

TẠP CHÍ

ISSN0868-7052

CÔNG NGHIỆP MỎ

MINING INDUSTRY JOURNAL

CƠ QUAN NGÔN LUẬN CỦA HỘI KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ MỎ VIỆT NAM

NĂM THỨ XXXII SỐ 3-2023



- » TOÀN CẢNH CHUỖI CUNG ỨNG NGUYÊN LIỆU CHIẾN LƯỢC VÀ VẤN ĐỀ ĐỊA CHÍNH TRỊ
- » MỘT SỐ VẤN ĐỀ TRAO ĐỔI VỀ QUY HOẠCH KHOÁNG SẢN CỦA VIỆT NAM
- » NGUỒN GỐC MỎ OXIT SẮT- ĐỒNG- VÀNG (IOCG) SİN QUYỀN, VIỆT NAM

MỤC LỤC

TIÊU ĐIỂM

❖ Toàn cảnh chuỗi cung ứng nguyên liệu chiến lược và vấn đề địa chính trị	Phùng Quốc Huy	4
❖ Một số vấn đề trao đổi về Quy hoạch Khoáng sản của Việt Nam	Nguyễn Thành Sơn	10

KHAI THÁC MỎ

❖ Nghiên cứu đánh giá độ nứt nẻ của đá trên các mỏ khai thác đá ốp lát khu vực Nam Trung Bộ, Việt Nam	Phạm Văn Việt, Trương Bá Vinh	16
❖ Đánh giá ảnh hưởng của nước trong lỗ khoan đến hiệu quả nổ mìn bằng phương pháp mô hình số	Đoàn Văn Thanh và nnk	24

CƠ KHÍ, CƠ ĐIỆN MỎ

❖ Nghiên cứu tính toán thiết kế gối đàn hồi của cấp liệu rung	Nguyễn Văn Xô	32
❖ Nghiên cứu ảnh hưởng của góc nghiêng cánh xoắn tang máy khuấy than đến hiệu quả chuyển tải than lên máng cào	Nguyễn Khắc Lĩnh, Phạm Văn Tiến	37
❖ Nghiên cứu xây dựng bộ điều khiển đặc tính cho máy xúc EKG-8I	Khổng Cao Phong	42
❖ Phương pháp tính toán kiểm tra điều kiện an toàn điện giật khi thiết kế các mạng điện khu vực mỏ hầm lò	Kim Ngọc Linh và nnk	47

ĐỊA CƠ HỌC, ĐỊA TIN HỌC, ĐỊA CHẤT, TRẮC ĐỊA

❖ Nguồn gốc mỏ oxit sắt- đồng- vàng (IOCG) Sin Quyền, Việt Nam	Ngô Xuân Đắc và nnk	54
❖ Nghiên cứu xác lập nhóm mỏ và mạng lưới thăm dò quặng chì- kẽm khu vực Nà Bống- Pù Sáp, Bắc Kạn	Khương Thế Hùng, Nguyễn Quốc Chiến	64

KINH TẾ, QUẢN LÝ

❖ Nghiên cứu đề xuất cơ chế, chính sách về xã hội hóa trong quản trị và phát triển tài nguyên nước ở Việt Nam	Nguyễn Chí Nghĩa và nnk	72
---	----------------------------	----

SÁNG KIẾN- CÔNG NGHỆ, THIẾT BỊ MỚI

❖ Kinh nghiệm chuyển đổi số trong thiết kế Nhà máy tuyển than	Bùi Huyền Trang, Trần Tiên Tuệ	81
---	-----------------------------------	----

TIN TỨC, SỰ KIỆN

❖ Chặng đường 20 năm xây dựng và phát triển của Công ty than Quang Hanh- TKV	Trần Ngọc Dũng	86
❖ Thông báo số 1- Hội nghị Khoa học và Kỹ thuật Mỏ toàn quốc năm 2023	CNM	87
❖ Tin ngành mỏ Việt Nam	CNM	88
❖ Tin ngành mỏ thế giới	CNM	95

PHỤ TRÁCH TẠP CHÍ TS. TẠ NGỌC HẢI

ỦY VIÊN PHỤ TRÁCH TRỊ SỰ KS. TRẦN VĂN TRẠCH

ỦY VIÊN BAN BIÊN TẬP

TS. NGUYỄN BÌNH
PGS.TS. PHÙNG MẠNH ĐẮC
TSKH. ĐÌNH NGỌC ĐĂNG
PGS.TS. NGUYỄN T. HỒ SĨ GIAO
GS.TS. NGND. VÕ TRỌNG HÙNG
TS. NGUYỄN HỒNG MINH
GS.TS. NGUYỄN T. VÕ CHÍ MỸ
PGS.TS. NGUYỄN CẢNH NAM
KS. ĐÀO VĂN NGÂM
TS. ĐÀO ĐẮC TẠO
GS.TS. NGND. TRẦN MẠNH XUÂN

TÒA SOẠN

Số 655 Phạm Văn Đồng
Bắc Từ Liêm - Hà Nội
Điện thoại: 36649158; 36649159
Fax: (844) 36649159
Email: tccongnghiepmo@gmail.com
Website: http://vinamin.vn

Giấy phép xuất bản số:

376/GP-BTTTT
của Bộ Thông tin và Truyền thông
ngày 13/7/2016

Ảnh Bìa 1: Sàng quay đánh tơi SQT 75x22 do Viện KHCN Mỏ thiết kế, Công ty Chế tạo máy- Vinacomin chế tạo cho Nhà máy tuyển Boxit Nhân Cơ (Ảnh Ngọc Kiên)

* In tại Công ty TNHH In và Thương mại Trần Gia
Điện thoại: 02437326436
* Nộp lưu chiểu: Tháng 6 năm 2023

CONTENTS

FOCUS

- ❖ Overview of strategic materials supply chains and geopolitical problems Phung Quoc Huy 4
- ❖ Some issues of discussion on Vietnam's Mineral Planning Nguyen Thanh Son 10

MINING

- ❖ Research on evaluation of rock fracture for dimension-stone quarries in Southern Central Region of Vietnam Pham Van Viet, Truong Ba Vinh 16
- ❖ Assessment of the influence of water in boreholes on blasting efficiency by numerical modeling method Doan Van Thanh et al 24

MECHANICAL ENGINEERING, MINING ELECTROMECHANICS

- ❖ Research on design calculation of elastic bearings of vibrating feeders Nguyen Van Xo 32
- ❖ Study on the influence of the inclination angle of the shearer drum spiral blade on the efficiency of coal conveying to the scrap conveyor Nguyen Khac Linh, Pham Van Tien 37
- ❖ Research on setting the characteristic system drive for shovel EKG-8I Khong Cao Phong 42
- ❖ Method for calculation and checking electric shock safety condition when designing precinct power network in underground coal mines Kim Ngoc Linh et al 47

GEOMECHANICS, GEOMATICS, GEOLOGY, GEODESY

- ❖ The origin of the iron oxide- copper- gold (IOCG) Sin Quyen deposit, Vietnam Ngo Xuan Dac et al 54
- ❖ Investigating the mining group configuration and exploration grid for lead-zinc ore in the Na Pop- Pu Sap, Bac Kan Khuong The Hùng, Nguyen Quoc Chien 64

ECONOMY, MANAGEMENT

- ❖ Research on proposal of mechanisms and policies on socialization in water resource management and development in Vietnam Nguyen Chi Nghia et al 72

INNOVATION- NEW TECHNOLOGY AND EQUIPMENT

- ❖ Experiences of digital transformation in coal processing plant design Bui Huyen Trang, Tran Tien Tue 81

NEWS AND EVENTS

- ❖ 20 years of construction and development of Vinacomin- Quang Hanh Coal Company Tran Ngoc Dung 86
- ❖ Announcement No. 1- National Mining Science and Technology Conference in 2023 CNM 87
- ❖ Vietnam mining industry's news CNM 88
- ❖ World mining industry's news CNM 95

EDITOR MANAGER
DR. TA NGOC HAI

EDITOR - ADMINISTRATOR
ENG. TRAN VAN TRACH

EDITORIAL BOARD
DR. NGUYEN BINH
ASSOC. PROF. DR. PHUNG MANH DAC
DR.SC. DINH NGOC DANG
ASSOC. PROF. DR. HO SI GIAO
PROF. DR. VO TRONG HUNG
DR. NGUYEN HONG MINH
ASSOC. PROF. VO CHI MY
ASSOC. PROF. DR. NGUYEN CANH NAM
ENG. DAO VAN NGAM
DR. DAO DAC TAO
PROF. DR. TRAN MANH XUAN

EDITORIAL OFFICE
655 Pham Van Dong St.,
Bac Tu Liem Dist., Hanoi
Phone: 36649158; 36649159
Fax: (844) 36649159
Email: tccongnghiepmo@gmail.com
Website: http://vinamin.vn

License

376/GP-BTTTT Ministry of Information and Communications, issued on July 13 th, 2016

PHƯƠNG PHÁP TÍNH TOÁN KIỂM TRA ĐIỀU KIỆN AN TOÀN ĐIỆN GIẬT KHI THIẾT KẾ CÁC MẠNG ĐIỆN KHU VỰC MỎ HẦM LÒ

Kim Ngọc Linh, Nguyễn Thạc Khánh,

Kim Thị Cẩm Ánh

Trường Đại học Mỏ - Địa chất

Email: kimngocolinh@humg.edu.vn

TÓM TẮT

Hiện nay, việc tính toán kiểm tra theo điều kiện an toàn điện giật chưa được thực hiện khi thiết kế các mạng điện khu vực mỏ hầm lò Việt Nam. Trong thực tế, mạng điện khu vực mỏ hầm lò thường có các thiết bị điện như quạt thông gió cục bộ, máy bơm nước, tời, quang lật, máng cào v.v... được dẫn động bằng động cơ không đồng bộ. Các động cơ này có khả năng tạo ra sức điện động ngược đưa vào mạng làm tăng nguy cơ điện giật. Đặc biệt trong các giai đoạn chạy thử, bảo dưỡng, sửa chữa vì lúc đó nhiều động cơ làm việc ở chế độ non tải hoặc không tải. Để đảm bảo điều kiện an toàn cho con người trong quá trình lắp đặt, sửa chữa, vận hành thử nghiệm, khi thiết kế mạng điện mỏ cần phải bổ sung thêm phần tính toán kiểm tra theo điều kiện an toàn điện giật. Các phương pháp tính toán kiểm tra theo điều kiện an toàn điện giật của nước ngoài đều dựa vào kết quả các nghiên cứu thực nghiệm. Vì vậy, áp dụng vào các mỏ hầm lò Việt Nam thường là không thích hợp vì điều kiện làm việc là khác nhau. Bài báo này đề xuất một phương pháp có tính chất tổng quát, có thể áp dụng cho các mạng điện mỏ hầm lò điện áp 380V, 660V, 1140V và không phụ thuộc vào các kết quả thực nghiệm, vốn rất khó thực hiện trong điều kiện các mỏ hầm lò Việt Nam.

Từ khóa: mạng điện mỏ, bảo vệ rò, dòng điện rò, điện lượng qua người, an toàn điện giật.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Khi thiết kế các mạng điện hạ áp khu vực mỏ hầm lò thường tính toán theo điều kiện dòng nung nóng cho phép, sau đó tính toán kiểm tra mạng theo điều kiện tổn hao điện áp khi làm việc bình thường, kiểm tra điều kiện khởi động của động cơ và điều kiện làm việc ổn định của rơle rò [1,5]. Trong thực tế, các mạng điện khu vực mỏ hầm lò có các thiết bị điện như quạt thông gió cục bộ, máy bơm nước, tời, quang lật, máng cào v.v., được dẫn động bằng động cơ không đồng bộ. Các động cơ này có khả năng tạo ra sức điện động (s.d.đ) ngược đưa vào mạng làm tăng nguy cơ điện giật. Đặc biệt trong các giai đoạn chạy thử, bảo dưỡng, sửa chữa vì lúc đó nhiều động cơ làm việc ở chế độ non tải hoặc không tải. Nguy cơ điện giật sẽ tăng lên trong trường hợp mạng sử dụng thiết bị bù công suất phản kháng bằng bộ tụ bù vì tụ điện có khả năng duy trì điện áp dư trong mạng bị ngắt do được tích năng lượng [6]. Vì vậy, để đảm bảo điều kiện an toàn cho con

người trong quá trình lắp đặt, sửa chữa, vận hành thử nghiệm v.v., khi thiết kế các mạng điện khu vực mỏ hầm lò cần phải bổ sung thêm phần tính toán kiểm tra theo điều kiện an toàn điện giật.

2. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

2.1. Tổng quan phương pháp tính toán kiểm tra điều kiện an toàn điện giật mạng điện khu vực mỏ hầm lò

2.1.1. Phương pháp của Xuvorov I. F.

Trong [7], Xuvorov I. F. đã đề xuất phương pháp tính toán kiểm tra điều kiện an toàn điện giật cho các mạng ba pha trung tính cách ly điện áp 380V theo công suất trung bình của động cơ và điện dung của mạng. Trình tự tính toán theo các bước sau:

1. Tính điện dung của mạng so với đất

$$C = C_1 I_1 + C_2 I_2 + \dots + C_n I_n = \sum_1^n C_i I_i, \mu F / \text{pha} \quad (1)$$

Trong đó: C_i, l_i tương ứng là điện dung riêng và chiều dài của đoạn cáp thứ i .

2. Tính công suất trung bình của các động cơ trong mạng

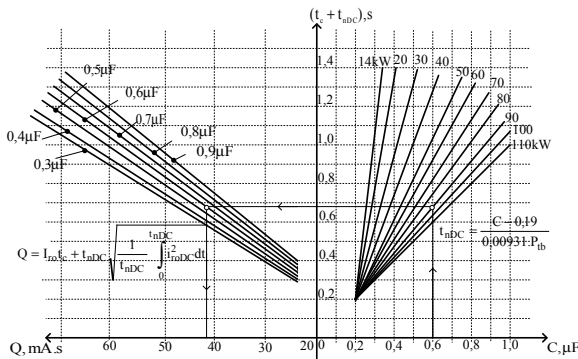
$$P_{tb} = \frac{P_1 + P_2 + \dots + P_n}{n} = \frac{\sum_1^n P_i}{n}, \text{ kW} \quad (2)$$

Trong đó: P_i là công suất định mức của động cơ thứ i , n là số động cơ trong mạng.

3. Xác định công suất của động cơ lớn nhất

$P_{\text{đm(max)}}$.

4. Tra giản đồ Hình H.1, ứng với C và P_{tb} xác định được lượng điện tích (điện lượng) Q qua người do dòng rò trong thời gian cắt của thiết bị bảo vệ và do sức điện động ngược do nhóm động cơ còn quay theo quán tính khi cắt nguồn.



H.1. Giản đồ để xác định điện lượng qua người do dòng rò trong thời gian cắt của thiết bị bảo vệ và do sức điện động ngược do nhóm động cơ còn quay theo quán tính khi cắt nguồn [7]

5. Tính lượng điện tích Q' do sức điện động ngược của động cơ có công suất lớn nhất gây ra sau khi khởi động từ nhánh con người chạm phải tác động.

6. Tính tổng điện lượng qua người

$$Q_{\Sigma} = Q + Q' \quad (3)$$

7. So sánh với điện lượng cho phép Q_{cp} theo điều kiện

$$Q_{\Sigma} \leq Q_{cp} = 50 \text{ mA.s} \quad (4)$$

2.1.2. Phương pháp của Pichuev A.V. và các tác giả khác

Trong [6], Pichuev A.V., Peturov V.I., Xuvorov I.F. đã trình bày một phương pháp tính toán kiểm tra điều kiện an toàn điện giật mạng ba pha trung tính cách ly điện áp 660V. Trình tự tính toán gồm các bước:

1. Xác định hằng số thời gian tắt s.đ.đ ngược roto động cơ

$$T_{DCi} = L_{2i} / R_{2i}, \text{ s} \quad (5)$$

Hoặc hằng số thời gian tắt s.đ.đ ngược roto động cơ có thể tra Bảng 1.

Bảng 1. Hằng số thời gian điện từ của động cơ không đồng bộ

$P, \text{ kW}$	22	30	37	45	55	75
$T_{DC}, \text{ s}$	0,439	0,60	0,738	0,899	1,098	1,503
$P, \text{ kW}$	90	110	132	160	200	250
$T_{DC}, \text{ s}$	1,797	2,20	2,649	3,207	3,994	5,0

Trong đó L_{2i}, R_{2i} - tương ứng là điện cảm và điện kháng dây quấn roto của động cơ thứ i ; P_i - công suất của động cơ thứ i .

2. Tính hằng số thời gian tắt tương đương s.đ.đ ngược của nhóm các động cơ

$$T_{nDC} = \frac{\sum_{i=1}^n (P_i)}{\sum_{i=1}^n (P_i / T_{DCi})}, \text{ s} \quad (6)$$

3. Tính điện dung của cáp

$$C_{ci} = 1,05 \cdot C_{0i} \cdot l_i;$$

$$C_{\Sigma} = C_{cc} + \sum_{i=1}^n C_{ci}, \mu\text{F} \quad (7)$$

Trong đó C_{0i} – là điện dung riêng trung bình của đoạn cáp thứ i , $\mu\text{F} / \text{m}$; l_i – chiều dài đoạn cáp thứ i , m ; C_{Σ} - điện dung cách điện so với đất có tính đến điện dung của cáp chính C_{cc} , μF ; C_{ci} – điện dung cách điện của đoạn cáp thứ i , μF . Điện dung riêng trung bình của cáp tra Bảng 2.

Bảng 2. Điện dung riêng cách điện của cáp

Loại cáp	$C_0 (\mu\text{F} / \text{km})$ với tiết diện cáp, mm^2							
	6	10	16	25	35	50	70	95
Cáp bọc thép đến 1kV	0,12	0,17	0,18	0,19	0,24	0,34	0,35	0,36
Cáp mềm không bọc	0,17	0,18	0,19	0,2	0,23	0,24	-	-

đến 1 kV								
Cáp mềm có màng bọc đến 1 kV	0,32	0,37	0,43	0,63	0,66	0,7	-	-

4. Tính điện kháng điện dung của mạng so với đất

$$X = 1 / \omega C_{\Sigma}, \text{ k}\Omega \quad (8)$$

5. Tính điện trở cách điện của mạng so với đất phụ thuộc vào số lượng và loại thiết bị điện

$$R = \frac{10^3}{n_{dc} / R_{dc} + n_{tb} / R_{tb} + n_{ba} / R_{ba} + n_c / R_c}, \text{ k}\Omega \quad (9)$$

Trong đó: n_{dc} là số lượng động cơ trong mạng; R_{dc} - điện trở cách điện động cơ, $M\Omega$; n_{tb} - số lượng thiết bị điện, bao gồm cả các thiết bị được tích hợp sẵn trong trạm biến áp di động; R_{tb} - điện trở cách điện của thiết bị điện, $M\Omega$; n_{ba} - số máy biến áp lực trong mạng; R_{ba} là điện trở cách điện của máy biến áp, $M\Omega$; n_c - số lượng cáp trong mạng (cáp bọc thép và cáp mềm); R_c - điện trở cách điện của cáp, $M\Omega$.

6. Tính hằng số thời gian tương đương của mạch vòng tạo bởi trở kháng cách điện của mạng và trở kháng của người

$$T_{td} = X_{td} / R_{td}, \text{ s} \quad (10)$$

Với $X_{td} = (X.X_{ro}) / (X + X_{ro})$ - điện kháng điện dung tương đương có tính đến điện kháng điện dung của cơ thể người X_{ro} , $k\Omega$; $R_{td} = (R.R_{ro}) / (R + R_{ro})$ - điện trở tương đương có tính đến điện trở của cơ thể người R_{ro} , $k\Omega$.

7. Đối với mỗi loại rơle rò, tính trị số dòng điện chảy qua cơ thể người ở chế độ xác lập, phụ thuộc vào hằng số thời gian T_{td} theo các biểu thức sau:

+ Đối với sơ đồ rơle rò nối mạng qua mạch điện trở - điốt

$$I_{ro} = 201,65 - 27,64T_{td} + 1,51T_{td}^2 - 0,025T_{td}^3, \text{ mA} \quad (11)$$

+ Đối với sơ đồ rơle rò nối mạng qua mạch điện cảm - điện trở

$$I_{ro} = 283,82 - 29,3T_{td} + 1,1T_{td}^2 - 0,013T_{td}^3, \text{ mA} \quad (12)$$

+ Đối với sơ đồ rơle rò nối mạng qua mạch điện cảm - điện trở và có mạch bù thành phần điện dung của dòng điện rò

$$I_{ro} = 165,7 - 29,5T_{td} + 2,07T_{td}^2 - 0,039T_{td}^3, \text{ mA} \quad (13)$$

8. Tính điện lượng qua người trong thời gian tác động của thiết bị bảo vệ

$$Q_c = (\sqrt{2} / 2) I_{ro}.t_c, \text{ mA.s} \quad (14)$$

Trong đó: t_c - tổng thời gian tác động của bảo vệ rò và thời gian cắt của máy cắt.

9. Tính thời gian tác động của dòng điện do s.đ.đ ngược của động cơ:

+ Trường hợp nhóm các động cơ tính đến mạch bù công suất phản kháng

$$t_{ndc}^{bu} = 2,4665 - 0,0038T_{td} - 0,9529T_{nDC}, \text{ s} \quad (15)$$

+ Trường hợp nhóm các động cơ không tính đến mạch bù công suất phản kháng

$$t_{ndc} = 0,9497 - 0,2034T_{td} - 0,949T_{nDC}, \text{ s} \quad (16)$$

10. Tính lượng điện tích qua cơ thể người do s.đ.đ ngược của nhóm động cơ gây ra

$$Q_{ndc}^{bu} = -19,6278 - 4,4544.T_{td} + 51,965.t_{ndc}^{bu}, \text{ mA.s} \quad (17)$$

$$Q_{ndc} = -5,3799 - 4,4783.T_{td} + 45,5585.t_{ndc}, \text{ mA.s} \quad (18)$$

11. Tính thời gian tác động của s.đ.đ ngược của động cơ nhánh con người chạm phải

$$t_{dc} = 4,507 - 0,01.T_{td} - 0,009.T_{DC}, \text{ s} \quad (19)$$

12. Tính lượng điện tích do s.đ.đ ngược của động cơ nhánh con người chạm phải

$$Q_{dc} = -30,803 - 0,653.T_{td} + 36,652.t_{dc}, \text{ mA.s} \quad (20)$$

13. Tính tổng lượng điện qua người và so sánh với giá trị cho phép theo điều kiện

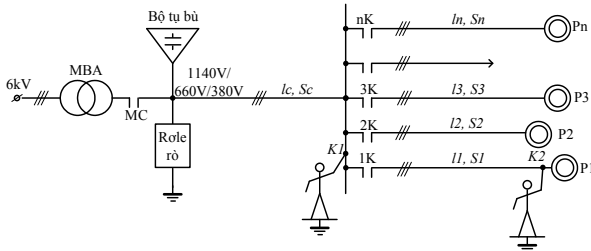
$$Q = Q_c + Q_{ndc} + Q_{dc} \leq Q_{cp} = 50 \text{ mA.s} \quad (21)$$

2.2. Đề xuất phương pháp tính toán kiểm tra điều kiện an toàn điện giật mạng điện khu vực mỏ hầm lò

Nhược điểm của phương pháp theo [7] là chỉ sử dụng cho mạng điện mỏ điện áp 380V, phương pháp theo [6] lại chỉ sử dụng cho mạng điện mỏ điện áp 660V. Nhược điểm chung của hai phương pháp này là giản đồ Hình H.1 và các biểu thức tính toán đều được xây dựng thực nghiệm từ các mỏ của nước ngoài. Để áp dụng hiệu quả cần phải xây

dựng được bằng thực nghiệm trong điều kiện thực tế của các mỏ Việt Nam. Dưới đây chúng tôi đề xuất phương pháp chung có thể áp dụng cho các mỏ Việt Nam cấp điện áp 380, 660 và 1140V.

Hình H.2 là sơ đồ thay thế mạng điện khu vực mỏ hầm lò để tính toán kiểm tra theo điều kiện an toàn điện giật [6].

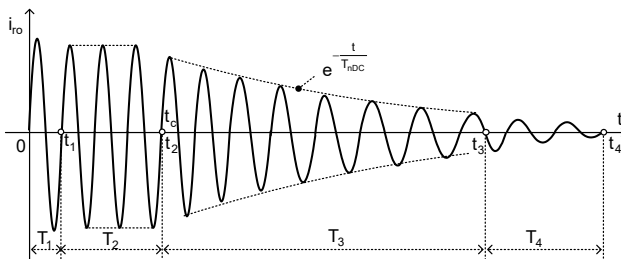


H.2. Sơ đồ để tính toán kiểm tra điều kiện an toàn điện giật mạng điện khu vực mỏ hầm lò

Trong sơ đồ Hình H.2 ký hiệu: MBA là máy biến áp khu vực; MC là tiếp điểm của máy cắt đầu đường cấp chính; 1K, 2K, ... nK là tiếp điểm của công tắc tơ trong các khởi động từ điều khiển các động cơ; l_c, S_c là chiều dài và tiết diện của cáp chính; $I_1, S_1, \dots, I_n, S_n$ là chiều dài và tiết diện của các đoạn cáp nhánh; P1, P2, ..., Pn là công suất định mức của các động cơ; K1, K2 là các điểm dự đoán con người có thể chạm vào một pha của mạng. Ngoài ra, sơ đồ cũng cho biết mạng có bù hay không bù công suất phản kháng và loại rơle rò sử dụng.

Xét sơ đồ Hình H.2, giả thiết con người chạm vào điểm K2.

Khi con người chạm vào một pha của mạng sẽ có dòng điện rò qua người. Với giả thiết lấy thời điểm con người chạm vào là gốc thời gian và coi rằng rơle rò lắp ở đầu đường cáp chính sẽ tác động làm máy cắt MC cắt được nguồn cung cấp ta có đồ thị mô tả sự biến thiên của dòng điện rò qua người như Hình H.3 [2,3,4].



H.3. Đồ thị mô tả sự biến thiên của dòng điện rò qua người

Trên Hình H.3 ký hiệu t_1 là thời điểm tắt của thành phần tự do, t_2 thời điểm ngắt của tiếp điểm máy cắt MC ($t_2=t_c$) và t_3 là thời điểm ngắt của tiếp điểm công tắc tơ 1K.

➤ Từ đồ thị Hình H.3 cho thấy rằng, dòng rò qua người ngoài thành phần tự do và thành phần xác lập của dòng quá trình quá độ còn có thành phần dòng do điện áp trên cuộn dây stator của các động cơ còn quay theo quán tính gây nên. Thành phần xác lập của dòng điện rò qua người còn tiếp tục tồn tại từ thời điểm thành phần tự do của dòng quá trình quá độ tắt (thời điểm t_1) cho đến thời điểm máy cắt MC cắt (thời điểm t_2). Khi cắt mạng mà có một số động cơ, dòng quá trình quá độ do sức điện động ngược của động cơ gây ra gồm hai thành phần: dòng gây bởi sức điện động ngược tắt dần của nhóm các động cơ, tồn tại từ thời điểm t_2 đến thời điểm ngắt công tắc tơ của khởi động từ khi điện áp lưới giảm còn $0,5U_{dm}$ (thời điểm t_3) và dòng gây bởi sức điện động ngược của động cơ nhánh con người chạm phải (từ thời điểm tiếp điểm công tắc tơ 1K hở mạch cho đến khi sức điện động của động cơ tắt hoàn toàn).

➤ Sau khi cắt mạng, nếu bỏ qua sự thay đổi về tần số góc điện áp stator động cơ, dòng điện rò chạy qua cơ thể người có qui luật tắt dần và được xác định theo biểu thức (22)

$$i_{roDC} = \sqrt{2}I_{ro} e^{-\frac{t}{T_{nDC}}} \sin(\omega t + \psi) \quad (22)$$

Trong đó: i_{roDC} - dòng điện rò qua người do sức điện động ngược của động cơ; I_{ro} - trị hiệu dụng của dòng rò xác lập chảy qua cơ thể người ở thời điểm cắt mạng (t_2); T_{nDC} - hằng số thời gian tắt dần của điện áp mạng gây bởi sức điện động ngược của nhóm các động cơ; ω - tần số góc của điện áp stator động cơ.

Điện lượng chảy qua cơ thể người trong từng khoảng thời gian được xác định theo các biểu thức từ (2) đến (6) [2].

$$Q_0 = (T_1 + T_2).I_0 \approx 0 \quad (23)$$

Trong đó: I_0 - dòng một chiều đo kiểm tra điện trở cách điện cỡ 0,6 mA);

$$Q_1 = T_1 \sqrt{\frac{1}{T_1} \int_0^{T_1} i_{ro}^2 dt} \approx 0 \quad (24)$$

$$Q_2 = T_2 \sqrt{\frac{1}{T_2} \int_0^{T_2} i_{ro}^2 dt} = I_{ro} T_2 \quad (25)$$

$$Q_3 = T_3 \sqrt{\frac{1}{T_3} \int_0^{T_3} i_{roDC}^2 dt} \approx 0,76 I_{ro} T_3 \approx 0,76 I_{ro} \cdot 0,6 T_{nDC} = 0,456 T_{nDC} I_{ro} \quad (26)$$

$$Q_4 = T_4 \sqrt{\frac{1}{T_4} \int_0^{T_4} i_{roDC}^{/2} dt} \approx 0,19 I_{ro}' T_{DC} \quad (27)$$

Trong đó: $T_3 \approx 0,6 T_{nDC}$ là khoảng thời gian để sức điện động ngược của động cơ giảm còn $0,5 U_{dm}$; T_{DC} - hằng số thời gian tắt dần của điện áp mạng gây bởi sức điện động ngược của động cơ nhánh con người chạm phải; I_{ro} và I_{ro}' - trị hiệu dụng của dòng rò qua người ở thời điểm trước và sau khi tiếp điểm 1K hở mạch.

Trường hợp mạng có điện dung $C > 0,25 \mu F$ /pha, với sai số khoảng (5 ÷ 10)%, có thể tính gần đúng I_{ro} và I_{ro}' theo các biểu thức (28) và (29) [2].

$$I_{ro} = \frac{3U_f \omega C}{\sqrt{1 + 9R_{ro}^2 \omega^2 C^2}} \quad (28)$$

$$I_{ro}' = \frac{1,5U_f \omega_1 C'}{\sqrt{1 + 9R_{ro}^2 \omega_1^2 (C')^2}} \quad (29)$$

Với C và C' , tương ứng là điện dung mạng và của riêng nhánh con người chạm phải so với đất; U_f là điện áp pha của mạng; ω_1 là tần số góc của s.đ.đ ngược sau thời điểm tiếp điểm 1K hở mạch.

Tổng điện lượng qua người:

$$Q = Q_0 + Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 \approx I_{ro} T_2 + 0,456 I_{ro} T_{nDC} + 0,19 I_{ro}' T_{DC} \quad (30)$$

$$\text{Thay } T_2 = (t_c - t_{qtqd}) \approx t_c$$

$$Q = Q_0 + Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 \approx I_{ro} t_c + 0,456 I_{ro} T_{nDC} + 0,19 I_{ro}' T_{DC} \quad (31)$$

Vậy trình tự tính toán kiểm tra điều kiện an toàn điện giật khi thiết kế các mạng điện khu vực mỏ hầm lò gồm các bước [3]:

1. Tính điện dung toàn mạng theo biểu thức (32)

$$C = C_1 I_1 + C_2 I_2 + \dots + C_n I_n = \sum_I C_i I_i \quad (32)$$

2. Tính dòng điện rò xác lập tổng theo (33)

$$I_{ro} = \frac{3U_f \omega C}{\sqrt{1 + 9R_{ro}^2 \omega^2 C^2}} \quad (33)$$

3. Tính dòng rò nhánh con người chạm vào theo (34)

$$I_{ro}' = \frac{1,5U_f \omega_1 C'}{\sqrt{1 + 9R_{ro}^2 \omega_1^2 (C')^2}} \approx \frac{1,5U_f \omega C'}{\sqrt{1 + 9R_{ro}^2 \omega^2 (C')^2}} \quad (34)$$

4. Xác định hằng số thời gian tắt s.đ.đ ngược của các động cơ T_{DC} theo (35) (hoặc tra Bảng 1)

$$T_{DCi} = L_{2i} / R_{2i} \quad (35)$$

5. Tính hằng số thời gian tắt tương đương của nhóm động cơ T_{nDC} theo (36)

$$T_{nDC} = \frac{\sum_{i=1}^N (P_i)}{\sum_{i=1}^N (P_i / T_{DCi})} \quad (36)$$

6. Tính tổng điện lượng qua người theo (37)

$$Q_{\Sigma} = I_{ro} t_c + 0,456 I_{ro} T_{nDC} + 0,19 I_{ro}' T_{DC} \quad (37)$$

Trong đó: t_c – tổng thời gian cắt của thiết bị bảo vệ: $t_c = 0,2s$ (mạng 380V và 660V); $t_c = 0,12s$ (mạng 1140V).

7. So sánh điều kiện (38)

$$Q_{\Sigma} \leq Q_{cp} = 50mA.s \quad (38)$$

Nếu thỏa mãn điều kiện (17), mạng được coi là đảm bảo yêu cầu về an toàn điện giật.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Khi thiết kế các mạng cung cấp điện khu vực mỏ hầm lò, tùy theo cấp điện áp, có thể sử dụng một trong ba phương pháp đã trình bày ở trên để tính toán kiểm tra điều kiện an toàn điện giật. Mạng được coi là đảm bảo yêu cầu về an toàn điện nếu tổng điện lượng tính toán không vượt quá điện lượng cho phép là 50mAs. Trường hợp điều kiện này không đảm bảo cần thay đổi kết cấu mạng thiết kế hoặc áp dụng giải pháp để hạn chế điện lượng qua người như tự động nối ngắn mạch pha người chạm phải xuống đất, bù thành phần điện dung của dòng rò.

Phương pháp của Xuvorov I. F. có ưu điểm là đơn giản nhưng có nhược điểm là do giản đồ để tính toán Hình H.1 được xây dựng bằng thực nghiệm từ các mỏ của Nga nên chỉ thích hợp với các mỏ Việt Nam có điều kiện tương tự. Một hạn



chế nữa của phương pháp này là chỉ áp dụng được cho các mạng điện mỏ điện áp 380V.

Phương pháp được các tác giả Pichuev A.V., Peturov V.I., Xuvorov I.F. trình bày trong [6] có ưu điểm là đã kể đến ảnh hưởng của loại thiết bị bảo vệ rò và thiết bị bù công suất phản kháng đến điều kiện an toàn điện giật. Nhược điểm của phương pháp này là tính toán phức tạp và cần sử dụng nhiều đặc tính thực nghiệm. Phương pháp này cũng chỉ áp dụng cho các mạng điện mỏ điện áp 660V.

Phương pháp do nhóm tác giả đề xuất đã hạn chế được nhược điểm của hai phương pháp trên là không phải xây dựng các quan hệ thực nghiệm (rất khó thực hiện trong điều kiện các mỏ Việt Nam) và

có thể áp dụng cho các mạng điện mỏ điện áp 380V, 660V và 1140V. Nhược điểm của phương pháp là chưa kể đến được ảnh hưởng của thiết bị bù công suất phản kháng đến điều kiện an toàn điện giật.

4. KẾT LUẬN

Tính toán kiểm tra đảm bảo điều kiện an toàn điện giật khi thiết kế các mạng điện mỏ hầm lò điện áp dưới 1200V là một việc làm cần thiết, nhằm tránh gây ra các tai nạn điện giật cho con người, nhất là trong quá trình chạy thử sau khi lắp đặt hoặc sau công việc bảo trì, sửa chữa. Phương pháp nhóm tác giả đề xuất có thể áp dụng khi tính toán thiết kế các mạng điện mỏ điện áp dưới 1200V □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Degjavera V.V., Xerova V.I., Xepelincogo G.JU. (1988), Sổ tay lắp đặt thiết bị điện các mỏ than, "Năng lượng" Moskva, 719 trang. (bản Tiếng Nga)
2. Jagudaev B.M., Siskin N.Ph., Nadarov V.V. (1982), Bảo vệ khỏi điện giật trong công nghiệp mỏ, "Năng lượng" Moskva, 150 trang. (bản Tiếng Nga)
3. Kim Ngọc Linh, Nguyễn Thạc Khánh, Nguyễn Trường Giang, Kim Thị Cẩm Ánh (2022), Tính toán kiểm tra điều kiện an toàn điện giật khi thiết kế các mạng điện khu vực mỏ hầm lò, Kỷ yếu tóm tắt hội nghị toàn quốc Khoa học trái đất và tài nguyên với phát triển bền vững (ERSD 2022), tr. 298.
4. Kim Ngọc Linh, Nguyễn Thạc Khánh, Kim Thị Cẩm Ánh (2022), Bù thành phần điện dung của dòng điện rò trong các mạng điện mỏ có động cơ công suất lớn, Tạp chí Công nghiệp Mỏ, số 3-2022, tr. 45-49.
5. Nguyễn Anh Nghĩa (2001), Hướng dẫn thiết kế đồ án môn học điện khí hoá mỏ hầm lò, Trường Đại học Mỏ - Địa chất Hà Nội.
6. Pichuev A.V., Peturov V.I., Xuvorov I.F. (2011), Ảnh hưởng các chế độ động (quá độ) đến điều kiện an toàn khi vận hành thiết bị điện trong các xí nghiệp mỏ, Nhà xuất bản "Sách mỏ" Moskva, 328 trang. (bản Tiếng Nga)
7. Xuvorov I.F. (2006), Phát triển lý thuyết, hoàn thiện các phương pháp và thiết bị đảm bảo điều kiện an toàn điện giật trong các hệ thống cung cấp điện dưới 1000V, Tóm tắt luận án Tiến sĩ khoa học, Cheljabinsk, 44 trang. (bản Tiếng Nga)

METHOD FOR CALCULATION AND CHECKING ELECTRIC SHOCK SAFETY CONDITION WHEN DESIGNING PRECINCT POWER NETWORKS IN UNDERGROUND COAL MINES

Kim Ngọc Linh, Nguyen Thac Khanh, Kim Thi Cam Anh

ABSTRACT

Currently, the calculation and checking of conditions according to electric shock safety standards have not been used when designing precinct power networks in Vietnam's underground mines. In fact, the precinct power networks in the underground coal mine often has electrical equipment such as local fans, water pumps, hoists, tippers, chain conveyors, etc., which are driven by asynchronous motors. These motors are capable of generating back electromotive force applied to the network, which increases the

risk of electric shock. Especially in the stages of testing, maintenance, and repair of equipment because at that time many motors work in under-load or no-load mode. In order to ensure safe conditions for people during installation, repair, and test operation, when designing the mine electrical network, it is necessary to add a calculation and check according to electric shock safety conditions. The methods of calculating and checking according to foreign electric shock safety standards are based on the results of experimental studies. Therefore, applying to Vietnam's underground mines is often inappropriate because the working conditions are different. This paper proposes a general method, which can be applied to 380V, 660V, 1140V underground mine power networks and does not depend on experimental results, which are difficult to implement in Vietnam's underground coal mine conditions.

Key words: *underground mine power network, earth leakage protection, leakage current, electric charge through body, electric shock safety.*

Ngày nhận bài: 11/02/2023;

Ngày gửi phản biện: 13/02/2023;

Ngày nhận phản biện: 14/4/2023;

Ngày chấp nhận đăng: 20/4/2023.

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.*