

MỘT SỐ GIẢI PHÁP CÔNG NGHỆ NÂNG CAO HIỆU QUẢ THI CÔNG KHOAN ĐƯỜNG KÍNH NHỎ TRONG THÂN DẦU ĐÁ MÓNG NỨT NẸ MỎ BẠCH HỔ

ThS. Nguyễn Văn Khương¹, TSKH. Trần Xuân Đào²
KS. Nguyễn Thành Trường², TS. Nguyễn Thế Vinh³

¹Tập đoàn Dầu khí Việt Nam

²Liên doanh Việt - Nga "Vietsovpetro"

³Đại học Mở - Địa chất Hà Nội

Email: khuongnv@pvn.vn

Tóm tắt

Kết quả nghiên cứu trạng thái động học bộ dụng cụ khoan đường kính nhỏ trong thân dầu đá móng granite nứt nẻ mỏ Bạch Hổ cho thấy hiệu suất làm việc của bộ dụng cụ khoan thấp, các thông số công nghệ và chế độ khoan chưa phù hợp với đối tượng đá móng granite nứt nẻ (độ cứng và độ mài mòn cao). Trạng thái động học của hệ thống khoan không ổn định và tính bền động học thường xuyên thay đổi hoặc hoàn toàn mất hẳn, khiến các chỉ tiêu kinh tế - kỹ thuật làm việc của chòong khoan thấp, không kiểm soát được quỹ đạo thân giếng, thời gian khoan dài và chi phí khoan cao... Trên cơ sở đó, nhóm tác giả nghiên cứu, hoàn thiện bộ dụng cụ khoan đường kính nhỏ khi khoan trong đá móng nứt nẻ mỏ Bạch Hổ: xây dựng và áp dụng mô hình vận tốc cơ học khoan với các tham số thực nghiệm đặc thù của khu vực nghiên cứu, từ đó nâng cao hiệu suất làm việc của chòong trong đá móng, giảm độ mài mòn của chòong khoan, góp phần nâng cao hiệu quả công tác khoan đường kính nhỏ trong đá móng nứt nẻ mỏ Bạch Hổ.

Từ khóa: Chòong khoan, bộ dụng cụ khoan, thông số chế độ khoan, phá hủy đất đá, trạng thái động học.

1. Giới thiệu

Kết quả nghiên cứu về độ cứng của đá móng mỏ Bạch Hổ của Trường Đại học Dầu khí Quốc gia Nga Gubkin (RSUOG) và Viện Dầu khí Việt Nam cho thấy độ cứng của đá móng mỏ Bạch Hổ có giá trị trung bình là $210 \times 10^5 \text{Pa}$ đến $220 \times 10^5 \text{Pa}$ (tương ứng với độ cứng từ V - VIII theo tiêu chuẩn GOST của Liên bang Nga). Đây là cơ sở để thiết kế bộ dụng cụ, lựa chọn kiểu và loại chòong khoan với mật độ, chiều cao răng chòong khoan phù hợp với độ cứng của đá móng.

Một trong những nguyên nhân gây mất tính ổn định động học của hệ thống khoan là sự dao động của bộ dụng cụ khoan khi khoan trong đá móng nứt nẻ có độ cứng cao. Để ngăn ngừa ảnh hưởng của các dao động này cần phải tính toán, thiết kế bộ dụng cụ khoan bằng cách lắp vào bộ dụng cụ thiết bị giảm xóc trên chòong khoan, nhằm triệt tiêu dao động dọc trục.

Sau khi khoan trong móng, mức độ mòn của đường kính chòong khoan khá cao, do đó cần nghiên cứu và đánh giá nhằm tránh rủi ro trong quá trình khoan. Nhóm tác giả sử dụng mô hình toán học Lancaster để tính toán và đánh giá đúng bản chất, xác định chính xác độ mài mòn của đá móng, có nghĩa là xác định được độ chịu mòn của vật liệu chế tạo chòong khoan. Từ kết quả tính toán

cho phép định hướng trong việc lựa chọn chòong khoan sao cho tính chất của vật liệu chế tạo chòong khoan phải có độ chịu mòn cao hơn độ mài mòn của đá móng nứt nẻ ở một giá trị tối thiểu nào đó.

Bài báo giới thiệu hiệu quả công tác khoan qua việc lựa chọn loại chòong khoan phù hợp với các loại đất đá khoan; tính toán các thông số công nghệ, chế độ khoan hợp lý cho quá trình phá hủy đất đá của chòong khoan và các giải pháp nâng cao hiệu suất làm việc của chòong trong đá móng, giảm độ mài mòn của chòong khoan.

2. Thiết kế chòong khoan và xây dựng mô hình tính toán các thông số công nghệ

2.1. Nghiên cứu tính chất cơ lý của đá móng nứt nẻ

Từ kết quả nghiên cứu về độ cứng của đá móng mỏ Bạch Hổ [10], nhóm tác giả lựa chọn kiểu và loại chòong khoan với mật độ và chiều cao răng chòong khoan phù hợp với loại đá có độ cứng của móng.

Để đánh giá đúng bản chất và chính xác giá trị độ mài mòn của đá móng, nhóm tác giả sử dụng mô hình toán học Lancaster xác định độ chịu mòn của vật liệu chế tạo chòong khoan [2, 6, 7, 8]. Mô hình toán học Lancaster được biểu diễn bằng hệ phương trình sau:

$$\begin{cases} \dot{x} = -by \\ \dot{y} = -ax \end{cases}$$

Trong đó:

- Hệ thứ nhất: Đặc trưng cho tính chất cơ đá của đá móng kết tinh và được đặc trưng bởi độ cứng đá ($x = 302\text{kgf/mm}^2$ là giá trị cực đại) và độ bền chịu mòn của vật liệu chòong khoan là b .

- Hệ thứ hai: Đặc trưng cho vật liệu của chòong khoan, khi có tải trọng ($y = 13.000\text{kgf}$) và các thông số chế độ khoan khác sẽ phá hủy đất đá và độ mài mòn của đá (a).

Dấu âm (-) được lý giải là trong quá trình phá hủy đá, vật liệu chòong khoan bị hao mòn theo thời gian đối với hệ thứ nhất và đất đá cũng bị phá hủy bởi chòong khoan đối với hệ thứ hai.

Từ mô hình toán học Lancaster và số liệu khoan ghi nhận được, thực hiện tính toán so sánh theo mô hình Lancaster để lựa chọn độ bền (độ chịu mài mòn) của vật liệu chòong khoan. Ở đây $y = G/s$ (G : tải trọng, t_c ; s : hệ số bề mặt chòong khoan). Đối với chòong khoan đường kính $0,1651\text{m}$, $s = 51,61 \times 10^{-6} \text{m}^2$.

$$\begin{cases} \dot{x} = -by \\ \dot{y} = -ax \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \frac{dx}{dt} = -by \\ \frac{dy}{dt} = -ax \end{cases}$$

Để giải hệ phương trình này, bằng cách chia hệ thứ nhất cho hệ thứ hai và giản ước ta được:

$$dx/dy = by/ax$$

$$ax^2 - by^2 = \text{const}$$

Do đó, tiến triển của hệ thống xảy ra dọc theo các đường hyperbol, còn các hyperbol bị chia ra bởi các đường thẳng.

$$\sqrt{a} \times 302 \times 10^6 = \sqrt{b} \times \frac{13.000 \times 10^6}{51,61}$$

$$b = 1,42a$$

Kết quả giải hệ phương trình trên cho phép định hướng trong việc lựa chọn chòong khoan. Theo đó, tính chất của vật liệu chế tạo chòong khoan phải có độ chịu mòn $> 1,42$ lần đá móng nứt nẻ.

2.2. Tính toán lựa chọn chòong khoan đường kính nhỏ cho đá móng nứt nẻ

Kết quả nghiên cứu và tính toán cho thấy một trong những nguyên nhân gây mất tính ổn định động học của hệ thống khoan là sự dao động của bộ dụng cụ khoan khi

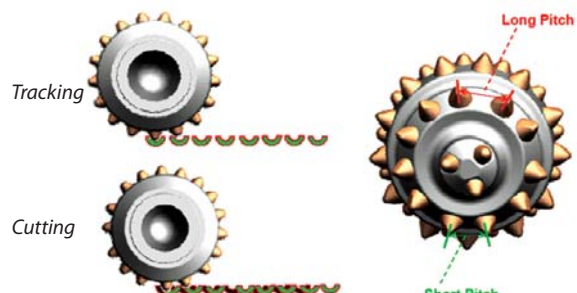
khoan trong đá móng nứt nẻ có độ cứng cao. Để ngăn ngừa ảnh hưởng của các dao động này, cần lắp vào bộ khoan cụ thiết bị giảm xóc trên chòong khoan nhằm triệt tiêu dao động dọc trục. Thiết bị giảm xóc được lắp đặt càng gần chòong khoan càng tốt và đảm bảo giá trị tải trọng dọc trục của chòong khoan lên đất đá khoan qua không bị dao động lớn. Cấu trúc đặc biệt của thiết bị giảm xóc loại trừ khả năng lệch tâm chòong khoan khỏi tâm giếng, giảm sút mẻ và phá vỡ răng chòong, giảm độ mài kim loại trong các ổ bi, tăng thời gian làm việc của chòong khoan, bộ cần khoan, giảm rung cần và tăng tốc độ cơ học [3, 4].

Để bảo đảm độ ổn định động học của quá trình khoan, cần lựa chọn loại và kiểu chòong khoan phù hợp với đất đá khoan qua. Để khoan vào tầng đá móng nứt nẻ của mỏ Bạch Hổ, các loại chòong khoan phải có khả năng chịu độ mài mòn cao, độ va đập lớn... Việc lựa chọn chòong khoan phù hợp và các thông số kỹ thuật, chế độ công nghệ cần phải được nghiên cứu, tính toán cẩn trọng, do ảnh hưởng trực tiếp đến hiệu quả của công tác khoan. Hiệu quả làm việc của chòong khoan là một trong những yếu tố quyết định tới giá thành mét khoan [1].

Sau khi phân tích chi tiết nguyên nhân gây ra sự cố về chòong khoan (như mòn đường kính, mẻ răng, rơi chóp, hỏng chóp...), tính chất nứt nẻ, độ cứng, độ mài mòn của đá móng mỏ Bạch Hổ và các thông số kỹ thuật khoan, nhóm tác giả và các chuyên gia kỹ thuật của Liên doanh Việt - Nga "Vietsovetpetro" đã đề xuất hướng giải quyết trên cơ sở tăng độ bền của chòong khoan bằng cách giảm



STR-44CGDX 627 IADC VG-68DX1 647 IADC
Hình 1. Chòong khoan IADC code 627 và IADC code 647



Hình 2. Bố trí lại răng chòong khoan



Hình 3. Phủ phần hợp kim bên hông của chòong khoan

xung lực và đập của chòong khoan bằng các giải pháp công nghệ - kỹ thuật sau:

- Chuyển IADC code từ 627 thành IADC code 647. Chòong với IADC code 647 áp dụng cho đất đá cứng hơn và giảm xung lực và đập lên chòong khoan nhờ kích thước và mật độ của răng chòong.
- Tăng số lượng răng trên cùng tiết diện (148 cái/11 hàng) để tăng sức chịu đựng của răng chòong khoan.
- Bố trí răng chòong khoan để chống nhai lại (Hình 2).
- Phủ phần hợp kim bên hông của chòong khoan thay cho việc cắm các hạt kim cương để giảm thiểu việc mòn đường kính chòong khoan (Hình 3).

2.3. Xây dựng mô hình tính toán thông số công nghệ, chế độ khoan tối ưu

Các thông số công nghệ, chế độ khoan như: tải trọng lên chòong (G), vận tốc quay (n), lưu lượng bơm rửa (Q), thời gian làm việc của chòong khoan ở đáy giếng hay khoảng khoan (h) của chòong khoan... có thể điều chỉnh theo quy trình khoan. Trong thiết kế xây dựng giếng khoan được sử dụng các kết quả của thực nghiệm, kết quả phân nhóm theo khoảng chiều sâu, theo địa tầng tương đá, loại chòong khoan và phương pháp khoan... Tuy nhiên, cách tiếp cận bằng phương pháp thực nghiệm không thể giải quyết được đầy đủ do phải thực hiện nhiều phương án khác nhau đối với các tham số điều khiển và cố định, cũng như phải thay đổi các điều kiện ngoại biên một cách tích cực trong các thực nghiệm khảo sát ở các giếng chuẩn và giếng thông số [5, 6, 9, 11].

Cách tiếp cận thứ hai phụ thuộc vào số liệu thu thập và xử lý dữ liệu thông tin ban đầu (trên cơ sở báo cáo khoan hàng ngày của đốc công khoan và dữ liệu từng hiệp khoan theo điều kiện kỹ thuật công nghệ). Từ dữ liệu tổng thể có thể phân nhóm dữ liệu cho từng loại chòong khoan, từng

loại đất đá tương ứng, chiều sâu khoan... Các số liệu này sẽ được xử lý, tính toán thông qua các hàm và các tiêu chuẩn tối ưu để xác định các giá trị G, n, Q, T và xây dựng các định mức tiêu hao chòong khoan, khả năng khoan của chòong.

Việc sử dụng cách tiếp cận thứ hai đòi hỏi phải thu thập thông tin theo cùng một điều kiện ngoại biên từ rất nhiều số liệu khảo sát và sử dụng phương pháp thống kê để loại bỏ các số liệu không bình thường hay sai sót trên cơ sở các tiêu chuẩn thống kê để kiểm tra sự đồng nhất của số liệu đã lựa chọn, đánh giá chính xác các tính toán thông số công nghệ chế độ khoan [11]. Khi phân tích và xử lý khối lượng lớn thông tin sẽ rất phức tạp và mất nhiều thời gian nếu không sử dụng các phương tiện hiện đại.

Thông qua các tiêu chuẩn tối ưu trong toán thống kê, kết hợp với các phần mềm máy tính chuyên dụng có thể nhanh chóng thiết kế được các thông số công nghệ, chế độ khoan tối ưu cho các khoảng khoan và từng loại chòong khoan khác nhau. Kết quả này sẽ là số liệu chính cho công đoạn thiết kế giếng khoan.

Sử dụng cách tiếp cận thứ ba cần phải xây dựng mô hình toán học của quy trình và quan điểm phân tích các tiêu chuẩn tối ưu. Lúc này, việc lựa chọn chòong khoan cũng như các thông số công nghệ, chế độ khoan được tiến hành bằng cách tối ưu hóa hệ phương trình mô hình khoan gồm: phương trình vận tốc cơ học, phương trình mòn răng, phương trình mòn ổ bi và phương trình giá thành mét khoan:

$$\begin{cases} dh/dt = f_1(G, N, Q, \theta, W) \\ dW/dt = f_2(G, N, Q, \theta, W) \\ dD_o/dt = f_3(G, N, Q, \theta, D_o) \\ C = f_4(C_B, C_{DR}, t, t_{tr}, h) \end{cases}$$

Trong đó:

h : Số mét khoan;

t : Thời gian khoan;

G : Tải trọng lên chòong khoan;

N : Tốc độ quay của cần khoan;

Q : Lưu lượng bơm;

θ : Yếu tố ảnh hưởng của đất đá, chủng loại chòong khoan; tính chất dung dịch, đặc tính của bộ khoan cụ đáy...;

W : Độ mòn chòong khoan;

D_o : Độ mòn ổ bi;

C : Giá thành mét khoan;

C_B : Giá thành chòong khoan;

C_{DR} : Chi phí cho giàn khoan (máy móc thiết bị, nhân công, dịch vụ...);

t_r : Thời gian phụ trợ (kéo thả, bơm rửa, tiếp cần, khoan doa...).

Trong hệ phương trình trên, phương trình vận tốc cơ học rất được quan tâm do tầm quan trọng và tính phức tạp. Mô hình vận tốc cơ học phải thể hiện được ảnh hưởng của các yếu tố công nghệ (tải trọng, tốc độ quay, lưu lượng bơm...) cũng như các tính chất cơ lý của đất đá (độ cứng, độ mài mòn, độ dẻo...) lên quá trình phá hủy đất đá của chèo khoan.

Với số liệu về loại chèo khoan, các chế độ công nghệ, số liệu mud log và số liệu logging đã thu thập được tại tầng móng mỏ Bạch Hổ, nhóm tác giả đã sử dụng phương pháp phân tích - thống kê để xây dựng mô hình [11].

Thực tế có nhiều mô hình tính toán vận tốc cơ học khoan đã được xây dựng, nhưng lại bỏ qua sự ảnh hưởng của đại lượng lưu lượng bơm. Đây cũng chính là một trong những vấn đề mới mà nhóm tác giả muốn đề cập tới.

Giả sử ta có mô hình toán học sau biểu diễn vận tốc cơ học khoan:

$$V = a \times G^2 + b \times Q^2 + c \times N^2 + d \times G \times Q \times N + k \quad (1)$$

Trong đó:

V : Vận tốc cơ học khoan (m/s);

G : Tải trọng lên chèo khoan (kg);

Q : Lưu lượng bơm (m³/s);

N : Tốc độ quay (vòng/giây).

Phương trình dạng $f(x) = ax^2 + bx + c$ sẽ cho các giá trị $f(x)$ biến thiên theo dạng parabol. Do đó khi xây dựng vận tốc cơ học khoan theo dạng phương trình bậc hai giá trị vận tốc cơ học khoan sẽ tăng dần và đạt giá trị cực đại tại một giá trị tải trọng, vận tốc, lưu lượng bơm nào đó rồi giảm xuống.

Xác định các hệ số thực nghiệm bằng cách thiết lập hệ phương trình:

$$\text{Đặt: } X_1 = G^2, X_2 = Q^2, X_3 = N^2, X_4 = G \times Q \times N, Y = V$$

Thiết lập hệ phương trình:

$$\begin{cases} aX_1 + bX_2 + cX_3 + dX_4 + k = Y \\ aX_1^2 + bX_1X_2 + cX_1X_3 + dX_1X_4 + kX_1 = YX_1 \\ aX_1X_2 + bX_2^2 + cX_2X_3 + dX_2X_4 + kX_2 = YX_2 \\ aX_1X_3 + bX_2X_3 + cX_3^2 + dX_3X_4 + kX_3 = YX_3 \\ aX_1X_4 + bX_2X_4 + cX_3X_4 + dX_4^2 + kX_4 = YX_4 \end{cases}$$

Giải hệ phương trình trên với $n = 980$ nhóm số liệu thực nghiệm ta được kết quả như sau:

$$\begin{aligned} a &= 9,148 \times 10^{-12}; b = 4,934; c = 1,662 \times 10^{-3}; \\ d &= -1,74 \times 10^{-5}; k = 2,83 \times 10^{-4} \end{aligned}$$

Thay các kết quả hệ số trên vào phương trình (1) ta được:

$$V = 9,148 \times 10^{-12} G^2 + 4,934 Q^2 + 1,662 \times 10^{-3} N^2 - 1,74 \times 10^{-5} GQN + 2,83 \times 10^{-4} \quad (2)$$

Sau khi có được phương trình tính vận tốc cơ học khoan, tập hợp số liệu gồm 835 nhóm số liệu về chế độ khoan được sử dụng để tính hệ số tương quan (R).

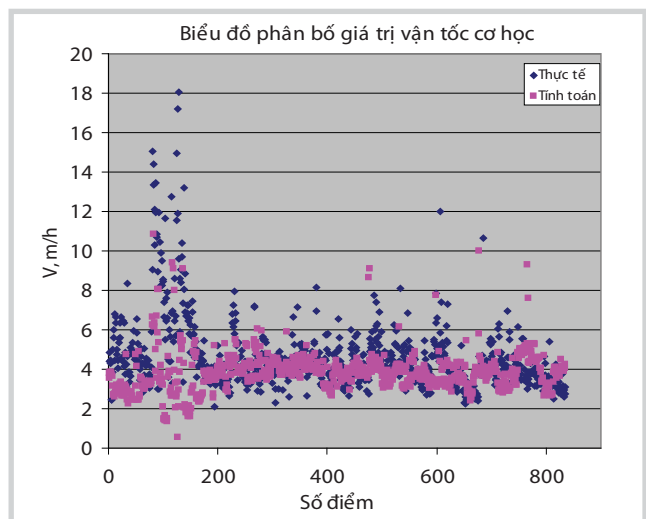
Hệ số tương quan (R) được tính theo công thức:

$$R = \sqrt{q} \times 100 \quad (\%)$$

$$q = \frac{\sum_{i=1}^n (V_{pi} - V_i)^2}{\sum_{i=1}^n (V_{pi} - \bar{V})^2 + \sum_{i=1}^n (V_{pi} - V_i)^2} \quad (3)$$

Suy ra $R = 86,7\%$

Với mô hình vận tốc cơ học mới này, hệ số tương quan của số liệu vận tốc cơ học tính toán và số liệu vận tốc cơ học thực tế cao hơn so với hệ số tương quan của hai mô hình đã xem xét ở trên. Giá trị hệ số tương quan này cũng cao hơn nhiều so với giá trị kỳ vọng (64%, theo tiêu chuẩn của tác giả đưa ra công thức). Từ biểu đồ phân bố giá trị vận tốc cơ học (Hình 4) cho thấy giá trị vận tốc tính toán theo mô hình phân bố rất sát với các giá trị vận tốc khoan thực tế. Độ biến dị của các giá trị vận tốc tính toán tăng đáng kể, chứng tỏ mô hình có độ tin cậy cao. Đây cũng chính là cơ sở để khẳng định mô hình tính toán theo dạng hàm số bậc hai đã đáp ứng được các yêu cầu



Nguồn: Vietsovpetro

Hình 4. Kết quả so sánh giữa vận tốc cơ học khoan tính toán và thực tế đối với chèo khoan đường kính 165,1mm khoan trong móng mỏ Bạch Hổ

để ra khi xây dựng vận tốc cơ học trong tầng đá móng mỏ Bạch Hổ.

Giá trị vận tốc cơ học khoan biến thiên đúng với ý nghĩa vật lý của các đại lượng chế độ cơ học khoan. Tuy nhiên, vẫn xảy ra hiện tượng vận tốc cơ học giảm khi tăng tải trọng sau đó vận tốc cơ học mới tăng lên cùng chiều với tải trọng (do tính chất đặc trưng khi khoan trong tầng đá móng nứt nẻ nhiều hang hốc). Điều này được chứng minh bằng số liệu đo sonic, đường biểu diễn giá trị sonic có xu hướng đi khá giống với đường biểu diễn giá trị vận tốc cơ học khoan. Giá trị đo sonic thể hiện độ rỗng của đất đá được đo. Theo số liệu địa chất, tầng đá móng mỏ Bạch Hổ nứt nẻ, có nhiều hang hốc khá lớn và tập trung ở phần phía trên của móng. Khu vực vòm trung tâm hang hốc nứt nẻ nhiều dẫn đến hiện tượng khoan không tuần hoàn (khoan mù), dung dịch khoan là nước biển và bơm tampon có độ nhớt cao để đẩy mùn khoan khỏi đáy giếng.

3. Hoàn thiện bộ dụng cụ khoan đường kính nhỏ khi khoan trong đá móng nứt nẻ mỏ Bạch Hổ

Bản chất của hiện tượng mất ổn định và tính bền động của hệ thống công nghệ khoan khi khoan trong đá móng có độ cứng cao và độ mài mòn lớn với chòong khoan đường kính nhỏ chính là tính ổn định động học và trạng thái ổn định cơ học của bộ dụng cụ khoan bị thay đổi và triệt tiêu. Do đó, thân giếng khoan không đi theo quỹ đạo cho trước, hiệu suất làm việc của chòong khoan không ổn định và kém hiệu quả. Việc đề xuất các giải pháp về thể loại và kiểu chòong khoan, trong đó thay đổi cấu tạo và vật liệu chế tạo chòong khoan sẽ giải quyết được tình trạng trên. Một trong những giải pháp cơ bản để cải thiện và đảm bảo hệ thống động học khoan làm việc hiệu quả, có trạng thái động học ổn định với tính bền động cao và tính bền cơ học của bộ dụng cụ khoan được kiểm soát trong suốt quá trình khoan đá móng.



Hình 5. Cấu tạo cơ bản của thiết bị giảm sóc

Bảng 1. Đặc tính kỹ thuật của thiết bị giảm sóc

Đường kính	Đường kính ngoài	Đường kính trong	Chiều dài	Trọng lượng	Tải nén dọc trục	Tải kéo căng	Tải xoắn tại khớp nối
3 ¾"	3,75" 95mm	1,25" 32mm	6,6ft 2,01m	191lbs 87kg	10.000lbf 4.450daN	300.000lbf 133.440daN	8.000ft-lbs 10.845Nm
4 ¾"	4,75" 120mm	1,75" 44 mm	7,8ft 2,38m	365lbs 166kg	49.000lbf 21.795daN	380.000lbf 169.025daN	17.000ft-lbs 23.050Nm

Nguồn: Vietsovpetro

3.1. Giảm dao động dọc trục

Khi khoan trong tầng đất đá có độ cứng cao thường xảy ra hiện tượng dao động theo chiều dọc trục (do thể loại chòong khoan, các thông số công nghệ, chế độ khoan không phù hợp với đất đá khoan qua). Kết quả nghiên cứu trạng thái động học bộ khoan cụ cho thấy có sự tồn tại dao động dọc trục với mức độ và cường độ cao. Để triệt tiêu hay hấp thụ phần nào dao động này, cần sử dụng và lắp đặt thiết bị đặc chủng giảm sóc (shock sub) vào bộ dụng cụ khoan (vị trí lắp đặt càng gần chòong khoan càng tốt). Thiết bị này sẽ tác động trực tiếp lên những dao động dọc trục và giảm rung bằng việc hấp thụ và làm suy giảm các giá trị tác động đồng trục sinh ra trong quá trình hoạt động của chòong khoan [3, 6, 8, 10]. Thiết bị này có hiệu quả nhất khi khoan trong đá cứng, giúp tăng vận tốc cơ học khoan, nâng cao chất lượng lỗ khoan và kéo dài tuổi thọ của răng chòong khoan, vòng bi....

3.2. Tính toán thiết kế bộ dụng cụ khoan

Từ kết quả nghiên cứu trạng thái động học bộ khoan cụ, độ cứng của thiết bị sẽ tăng lên đáng kể khi lắp ráp và phối hợp các thiết bị có kích thước khác nhau. Trong khả năng cho phép, khuyến nghị sử dụng các định tâm có đường kính ≤ 4 - 8mm so với đường kính chòong khoan. Các định tâm này sẽ được lắp đặt vào bộ dụng cụ khoan. Tùy theo mục đích và yêu cầu, có thể sử dụng từ 1 - 3 định tâm trong bộ dụng cụ khoan. Giá trị độ cứng uốn của thiết bị sẽ thay đổi theo chiều hướng tăng lên. Theo kết quả tính toán, bộ dụng cụ khoan với chòong khoan có đường kính 114,3mm có sử dụng định tâm có đường kính bằng 111mm, độ cứng uốn của bộ dụng cụ khoan tăng lên 1,586 - 1,601 lần so với nếu chỉ dùng cần nặng 95,25mm. Bộ dụng cụ khoan với chòong khoan đường kính 165,1mm có sử dụng định tâm có đường kính bằng 165mm, độ cứng uốn của bộ dụng cụ khoan đã tăng lên 2,576 - 2,709 lần so với nếu chỉ dùng cần nặng 120,65mm. Kết quả tính toán được trình bày trong Bảng 2 [3, 4, 6].

- Bộ dụng cụ khoan trong đá móng đối với chòong khoan đường kính 165,1mm:

+ Trường hợp khoan bằng động cơ đáy:

Bảng 2. Kết quả tính toán giá trị độ cứng uốn của bộ dụng cụ khoan

D _n , inch	D _n , mm	d _t , mm	q, kg/m	Định tâm, mm	Giá trị độ cứng uốn (R) tăng lên (lần)
3¾"	95,25	25,4	51,96	111,0	1,586
3¾"	95,25	38,1	46,99	111,0	1,601
4¾"	120,65	38,1	80,8	173,9	2,576
4¾"	120,65	50,8	73,84	177,9	2,617
4¾"	120,65	63,5	64,89	182,7	2,709

Chòong khoan Ø 165,1mm (chiều dài 0,2m), đầu nối (chiều dài 0,46m), shock sub-120 (chiều dài 2,38m), động cơ đáy-475 (chiều dài 5,73m), định tâm Ø 162mm (chiều dài 1,26m), cần nặng Ø 120mm (chiều dài 121,4m), búa Ø 120mm (chiều dài 5,32m), cần nặng Ø 120mm (chiều dài 27,69m), đầu nối (chiều dài 0,93m), cần khoan Ø 101,6/127mm.

+ Trường hợp khoan bằng rotor:

Chòong khoan Ø 165,1mm (chiều dài 0,19m), đầu nối (chiều dài 0,46m), shock sub-120 (chiều dài 2,38m), cần nặng Ø 120mm (chiều dài 9,35m), định tâm Ø 161mm (chiều dài 1,26m), cần nặng Ø 120mm (chiều dài 214,33m), búa Ø 120mm (chiều dài 9,95m), cần nặng Ø 120mm (chiều dài 56,23m), đầu nối (chiều dài 0,93m), cần khoan Ø 101,6/127mm.

- Bộ dụng cụ khoan trong đá móng đối với chòong khoan đường kính 114,3mm:

Chòong khoan Ø 114,3mm (chiều dài 0,15m), đầu nối (chiều dài 0,45m), shock sub-95 (chiều dài 2m), cần nặng Ø 95mm (chiều dài 9,39m), định tâm Ø 111mm (chiều dài 1,17m), cần nặng Ø 95mm (chiều dài 281,61m), búa - 89 (chiều dài 7,78m), cần nặng Ø 95mm (chiều dài 37,53m), đầu nối (chiều dài 0,32m), cần khoan Ø 73mm (chiều dài 695,9m), đầu nối (chiều dài 0,94m), cần khoan Ø 101,6mm (chiều dài 340,26m), đầu nối (chiều dài 0,93m), cần khoan Ø 127mm.

4. Kết luận

Trên cơ sở kết quả xử lý và đánh giá hiệu suất làm việc của chòong khoan đường kính 165,1mm và 114,3mm khi khoan trong đá móng và tính chất cơ lý của đá móng, nhóm tác giả rút ra một số kết luận sau:

- Hiệu suất làm việc của chòong khoan trong đá móng không ổn định, thể loại và kiểu chòong khoan chưa hoàn toàn phù hợp với điều kiện đất đá khoan qua với độ cứng cao và độ mài mòn lớn. Các thông số công nghệ, chế độ khoan chưa phù hợp với môi trường khoan qua.

- Độ mài mòn của đá móng khá cao, do đó khi lựa

chọn chòong khoan phải quan tâm đến yếu tố này nhằm giảm thiểu hỏng hóc chòong khoan do vật liệu chế tạo chòong chưa phù hợp với đá móng. Đề xuất thay đổi chòong khoan IADC code 627 sang IADC code 647, tăng số lượng răng trên thiết diện 148/11 hàng và bố trí răng chòong để tránh hiện tượng nhai lại, phủ phần hợp kim bên hông của chòong khoan thay cho việc cấm các hạt kim cương để giảm thiểu việc mòn đường kính chòong khoan và sử dụng gioăng làm kín với công nghệ HARD.

- Xây dựng mô hình vận tốc cơ học khoan với các tham số thực nghiệm đặc thù của khu vực nghiên cứu:

Mô hình vận tốc cơ học khoan cho chòong khoan đường kính 4½":

$$V = -1,5 \times 10^{-11} G^2 + 1,28 \times 10^{-3} Q^2 - 1,83 \times 10^{-3} N^2 - 2,24 \times 10^{-6} GQN + 6,48 \times 10^{-3}$$

Mô hình vận tốc cơ học khoan cho chòong khoan đường kính 6½":

$$V = 11,5 \times 10^{-11} G^2 - 7,09 \times 10^{-5} Q^2 - 1,13 \times 10^{-3} N^2 - 1,87 \times 10^{-6} GQN + 1,68 \times 10^{-3}$$

- Hoàn thiện bộ dụng cụ khoan, lắp đặt thêm thiết bị giảm sóc và các định tâm phù hợp nhằm nâng cao hiệu suất làm việc của chòong khoan.

Tài liệu tham khảo

- Hughes Christensen Company. *IADC dull grading system for roller bits*. 1996.
- S.A.Shirin-Zade, Đặng Cửa, Trần Xuân Đào. *Các quá trình tự tổ chức và hỗn loạn động lực học khi khoan các giếng khoan xiên định hướng*. Tạp chí Dầu khí. 1997; 2: trang 19 - 25.
- Đặng Cửa, Trần Xuân Đào, I.L.Barski, A.M.Gusman. *Cách tiếp cận mới để ổn định bộ cần khoan*. Tạp chí Dầu khí. 1998; 4: trang 30 - 33.
- Trần Xuân Đào. *Xây dựng và đưa vào ứng dụng bộ khoan cụ đáy khi khoan các giếng xiên định hướng trong vùng mỏ Bạch Hổ*. Hội nghị Khoa học lần thứ 2 về Khoan và Khai thác Dầu khí. 9/1992.

5. Trần Xuân Đào và nnk. *Xây dựng cơ sở khoa học các chế độ khoan giếng trong đá móng của mỏ Bạch Hổ*. 1997.
6. Trần Xuân Đào. *Bảo đảm tính bền động học của bộ cần khoan trong quy trình khoan đá móng nứt nẻ của mỏ Bạch Hổ và Rồng*. Hội nghị toàn quốc lần thứ I về ứng dụng toán học. 1999.
7. V.I.Arnold. *Hard and soft mathematical model* ("Жесткие" и "мягкие" математические модели). 2008.
8. Tran Xuan Dao. *Engineering of optimum parameters for drilling in basement rocks at White Tiger oilfield*. Moscow, Review Oil Industry. 3/1999.
9. A.X.Мирзаджанзаде, С.А.Ширинзаде. *Повышение эффективности и качества бурения глубоких скважин*. Недра, Москва. 1986.
10. Nguyễn Văn Khương, Trần Xuân Đào, Nguyễn Thành Trường. *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. 2014; 11: trang 18 - 22.
11. Nguyễn Ngọc Kiêng. *Thống kê học trong nghiên cứu khoa học*. Nhà xuất bản Giáo dục. 1996, trang 210 - 221.

Some technological solution to improve the effectiveness of slim hole drilling in Bach Ho fractured basement

Nguyen Van Khuong¹, Tran Xuan Dao², Nguyen Thanh Truong², Nguyen The Vinh³

¹Vietnam Oil and Gas Group

²Vietsovpetro Joint Venture

³Hanoi University of Mining and Geology

Summary

Results of the study on the dynamic stability of bottom hole assembly for slim hole drilling in the fractured basement of Bach Ho field showed that the performance of the bottom hole assembly was low, the drill bits and drilling parameters were not suitable for the fractured granite basement rocks. The dynamic stability of the system was not stable during drilling, resulting in low technical and economic indicators, loss of well trajectory control, and prolonged drilling time and high drilling costs. On that basis, the authors studied and improved the design of bottom hole assembly for slim hole drilling in the Bach Ho fractured basement through the formulation and application of the rate of penetration model with specific experimental drilling parameters from the study area, thereby improving the performance of the drill bits in the basement and reducing the abrasion to the bits to enhance the effectiveness of slim hole drilling in the Bach Ho fractured basement.

Key words: Drill bits, bottom hole assembly, drilling parameters, rock failure mechanisms, dynamic stability.