xác định bằng thuật toán Huang thì hình dạng của vết dầu được bảo toàn. Tuy nhiên, để nâng cao khả năng tách được vết dầu bằng các thuật toán tự động phân ngưỡng thì đòi hỏi dữ liệu ảnh siêu cao tần cần được thực hiện tốt các bước tiền xử lý ảnh.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Liang-Kai Huang, Mao-Jiun J.Wang, 1995. Image thresholding by minimizing the measures of fuzziness, Pattern Recognition, Vol 28, No.1, pp. 41-51, 1995.

[2]. J.M.S.Prewitt, M.L.Mendelsohn, 1966. The analysis of cell images, Annals of the New York Academy of Sciences, vol. 128, pp. 1035-1053, 1966.

[3]. Nobuyuki Otsu, 1979. A threshold selection method from gray-level histograms, IEEE Trans. Sys., Man., Cyber. 9 (1): pp. 62-66. doi:10.1109/TSMC.1979.4310076.

[4]. Rafael C.Gonzalez, Digital image processing using Matlab.

#### SUMMARY

##### **Research automatic thresholding algorithms to segment oil spills in SAR images**

**Le Minh Hang, Military Technical Academy**

**Nguyen Dinh Duong, Institute of Geography**

Automatic image thresholding algorithms are used to extract the object from the background in an input image is one of the most common applications in image analysis. Specially, the algorithms are applied for segmenting oil spills in SAR images. In this article, the authors present the Huang, the Otsu and the Minimum algorithm and the experimental results by ALOS PALSAR. According to the results, the authors to choose an optimal algorithm for extracting the almost oil spills in SAR images.