

NGHIÊN CỨU THIẾT LẬP HỆ THỐNG TỰ ĐỘNG ĐIỀU KHIỂN TỐC ĐỘ QUAY VÀ LỰC ẪN MŨI KHOAN TRÊN MÁY KHOAN XOAY CẦU CBШ-250MH

PHẠM THANH LIÊM

Viện Khoa học Công nghệ Mỏ-Vinacomin

HÀ THỊ CHÚC

Trường Đại học Mỏ-Địa Chất

E-mail: phamthanhlkiem1982@gmail.com

Công tác khoan phục vụ nổ mìn trong khai thác mỏ lộ thiên là một trong những công đoạn quan trọng, ảnh hưởng đến sản lượng bốc xúc đất đá. Khoan là một quá trình phức tạp và có nhiều tham số công nghệ của máy ảnh hưởng đến quá trình khoan.

Trong quá trình khoan, cần giám sát và điều chỉnh ba thông số cơ bản là: tốc độ quay của mũi khoan, lực ấn mũi khoan và lượng khí nén hoặc chất lỏng để loại bỏ đất đá vỡ khỏi gương khoan. Lượng khí nén hoặc chất lỏng xả vào gương khoan thường đủ để đảm bảo làm sạch gương khoan. Do đó, trong quá trình khoan chỉ còn hai thông số chính cần kiểm soát là: tốc độ quay mũi khoan (n) và lực ấn (F_n) (xem hình H.1) [1].

Hiện nay, tại các mỏ lộ thiên Việt Nam, đặc biệt là vùng Quảng Ninh, điều kiện địa chất mỏ rất phức tạp, tính chất cơ lý và độ cứng đất đá thay đổi với biên độ rộng. Đó là một trong những nguyên nhân chính gây ra rung động mạnh của choòng khoan.

Trên một số máy khoan thế hệ mới các nhà sản xuất đã đưa cảm biến đo độ rung trực tiếp vào hệ thống điều khiển. Thông tin về độ rung tức thời hay độ rung trung bình của choòng khoan được sử dụng trong phản hồi gián tiếp về độ cứng của đất đá trong quá trình khoan để kiểm soát các thông số và tối ưu hóa năng suất khoan [1]-[4], [5].

Nghiên cứu thiết lập các Hệ thống điều khiển tự động tốc độ quay và lực ấn của choòng khoan trên máy khoan CBШ-250MH là việc làm cấp thiết.

1. Cơ cấu công tác máy khoan CBШ-250MH

Sơ đồ nguyên lý cơ cấu công tác của máy khoan CBШ-250MH được mô tả trong hình H.1 [4],

[5]. Mũi khoan làm việc theo hai cơ chế: chuyển động quay và nén bằng thủy lực [1].

Chuyển động quay được thực hiện bởi động cơ điện một chiều. Tốc độ quay của động cơ được điều chỉnh bởi hệ thống điều khiển ТПЕ-200-460-Y2.1. Tốc độ này được truyền qua hộp giảm tốc (có tỷ số truyền 1:16/187) đến gối đỡ (4) bằng khớp nối (3).

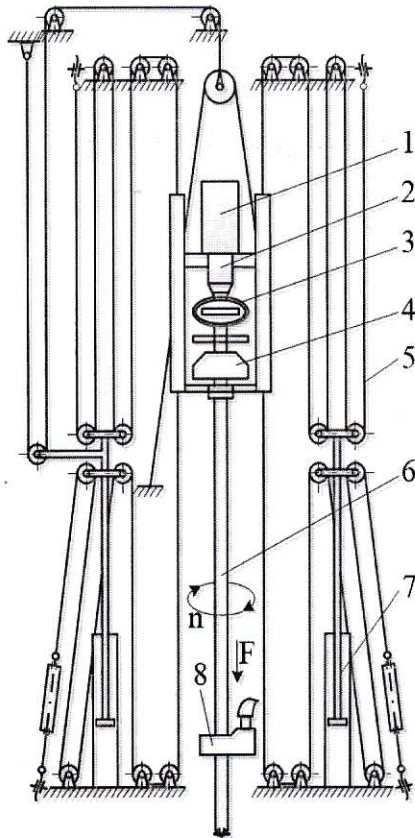
Lực nén được thực hiện bằng bơm thủy lực đưa chất lỏng vào xi lanh (7). Lực của xi lanh thủy lực (7) được giảm đi bốn lần và đưa đến gối đỡ (4) bằng hệ thống ròng rọc bội suất 4 của hệ thống nâng hạ.

Trong hình H.2 mô tả sơ đồ cấu trúc của hệ thống điều khiển cùng chế độ vận hành với các chức năng của các phần tử.

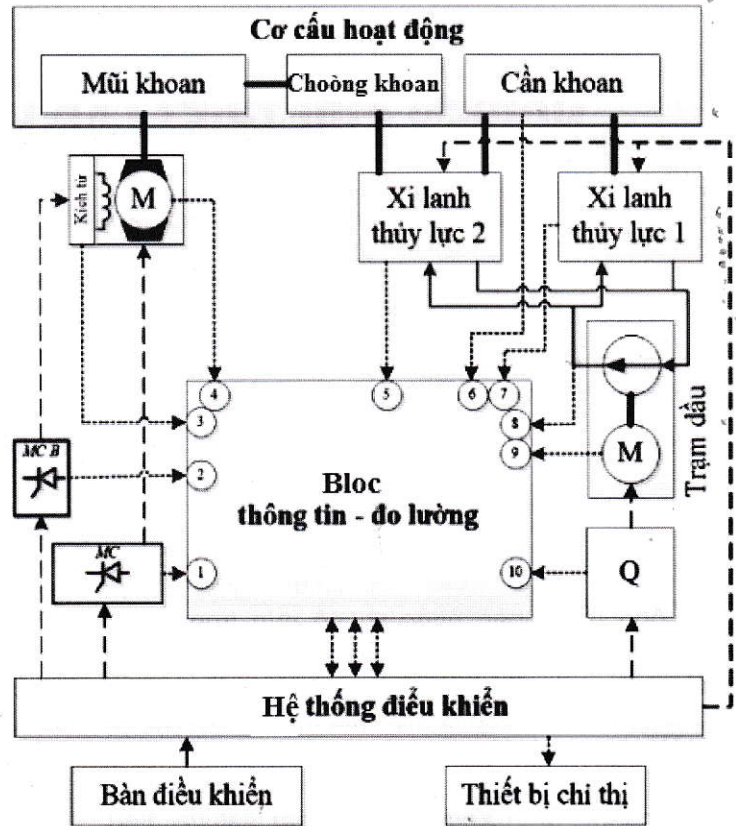
Tốc độ quay, mô men xoay và lực ấn của choòng khoan được thực hiện bởi các động cơ một chiều, điều khiển bởi hai hệ thống chỉnh lưu cầu 3 pha là MC và MC B. Góc nghiêng của cần khoan được thực hiện bởi xi lanh thủy lực (1). Lực ấn choòng khoan được thực hiện nhờ xi lanh thủy lực (2).

Để đảm bảo điều khiển hiệu quả quá trình phá hủy đất đá mỏ, sử dụng bloc thông tin-đo lường với sự giúp đỡ của các cảm biến phù hợp, nhạy cảm với các thông số đặc trưng của máy khoan: 1 - điện áp; 2 - Dòng điện; 3, 4, 9 - Nhiệt độ; 5, 7 - Chuyển vị tuyến tính; 6 - Góc mở cần khoan; 8 - Áp suất thủy lực; 10 - on/off.

Các tín hiệu thông tin được ghi lại và xử lý trong bloc thông tin-đo lường, có khả năng được mở rộng. Mặt khác, để đánh giá trạng thái làm việc của mũi khoan khi phá hủy đất đá cần bổ sung tín hiệu về độ cứng đất đá đang bị phá hủy.



H.1. Sơ đồ động học của cơ cấu công tác máy khoan CБШ-250MH: 1 - Động cơ điện một chiều; 2 - Hộp giảm tốc; 3 - Khớp nối; 4 - Gối đỡ; 5 - Hệ thống ròng rọc của cơ cấu nâng; 6 - Choòng khoan; 7 - Xi lanh thủy lực đẩy; 8 - Cơ cấu khóa hãm



H.2. Sơ đồ cấu trúc, cấu tạo, các mối liên hệ của hệ thống điều khiển chủng loại máy khoan CБШ-250MH: MC - Chỉnh lưu cầu 3 pha; MC B - Chỉnh lưu cầu 3 pha của kích từ; M - Động cơ điện một chiều; $\oplus$ - Bơm thủy lực; $\cdots \rightarrow$ - Thông tin; $\longrightarrow$ - Tín hiệu điều khiển; — - Liên kết cơ khí

2. Điều khiển cơ chế quay và ấn đẩy choòng khoan

Sơ đồ chức năng hệ thống điều khiển quay được giới thiệu trên hình H.3. Đường kẻ đậm chỉ rõ mối liên hệ thông qua tín hiệu làm việc và mạch lực, còn đường kẻ mảnh chỉ rõ mối liên hệ tín hiệu liên động [1], [4].

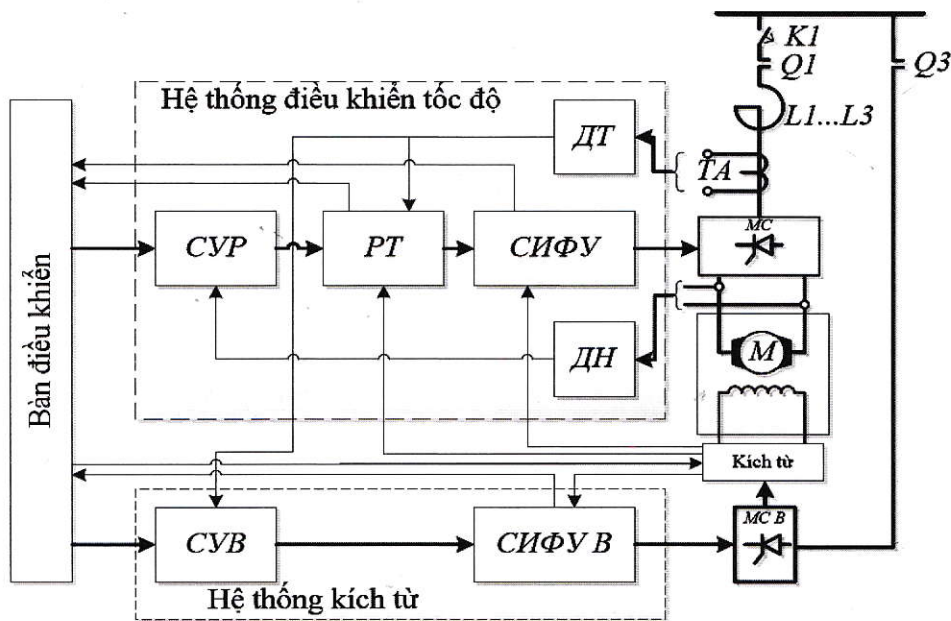
Vòng quay của choòng khoan trong quá trình hoạt động của máy khoan CБШ-250MH được điều khiển bởi động cơ điện một chiều M, cuộn dây kích từ được kết nối đến đầu ra của bộ chỉnh lưu cầu 3 pha MC. Tốc độ của động cơ điện phụ thuộc vào điện áp đầu ra của cầu chỉnh lưu MC, điện áp này được quyết định bởi của bộ điều khiển СИФУ. Cuộn dây kích từ được nối đến đầu ra của chỉnh lưu cầu 3 pha MC B. Chiều quay của choòng khoan cũng như mô-men quay của nó được điều khiển bởi kích từ của động cơ một chiều M.

Người vận hành đặt tốc độ quay từ bàn điều khiển. Căn cứ vào giá trị đặt của tốc độ và tín hiệu phản hồi điện áp từ cảm biến điện áp ДН, СУР

trừ đi sai lệch điều khiển. Kết quả tính toán là tín hiệu điều khiển tốc độ được đưa đến bộ điều khiển dòng.

Để đảm bảo động cơ một chiều hoạt động với công suất không lớn hơn công suất danh định, PT lấy tín hiệu phản hồi từ ДТ kết hợp với tín hiệu điều khiển tốc độ nhận được từ СУР để tính toán góc mở α . Góc điều khiển α tương ứng với điện áp đầu ra của bộ chỉnh lưu MC.

Người vận hành đặt dòng kích từ từ bàn điều khiển. Căn cứ vào giá trị đặt của dòng điện và dòng điện phản hồi từ cảm biến ДТ, bộ khuếch đại СУБ đưa tín hiệu điều khiển góc α đến bộ điều khiển СИФУБ. Góc mở anpha tương ứng với điện áp đầu ra của bộ chỉnh lưu 3 pha MC B. Điện áp này thay đổi tuyến tính với dòng điện trong cuộn kích từ. Chiều quay của động cơ điện cũng là chiều của cuộn kích từ, được lựa chọn từ bàn điều khiển khi tác động vào cuộn dây kích từ. Chiều của cuộn kích từ là được điều khiển bởi hai khởi động từ.



H.3. Sơ đồ chức năng của hệ thống điều khiển động cơ quay chèo khoan: K1 - Aptomat đầu vào; Q1 - Khởi động từ tổng; L1...L3 - Cuộn cảm đầu vào; TA - Máy biến dòng; ДТ - Cảm biến dòng điện; PT - Điều chỉnh dòng điện; ДН - Cảm biến điện áp; CYP - Khuếch đại tổng điều chỉnh; MC - Cầu chỉnh lưu 3 pha; СИФУ - Hệ thống điều chỉnh xung pha; M - Động cơ điện một chiều; Q3 - Khởi động từ cấp điện cho kích từ; MC B - Cầu chỉnh lưu của kích từ; CYB - Khuếch đại tổng mạch kích từ; СИФУВ - Hệ thống điều chỉnh xung pha của mạch kích từ

Các khối chức năng chỉ ra trong hình H.3 thực hiện các nhiệm vụ sau.

Bloc điều chỉnh dòng điện PT là bộ điều chỉnh không tuyến tính. Nó thực hiện chức năng của bộ điều chỉnh số PI để điều chỉnh dòng điện, ngoài ra nó còn đảm bảo:

- Nhanh chóng hạn chế dòng điện ở mức giá trị danh định (giá trị đặt trước khi có sự thay đổi đột ngột của tải ở bất kỳ tốc độ nào);

- Nhanh chóng phát các xung khi tín hiệu vào bộ PT bị giảm hoặc mất hẳn theo góc tỷ lệ tương ứng với giá trị tín hiệu vào;

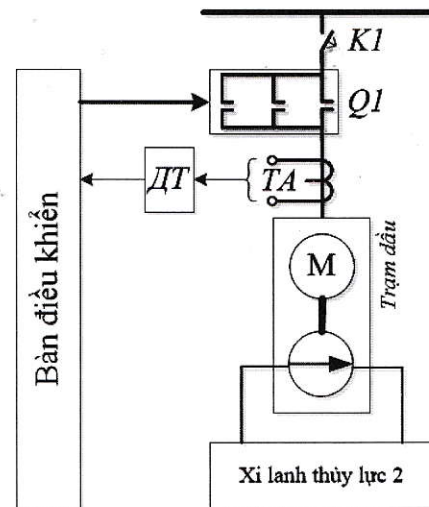
- Ổn định sự làm việc của cơ cấu truyền động ở chế độ dòng điện được cấp liên tục cũng như ở chế độ không được cấp liên tục.

- Hệ thống điều khiển xung pha СИФУ tập hợp các kênh điều khiển cho các thyristor hoạt động. Hệ thống này có 6 kênh với các chức năng sau:

- ✦ Tạo xung điều khiển và dịch pha theo tín hiệu điều khiển. Tại mỗi đầu ra của kênh СИФУ có 2 xung điều khiển đến các thyristor với độ dài xung 400 μ s, lệch nhau giữa chúng là 60° điện;

- ✦ Hạn chế tín hiệu vào ở giá trị lớn nhất và nhỏ nhất (bằng góc mở lớn nhất và nhỏ nhất của thyristor $\alpha_{\max}$, $\alpha_{\min}$) với mục đích thực hiện giới hạn yêu cầu thay đổi của các pha điều khiển xung;

- ✦ Khuếch đại và tạo hình các xung điều khiển đảm bảo cho việc đóng mở thyristor.



H.4. Sơ đồ hệ thống điều khiển lực ấn mũi khoan: K1 - Aptomat đầu vào; Q1 - Khởi động từ tổng; TA - Máy biến dòng; ДТ - Cảm biến dòng điện; M - Động cơ không đồng bộ 3 pha

Sơ đồ chức năng của hệ thống điều khiển lực ấn mũi khoan được giới thiệu trên H.4. [1, 4]. Tốc độ quay của động cơ M được điều khiển bằng khởi động từ Q1. Động cơ điện hoạt động kéo máy bơm thủy lực hoạt động, cung cấp lực nén 30 tấn. Xi lanh thủy lực (2) đi lên hoặc đi xuống được điều khiển bằng cách thay đổi chiều quay của động cơ điện M.

3. Đánh giá hệ thống điều khiển chế độ khoan

Qua phân tích hệ thống điều khiển tốc độ và lực ấn của choòng khoan có thể thấy được rằng hệ thống hiện tại có nhiều ưu điểm, cụ thể là:

- Hệ thống điều khiển không phức tạp. Vận hành đơn giản, người công nhân sau đào tạo là có thể vận hành máy khoan nhanh chóng;
- Tăng tốc và hạn chế giá trị mô men khởi động của động cơ điện ở bất kỳ tốc độ nào;
- Điều chỉnh được tốc độ động cơ theo hàm số tín hiệu yêu cầu;
- Ổn định tốc độ trong giới hạn từ 0 tới định mức;

➢ Tự động điều chỉnh từ thông của động cơ bằng cách điều chỉnh dòng điện ở các cuộn dây kích từ để tăng hay giảm tốc độ động cơ nhằm sử dụng hết công suất của hệ truyền động.

Cùng với những ưu điểm kể trên, hệ thống có những nhược điểm sau:

➢ Người vận hành làm việc hoàn toàn thụ động. Trong quá trình điều khiển máy, họ không nhận ra cách mũi khoan đi qua các lớp đá với các độ cứng khác nhau để thay đổi chế độ khoan hợp lý;

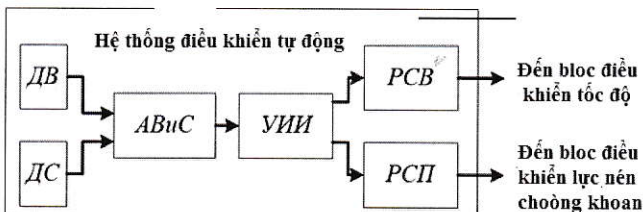
➢ Tốc độ quay của khoan không được điều khiển tự động, tốc độ không phù hợp với độ cứng của đất đá trong lỗ khoan;

➢ Cần nghiên cứu bổ sung cảm biến gián tiếp thể hiện được độ cứng của đất đá trong lỗ khoan qua độ rung của choòng khoan;

➢ Do điều khiển bằng 2 cấp tốc độ khác nhau nên áp lực tạo ra trong xi lanh thủy lực (2) thay đổi không liên tục;

Để thực hiện việc điều khiển mềm và tiết kiệm năng lượng cần sử dụng biến tần thay cho khởi động từ để điều khiển các động cơ.

Vì những lý do trên, chúng tôi đề xuất một hệ thống tích hợp điều khiển tốc độ quay và lực ấn của choòng khoan có sơ đồ cấu trúc như mô tả trong hình H.5 [2], [3], [6].



H.5. Sơ đồ cấu trúc của hệ thống tự động điều khiển

Trong hệ thống điều khiển tự động này có thêm cảm biến rung động DB và cảm biến tốc độ quay của mũi khoan DC. Bloc phân tích rung động và tốc độ quay ABuC nhận tín hiệu đo được từ hai cảm biến chuyển thành tín hiệu phản hồi đến bộ điều

khiển trí tuệ nhân tạo УИИ. Từ tín hiệu phản hồi thu được, bộ điều khiển trí tuệ nhân tạo tính toán và phát tín hiệu đến hai bộ điều chỉnh tốc độ quay PCB và điều chỉnh lực ấn choòng khoan PCП.

Bộ điều khiển mới thực hiện được những chức năng sau:

- Đo rung động và tốc độ khoan, tính toán điều khiển tốc độ quay và lực ấn của choòng khoan;
- Đảm bảo thực hiện được những chức năng cần thiết của hệ thống trước đó;
- Giảm thời gian phản ứng để điều khiển tốc độ quay và lực ấn choòng khoan.

4. Kết luận

Nghiên cứu thiết lập hệ thống điều khiển tự động tốc độ quay và lực ấn lên choòng khoan của máy khoan có thể đưa ra những kết luận sau:

➢ Đo rung động của choòng khoan là cách tiếp cận mới để gián tiếp xác định độ cứng của đất đá trong khu vực khoan ở các mỏ lộ thiên;

➢ Nghiên cứu xác định độ cứng của đất đá ở khu vực khoan trên mỏ lộ thiên qua rung động của choòng khoan và hệ thống điều khiển máy khoan thích ứng với độ cứng của đất đá hoàn toàn cần thiết để nâng cao hiệu quả công nghệ khoan. □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Тхао Нго Дык. Исследование и разработка системы автоматизации процессов бурения скважин для взрывной разработки месторождений полезных ископаемых: Дис.канд. техн.наук; Московский ордена Трудового Красного Знамени Горный Институт, Москва, 1971. - 147 с.

2. Кантович Л.И. Обоснование и выбор параметров вращательно-подающего механизма карьерного бурового станка // Л.И. Кантович, С.В. Козлов, Р.О. Муминов // Горный информационно-аналитический бюллетень. М. 2011. № 5. С. 225-229.

3. Phạm Anh Hải. Nghiên cứu và ứng dụng thiết bị điều khiển điện kiểu mới cho thiết bị khai thác mỏ lộ thiên. Báo cáo tổng kết đề tài, Viện KHCN Mỏ-Vinacomin, Hà Nội. 2016-120 с.

4. Шигин А.О. Буровые станки для открытых горных работ: станки типа СБШ-250: учебно-методическое пособие для самостоятельных работ. А. О. Шигин. - Электрон. дан. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2013. 19 с. Url: <https://ru-bok.cc/book/3604085/fa1113>.

5. Хамзаев А.А. Разработка наиболее эффективной схемы управления привода вращателя бурового станка СБШ-250 МН-32, в условиях карьера «Мурунтау» // А.А Хамзаев, М.Э. Хайдарова // Молодой ученый., Казань:

2016. - №14. - С. 195 - 199. Url: <https://moluch.ru/archive/118/32862/>.

6. Шигин А.О. Методология проектирования адаптивных вращательно-подающих органов буровых станков и технологий их применения в сложноструктурных породных массивах/А.О. Шигин, А.В. Гилев, А.А. Шигина/Сетевое научное издание. - М.: Академия Естествознания, 2017. - 265 с. Url: <https://monographies.ru/en/book-/view?id=692>.

Ngày nhận bài: 12/08/2019

Ngày gửi phản biện: 19/10/2019

Ngày nhận phản biện: 25/05/2020

Ngày chấp nhận đăng bài: 10/06/2020

Từ khóa: Máy khoan xoay cầu, tốc độ quay choòng khoan, lực ấn choòng khoan, hệ thống tự động điều khiển

Trách nhiệm pháp lý của các tác giả bài báo: các tác giả hoàn toàn chịu trách nhiệm về các số liệu, nội dung công bố trong bài báo theo Luật Báo chí Việt Nam

Tóm tắt: Máy khoan СБШ-250МН được sử dụng rộng rãi tại các mỏ khai thác lộ thiên của Tập đoàn Vinacomin kể từ những năm 50 của thế kỷ trước với hệ thống điều khiển ban đầu của nhà sản xuất. Tốc độ quay và lực tác dụng lên mũi khoan được kiểm soát hoàn toàn tùy thuộc vào cấp độ kỹ năng của thiết bị điều khiển. Tuy nhiên, đá trên khu vực khai thác có độ cứng rộng, do đó người vận hành phải thường xuyên thay đổi tốc độ quay và

lực tác dụng lên mũi khoan. Do các yếu tố trên, năng suất khoan không cao. Bài viết trình bày một số kết quả nghiên cứu về việc thiết lập hệ thống tự động mới để kiểm soát tốc độ quay và lực tác dụng lên mũi khoan phù hợp với độ cứng của đá để khắc phục những thiếu sót hiện có trên máy khoan

Study on setting up an automatic system to control the rotation speed and the force of the drill bit on the bridge drilling machine СБШ-250МН

SUMMARY

The СБШ-250МН drilling machine are widely used at the open-pit mines of Vinacomin Group since the 50s of the last century with the original control system of the manufacturer. The rotation speed and force on the drill bit are completely controlled depending on the skill level of the operator. However, the rock on the mining site has a wide range of hardness, so the operator must regularly change the rotation speed and the force on the drill bit. Due to the above factors, drilling productivity is not high. The paper presents some research results of setting up the new automatic system to control the rotation speed and the force on the drill bit in accordance with the hardness of the rock to overcome existing shortcomings on the drilling machines.

XÁC ĐỊNH CHẾ ĐỘ...

(Tiếp theo trang 78)

Ngày nhận phản biện: 21/05/2020

Ngày chấp nhận đăng bài: 10/06/2020

Từ khóa: chế độ làm việc của quạt, thông gió mỏ; khu mỏ Giáp Khẩu

Trách nhiệm pháp lý của các tác giả bài báo: các tác giả hoàn toàn chịu trách nhiệm về các số liệu, nội dung công bố trong bài báo theo Luật Báo chí Việt Nam

Tóm tắt: Việc tính toán thông gió cho mỏ, đặc biệt là công tác xác định chế độ làm việc của các quạt gió chính ảnh hưởng rất lớn đến hiệu quả thông gió mỏ. Từ kết quả nghiên cứu tính toán cho khu vực mỏ Giáp Khẩu, bài báo đã chỉ ra những bất cập còn hạn chế và đề xuất các biện pháp

nhằm nâng cao hiệu quả sử dụng quạt gió chính cũng như công tác thông gió mỏ.

Determining the working mode of the main fans of Giáp Khẩu mine, Hòn Gai coal company-Vinacomin

SUMMARY

Calculation of the ventilation of the mine, especially the work of determining the working mode of the main fans, greatly affects on the efficiency of mine ventilation. From the results of the calculation research for Giáp Khẩu mine area, the paper has pointed out the shortcomings and therefore proposed measures to improve the efficiency of the use of the main fan as well as the mine ventilation.