



Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Mỏ - Địa chất

Trang điện tử: <http://tapchi.humg.edu.vn>

Phân tích mối tương tác và tổng hợp lực trên chòong trong khoan xiên định hướng bằng phương pháp khoan Roto

Nguyễn Văn Giáp *

Khoa Dầu khí, Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Việt Nam

THÔNG TIN BÀI BÁO

Quá trình:
 Nhận bài 15/8/2017
 Chấp nhận 20/9/2017
 Đăng online 31/10/2017

Từ khóa:
 Tổng hợp lực trên chòong
 Khoan định hướng
 Mỏ Bạch Hổ và Rồng

TÓM TẮT

Từ các số liệu thực tế thi công xây dựng các giếng khoan xiên định hướng bằng phương pháp khoan Roto trên vùng mỏ Bạch Hổ và Rồng của Xí nghiệp Liên doanh (XNLD) Vietsovpetro, tác giả phân tích, nghiên cứu và đánh giá trạng thái động học của chòong bằng phương pháp phân tích mối tương tác và tổng hợp lực trên chòong trong các điều kiện cụ thể nhằm đánh giá, xác định và xây dựng quy luật chuyển động của chòong trong quá trình khoan xiên định hướng. Trong bài báo này, tác giả đề cập đến phương pháp và kết quả nghiên cứu trạng thái động học của chòong khoan nhằm từng bước hợp lý hoá quy trình lái chỉnh xiên trong việc xây dựng các giếng khoan xiên định hướng.

© 2017 Trường Đại học Mỏ - Địa chất. Tất cả các quyền được bảo đảm.

1. Mở đầu

Trong công tác khoan dầu khí, hầu hết các giếng khoan là giếng khoan nghiêng định hướng với khoảng rời đáy tới 1,6km. Việc điều khiển quỹ đạo giếng khoan theo đúng thiết kế không phải lúc nào cũng thực hiện được. Hướng đi của chòong khoan được xác định chủ yếu bởi 2 thông số: góc nghiêng (α) và góc phương vị (φ). Việc điều khiển góc nghiêng đã khó, nhưng việc điều khiển góc phương vị còn khó hơn. Hình 1 biểu diễn sự lệch giữa quỹ đạo thực tế giếng khoan 910 mỏ Bạch Hổ so với quỹ đạo thiết kế (Viện NCKH và TK Dầu khí biển, 2016).

Các giếng khoan xiên định hướng được thực hiện theo các dạng quỹ đạo truyền thống như sau

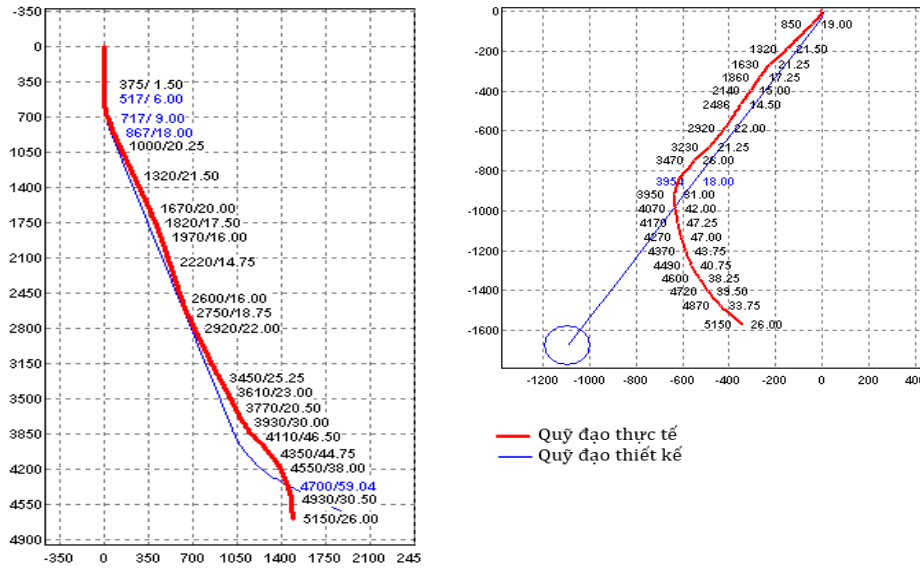
(Trần Xuân Đào, 2007):

- Dạng quỹ đạo 5 đoạn: Đây là dạng quỹ đạo có đoạn thẳng đứng ở dưới cùng nằm trong tầng sản phẩm;
- Dạng quỹ đạo 4 đoạn: Đây là dạng quỹ đạo mà đoạn thân giếng đi vào vỉa sản phẩm vẫn còn một giá trị góc nghiêng nhất định;
- Dạng quỹ đạo 3 đoạn. Đây là dạng quỹ đạo mà thân giếng có góc nghiêng lớn và có độ dời đáy lớn;
- Ngoài ra, trong thực tế thi công đã đưa vào áp dụng thêm một dạng quỹ đạo 5 đoạn loại mới (có đoạn tăng góc lần 2).

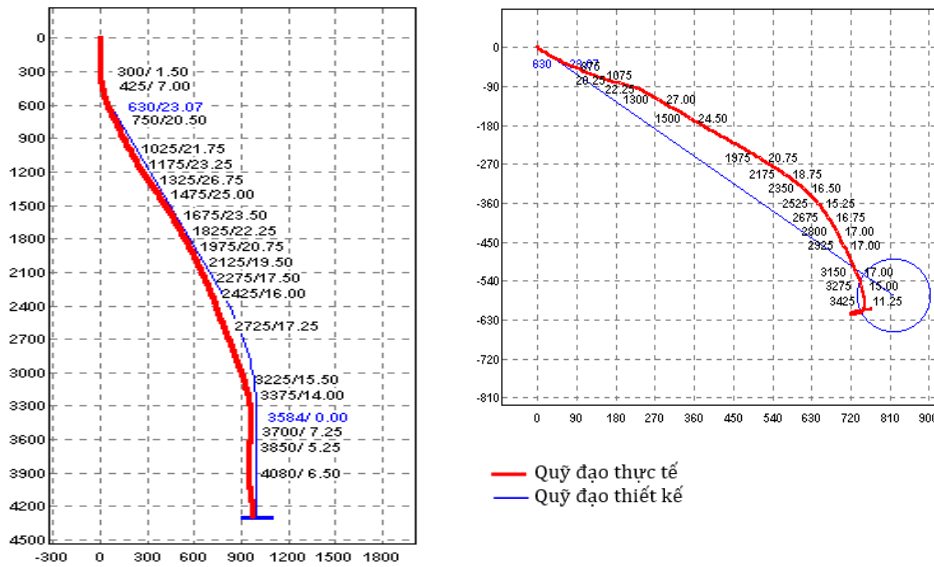
Mỗi dạng quỹ đạo thân giếng đều có những đoạn tăng góc nghiêng, ổn định góc nghiêng và đoạn giảm góc nghiêng. Từ kết quả thống kê hơn 200 giếng khoan ở mỏ Bạch Hổ và mỏ Rồng cho thấy: tại những khoảng khoan tăng hoặc giảm góc nghiêng thì góc phương vị tự động thay đổi

*Tác giả liên hệ

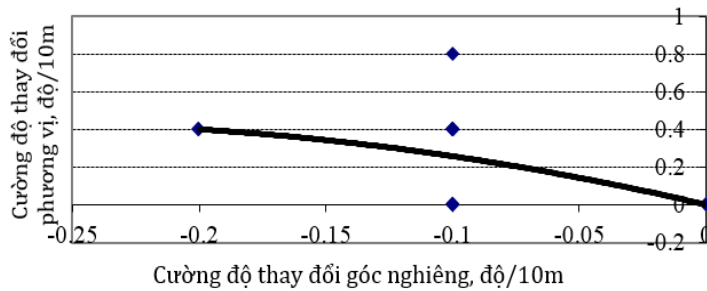
E-mail: nguyenvangiap@humg.edu.vn



Hình 1. Quỹ đạo thực tế và thiết kế theo hình chiếu đứng và chiếu bằng của giếng khoan (đơn vị trong hệ tọa độ tính bằng m).



Hình 2. Quỹ đạo thực tế và thiết kế theo hình chiếu đứng và chiếu bằng của giếng khoan 1014-MSP-10 (đơn vị trong hệ tọa độ tính bằng m).



Hình 3. Biểu đồ quan hệ giữa cường độ thay đổi góc nghiêng với phương vị thân giếng (1014-MSP-10) ở khoảng khoan 1950-2375m.

và tuân theo quy luật nhất định. Chưa có một công trình nghiên cứu nào giải thích được cơ chế thay đổi góc phương vị khi góc nghiêng thay đổi.

Bằng phương pháp phân tích mối tương tác và tổng hợp lực trên chòong để tìm ra được nguyên nhân nhằm giải thích hiện tượng: Khi ta thay đổi góc nghiêng của thân giếng thì góc phương vị cũng tự động thay đổi theo. Điều này rất quan trọng vì nó giúp cho việc thiết kế quỹ đạo giếng khoan cũng như việc thi công lái chính xác hơn.

2. Quy luật hướng chuyển động của chòong khoan

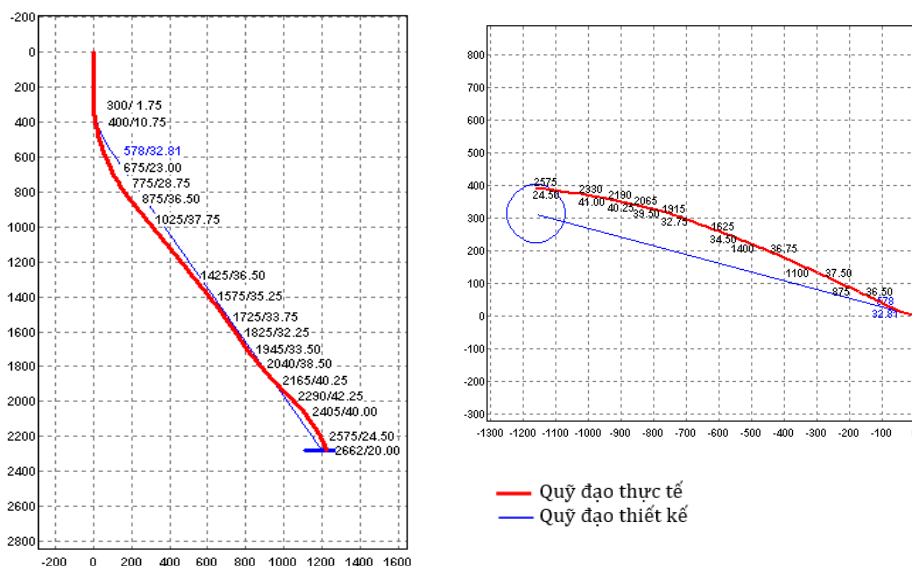
2.1. Quy luật hướng chuyển động của chòong khi khoan bằng phương pháp Roto với bộ khoan cụ giảm góc nghiêng

Từ số liệu thực tế của hơn 200 giếng khoan, tiến hành phân tích và xử lý các số liệu thống kê

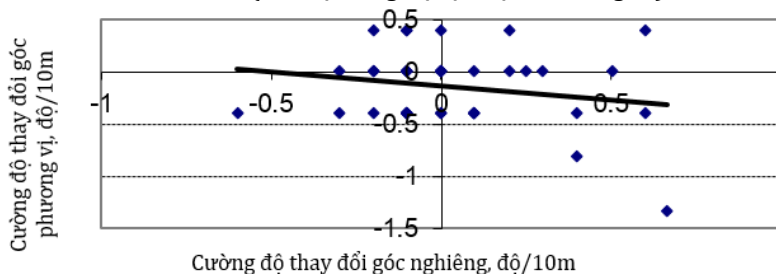
(Nguyễn Ngọc Kiếng, 1996) về quỹ đạo của giếng khoan ở những khoảng khoan tăng, giảm hoặc ổn định góc nghiêng (Nguyễn Văn Giáp, 2009) cho thấy một hiện tượng khá rõ nét là: khi góc nghiêng của thân giếng giảm thì góc phương vị của thân giếng tăng. Cường độ thay đổi góc phương vị ($\Delta\varphi$) luôn biến thiên và tỷ lệ thuận với cường độ giảm góc nghiêng ($\Delta\alpha$) của thân giếng. Quy luật này được thể hiện ở hầu hết các giếng khoan có khoảng khoan giảm góc. Ở đây xin đưa ra giếng khoan 1014-MSP-10 làm ví dụ (Hình 2 và 3).

2.2. Quy luật hướng chuyển động của chòong khi khoan bằng phương pháp Roto với bộ khoan cụ tăng góc nghiêng

Qua phân tích kết quả khoan ở những khoảng khoan của giếng khoan 102-RP-1 (Hình 4 và 5) cho thấy khi góc nghiêng của thân giếng tăng thì góc phương vị của thân giếng giảm.



Hình 4. Quỹ đạo thực tế và thiết kế theo hình chiếu đứng và chiếu bằng của giếng khoan 102-RP-1 (đơn vị trong hệ tọa độ tính bằng m).



Hình 5. Biểu đồ quan hệ giữa cường độ thay đổi góc nghiêng với phương vị thân giếng (102-RP-1) ở khoảng khoan 1275-2190m.

Kết quả thực tế thể hiện rõ quy luật này ở hầu hết các giếng khoan có khoảng khoan tăng góc nghiêng.

Một cách tổng thể, có thể đưa ra kết luận: khi ta thay đổi góc nghiêng của thân giếng thì góc phương vị cũng tự động thay đổi theo.

3. Phân tích cơ chế tương tác lực ở chòong khoan trong quá trình phá hủy đất đá

3.1. Phân tích cơ chế tương tác lực trên chòong và hướng chuyển động của chòong trong trường hợp tăng góc nghiêng

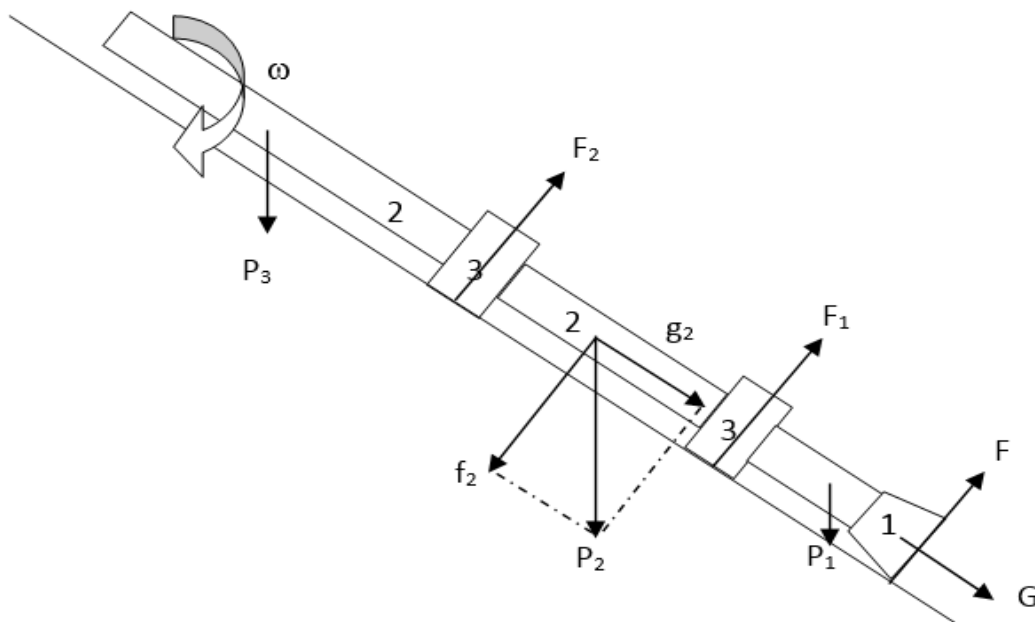
Bộ khoan cụ sử dụng trong khoan Roto ở các khoảng khoan tăng góc nghiêng được minh họa trong hình 6 trên một đoạn thân giếng đã tồn tại một giá trị góc nghiêng nhất định. Các lực được phân bố trên cùng một mặt phẳng, ở đây có thể thấy nếu $F > 0$, điều này có nghĩa là khoảng khoan đang tăng góc nghiêng theo chiều sâu, còn trong trường hợp ngược lại, $F < 0$ tức là khoảng khoan đang giảm góc nghiêng theo chiều sâu.

Hình 6 biểu diễn sự phân bố lực ở các thành phần của bộ khoan cụ và thành phần lực tồn tại trên chòong khoan theo thiết diện thẳng đứng (D. Rahman, 1996).

Để nghiên cứu và phân tích tổng hợp lực tương tác trên chòong khoan và hướng dịch chuyển của chòong thì cần phải phân tích lực trên thiết diện ngang ở đáy giếng.

Hình 7 minh họa sự phân bố lực trong trường hợp $F > 0$, tức là tăng góc nghiêng (Nguyễn Văn Giáp, 2006). Trong trường hợp này chòong khoan luôn có xu hướng tiếp xúc trực tiếp lên bề mặt phía trên với thành giếng khoan. Dưới tác động của chòong khoan, đất đá bị phá vỡ cả phần thiết diện của đáy giếng và phần tiếp xúc phía trên của chòong với thân giếng. Dưới tác dụng của các lực G , F và vận tốc quay cần khoan ω , kết hợp với cấu tạo của chòong khoan ba chóp xoay, bề mặt ngoài của các chóp xoay lần lượt tiếp xúc với thành giếng phía trên của thân giếng ở ô thứ IV của thiết diện (Hình 7) với một lực sườn F . Lực ma sát $F\omega$ sinh ra bởi hệ quả của vận tốc quay cần ω khi bề mặt ngoài của chòong tiếp xúc với thành giếng khoan và lớn nhất tại điểm O.

Tổng hợp 2 lực thành phần: lực sườn F và lực ma sát $F\omega$ tại điểm O, ta được lực $F\varphi$. Tổng hợp lực $F\varphi$ chính là giá trị làm thay đổi góc phương vị của chòong khoan. Với phương của tổng hợp lực $F\varphi$, ta thấy chòong khoan có chiều hướng dịch chuyển về cung thứ IV của thiết diện đáy giếng,



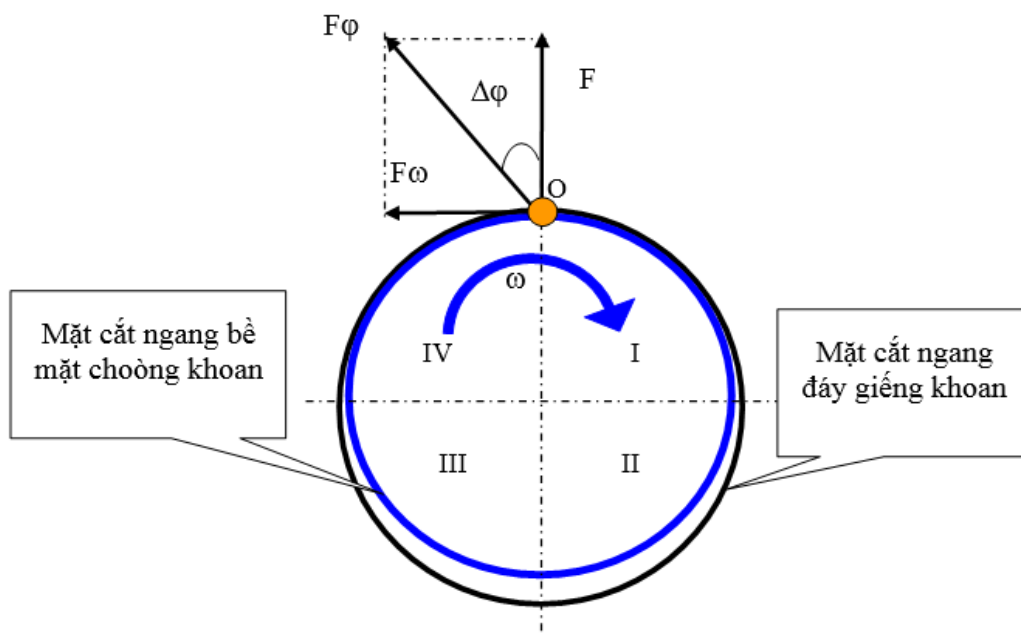
Hình 6. Phân bố lực ở các thành phần của bộ khoan cụ trên mặt phẳng.

Trong đó: 1- Chòong khoan; 2- Cần Nặng; 3- Định tâm; P- Trọng lượng của thiết bị; F- Lực sườn tại chòong; F1, F2- Lực uốn tại định tâm; g- Thành phần lực theo chiều trục của bộ khoan cụ; f- Thành phần lực theo chiều vuông góc với thành giếng; G- Tải trọng lên chòong; ω - Vận tốc quay cần khoan.

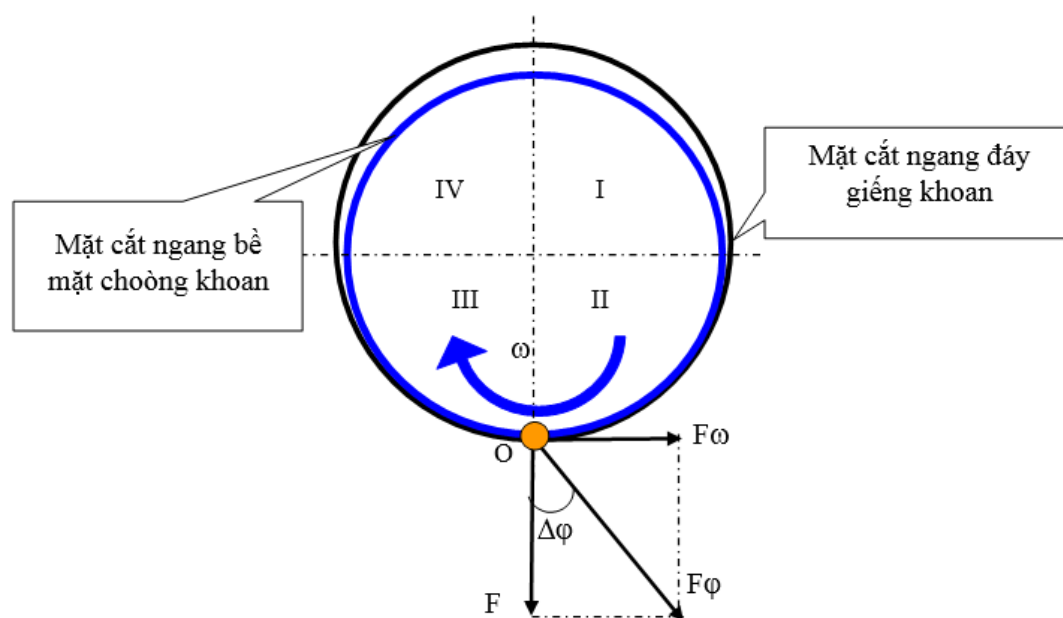
tức là góc phương vị của thân giếng sẽ thay đổi theo chiều hướng giảm.

Giá trị $\Delta\varphi$ phụ thuộc rất nhiều vào môi trường làm việc của chòong như tính chất cơ lý của đất đá,

các thông số chế độ công nghệ, góc nghiêng thực của thân giếng tại thời điểm xem xét, cấu trúc của bộ khoan cụ....



Hình 7. Thiết diện ngang bề mặt đáy giếng và chòong khoan trong trường hợp tăng góc nghiêng. Trong đó: F - Lực sườn tại chòong ; $F\omega$ - Lực ma sát giữa chòong và thành giếng khoan tại điểm O ; ω - Vận tốc quay của cần khoan; $F\varphi$ - Tổng hợp lực giữa $F\omega$ và F ; $\Delta\varphi$ - Cường độ thay đổi góc phương vị của thân giếng.



Hình 8. Thiết diện ngang bề mặt đáy giếng và chòong khoan trong trường hợp giảm góc nghiêng. Trong đó: F - Lực sườn tại chòong ; $F\omega$ - Lực ma sát giữa chòong và thành giếng khoan tại điểm O ; ω - Vận tốc quay của cần khoan; $F\varphi$ - Tổng hợp lực giữa $F\omega$ và F ; $\Delta\varphi$ - Cường độ thay đổi góc phương vị của thân giếng.

3.2. Phân tích cơ chế tương tác lực trên chòong và hướng chuyển động của chòong trong trường hợp giảm góc nghiêng

Cũng tương tự như mục 3.1, trong khoảng khoan giảm góc nghiêng, tương ứng với $F < 0$, tức là lực sườn F có chiều đi xuống (ngược với trường hợp tăng góc) (Hình 8).

Dưới tác dụng của lực sườn F và vận tốc quay cần khoan ω , bề mặt ngoài của thân chòong và chóp xoay lần lượt tiếp xúc trực tiếp với bề mặt thành giếng ở cung thứ II rồi mới chuyển sang cung thứ III (hình 8), có thể thấy lực ma sát $F\omega$ lớn nhất là ở điểm O có chiều ngược với chiều quay của cần khoan. Tổng hợp 2 lực thành phần: lực sườn F và lực ma sát $F\omega$ tại điểm O, ta được lực $F\varphi$. Phương và độ lớn của tổng hợp lực $F\varphi$ chính là nguyên nhân làm thay đổi góc phương vị của thân giếng

Với phương của tổng hợp lực $F\varphi$, ta thấy chòong khoan có chiều hướng dịch chuyển về cung thứ II của thiết diện đáy giếng, tức là góc phương vị của thân giếng sẽ thay đổi theo chiều hướng tăng.

Mối tương quan được thể hiện khá rõ trong các giếng khoan có đoạn giảm góc nghiêng, điều này được giải thích bằng cơ chế cân bằng và tương tác lực được hình thành do trọng lực của các thành phần của bộ khoan cụ. Mặt khác, chiều vectơ của lực sườn F cùng chiều với trọng lực (P) nên giá trị của lực sườn F luôn tồn tại mặc dù các điều kiện ngoại cảnh có thay đổi và sự tồn tại của lực sườn F này lại luôn nằm trong môi trường cộng hưởng bởi trọng lực của các thành phần riêng biệt của bộ khoan cụ. Kết hợp với vận tốc quay của chòong ω nên giá trị của tổng hợp lực $F\varphi$ luôn lớn hơn 0 ($F\varphi > 0$) và kết quả là giá trị cường độ thay đổi góc phương vị của thân giếng luôn lớn hơn 0 ($\Delta\varphi > 0$). Thực tế trong quá trình khoan các giếng xiên định hướng thì sự biến thiên của giá trị $\Delta\varphi$ còn phụ thuộc vào các giá trị $\Delta\alpha$ và góc nghiêng tức thời của thân giếng, chế độ công nghệ khoan và điều kiện cụ thể của đất đá khoan qua.

4. Kết luận

Kết quả nghiên cứu và phân tích thống kê các số liệu thực tế của hơn 200 giếng khoan xiên định

hướng trên mỏ Bạch Hổ và mỏ Rồng, cho phép đưa ra một số kết luận sau:

Trong các khoảng khoan tăng, giảm góc nghiêng bằng phương pháp khoan rôto, sự thay đổi giá trị $\Delta\alpha$ có mối tương quan trực tiếp đến giá trị cường độ thay đổi góc phương vị của thân giếng ($\Delta\varphi$) theo một quy luật nhất định:

- Khi giá trị góc nghiêng của thân giếng giảm thì giá trị góc phương vị của thân giếng tăng.

- Khi giá trị góc nghiêng của thân giếng tăng thì giá trị góc phương vị của thân giếng giảm.

Mối quan hệ giữa việc thay đổi giá trị góc nghiêng của thân giếng với việc góc phương vị tự động thay đổi theo được hình thành trên cơ chế tương tác và cân bằng lực.

Mối quan hệ giữa giá trị $\Delta\alpha$ và $\Delta\varphi$ bị ảnh hưởng trực tiếp bởi môi trường và điều kiện làm việc của chòong khoan trong lòng giếng như các chế độ công nghệ, địa chất và địa tầng, cấu trúc và kính thước của bộ khoan cụ, giá trị góc nghiêng tức thời của thân giếng, cũng như giá trị cường độ thay đổi góc nghiêng tức thời của thân giếng...

Tài liệu tham khảo

- Nguyễn Ngọc Kiếng, 1996. *Thống kê học trong nghiên cứu khoa học*, Nhà xuất bản Giáo dục, Hà Nội, 203-232.
- Nguyễn Văn Giáp, 2006. Nghiên cứu cơ chế làm việc của bộ dụng cụ khoan trong giếng khoan xiên và ứng dụng trong việc thiết kế cấu trúc bộ dụng cụ khoan để khoan các giếng khoan xiên. *Báo cáo đề tài nghiên cứu Khoa học và công nghệ cấp Bộ*, Mã số B.2004-36-69.
- Nguyễn Văn Giáp, 2009. Nghiên cứu sự lệch góc phương vị trong khoan xiên định hướng bằng phương pháp khoan Roto tại vùng mỏ Bạch Hổ. *Báo cáo đề tài nghiên cứu Khoa học và công nghệ cấp Bộ*. Mã số B2007-02-37, 27-28.
- Rahman, D., 1996. Drilling technology core program manual. *Universty of New South wale*, 116-118.
- Trần Xuân Đào, 2007. Thiết kế công nghệ khoan các giếng dầu và khí. *Nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật*, 42-44.
- Viện Nghiên cứu khoa học và Thiết kế Dầu khí biển, 2016. Tài liệu thực tế giếng khoan.

ABSTRACT

Analyze interactions and aggregate forces on the bits in directional drilling by rotary drilling

Giap Van Nguyen

Faculty of Oil and Gas, Hanoi University of Mining and Geology, Vietnam

Analysis, study and assessment of the dynamic state of drilling bits through analytical method of investigating interactions and total loads on drilling bits in specific cases have been carried out based on real data after the construction of directional wells using rotary drilling technique at Bach Ho and Rong oilfields of Vietsovetro. In this paper, the authors would like to present a methodology and outcomes of study on dynamic state of bit, and as a consequence, to optimize the steering during the process of constructing a directional horizontal well.