

MỘT PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH THÔNG SỐ CÁCH ĐIỆN CỦA MẠNG 660 V CÓ TRUNG TÍNH CÁCH LY TRONG CÁC MỎ HẦM LÒ VÙNG QUẢNG NINH

TS. LÊ XUÂN THÀNH
 Trường Đại học Mỏ-Địa chất

Trong quá trình vận hành các mạng điện 660V có trung tính cách ly của mạng hạ áp hầm lò vùng Quảng Ninh, các thông số cách điện của mạng đóng vai trò quan trọng tới quá trình tính toán dòng điện rò, dòng điện chạy qua cơ thể người [9]. Không những thế, các giá trị dòng điện an toàn lâu dài, dòng điện an toàn khoảng khắc cũng phụ thuộc khá nhiều vào điện dung và điện trở cách điện của mạng [1]. Các nghiên cứu của các tác giả trình bày trong các tài liệu [5], [6] và [9] đều cho thấy mỗi mạng hạ áp mỏ đều tồn tại giá trị điện dung tới hạn C_{th} . Khi điện dung của mạng lớn hơn giá trị này, những nguy hiểm về an toàn điện giật tăng lên đáng kể. Do vậy, trong quá trình thiết kế, vận hành các mạng hạ áp hầm lò cấp điện áp 660V, cần phải xác định được điện dung cách điện và điện trở cách điện của mạng để tính được các đại lượng liên quan đến an toàn điện giật của người làm việc trong mỏ, từ đó có thể có các giải pháp ngăn ngừa hoặc bảo vệ con người khỏi tai nạn điện giật như nối ngắn mạch pha [5] hay bù thành phần điện dung của mạng [3], [6].

1. Vai trò và ảnh hưởng của thông số cách điện mạng tới an toàn điện giật

a. Ảnh hưởng của thông số cách điện mạng đối với dòng điện qua người

Trong quá trình tính toán và phân tích an toàn điện giật và an toàn nổ của các mạng hạ áp mỏ hầm lò, điện dung C_{cd} và điện dẫn G_{cd} là hai đại lượng quan trọng ảnh hưởng tới dòng điện rò cũng như ảnh hưởng tới các chỉ tiêu an toàn khác của mạng hạ áp. Theo [9], một số nghiên cứu thực nghiệm đã đưa ra các biểu thức tính G_{cd} và C_{cd} như biểu thức sau:

$$\begin{aligned} G_{cd} &= 0,0096N + 0,04mS \\ C_{cd} &= 0,385L + 0,228\mu, \end{aligned} \quad (1)$$

Trong đó: N - Số thiết bị đấu vào mạng; L - Chiều dài của mạng.

Khi xảy ra hiện tượng rò điện và có người chạm vào một pha của mạng điện, nếu giả thiết thông số cách điện của mạng là đối xứng và không thực hiện bù thành phần điện dung, dòng điện qua người được tính theo (2) và khi có bù hoàn toàn thành phần dòng điện điện dung (coi như mạng không có điện dung), dòng điện qua người sẽ được tính theo biểu thức (3) [1], [2], [6], [7]

$$I_n = U_f g_n \sqrt{\frac{\frac{9}{4}(g_B + g_C) + \left[3\omega C + \frac{\sqrt{3}}{2}(g_B - g_C)\right]^2}{(g_A + g_B + g_C + g_n)^2 + 9\omega^2 C^2}} \quad (2)$$

$$I_n = \frac{3U_f}{3R_n + r_{cd}} = 3U_f g_n \frac{g_{cd}}{3g_{cd} + g_n} \quad (3)$$

Trong các biểu thức (2) và (3) g_A, g_B, g_C tương ứng là điện dẫn của pha A, pha B và pha C được tính theo (1), C là điện dung của mạng suy ra từ (1). Từ các phương trình này có thể thấy dòng điện qua người khi xảy ra rò điện của mạng hạ áp 660V phụ thuộc hoàn toàn vào g_{cd} và C_{cd} của mạng. Việc xác định chính xác hai thông số cách điện này sẽ cho phép tính được chuẩn xác dòng điện qua người, từ đó đưa ra các kết luận về điều kiện an toàn điện giật, ứng với dòng an toàn lâu dài và dòng an toàn khoảng khắc [8], [9].

b. Ảnh hưởng của thông số cách điện tới điện lượng qua người

Mức độ nguy hiểm của dòng rò chạy qua cơ thể người phụ thuộc cả vào độ lớn của dòng điện và thời gian dòng điện chạy qua cơ thể người. Đại lượng bao hàm cả hai yếu tố ảnh hưởng này chính là điện lượng chạy qua cơ thể người [6], [7], [9]. Điện lượng tổng chạy qua cơ thể người là tổng hợp của 5 điện lượng thành phần [5], cụ thể:

$$Q = Q_0 + Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 \quad (4)$$

Trong đó:

$$\begin{aligned}
 Q_1 &= T_1 \sqrt{\frac{1}{T_1} \int_0^{T_1} i_{ro}^2 dt} \approx 0 \\
 Q_2 &= T_2 \sqrt{\frac{1}{T_2} \int_0^{T_2} i_{ro}^2 dt} = I_{ro} T_2 \\
 Q_3 &= T_3 \sqrt{\frac{1}{T_3} \int_0^{T_3} i_{ro}^2 dt} \approx 0,684 I_{ro} \\
 Q_4 &= T_4 \sqrt{\frac{1}{T_4} \int_0^{\infty} i_{ro}^2 DC dt} \approx 0,475 I_{ro}
 \end{aligned}
 \tag{5}$$

Thay các đại lượng của (5) vào (4) thu được kết quả điện lượng chạy qua người:

$$Q = T_2 I_{ro} + 0,684 I_{ro} + 0,475 I_{ro} \approx (t_c + 0,684) I_{ro} \tag{6}$$

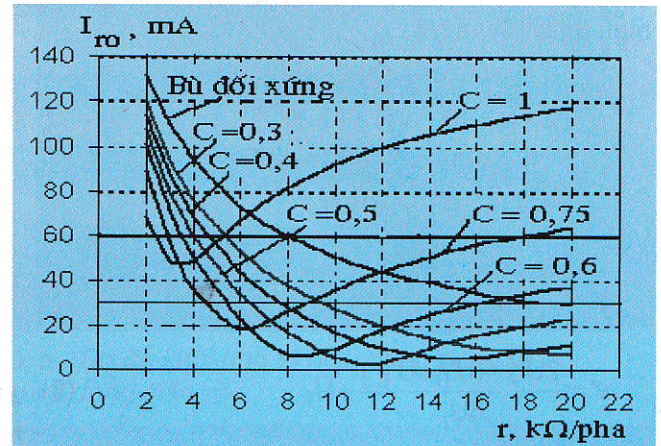
Để đảm bảo an toàn cho người, điện lượng Q nói trên không được vượt quá điện lượng an toàn đối với cơ thể người là 50 mAs, từ đó có thể thành lập được liên hàm ràng buộc của dòng an toàn khoảng khắc. Mặc dù vậy, các kết quả tính toán điện dung của một số mạng hạ áp hầm lò, điển hình ở cấp điện áp 660 V, thay vào (2) và (3) từ đó tính được điện lượng chạy qua người Q cho thấy hầu hết điện lượng của mạng đều vượt quá điện lượng an toàn nói trên [4]. Bên cạnh đó từ (6) cũng có thể thấy do t_c của các thiết bị hạ áp trong lò có dải thay đổi khá hẹp, do vậy có thể coi $Q=f(I_{ro})$. Tuy nhiên, do $I_{ro}=f(C, R_{cd})$, vì thế có thể viết $Q=f(C, R_{cd})$. Điều này cho thấy các tham số cách điện của mạng đóng vai trò mấu chốt đối với việc tính toán điện lượng chạy qua cơ thể người.

c. Ảnh hưởng của thông số cách điện tới khả năng vận hành bình thường của mạng

Trong các mạng hạ áp hầm lò điện áp 660V, hầu hết đều được trang bị các rơle bảo vệ rò điện. Các rơle loại YAKI luôn có một ngưỡng điện trở cách điện được gọi là điện trở cắt tới hạn [9]. Ngoài ra theo các nghiên cứu trình bày trong [6], thì các rơle còn trang bị bộ phận bù thành phần điện dung của dòng điện rò [3]. Khi thực hiện bù đối xứng, quan hệ phụ thuộc $I_{ro}=f(R_{cd})$ tương ứng với các giá trị điện dung của mạng khác nhau được cho trên H.1.

Đối với mạng 660 V, thông thường điện trở cắt tới hạn $R_{th}=10 \text{ k}\Omega/\text{pha}$, nếu coi dòng an toàn lâu dài $I_{atld}=60 \text{ mA}$ [8], từ hình H.1 có thể thấy có khá nhiều các giá trị điện dung mạng 660 V gây mất an toàn [4] (đơn cử khi $R_{cd}=8 \text{ k}\Omega/\text{pha}$, ứng với $C=1 \mu\text{F}/\text{pha}$, dòng rò là hơn 80 mA, rất không an toàn). Còn nếu duy trì dòng rò dưới ngưỡng dòng an toàn lâu dài thì lại làm điện trở cách điện của mạng

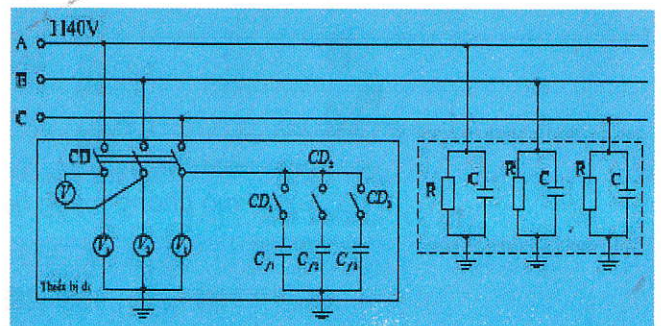
giảm xuống dưới ngưỡng điện trở cắt của rơle rò, rơle sẽ tác động gây gián đoạn cung cấp điện.



H.1. Quan hệ phụ thuộc của dòng điện rò và R_{cd} khi thực hiện bù đối xứng [6]

d. Nhận xét

Từ các phân tích trình bày trong a); b) và c) có thể thấy các đại lượng C_{cd} và R_{cd} của mạng hạ áp 660V ảnh hưởng không chỉ tới dòng điện rò chạy qua cơ thể người, tới điện lượng chạy qua cơ thể người, mà còn tới điện trở cắt tới hạn của mạng. Không những thế, từ những quan hệ phụ thuộc đã nêu ở trên, nếu như có thể xác định được chuẩn xác các thông số cách điện của mạng, có thể xác định được thời gian cắt t_c của thiết bị bảo vệ để đảm bảo điện lượng chạy qua cơ thể người không vượt quá điện lượng an toàn cho phép $Q_{at}=50 \text{ mAs}$.



H.2. Sơ đồ mắc dụng cụ đo điện dẫn điện dung cách điện của mạng hạ áp hầm lò theo phương pháp 3 vôn kế [5]

2. Xây dựng phương pháp xác định thông số cách điện của mạng 660 V trong các mỏ hầm lò điển hình Quảng Ninh

a. Phương pháp xác định thông số cách điện của mạng từ thực nghiệm

Để xác định điện dung cách điện của mạng hạ áp hầm lò, phương pháp hiệu quả thường hay được sử dụng là phương pháp 3 vôn kế. Sơ đồ

nguyên lý của phương pháp đo được cho ở H.2. Trên hình H.2, các đại lượng điện dẫn và điện cung cách điện tổng của mạng được xác định theo các biểu thức (7) và (8).

$$g_{\Sigma} = \frac{1}{R_{\Sigma}} = \frac{\omega C_f (da' - d'a)}{(a-a')^2 + (d-d')^2} \quad (7)$$

$$C_{\Sigma} = \frac{C_f [a'(a-a') - d'(d-d')]}{(a-a')^2 + (d-d')^2}$$

Với:

$$a = \frac{2U_A^2 - (U_B^2 + U_C^2)}{6U_f} + U_f$$

$$a' = \frac{2U_A'^2 - (U_B'^2 + U_C'^2)}{6U_f} + U_f \quad (8)$$

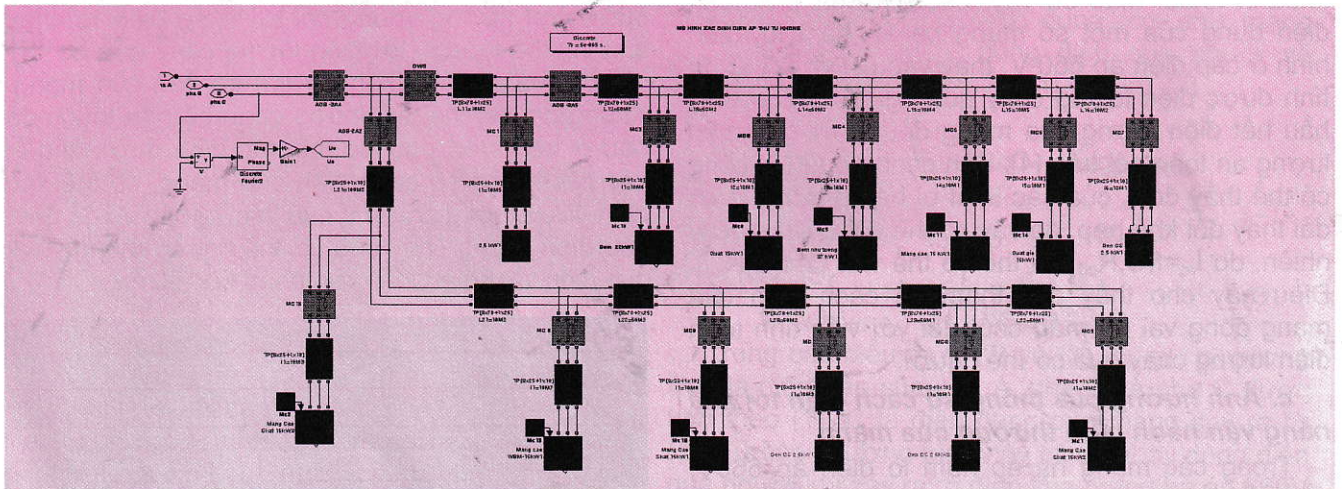
$$d = \frac{U_C^2 - U_B^2}{2\sqrt{3}U_f} \quad d' = \frac{U_C'^2 - U_B'^2}{2\sqrt{3}U_f}$$

Để có thể xác định chính xác thông số cách điện của mạng từ phương pháp ba vôn kế trên H.2 cũng như từ các phương trình (7) và (8) cần đo được U_f

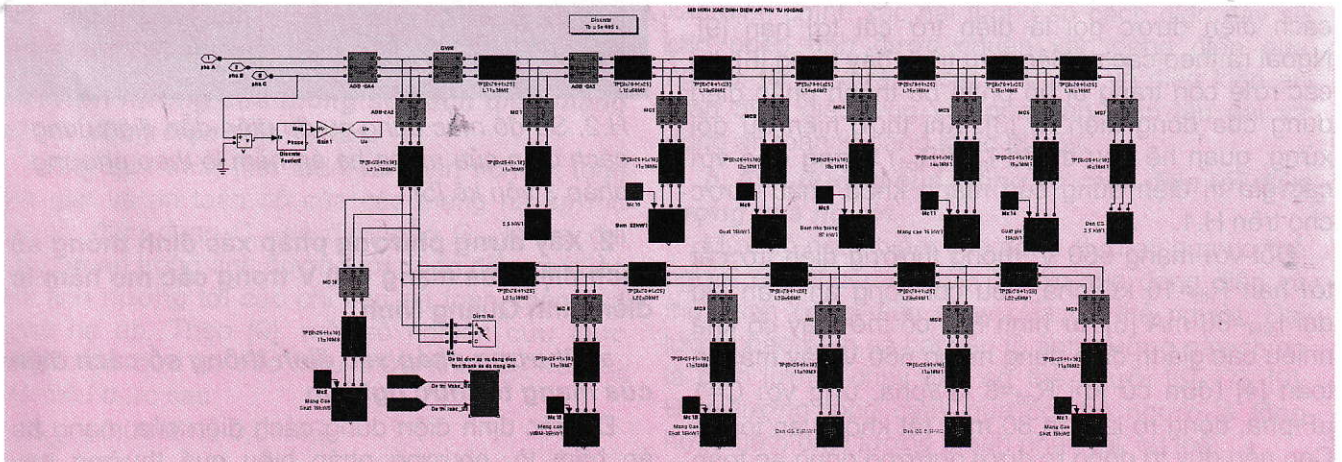
cũng như xác định được giá trị điện dung phụ phù hợp để mắc vào sơ đồ đo. Những đòi hỏi này nảy sinh một số hạn chế như: Sai số của dụng cụ đo đôi khi lớn hơn khá nhiều so với dải giá trị cần đo; Ảnh hưởng của môi trường đo (sóng hài tác động gây tăng sai số trong các dụng cụ đo). Vì một số lý do và trong một số trường hợp phải cắt điện một số tải để tránh làm suy giảm quá mức điện trở cách điện của mạng [8],... Những hạn chế này chính là xuất phát điểm căn bản để đề xuất phương pháp xác định các tham số của mạng từ mô hình mô phỏng.

b. Xác định tham số mạng bằng mô hình mô phỏng

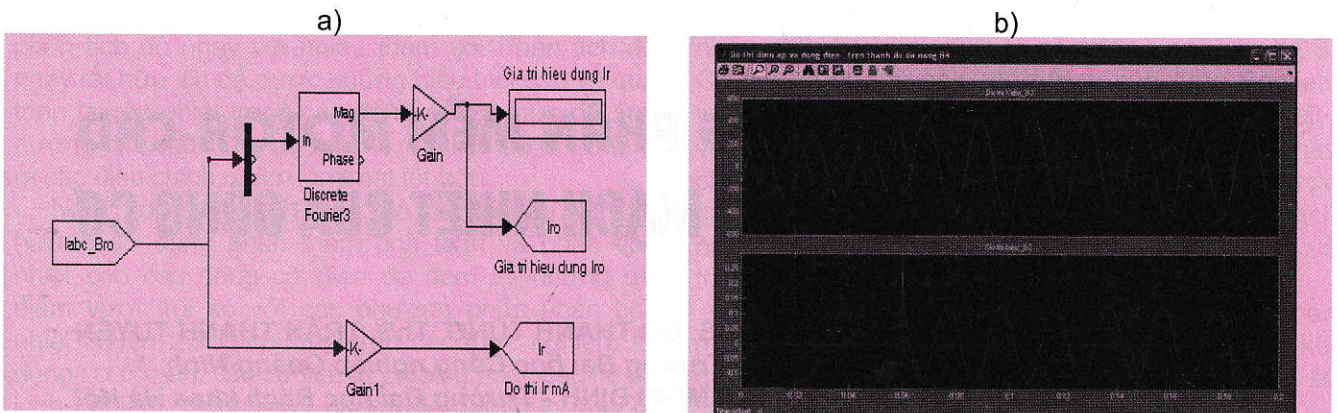
Khi sử dụng mô hình mô phỏng để tính toán xác định các tham số cách điện của mạng, các kết quả thu được sẽ có những ưu điểm cơ bản sau: Tránh được sai số vật lý và sai số cơ học của dụng cụ đo; Tránh được ảnh hưởng xấu từ nhiễu loạn của sóng hài tới kết quả đo; Có thể xác định được tham số của mạng tính tới cả ảnh hưởng của tải. Sơ đồ xác định các tham số của mạng thông qua mô phỏng trong mạng 660 V các mô hình lò được tổng hợp từ ba sơ đồ thành phần.



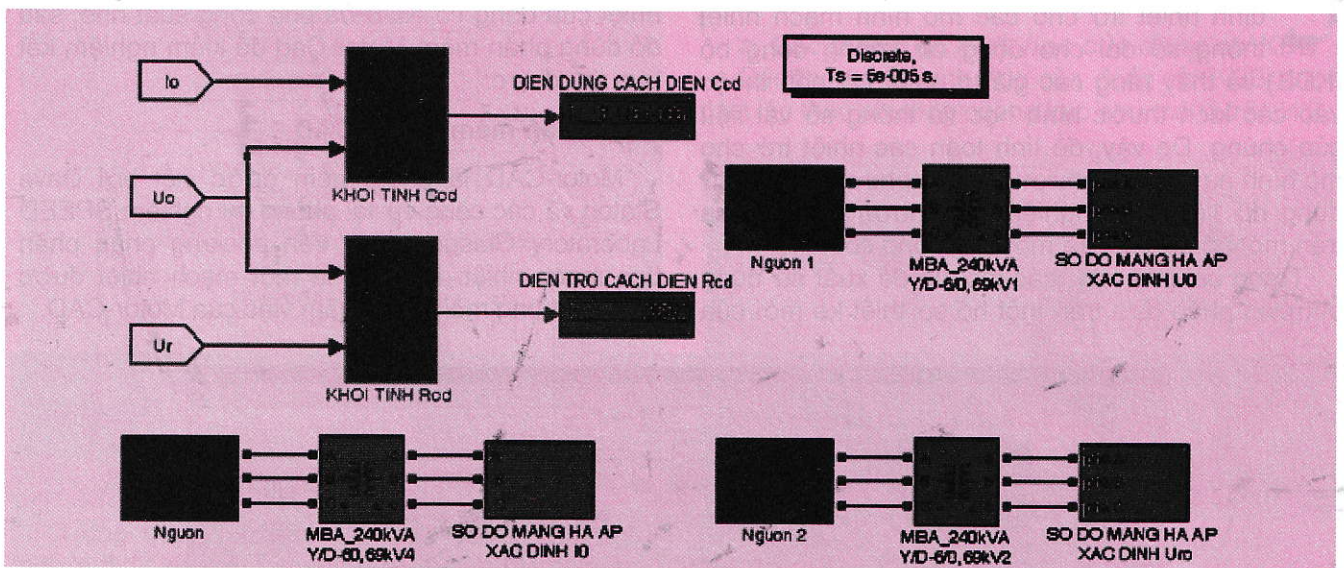
H.3. Sơ đồ mô phỏng mạng hạ áp 660V tính U_0 và I_0 của mạng



H.4. Sơ đồ mô phỏng tính dòng điện rò



H.5. Sơ đồ mô phỏng tính trị hiệu dụng dòng rò: a - Sơ đồ khối tính trị hiệu dụng dòng rò; b - Dạng sóng điện áp và dòng điện rò



H.6. Sơ đồ mô phỏng xác định thông số cách điện của mạng 660 V

Các sơ đồ thành phần được xây dựng để lần lượt xác định I_0 , U_0 và I_{r0} . Những mô phỏng ứng với mạng hạ áp 660 V cấp điện cho 13 phụ tải được cho ở H.3 và H.4. Các dạng sóng kết quả và sơ đồ khối để tính trị hiệu dụng được cho ở H.5. Sơ đồ mô phỏng thu gọn của phương pháp được cho ở H.6.

4. Kết luận và kiến nghị

Các kết quả ở mục 3 đã cho thấy hoàn toàn có thể thực hiện việc xác định tham số cách điện của mạng bằng phương pháp mô phỏng. Sử dụng phương pháp này sẽ loại trừ được ảnh hưởng của sai số đo lường. Sơ đồ mô phỏng được xây dựng đảm bảo tính đa dạng, dễ dàng tùy biến để biểu diễn mọi dạng cấu trúc của lưới điện hạ áp 660 V trong mỏ (sơ đồ mạng hình tia, mạng hình tia phân nhánh) ứng với số thiết bị có thể thay đổi một cách tùy chọn. Phương pháp xác định thông số cách điện của mạng này đảm bảo tính tiên tiến, hiện đại

và là cơ sở để thực hiện các nghiên cứu sâu hơn về an toàn điện giật và an toàn nổ. □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. M. Mirzaei, M.Z. A Ab Kadir, E. Moazami and H. Hizam " Review of Fault Location Methods for Distribution Power System", Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 3(3): pp 2670 - 2676, 2009, ISSN 1991 - 8178, © 2009, INSInet Publication.
2. Mohamad Kamrul Hasan, Faham Hossain, "Earth fault currents in three phase systems", Graduation thsesis, Blekinge Institut of Technology, Sweden.
3. Elisabeth Hufnagl, Lothar Fickert, Ernst Schmutzter, " Efficient calculation of earth fault currents in compensated network" 24th Expert meeting "Komunalna energetika/power engineering" Maribor, 2015.

(Xem tiếp trang 49)

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Staton, D.A., Pickering, S.J, Lampard, D: 'Recent Advancement in the Thermal Design of Electric Motors', SMMA 2001 Fall Technical Conference "Emerging Technologies for the Electric Motion Industry", 3-5 Oct 2001, Raleigh-Durham, North Carolina, USA.

2. Dave Staton, Douglas Hawkins and Mircea Popescu, "Thermal Behaviour of Electrical Motors - An Analytical Approach" Motor Design Ltd., Ellesmere, SY12 0EG, U.K.

3. Boglietti, A., Cavagnino, A., Staton, D.A.: 'Thermal Analysis of TEFC Induction Motors', Industry Applications Conference, 2003. 38th IAS Annual Meeting. Volume 2, 12-16 Oct. 2003 Page(s):849 - 856 vol.2

4. Boglietti, A., Cavagnino, A., Staton, D.A.: 'Thermal Sensitivity Analysis of TEFC Induction Motors', IEE PEMD, Edinburgh, April 2004.

5. Boglietti, A., Cavagnino, A., Staton, D.A.: 'TEFC Induction Motors Thermal Models: A Parameter Sensitivity Analysis', IEEE Transactions on Industry Applications, Volume 41, Issue 3, May-June 2005 Page(s): 756-763.

6. Boglietti, A., Cavagnino, A., Staton, D.A., Popescu, M., Cossar, C., McGilp, M.I.: 'End space heat transfer coefficient determination for different

Induction Motor enclosure types', Industry Applications Conference, 2008. Edmonton, October 2008.

7. Boglietti, A., Cavagnino, A., Pastorelli, M., Staton, D.A., Vagati, A. : 'Thermal Analysis of Induction and Synchronous Reluctance Machines', IEMDC; 2005, San Antonio, USA, May 2005.

Người biên tập: Đào Đức Tạo

Từ khóa: mạch nhiệt thông số rải; mô hình nhiệt; kiểm nghiệm mô hình mạch nhiệt; động cơ không đồng bộ; phần mềm phân tích nhiệt motor cad

Ngày nhận bài: 01 tháng 03 năm 2016

Ngày duyệt đăng bài: 06 tháng 8 năm 2016

SUMMARY

The paper presents some results of testing with thermal model by Motor Cad software. The authors have used proposal thermal circuit model with sprayed parameters to achieve simplicity and accuracy in calculation and design of electric motors.

MỘT PHƯƠNG PHÁP XÁC...

(Tiếp theo trang 43)

4. Nguyễn Bích Hậu, "Nghiên cứu, đề xuất một số giải pháp nhằm đảm bảo điều kiện an toàn điện giật ở các mạng điện hạ áp xoay chiều trong hầm lò vùng Cẩm Phả-Quảng Ninh", Luận văn thạc sĩ kỹ thuật, Đại học Mỏ-Địa chất, 2010.

5. Nguyễn Văn Quân, "Nghiên cứu đảm bảo an toàn điện giật trong các mạng điện mỏ hầm lò điện áp 1140V vùng Quảng Ninh", Luận án tiến sĩ kỹ thuật, Đại học Mỏ-Địa chất Hà Nội, 2015.

6. Kim Ngọc Linh, "Nghiên cứu hình thức bảo vệ rò điện phù hợp với mạng điện hạ áp mỏ hầm lò vùng Quảng Ninh", Luận án tiến sĩ kỹ thuật, Đại học Mỏ-Địa chất Hà Nội, 2006.

7. Kim Ngọc Linh, "Mô hình mạng điện hạ áp mỏ hầm lò vùng Quảng Ninh về phương diện an toàn điện giật" Tạp chí KHKT Mỏ-Địa chất, số 5, 2004.

8. Bộ Công Thương, "Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về an toàn trong khai thác than hầm lò", QCVN 1:2011/BCT, Hanoi.

9. Nguyễn Anh Nghĩa, "An toàn điện mỏ", Bài giảng cho học viên cao học ngành "Hệ thống điện,

cung cấp điện và điện khí hóa". Đại học Mỏ-Địa chất Hà Nội, 1997.

Người biên tập: Đào Đức Tạo

Từ khóa: mạng điện có trung tính cách ly; bảo vệ rò điện; an toàn điện giật; điện trở cách điện; điện dung và điện dẫn của mạng; mô hình mô phỏng

Ngày nhận bài: 12 tháng 01 năm 2016

Ngày duyệt đăng bài: 06 tháng 8 năm 2016

SUMMARY

The paper shows the new method to determine the insulation parameters of 660 V network with isolated neutral. The network's capacitance and insulation resistors are deducted from U_0 , I_0 , I_r which are directly resulted from simulation model. The model reflect the realistic of loads, it is also very flexible and allow the users to simulate any type of underground mines' network with variety input parameters.