

✓

NGHIÊN CỨU, THIẾT KẾ THIẾT BỊ ĐÓNG, CẮT, CHUYỂN MẠCH ĐẢM BẢO AN TOÀN CHÁY, NỔ ĐỐI VỚI CÁC MẠNG ĐIỆN HẠ ÁP TRONG CÁC MỎ KHAI THÁC THAN HẦM LÒ

RESEARCH, DESIGN SWITCHING EQUIPMENT TO ENSURE FIERY,
EXPLOSIVES SAFETY FOR THE LOW VOLTAGE GRID
IN UNDERGROUND COAL MINES

TS. Phạm Trung Sơn¹, KS. Đinh Vương Duy²

¹Bộ môn Điện khí hóa, Khoa Cơ điện, Trường Đại học Mỏ - Địa chất
²Công ty Cổ phần Công nghiệp Điện Tân Kỳ

TÓM TẮT

Bài báo tập trung phân tích nguyên nhân phát sinh hỏa hoạn, cháy, nổ trong các mỏ than hầm lò, các phân xưởng tuyển khoáng cũng như các khu vực công nghiệp có nguy hiểm về khí, bụi nổ. Phân tích nhược điểm của các thiết bị đóng, cắt, chuyển mạch kiểu tiếp điểm có tiếp xúc trực tiếp về phương diện an toàn cháy, nổ. Từ đó nghiên cứu, thiết kế một thiết bị đóng, cắt, chuyển mạch mới, đảm bảo tính an toàn tia lửa nhờ việc đóng, cắt, chuyển mạch điện kiểu tĩnh, không phát sinh tia lửa, hồ quang điện hoặc nguồn nhiệt, thiết bị có khả năng điều khiển từ xa và tại chỗ.

Từ khóa: Cháy, nổ, mỏ than hầm lò, thiết bị đóng cắt, máy cắt tự động thyristor.

ABSTRACT

This paper focuses on analyzing the cause of fire, explosion in the underground coal mines, mineral sorting factories as well as industrial areas, where atmosphere contain explosive gas and dust. Analyse disadvantages of switching equipment, which type have direct contact point with respect on fiery and explosives safety. From that research, design switching equipment to ensure fiery and explosives safety, due to the switching with static type, does not generate sparks, arcing or thermal sources, this equipment allows remote and onsite control.

Keywords: Fire, explosion, underground coal mines, switching equipment, thyristor automatic break.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Từ năm 1999 trở lại đây, ngành Than Việt Nam đã chứng kiến khá nhiều vụ tai nạn thảm khốc do cháy nổ khí mêtan (CH_4) gây ra. Điển hình là vụ nổ khí mêtan tại Công ty Than Mạo Khê năm 1999, khiến 19 công nhân thiệt mạng. Chỉ 3 năm sau đó, năm 2002 tại mỏ than Suối Lài và Xí nghiệp Than 909, xảy ra 2 vụ nổ khí liên tiếp làm chết 11 công nhân. Tháng 3 năm 2006, tại Công ty Than Thống Nhất đã xảy ra vụ nổ khí mêtan làm chết 8 người. Nghiêm trọng nhất là vụ nổ tại Công ty Than Khe Chàm năm 2008, đã gây thiệt hại về vật chất lên tới hơn 2 tỉ đồng, làm 9 người chết và 24 người bị thương, trong đó có 1 Phó Giám đốc Phụ trách An toàn và 4 cán bộ cứu hộ. Đêm ngày 15/1/2014, tại Công ty Than Đồng Vông thuộc Công ty Than Uông Bí đã xảy ra nổ khí trong hầm lò, khiến 6 công nhân thiệt mạng, 1 người bị thương. Vào 0h30 phút, ngày 3/4/2016, tại đường lò sản xuất than Hà Ràng, thuộc Công ty Than Hạ Long, xảy ra vụ cháy khí lò khiến 6 công nhân bị bỏng.

Trên thế giới, vụ tai nạn lớn nhất liên quan đến mê tan xảy ra vào năm 1903, tại Hoa Kỳ với 1.234 thợ mỏ thiệt mạng. Ở Ba Lan, vào năm 1974, tại mỏ Silesia đã xảy ra một vụ nổ khí mêtan, gây tổn thất cho 34 thợ mỏ. Khí mê tan đặc biệt nguy hiểm khi tiến hành khai thác than hầm lò mà không tuân thủ quy trình kỹ thuật và quy phạm an toàn. Ở Ba Lan, trong 31 mỏ đang hoạt động thì có tới 21 mỏ khai thác trong môi trường có nguy cơ cháy, nổ khí mê tan.

Một trong những nguồn chính gây sự cố cháy, nổ trong các mỏ than hầm lò là sự hiện diện của phóng điện hồ quang khi đóng, cắt trong các mạng điện. Do đó, việc nghiên cứu giải pháp đảm bảo an toàn cháy, nổ đối với thiết bị đóng, cắt, chuyển mạch điện là một nhiệm vụ cấp thiết.

2. NGHIÊN CỨU, THIẾT KẾ THIẾT BỊ ĐÓNG, CẮT KHÔNG TIẾP ĐIỂM ĐẢM BẢO AN TOÀN CHÁY, NỔ TRONG MẠNG ĐIỆN HẠ ÁP MỎ HẦM LÒ

Khí mêtan trong thực tế không chỉ phát sinh trong các mỏ than hầm lò mà còn có thể phát sinh trên mặt đất, như: Tại các xương tủy khoáng, trong các khu dân cư và các cơ sở công nghiệp, khu chế xuất xăng, dầu... Khí mêtan tích tụ trong quá trình làm việc, khi đạt tới nồng độ đủ lớn sẽ tạo ra hiện tượng phóng khí, nếu đột ngột xuất hiện tia lửa nguy hiểm thì có thể gây ra cháy, nổ hỗn hợp mêtan-không khí.

Tùy theo từng điều kiện tạo thành của khí mêtan mà khí mêtan tồn tại trong vỉa than và đất đá vách được chia thành các dạng, như sau:

- Khí mêtan tồn tại ở dạng tự do trong các khe nứt, lỗ hổng của vỉa than và đất đá bao quanh vỉa.

- Khí mêtan tồn tại ở dạng bám dính, liên kết hóa - lý bền vững và thường tách ra khỏi than khi có ngoại lực tác động như đập, nghiền,...

- Khí mêtan tồn tại lẫn trong nước ở các vỉa than, trong các tầng đá ngầm nước, chứa nước.

Trong quá trình khai thác than, ở bầu không khí của các đường lò còn có bụi than, nồng độ bụi than trong không khí rất cao, ngoài ra, bụi than còn lắng đọng bám trên nóc lò, vì chống và phủ lên nền lò. Bụi than sinh ra lúc khai thác than bằng công nghệ khoan - nổ mìn, khâu than bằng máy khâu, bốc dỡ than... Hỗn hợp bụi than - không khí trong những điều kiện nhất định có thể trở thành hỗn hợp nổ nguy hiểm.

Thông thường, ở các khu vực khai thác mỏ hầm lò, các khu vực đào lò chuẩn bị, xương

tuyến, các khu vực hoạt động sản xuất, các trang thiết bị điện được đóng cắt, chuyển mạch nhờ các tiếp điểm thông thường của cầu dao, aptômat, khởi động từ,...ở các thời điểm đóng, cắt điện thường xuất hiện tia lửa điện, hồ quang điện, hoặc tiếp điểm bị nung nóng quá mức. Nếu năng lượng tia lửa, hồ quang, hoặc nhiệt độ đủ lớn ($W > 0,28m$) hoặc $T > 675^{\circ}C$) có thể trở thành nguồn gây cháy và dẫn tới nổ. Trong quá trình làm việc, dưới tác động của tia lửa điện, hồ quang điện, tiếp điểm bị mòn, rỗ dần dần đến già hóa, điện trở tiếp xúc tăng...Làm cho các cặp tiếp điểm bị nung nóng, thậm chí ngay cả với dòng tải định mức. Tác động nung nóng tiếp điểm khi đạt tới một nhiệt độ tới hạn thì có thể tự gây cháy.

Mục đích của việc nghiên cứu trong bài báo này là đưa ra giải pháp kỹ thuật cho các thiết bị đóng, cắt, chuyển mạch điện để đảm bảo an toàn cháy nổ cho các mỏ than hầm lò, các xưởng tuyển cũng như các khu vực có nguy cơ cháy, nổ cao.

Theo qui phạm an toàn trong các hầm lò than và diệp thạch [1], mạng lưới điện và các trang thiết bị điện hạ áp được thiết kế để vận hành trong các điều kiện khai thác mỏ hầm lò cần tuân thủ các quy trình, quy phạm, quy định về lắp đặt các trang thiết bị điện... nhằm đảm bảo an toàn cháy, nổ. Tuy nhiên, theo thống kê thực tế cho thấy rằng, có đến một phần ba trường hợp hỏa hoạn, cháy, nổ có nguyên nhân từ việc cháy một trong những bộ phận nằm trong các trang thiết bị điện khi chúng bị hư hỏng. Trong đó, dây dẫn bọc cách điện (bộ phận dẫn điện được bọc cách điện) và cáp điện là nguyên nhân hàng đầu gây phát hỏa và cháy. Tỷ lệ tương quan về sự cố gây mất an toàn cháy, nổ giữa dây dẫn bọc cách điện và cáp điện là 1:1.

Nguyên nhân gây cháy, nổ do điện được thống kê theo tỉ lệ như sau: 70% - Do tia lửa điện phát sinh từ tiếp điểm (hình thành đơn điện theo

sự thay đổi của điện trở quá độ, tần số phát sinh tia lửa thay đổi theo tần suất đóng, cắt); 12% - Do dòng điện rò; 8% - Do ngắn mạch; 5% - Do quá tải; 5% - Do những nguyên nhân khác [2].

Tiếp điểm là một bộ phận không thể tách rời khỏi các thiết bị điện và các máy điện, quy tắc làm việc của chúng phụ thuộc không chỉ vào các yêu cầu điều khiển, mà còn phải đảm bảo an toàn cháy, nổ. Khi tiếp điểm bị nung nóng quá mức cho phép do điện trở tiếp xúc tăng cao, thì nó có thể tự kích hoạt cháy môi trường xung quanh và có thể dẫn tới nổ, nếu như chúng làm việc trong các điều kiện môi trường có nguy hiểm về cháy, nổ.

Về vấn đề đảm bảo an toàn vận hành mạng lưới điện phân phối, điện áp lên đến 1 kV, khi gặp phải các chế độ sự cố, yêu cầu phải trang bị các thiết bị bảo vệ, như: Cầu chì, aptômat, các rơle bảo vệ cực đại, các bộ lọc thành phần đối xứng...Tuy nhiên, tất cả các trang thiết bị này chỉ phản ứng, tác động khi có dòng sự cố qua chúng và không được tác động với tất cả các chế độ được cho là bình thường (chế độ khởi động, chế độ định mức). Trong khi tia lửa nguy hiểm có thể phát sinh tại tiếp điểm ở chế độ đóng, cắt, chuyển mạch ở chế độ làm việc bình thường hoặc tiếp điểm bị nung nóng quá mức với dòng tải bình thường. Tia lửa nguy hiểm hay tiếp điểm bị nung nóng quá mức, có thể dẫn tới làm cháy cách điện, dẫn tới hỏa hoạn, cháy, nổ...Trong trường hợp này tất cả các dạng bảo vệ kể trên lại không tác động.

Hiện nay, các tiêu chuẩn lắp đặt thiết bị điện hiện đại đã đưa ra một số yêu cầu riêng về lắp đặt các trang thiết bị điện nhằm giảm thiểu tối đa các sự cố gây cháy, nổ do điện. Các giải pháp áp dụng trong thực tế, bao gồm:

- Sử dụng các loại tiếp điểm với công nghiệp cố định, tự siết chặt và ổn định rung;

- Sử dụng các vật liệu cách điện khó cháy và không lan truyền cháy;

- Sử dụng các lớp sơn phủ, báo hiệu một sự thay đổi về màu sắc theo sự thay đổi của nhiệt độ của các tiếp điểm và cáp điện;

- Sử dụng cáp nhiệt - Báo cháy tuyến tính.

Mặc dù đã có nhiều giải pháp kỹ thuật, công nghệ triển vọng, nhằm loại trừ sự xuất hiện nguồn kích nổ, như: Hồ quang điện, tia lửa điện, nguồn nhiệt gây nguy hiểm về cháy, nổ trong khu vực có nguy hiểm về khí, bụi cháy, nổ. Nhưng, tất cả các biện pháp kỹ thuật, công nghệ trên không loại trừ nguy cơ cháy, nổ của hỗn hợp mê tan - khí, bụi than - khí trong các khu vực có chứa khí và bụi nổ.

Như vậy, trong tất cả các vấn đề được đề cập bên trên, rõ ràng đã xác nhận tính cấp thiết của nghiên cứu, đó là xây dựng, hoàn thiện thiết bị đóng, cắt, chuyển mạch với khả năng bảo vệ mạng lưới điện, điện áp thấp khỏi cháy, nổ trong các chế độ làm việc của nó. Nhiệm vụ này được hiện thực hóa bằng việc sử dụng các thiết bị đóng, cắt, chuyển mạch không tiếp điểm (việc đóng, cắt mạch điện không có tiếp xúc trực tiếp, không phát sinh tia lửa, hồ quang, nhiệt độ) thực sự đảm bảo tính an toàn tia lửa, kèm theo yêu cầu bắt buộc là có thể điều khiển tại chỗ và có điều khiển từ xa. Bên cạnh đó, thiết bị cần đủ công suất để đảm bảo lưu thông dòng điện tải từ nguồn điện cung cấp đến phụ tải.

Thiết bị đóng, cắt (có thể gọi là máy cắt điện) với công nghệ đóng, cắt không tiếp điểm khi được chế tạo cần phải đảm bảo các yêu cầu về đặc điểm làm việc của thiết bị điện mở, như: Kích thước nhỏ gọn; chống, chịu nước, bụi, và các tác dụng ăn mòn của môi trường; chống chịu được các tác động va đập cơ học, khoa học lao

Trong nghiên cứu này, để xuất một hình của thiết bị đóng, cắt, chuyển mạch không tiếp điểm, đảm bảo an toàn tia lửa (không phát tia lửa hoặc hồ quang điện), bảo vệ cho lưới điện điện áp thấp trên cơ sở sử dụng các thiết bị điện tử công suất thyristor. Ngoài ra, thiết bị này được trang bị các chức năng điều khiển tại chỗ và có điều khiển từ xa.

Chi tiết hơn, thiết bị cho phép thực hiện các nhiệm vụ điều khiển sau:

- Tiến hành đóng, cắt mạch không phát sinh tia lửa, hồ quang tại mạng điện điện áp thấp cả trong chế độ bằng tay và điều khiển từ xa;

- Tiến hành điều khiển từ xa các thông số của mạng điện mà không phát sinh tia lửa, hồ quang bởi các phần tử của hệ thống, đảm bảo an toàn cháy, nổ.

Ngoài ra, thiết bị còn được sử dụng như một thiết bị bảo vệ mạng điện hạ thế (chỉ cần mở tiếp điểm điều khiển thyristor) khỏi các chế độ ngắn mạch, dòng rò, quá/kém áp, và những sự cố khác.

Trình bày dưới đây, là thiết bị đóng, cắt, chuyển mạch không tiếp điểm, an toàn tia lửa thông qua việc điều khiển bằng thyristor, gọi tắt là máy cắt tự động thyristor.

❖ Máy cắt tự động thyristor

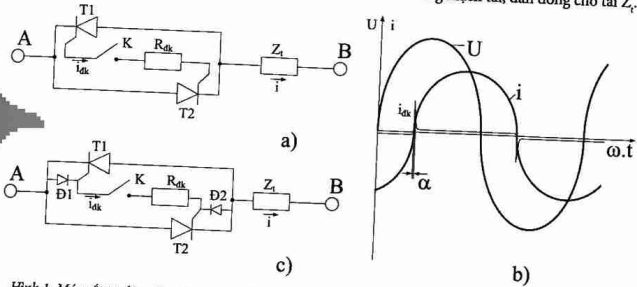
Các phần tử điện tử công suất thyristor dùng để đóng, cắt, điều chỉnh thông số mạng điện hoặc hãm động cơ một cách dễ dàng nhờ việc sử dụng hợp lý sơ đồ điều khiển, đủ đơn giản và tin cậy. Chúng dựa trên việc sử dụng điện áp dương cực để tạo xung mở, góc mở tùy thuộc vào nhu cầu điều khiển. Với mục đích chỉ đóng,

cắt, chuyển mạch thì góc mở của thyristor trong các sơ đồ này, không được điều chỉnh hoặc được điều chỉnh trong một dải không lớn. Nguyên lý điều khiển thyristor trên một pha được thể hiện trên hình 1a.

Cực điều khiển của thyristor kết nối thông qua một điện trở điều khiển $R_{đk}$, dưới tác động của điện áp tại cực dương sẽ phát sinh dòng điều khiển. Ví dụ, khi cực A dương, dòng điều khiển $i_{đk}$ chảy qua cực điều khiển chuyển

tiếp của thyristor (cực cảm - cực điều khiển) ở phía ngược lại, dòng điều khiển qua chuyển tiếp p-n là không đáng kể.

Khi dương cực là A, dòng điều khiển $i_{đk}$ chạy qua tiếp điểm K, qua điện trở $R_{đk}$ điều khiển, qua chuyển tiếp p-n của thyristor T_2 , tải Z_L cực âm B. Như vậy, đối với Thyristor T_2 , điện áp dương cực là dương, dòng điện điều khiển cũng dương dẫn đến Thyristor T_2 mở, Thyristor T_1 mở sẽ mở thông mạch tải, dẫn dòng cho tải Z_L .



Hình 1. Máy cắt tự động thyristor: a) Sơ đồ không có diốt; b) Đồ thị dòng điện và điện áp; c) Sơ đồ với diốt.

Cực tính thay đổi ngay lập tức thông qua mỗi nửa chu kỳ sau khi dòng điện đi qua không. Ở nửa chu kỳ còn lại dòng điều khiển đối chiều, thyristor T2 tự động cắt mạch và thyristor T1 mở thông.

xứng làm việc của các phần tử thyristor và xuất hiện dòng điện không sin trong phụ tải.

Góc mở của thyristor phụ thuộc vào điện trở điều khiển $R_{đk}$ và Z tải. Khi tăng $R_{đk}$, dòng điều khiển giảm làm chậm quá trình mở thyristor và góc mở α tăng lên. Như vậy, ngoài việc sử dụng để đóng, mở, chuyển mạch, thyristor còn có khả năng điều khiển điện áp và dòng điện trên tải. Tuy nhiên, xét thấy rằng các thông số của thyristor phân tán rất rộng, các góc mở α nhận được là khác nhau, dẫn đến tính không ổn

định của góc mở α . Như vậy, nếu thyristor chỉ làm việc ở chế độ đóng, cắt, không điều chỉnh điện áp trên tải $\alpha=0$ thì thyristor đã thay chức năng của một tiếp điểm, nên nó được gọi là tiếp điểm thyristor và nếu thyristor chỉ làm việc ở chế độ đóng, cắt thì thyristor đã thay vai trò của máy cắt nên có thể gọi là máy cắt tự động thyristor. Trên hình 1, thể hiện chi tiết sơ đồ điều khiển tiếp điểm một pha dòng điện xoay chiều, chuyển tiếp điều khiển của thyristor được nối shunt với góc mở ổn định α .

3. KẾT LUẬN

Bài báo đã xét đến các nguyên nhân chính gây cháy, nổ do các bộ phận của các trang thiết bị điện gây ra và nguyên lý làm việc của thiết bị bảo vệ, đóng, cắt trong các mạng lưới phân phối, điện áp đến 1 kV. Phân loại các thiết bị bảo vệ hiện đại được sử dụng để bảo vệ các chế độ sự cố trên các mạng điện hạ áp. Nghiên cứu, thiết kế một thiết bị đóng, cắt, chuyển mạch mới thực sự đảm bảo an toàn tia lửa nhờ việc đóng, cắt, chuyển mạch điện không phát sinh tia lửa, hồ quang điện hoặc nguồn nhiệt, có khả năng điều khiển từ xa và tại chỗ. Do đảm bảo được tính an toàn tia lửa nên máy cắt tự động thyristor được sử dụng trong các xưởng tuyển khoáng, trong các mỏ than hầm lò nơi có thể phóng mê tan, bụi than, cũng như trong các xí nghiệp công nghiệp có nguy hiểm về cháy nổ bằng cách loại bỏ các nguồn gây cháy, nổ khi đóng cắt mạch điện. Như vậy, về cơ bản thì vấn đề nghiên cứu đã giải quyết được mục tiêu và tính cấp thiết đặt ra. ❖

Ngày nhận bài: 17/6/2016

Ngày phản biện: 14/7/2016

Tài liệu tham khảo:

- [1]. Bộ Công nghiệp; *Quy phạm an toàn trong các hầm lò than và diệp thạch*, TCN 14.06.2000, Hà Nội, 2000.
- [2]. Kaimakov.A.A, Torgashov.V.S, Pesok.S.A, Kashixún.G.E, Vasnev.M.A, Kolosiuk.V.P (MakHÊÊ)-chủ biên. *An toàn nổ thiết bị điện mỏ*. "Nhedra", Matxcova 1982.