

TÍNH TOÁN LỰC KẸP CẦN THIẾT CỦA CỤM KẸP - DẪN HƯỚNG KHI NỔI, THÁO CẦN KHOAN CHO MÁY KHOAN VMG-700

TS. Đỗ Trung Hiếu, TS. Nguyễn Trọng Tài – Viện Cơ khí Năng lượng và Mỏ - Vinacomin

KS. Phạm Văn Thịnh – Công ty Cổ phần Địa chất Mỏ - TKV

Tóm tắt: Cụm kẹp - dẫn hướng của máy khoan trong lò là bộ phận dẫn hướng cho cần khoan làm việc, hạn chế sai lệch giữa đường tâm của trục cần khoan và tâm của lỗ khoan khi máy khoan làm việc. Tuy không trực tiếp truyền lực hoặc momen cho mũi khoan phá hủy đất đá, song đây là bộ phận rất quan trọng trong máy khoan nói chung và máy khoan trong lò nói riêng. Khi tiến hành nổi hoặc tháo cần khoan, cụm kẹp - dẫn hướng có nhiệm vụ kẹp giữ chặt cần khoan. Bài báo giới thiệu nguyên lý hoạt động, phương pháp và kết quả tính toán lực kẹp yêu cầu đối với cụm kẹp - dẫn hướng thủy lực lắp trên đầu tháp khoan của máy khoan VMG-700. Kết quả tính toán này đã được áp dụng trong quá trình tính toán thiết kế, chế tạo và lắp đặt 01 máy khoan VMG-700 phục vụ khoan thăm dò, khoan tháo nước trong các mỏ than hầm lò.

Từ khóa: Cần khoan, cụm kẹp - dẫn hướng, lực kẹp, máy khoan trong lò.

1 Đặt vấn đề

Việc tính toán lực kẹp để giữ chặt cần khoan là rất quan trọng và cần thiết đối với các máy khoan trong lò bởi công tác nổi và tháo cần khoan được diễn ra liên tục. Lực kẹp của cụm kẹp - dẫn hướng ảnh hưởng trực tiếp không những tới công tác khoan mà còn tới tuổi thọ của cần khoan. Nếu lực kẹp này quá lớn không chỉ làm cho thiết bị công kênh mà còn làm cần khoan bị biến dạng, giảm tuổi thọ. Nếu lực kẹp quá nhỏ, không đủ khả năng kẹp giữ thì cần khoan bị trượt, dẫn đến không thể nổi được cần khoan để khoan đến chiều dài cần thiết.

Các dạng chính của cụm kẹp - dẫn hướng gồm: Dạng lò xo đóng - thủy lực mở; dạng thủy lực đóng - lò xo mở; dạng thủy lực đóng - thủy lực mở. Trong khuôn khổ bài báo này giới thiệu cách tính toán lực kẹp của cụm kẹp - dẫn hướng dạng lò xo đóng - thủy lực mở.

2 Kết cấu, nguyên lý hoạt động

Máy khoan VMG-700 sử dụng trong lò có không gian chật hẹp, chiều dài lỗ khoan lớn (đến 700 m), cho nên muốn đạt được đủ chiều dài lỗ khoan theo yêu cầu thì cần khoan của máy phải được nổi theo mô đun. Nhiệm vụ của cụm kẹp - dẫn hướng là rất quan trọng, trong quá trình máy khoan hoạt động, chu kỳ khoan được lặp đi lặp

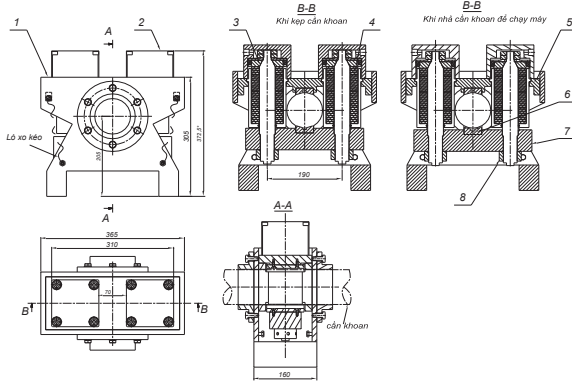
lại, công đoạn nổi mô đun cần khoan được thực hiện liên tục để đạt được chiều dài lỗ khoan theo yêu cầu đặt ra nên cụm chi tiết này thường xuyên phải kẹp giữ chặt cần khoan.

Cụm kẹp - dẫn hướng được cấu thành từ các bộ phận chính gồm: Bộ giá đỡ – 1; xy lanh – 2; piston – 3; lò xo đĩa – 4; tấm lắp chấu cặp trên – 5, chấu cặp – 6; thanh đỡ lắp chấu cặp dưới – 7; đai ốc – 8. Vị trí và kết cấu chính của cụm kẹp - dẫn hướng được thể hiện trong các hình 1 và 2.

Lực kẹp của cụm kẹp - dẫn hướng thủy lực được điều khiển bởi hoạt động của xy lanh thủy lực và lò xo đĩa. Khi cần kẹp giữ cần khoan, xy lanh – 2 không được cấp dầu nên bị mất áp suất, lực đàn hồi của lò xo đĩa – 4 sẽ đẩy piston – 3 lùi hành trình về điểm chết xy lanh, đồng thời kéo ép chấu cặp kẹp chặt cần khoan. Lực kẹp này tạo ra lực ma sát để giữ cần khoan. Sau khi thực hiện xong việc nổi hoặc tháo mô đun cần khoan thì dầu thủy lực được bơm vào xy lanh–2, piston–3 sẽ đẩy lò xo đĩa – 4 lại một khoảng, đồng thời chấu cặp dưới cũng bị đẩy xuống. Do đó, áp lực kẹp cần khoan sẽ không còn, cần khoan được giải phóng và máy khoan tiến hành làm việc bình thường. Quá trình kẹp này sẽ lặp đi lặp lại theo các công đoạn nổi hoặc tháo mô đun cần khoan.



Hình 1: Cụm kẹp - dẫn hướng thủy lực lắp trên máy khoan VMG-700



Hình 2: Kết cấu cụm kẹp - dẫn hướng:
1 – bộ giá đỡ; 2 – xy lanh; 3 – piston; 4 – lò xo đĩa; 5 – tấm lắp châu cặp phía trên; 6 – châu cặp; 7 – thanh đỡ châu cặp dưới; 8 – đai ốc

3 Tính toán lực kẹp yêu cầu trên cụm kẹp - dẫn hướng

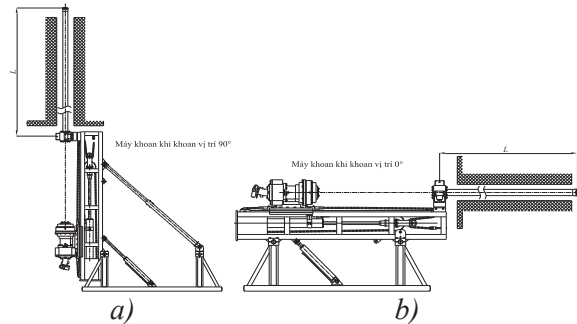
Đối với máy khoan trong lò, trường hợp máy làm việc ở góc 90° (khoan đứng), tức là máy khoan xiên thượng, lực kẹp yêu cầu trên cụm kẹp - dẫn hướng là lớn nhất, vì lúc này lực kẹp phải thắng được toàn bộ trọng lượng của cần khoan để cần khoan không bị trượt xuống dưới. Khi máy khoan làm việc ở chế độ khoan ngang, lực kẹp yêu cầu là nhỏ nhất bởi trọng lượng của cần khoan được lỗ khoan đỡ, nên tác dụng chủ yếu của cụm kẹp - dẫn hướng là dẫn hướng cho mũi khoan làm việc. Các làm việc của cụm kẹp - dẫn hướng được thể hiện trong hình 3.

Ở trường hợp khoan đứng, lực kẹp yêu cầu để giữ cần khoan của cụm kẹp - dẫn hướng thủy

lực tạo ra lực ma sát thắng trọng lượng của cần khoan. Trọng lượng lớn nhất của cần khoan P_{ck} đạt được khi chiều dài lỗ khoan L_{lk} là lớn nhất, được tính theo công thức:

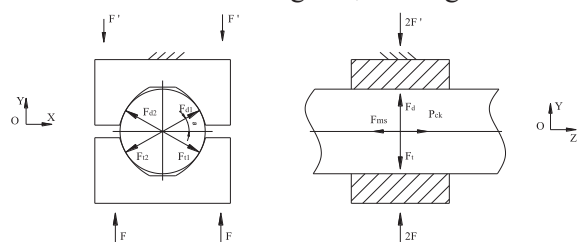
$$P_{ck} = q_{ck} \cdot g \cdot L_{lk} \quad (1)$$

Trong đó: q_{ck} – khối lượng 1 mét dài cần khoan, kg/m; g – gia tốc trọng trường, $g = 9,81 \text{ m/s}^2$.



Hình 3: Các trường hợp làm việc của cụm kẹp - dẫn hướng: a) Khoan đứng; b) Khoan ngang

Khi cụm kẹp - dẫn hướng kẹp cần khoan, mỗi châu cặp sẽ tiếp xúc với cần khoan tại hai đường dọc trục, tạo với mặt phẳng ngang XOY một góc α (hình 4). Lực đàn hồi $2F$ của hai bộ lò xo đĩa – 4 đẩy piston – 3, tạo ra lực kéo thanh đỡ châu cặp dưới – 7. Tại hai đường tiếp xúc, châu cặp dưới – 7 tác dụng các lực vào cần khoan. Các lực này truyền qua cần khoan tác dụng lên châu cặp trên – 6 tại hai đường tiếp xúc, đồng thời châu cặp trên – 6 cũng tạo ra phản lực tổng hợp $2F'$ tác dụng lên cần khoan. Bỏ qua các tổn thất, tổng hợp lực của châu cặp dưới – 7 tác dụng lên cần khoan vẫn là $2F$ và giá trị F' bằng F .



Hình 4: Sơ đồ tính toán lực kẹp cần khoan cần thiết cho cụm kẹp - dẫn hướng thủy lực

Các lực tác dụng lên cần khoan được thể hiện như sau:

- F_d, F_{d1}, F_{d2} : Tổng hợp lực và các lực tác

dụng ở vị trí hai đường tiếp xúc của châu cặp dưới lên cần khoan, N;

- F_t, F_{t1}, F_{t2} : Tổng hợp lực và các lực tác dụng ở vị trí hai đường tiếp xúc của châu cặp trên lên cần khoan, N;

- P_{ck} : Trọng lượng của cần khoan, N;

- F_{ms} : Tổng hợp lực ma sát giữa các châu cặp và cần khoan, N.

Xét các lực tác dụng của các châu cặp lên cần khoan chiếu lên trục OY, ta có:

$$F_d = N_d = F_{d1} \cdot \sin \alpha + F_{d2} \cdot \sin \alpha = 2F_{d1} \cdot \sin \alpha = 2F \quad (2)$$

$$F_t = N_t = F_{t1} \cdot \sin \alpha + F_{t2} \cdot \sin \alpha = 2F_{t1} \cdot \sin \alpha = 2F \quad (3)$$

Trong đó: F_d, F_t – lần lượt là tổng hợp lực tác dụng của châu cặp dưới và châu cặp trên lên cần khoan, N; N_d, N_t – lần lượt là tổng hợp phản lực của cần khoan lên châu cặp dưới và châu cặp trên, N.

Xét các lực tác dụng lên cần khoan chiếu lên trục OZ:

$$F_{ms} = f \cdot N_d + f \cdot N_t = 4f \cdot F \quad (4)$$

Trong đó: f – hệ số ma sát giữa các châu cặp và cần khoan.

Điều kiện giữ cần khoan không bị trượt là:

$$F_{ms} \geq P_{ck} \Leftrightarrow F \geq \frac{P_{ck}}{4f} \quad (5)$$

Kết quả tính toán trên chính là lực đàn hồi yêu cầu cần thiết của 01 bộ lò xo đĩa cụm kẹp - dẫn hướng có thể kẹp chặt cần khoan. Để tăng thêm độ tin cậy của lực kẹp, đưa thêm hệ số an toàn k vào công thức (5) sẽ được:

$$F \geq \frac{k}{4f} P_{ck} \quad (6)$$

Áp dụng công thức (6) tính toán cho máy khoan trong lò VMG-700 do Viện Cơ khí Năng lượng và Mỏ - Vinacomin nghiên cứu thiết kế và chế tạo, sử dụng với các loại mũi khoan đường kính $\Phi 59, \Phi 75, \Phi 95$, tương ứng với chiều sâu lỗ khoan 700 m, 500 m, 350 m và khối lượng cần khoan tương ứng 6,3 kg/m; 8,1 kg/m; 11,8 kg/m.

Thay lần lượt các số liệu vào (1) được:

- Mũi khoan $\Phi 59$: $P_{ck1} = 43.262$ N;

- Mũi khoan $\Phi 75$: $P_{ck2} = 39.730$ N;

- Mũi khoan $\Phi 95$: $P_{ck3} = 40.515$ N.

Trọng lượng của cột cần khoan với đường kính $\Phi 59$, chiều dài 700 m là lớn nhất nên được lựa chọn để tính lực kẹp cho cụm kẹp - dẫn hướng.

Với hệ số ma sát giữa cần khoan và châu cặp $f = 0,3$, lựa chọn hệ số an toàn $k = 1,2$. Thay các số liệu vào (6) được giá trị lực đàn hồi yêu cầu cần thiết của 01 bộ lò xo đĩa cụm kẹp - dẫn hướng để có thể kẹp chặt và giữ cần khoan không bị trượt trong quá trình nạp, tháo cần khi máy khoan VMG-700 làm việc là $F = 43.260$ N.

4 Kết luận

Trong quá trình máy khoan trong lò làm việc, lực kẹp cột cần khoan của cụm kẹp - dẫn hướng thủy lực dạng lò xo - thủy lực là rất quan trọng. Khâu giữ chặt cần khoan phải được đảm bảo thì mới có thể tiến hành lắp, tháo các mô đun cần khoan và thực hiện khoan được hết lỗ khoan, đặc biệt với lỗ khoan xiên thượng,

Bài báo đã đưa ra công thức làm cơ sở tính toán, kiểm tra lực kẹp cần thiết cho cụm kẹp - dẫn hướng thủy lực dạng lò xo - thủy lực để có thể giữ được cần khoan ổn định, từ đó tạo điều kiện thuận lợi cho việc lắp, tháo cần khoan và máy có thể dễ dàng thực hiện nhiệm vụ.

Trên cơ sở thiết lập công thức, nhóm tác giả đã áp dụng tính toán lực kẹp cho cụm kẹp - dẫn hướng thủy lực dạng lò xo - thủy lực, từ đó làm cơ sở để thiết kế, chế tạo cụm kẹp - dẫn hướng thủy lực cho hệ thống máy khoan trong lò VMG-700 của đề tài nghiên cứu KH&CN cấp Tập đoàn TKV “Nghiên cứu thiết kế, chế tạo máy khoan trong lò VMG-700 phục vụ khoan thăm dò, khoan tháo nước các mỏ than hầm lò” do Viện Cơ khí Năng lượng và Mỏ - Vinacomin chủ trì thực hiện.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. **Đỗ Trung Hiếu và nnk.** Báo cáo kết quả Đề tài nghiên cứu KH&CN cấp Tập đoàn TKV “Nghiên cứu thiết kế, chế tạo và lắp đặt 01 bộ máy khoan trong lò VMG-700 phục vụ khoan thăm dò, khoan tháo nước các mỏ than hầm lò”. Hà Nội: Viện Cơ khí Năng lượng và Mỏ - Vinacomin, 11/2022.
2. **Nguyễn Xuân Thảo, Trần Đình Kiên.** Công nghệ khoan thăm dò. Hà Nội: NXB Khoa học và Kỹ thuật, 2020.
3. **于雪林,于萍,朱玉江.**JDY1500 型全液压钻机卡盘的仿真分析及设计 [J]. 探矿工程 (岩土钻掘工程),2008.
4. **邬迪.**全液压钻机夹持器设计与分析 [J].煤矿机械,2011.
5. **李学忠.**钻机全液压卡盘研究 [J]. 研究机械,2015.
6. **李葫.**ZDY3200S 型全液压坑道钻机动力头改进设计[D].西安科技大学,2018.