

ỨNG DỤNG SIMULINK MATLAB ĐỂ NGHIÊN CỨU ĐỘNG LỰC HỌC KÊNH QUAY TY TRÊN MÁY KHOAN XOAY CẦU CБШ-250T

LÊ NGỌC DÙNG - Trường Đại học Công nghệ Đồng Nai

ĐẶNG VĂN CHÍ - Trường Đại học Mỏ-Địa chất

Email: lengocdung2007@gmail.com

1. Tổng quan

Máy khoan xoay cầu CБШ-250T được sử dụng rộng rãi trên các công trường mỏ lộ thiên. Trong quá trình vận hành, máy khoan thường tiếp xúc với đất đá có độ cứng và các điều kiện địa chất mỏ khác nhau. Hệ thống điều khiển của máy khoan cần phải tự động điều chỉnh các thông số làm việc sao cho phù hợp với các điều kiện mỏ. Tuy nhiên, trong điều kiện vận hành thực tế ở Việt Nam, có nhiều yếu tố ảnh hưởng tới các đặc tính làm việc của máy chưa được tính đến.

Cho đến nay cũng chưa có nhiều công trình nghiên cứu đề cập một cách đầy đủ và chi tiết tới các yếu tố này. Vì vậy, ứng dụng Simulink Matlab để mô hình hóa quá trình động lực học kênh quay ty trên các máy khoan xoay cầu, có xem xét đến sự ảnh hưởng của các yếu tố địa chất sẽ giúp phân biệt được bản chất và làm rõ hơn các hiện tượng xảy ra trong quá trình làm việc của máy. Trên cơ sở đó, đề xuất được các tham số làm việc phù hợp cũng như lựa chọn được các bộ điều khiển hợp lý trong quá trình vận hành máy khoan xoay cầu.

Phương pháp này còn cho phép khảo sát sự ảnh hưởng của các yếu tố kể trên đến các đặc tính làm việc cũng như diễn biến quá trình quá độ của hệ thống truyền động điện máy khoan. Trên cơ sở đó, cho phép dự báo được các mối quan hệ đối với một hệ thống thực từ mô hình lý thuyết. Đây cũng là phương pháp nghiên cứu hiện đại và tiên tiến, không chỉ trong công tác nghiên cứu mà còn có thể áp dụng cho công tác đào tạo, chuyển giao quy trình công nghệ và hiệu chỉnh máy khoan.

2. Hệ thống điều khiển kênh quay ty và xây dựng mô hình toán học

2.1. Hệ thống điều khiển kênh quay ty trong máy khoan xoay cầu CБШ-250T

Sơ đồ khối mô tả nguyên lý điều khiển kênh quay ty trong máy khoan xoay cầu CБШ-250T [2], [3], [7] được cho như hình H.1. Trong đó:

- Khối cấp điện cho mạch lực được nối với lưới 3 pha qua contactor K1, aptomat F1, chỉnh lưu 3 pha thyristor;

- Khối cấp điện cho mạch kích từ từ lưới 220 V qua các điện trở giảm dòng R, aptomat F2 và chỉnh lưu một pha không đối xứng;

- Khối khuếch đại tổng hợp KĐT tạo tín hiệu điều khiển bằng cách cộng tín hiệu từ ĐK và tín hiệu phản hồi điện áp động cơ sau đó khuếch đại tín hiệu điều khiển và cung cấp cho khối hiệu chỉnh HC;

- Khối hiệu chỉnh HC dùng để ổn định các đặc tính tĩnh và động của hệ thống, bảo đảm cho tín hiệu ra được mềm mại khi có sự thay đổi đột ngột của tín hiệu vào. Nó còn có chức năng hiệu chỉnh lại tín hiệu đưa vào khối điều khiển xung pha XP khi có tác động của hồi tiếp cắt và hồi tiếp mềm theo dòng phản ứng của động cơ khoan;

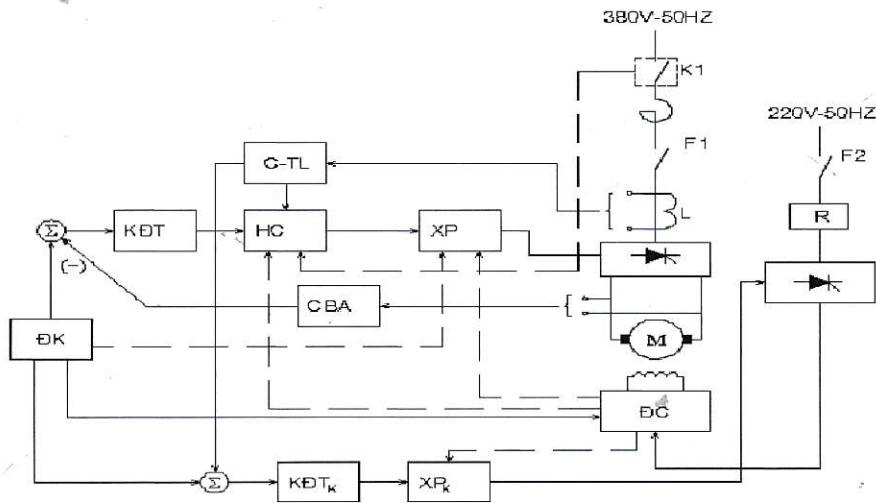
- Khối điều khiển xung pha XP của mạch lực tạo xung điều khiển và tạo góc mở theo tín hiệu điều khiển;

- Khối cảm biến điện áp CBA tạo tín hiệu phản hồi điện áp động cơ để đưa về khuếch đại tổng KĐT;

- Khối khuếch đại tổng hợp KĐT_k ở mạch tạo điện áp kích từ cho động cơ;

- Khối cắt theo dòng và tạo tín hiệu tỉ lệ C-TL tạo tín hiệu tỉ lệ với dòng điện phản ứng của động cơ khoan đưa về khối khuếch đại KĐT_k của mạch kích từ để điều chỉnh dòng kích từ cho động cơ khoan. Tạo tín hiệu hồi tiếp cắt nhanh và hồi tiếp mềm theo dòng phản ứng;

- Khối đảo chiều ĐC bao gồm 2 contactor đặt ở tủ điện xoay chiều, có chức năng đảo chiều quay cho động cơ.



H.1. Sơ đồ nguyên lý điều khiển kênh quay ty máy khoan CБШ-250T

2.2. Xây dựng phương trình toán học mô tả hệ thống.

Hệ phương trình hệ thống được mô tả [2], [3], [4]:

$$U_{dk} = \begin{cases} (U_0 - \alpha_1 U_d) K_{dk} & \text{khi } I_u \leq I_c \\ 0 & \text{khi } I_u > I_c \end{cases} \quad (1)$$

$$\alpha = f(U_{dk}, I_u) \quad (2)$$

$$U_d = U_{d0} \cos \alpha - U_v \quad (3)$$

$$U_d = e_{dc} - I_u R_{td} \quad (4)$$

$$e_{dc} = K_{dc} \omega = C_{dc} \omega \quad (5)$$

$$M = K_{dc} \phi I_u = C_{dc} I_u \quad (6)$$

$$T_u \frac{di_u}{dt} + i_u = \frac{U_d - e_{dc}}{R_{td}} \quad (7)$$

$$J \frac{d\omega}{dt} = M - M_c \quad (8)$$

$$U_{dk} = \begin{cases} 53.2^0 & \text{khi } U_{dk} > 24V \\ -1.47 U_{dk} + 88.2^0 & \text{khi } I_u \leq I_c \\ 88.2^0 & \text{khi } I_u > I_c \end{cases} \quad (9)$$

Trong đó: α_1 - Hệ số hồi tiếp âm theo áp động cơ; e_{dc} - Sức điện động của động cơ, V; i_u - Dòng điện phần ứng, A; R_{td} - Tổng điện trở mạch phần ứng, Ω ; $T_u = (L_{td}/R_{td})$ - Hằng số thời gian mạch phần ứng, s; L_{td} - Tổng điện cảm phần ứng, H; M - Mômen quay do động cơ sinh ra, N.m; M_c - Mô men cản quỹ đổi về trục động cơ, N.m; J - Mômen quán tính quỹ đổi, Kg.m².

Mặt khác, nếu xét hệ kín ta xác định được hệ số khuếch đại mạch KĐTH:

$$K_{kd} = (\Delta U_{ra} / \Delta U) = [\Delta U_{ra} / (U_0 - U_{HT})] = (23 - 12,8) / (2 - 1,4) = 16,7. \quad (10)$$

Hệ số hồi tiếp âm theo áp được xác định:

$$\alpha_1 = (U_{HT} / U_d) = (0,72 / 100) = 0,0072. \quad (11)$$

Đồng thời động cơ quay ty được điều khiển bằng cách thay đổi điện áp phần ứng và thay đổi từ thông kích từ nên đối với cuộn kích từ phương trình cân bằng điện áp sẽ là:

$$U_{kt} = [i_{kt} / R_{kt} + L_{kt} (di_{kt} / dt)]. \quad (12)$$

Tại đây: U_{kt} - Điện áp đặt vào cuộn kích từ, V; i_{kt} - Dòng điện kích từ, A; L_{kt} - Điện cảm cuộn kích từ; T_{kt} - Hằng số thời gian cuộn kích từ:

$$T_{kt} = (L_{kt} / R_{kt}). \quad (13)$$

Nên phương trình (12) được viết thành

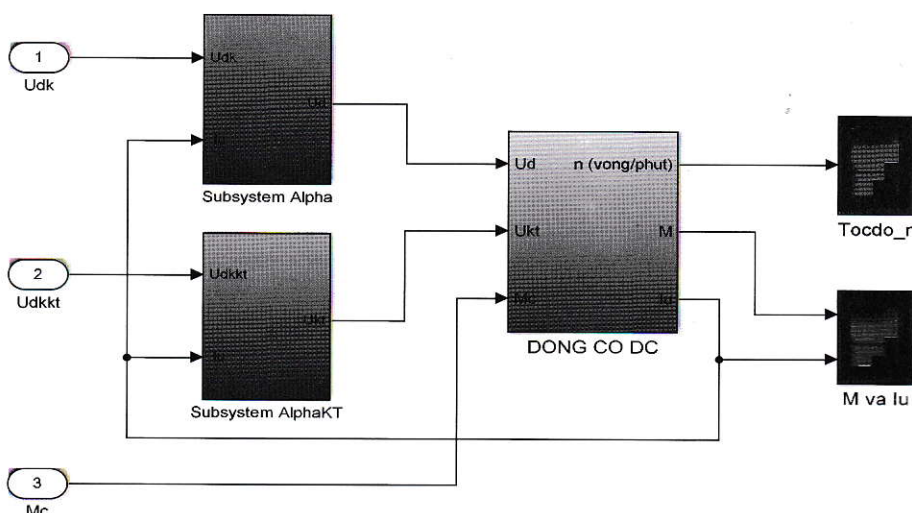
$$T_{kt} (di_{kt} / dt) + i_{kt} = (U_{kt} / R_{kt}). \quad (14)$$

Kết hợp các phương trình trên nhận được hệ phương trình mô tả mạch kích từ ở chế độ động:

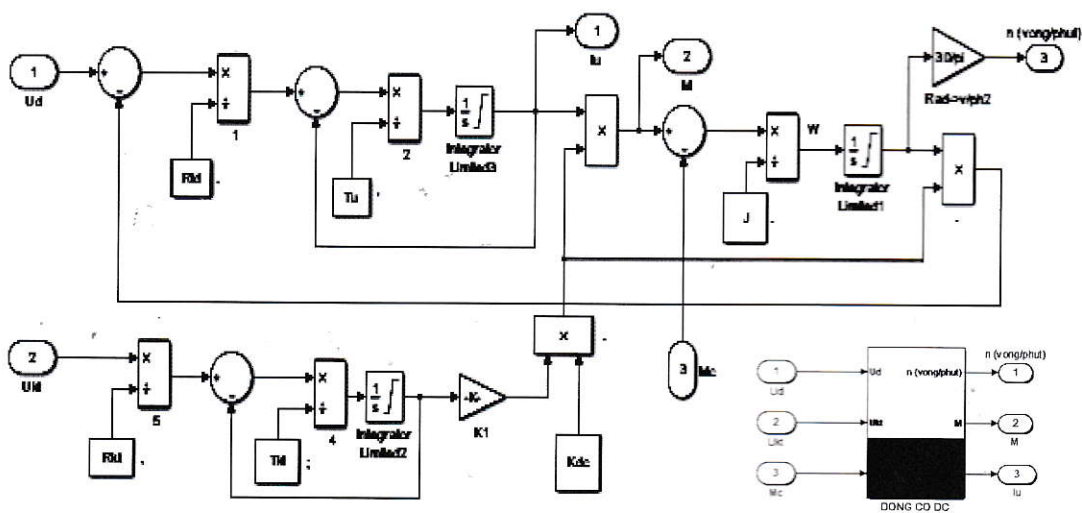
$$\begin{cases} T_{kt} \frac{di_{kt}}{dt} + i_{kt} = \frac{U_{kt}}{R_{kt}} \\ \phi = f_1(F_{kt}) \\ F_{kt} = \frac{U_{kt} \cdot W_{kt}}{R_{kt}} \\ U_{kt} = 99(1 + \cos \alpha) \\ \alpha = f(U_{dk}) \end{cases} \quad (15)$$

3. Ứng dụng Simulink Matlab để mô hình hóa hệ thống kênh quay ty máy khoan

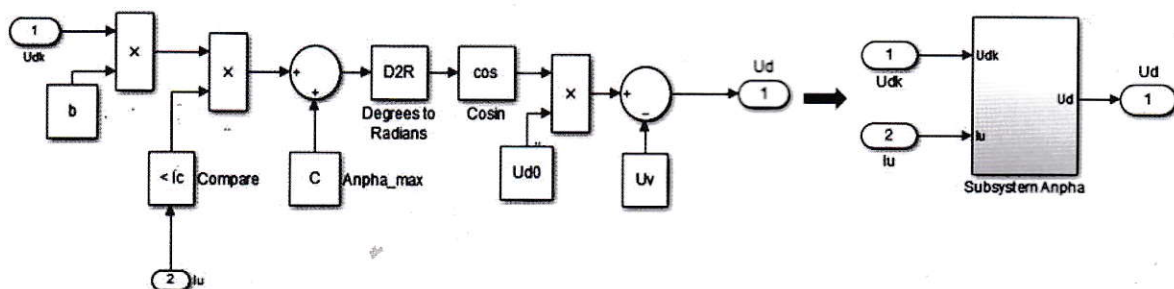
Phần mềm Simulink Matlab được lựa chọn cho việc mô phỏng hệ thống truyền động điện kênh quay ty máy khoan xoay cầu CБШ-250T. Simulink [1] cung cấp một thư viện với đầy đủ các công cụ hỗ trợ việc xây dựng mô hình dựa trên các phương trình toán được thành lập. Sơ đồ cầu khối được thành lập trong môi trường lập trình đồ họa của Matlab cho như hình H.2. Cấu trúc khối DONG CO DC thể hiện trên hình H.3. Cấu trúc khối Subsystem Alpha thể hiện trên hình H.4. Cấu trúc khối Subsystem Alpha KT thể hiện trên hình H.5.



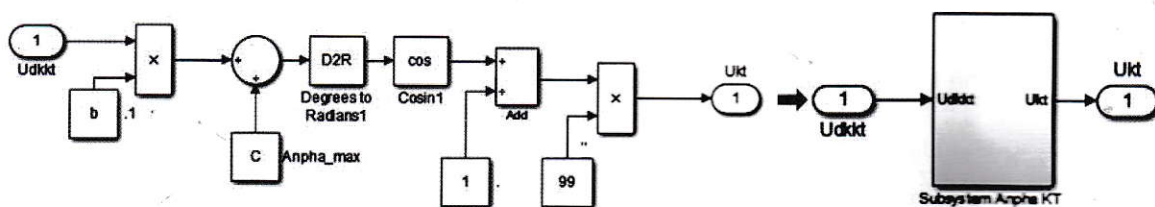
H.2. Sơ đồ simulink kênh quay ty khoan



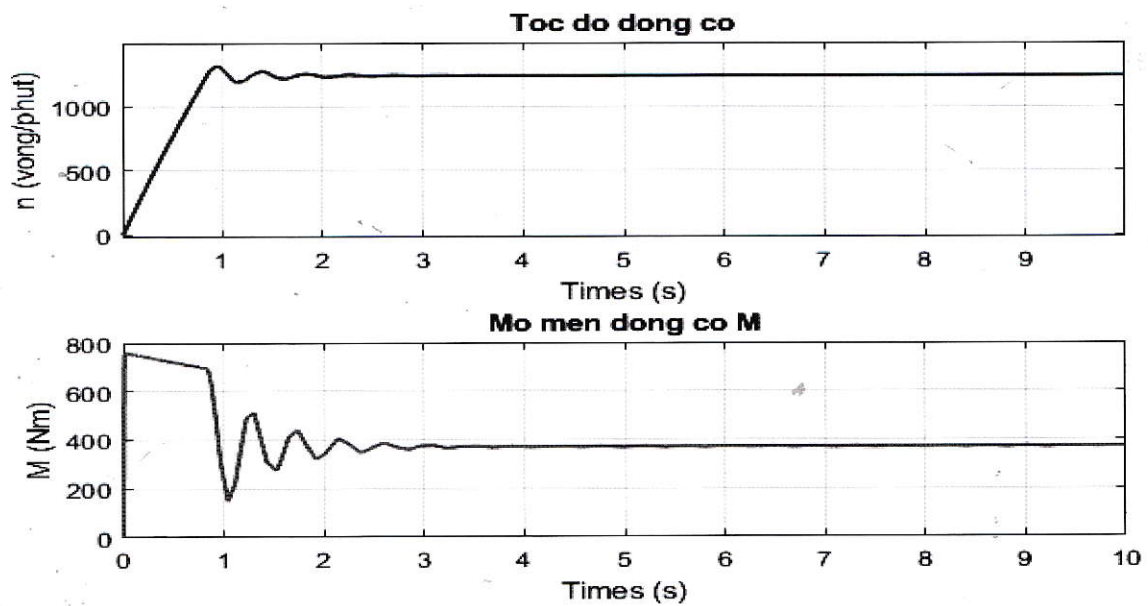
H.3. Cấu trúc khối DONG CO DC



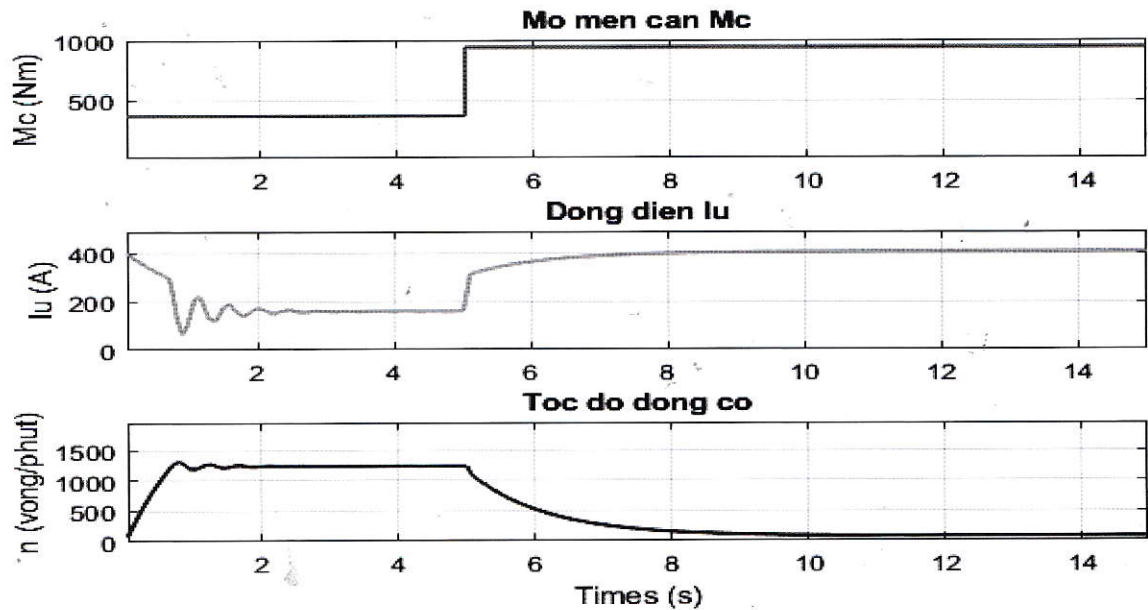
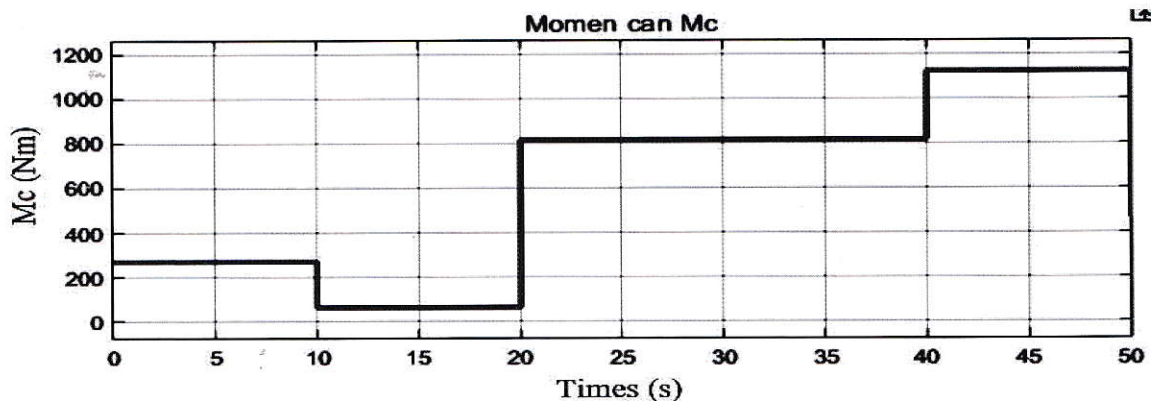
H.4. Cấu trúc khối Subsystem Alpha

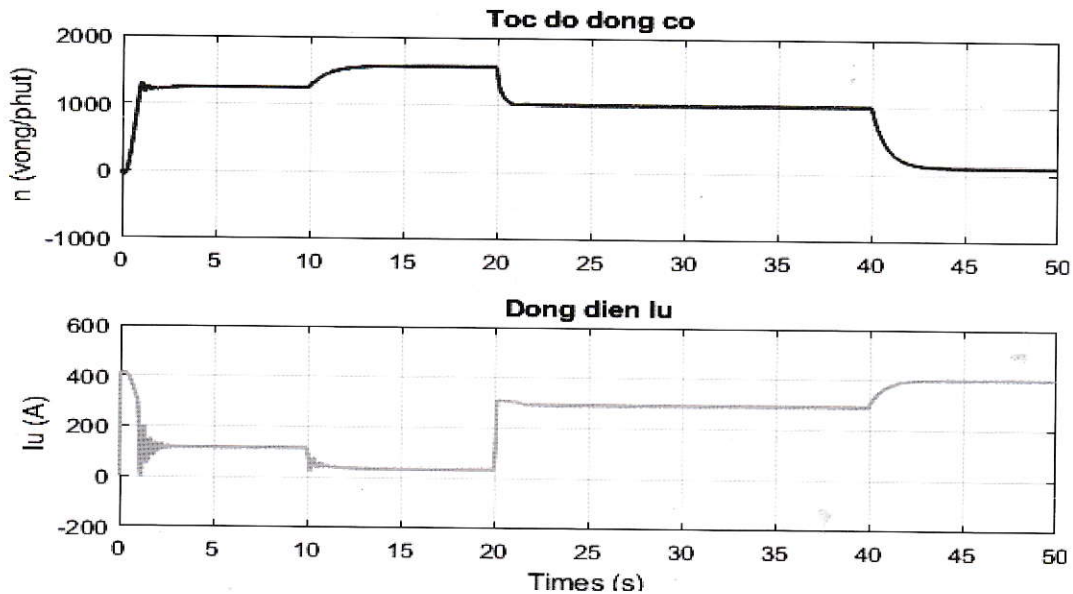


H.5. Cấu trúc khối Subsystem Alpha KT



H.6. Tốc độ và mômen động cơ với tải định mức

H.7. Dòng điện I_u , tốc độ động cơ N_{dc} khi M_c vượt 2 lần định mứcH.8. Khi tải M_c thay đổi ngẫu nhiên theo độ cứng đất đá



H.9. Tốc độ động cơ và dòng điện I_u khi M_c thay đổi ngẫu nhiên

4. Kết quả nghiên cứu mô hình hóa [3], [5], [6]

Kết quả chạy trên mô hình với các thông số kỹ thuật của máy khoan xoay cầu CБШ-250T cho thấy quá trình quá độ của hệ thống xác lập sau khoảng thời gian 3 s. Mạch hồi tiếp cắt làm việc tại dòng điện $I_u=300$ A. Khi giá trị mômen cản M_c thay đổi (khi các điều kiện về địa chất, độ cứng đất đá thay đổi), nhận được các đặc tính quá độ phù hợp với thiết kế của nhà sản xuất.

Các kết quả nghiên cứu cho thấy, sử dụng mô hình lý thuyết thay thế cho máy khoan thực tế trong công tác nghiên cứu, khảo sát và nhúng các thuật toán điều khiển tiên tiến hoàn toàn có thể nâng cao hiệu quả công tác khoan phù hợp với các điều kiện địa chất mỏ Việt Nam.

5. Kết luận

Sử dụng mô hình Simulink Matlab giúp quan sát dễ dàng những diễn biến, sự ảnh hưởng các tham số đến quá trình quá độ quá trình khoan. Mô hình hóa quá trình động học kênh quay tự cho phép lựa chọn hợp lý đặc tính làm việc, các thông số kỹ thuật tối ưu và bộ điều khiển cho hệ thống điều khiển TĐĐ cơ cấu quay trên máy khoan xoay cầu CБШ-250T đang được sử dụng rộng rãi trong ngành công nghiệp mỏ. □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Phùng Quang (2004), Matlab & Simulink dành cho kỹ sư điều khiển tự động, NXB Khoa học & Kỹ thuật, Hà Nội.
2. Nguyễn Chí Tình & nnk (2013), "Mô hình hóa hệ thống điều khiển tự động tốc độ quay của máy khoan xoay cầu CБШ-250T". Báo cáo tổng kết đề

tài nghiên cứu cấp cơ sở 2013, Trường Đại học Mỏ-Địa chất. Hà Nội.

3. Nguyễn Thạc Khánh (2003), "Nghiên cứu cải tiến sơ đồ hệ thống điều khiển quay máy khoan xoay cầu CБШ-250T ở các mỏ lộ thiên Việt Nam". Luận văn Thạc sĩ kỹ thuật. Trường Đại học Mỏ-Địa chất, Hà Nội.

4. Thái Duy Thức (2001), "Cơ sở lý thuyết truyền động điện tự động". Nhà xuất bản Giao thông Vận tải. Hà Nội.

5. Claude E. Aboujaoude (1991), Modeling, Simulation and Control of Rotary Blasthole Drills, Masters of Engineering, Department of Electrical Engineering McGill University, Montreal.

6. Alexei A. Zhukovsky (1982), "Rotary Drilling Automatic Control system". United States Patent.

7. Эксплуатационная документация (2003). Выпрямитель ТПЕ-200-460-Y2.1. Tài liệu kỹ thuật về máy khoan xoay cầu - Cty CP than Cao Sơn cung cấp.

Ngày nhận bài: 16/05/2019

Ngày gửi phản biện: 28/5/2019

Ngày nhận phản biện: 24/11/2019

Ngày chấp nhận đăng bài: 10/12/2019

Từ khóa: máy khoan xoay cầu; tốc độ quay tự khoan; hệ thống điều khiển; quá trình quá độ

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

(Xem tiếp trang 18)

mất ổn định ảnh hưởng tới môi trường và các công trình cần bảo vệ trong điều kiện địa hình, địa chất phức tạp các chi phí thăm dò khảo sát là rất lớn và nhiều trường hợp là không thực hiện được sẽ được nhóm tác giả tiếp cận và nghiên cứu trong thời gian tới. □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về an toàn trong vận chuyển, bảo quản, sử dụng và tiêu hủy vật liệu nổ công nghiệp QCVN 02:2008/BCT.

2. Nguyễn Anh Tuấn, Vũ Đình Hiếu (2016). Kích thước hình học các khối đá và nguy cơ mất ổn định bờ mỏ và sườn dốc. Tạp chí Công nghiệp Mỏ. Số 2/2016. Hội Khoa học và Công nghệ Mỏ Việt Nam. Tr. 53-58.

2. Asof, M., 1991. Etude du comportement mécanique des massifs rocheux fractures en blocs (méthode à l'équilibre limite): réalisation et application. LAEGO, p.142.

3. Baroudi, H. et al., 1992. Bench stability in open pit Mines: A methodology for jointed Rock masses. In Régional Conference on fractured and jointed rock masses. Lake Tahoe, California, pp. 1-7.

4. Baecher, G.B. & Christian, J.T., 2003. Reliability and Statistics in Geotechnical Engineering John Wiley&Sons, ed., England: Wiley.

5. Nguyen, A.T, Merrien-Soukatchoff, V., Vinches, M. (2015). Rockfall hazard form DFN modelling of benches stability analysis with a stochastic approach. Proceedings of the international workshop on Advances in surface mining for environmental protection and sustainable development, Hanoi, Vietnam, p. 97-108. ISBN: 978-604-913-423-4.

6. Nguyen, A.T., Merrien-Soukatchoff, V. & Vinches, M., 2014. Grouping discontinuities of fractured rock mass into main sets: consequences on the stability analysis of open pit benches. In D. 2014, ed. DFNE 2014. Vancouver, Canada, pp. 1-8.

Ngày nhận bài: 24/4/2019

Ngày gửi phản biện: 15/06/2019

Ngày nhận phản biện: 26/09/2019

Ngày chấp nhận đăng bài: 10/12/2019

Từ khoá: bán kính đá văng, nổ mìn, mô phỏng ngẫu nhiên, bán kính vùng nguy hiểm, mỏ lộ thiên

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

SUMMARY

The radius of the danger zone with loose rock lands when blasting in open mines is calculated according to national technical regulation QCVN 02: 2018 / BCT through various blasting methods. In addition to the conventional geometrical parameters, the radius of the danger zone caused by the fragments scattered by rocks and blasting also depends on the type of explosives, the powder factor and the total amount of explosives used. The paper introduces the basis of the method of calculating the kinetic energy formation conditions of rock fragments when blasting on open mines with different blasting methods. Here, the authors forecast the impact radius of rock splashing due to blasting on open-pit mines, or in mountainous terrain in Vietnam.

ỨNG DỤNG SIMULINK...

(Tiếp theo trang 60)

SUMMARY

The article presents the application of Simulink Matlab to study the dynamics of the rod rotation on rotary drilling machine CБШ-250T, which is widely used at the open pit in Quảng Ninh area. The results of the study allow to select the acceptable performance characteristics, operating parameters and adjustment parameters to the optimal control system for an electric drive of a rotating mechanism operating with different mining geological conditions.



1. Chiến thắng bản thân còn khó hơn là chiến thắng kẻ khác. *Đức Phật.*

2. Chỉ có sự cống hiến mới có thể giúp bạn nhiều hơn. *Jim Rohn.*

3. Thứ giúp bạn vươn lên tầm thế giới là bất kỳ điều gì ám ảnh bạn ở tuổi 13-18. *Bill Gates.*

VTH sưu tầm