

# HỆ THỐNG THÔNG TIN SỰ CỐ TRONG CÁC MỎ HẦM LÒ

V.V. GABOV, S.L. IVANOV, U.V. LUKOV, M.A. SEMENOV  
Trường Đại học Mỏ, St. Petersburg, CHLB Nga

**M**ột trong những nhiệm vụ quan trọng để đảm bảo an toàn trong sản xuất ở các mỏ hầm lò là báo động kịp thời khi xảy ra các sự cố. Điều 41 trong Quy phạm an toàn của Liên bang Nga ПБ 05-618-03 đưa ra quy định là: Báo động sự cố - Đó là gửi những thông tin khẩn cấp đến điều độ mỏ (bằng mã tín hiệu, văn bản, tiếng nói) về vị trí của người thợ trong mỏ tại thời điểm trước, trong và sau khi xảy ra sự cố. Nhân viên điều độ mỏ là người tiếp nhận trực tiếp các thông tin khẩn cấp đó. Điều 41 của Quy phạm kể trên cũng quy định: Trong các hoạt động cứu hộ khi sập đổ lò, việc tìm kiếm và xác định vị trí để cứu thợ mỏ trong đồng đất đá đổ nát phải được tiến hành qua lớp đất đá có độ dày không ít hơn 20 m, với  $\pm$  sai số không quá 2 m, trong khoảng thời gian không ít hơn 2 ngày. Trong [1] cũng chỉ ra công nghệ tìm kiếm hay định vị để xác định vị trí của thợ mỏ trong các đường lò ở điều kiện bình thường cũng như khi xảy ra sự cố.

Dựa trên trình bày ở trên và cũng để đáp ứng yêu cầu ở Điều 41 của Quy phạm an toàn ПБ 05-618-03, hệ thống thông tin báo động sự cố trong mỏ hầm lò và diệp thạch phải đáp ứng được các yêu cầu sau:

- ❖ Thông tin phải có khả năng bao trùm toàn bộ diện tích các đường lò trong mỏ;
- ❖ Thông tin sự cố phải đến được tất cả thợ mỏ và đội ngũ cán bộ kỹ thuật mỏ, bất kể họ đang ở vị trí nào trong mỏ;
- ❖ Hệ thống thông tin sự cố phải có khả năng làm việc trước, trong và sau khi xảy ra sự cố;
- ❖ Thời gian thông báo sự cố phải nhanh nhất (không muộn hơn một vài phút);
- ❖ Khối lượng thông tin phải đủ để mọi người hiểu được bản chất của sự cố và có thể phải chỉ ra được các lối thoát khẩn cấp [2].

Hầu hết các hệ thống thông tin báo động trong mỏ sử dụng phương pháp truyền tín hiệu radio xuyên qua các lớp đất đá đều đáp ứng được các yêu cầu kể trên. Đó là các hệ thống: "Земля-3М", "СУБР-1П", "Радиус-2", "СУБР-1СВМ", "Гранч",

"Талнах",... sử dụng rất rộng rãi trong các mỏ của Liên bang Nga. Các hệ thống thế hệ sau được hoàn thiện thêm là "СУБР-1..." và "Радиус-2". Đặc biệt, "Радиус-2" đáp ứng được tất cả các yêu cầu kể trên. Những năm gần đây, các hệ thống thông tin trong mỏ đã sử dụng rộng rãi công nghệ số truyền thông không dây (DECT, WiFi) có chức năng bao trùm rộng hơn đáng kể và có thể thực hiện tất cả các yêu cầu kể trên đối với hệ thống. Các hệ thống sử dụng cáp làm kênh truyền thông trong trường hợp xảy ra sự cố thường không thể hoạt động và như vậy làm mất liên lạc với các nhân viên khác trong mỏ.

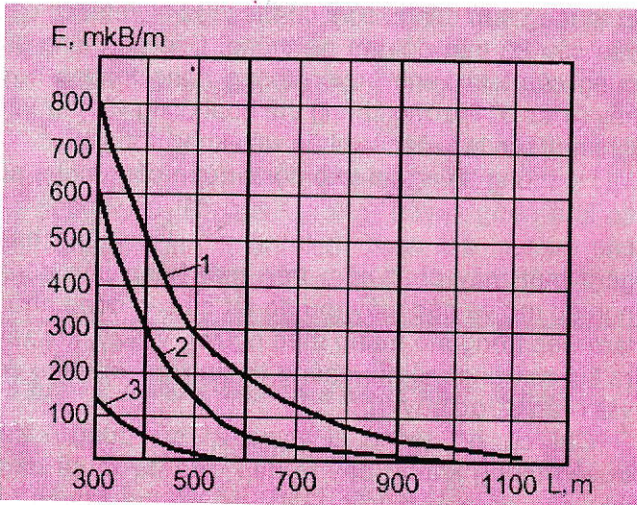
Hệ thống thông tin báo động dùng công nghệ số có khả năng xuyên qua các lớp đất đá, không có các thiết bị đặt cố định trong mỏ. Hệ thống bao gồm một máy phát nằm trên mặt bằng sản công nghiệp mỏ và các máy thu do tất cả các công nhân làm việc trong mỏ mang theo người. Vì vậy, khi xảy ra sự cố trong mỏ mọi thông tin liên lạc với điều độ viên vẫn được duy trì.

Chỉ có hệ thống "Радиус-2" sử dụng kênh truyền thông không dây là đáp ứng được cả năm yêu cầu đã nêu ở trên [3,4]. Nó có thể truyền tải các tín hiệu thông báo dạng tín hiệu sự cố trong dải tần số 25-2500 Hz, xuyên qua các lớp đất đá ở độ sâu đến 2 km. Các máy thu tín hiệu nhận được các tín hiệu tần số thấp và chuyển đổi chúng làm các đèn nhấp nháy với các tần số, độ dài khác nhau và kèm theo là các tín hiệu âm thanh. Theo các loại tín hiệu này, thợ mỏ nhận biết được thông tin về dạng sự cố xảy ra trong mỏ hoặc đơn thuần chỉ là một cuộc gọi điện thoại.

Tuy nhiên, "Радиус-2" cũng còn cần phải nghiên cứu và hoàn thiện thêm để đáp ứng được một cách trọn vẹn yêu cầu ở mục (5), bởi vì ngoài bốn mã tín hiệu thông báo về dạng sự cố ra thì các thông tin tương ứng về bản chất của sự cố, địa điểm cụ thể nơi xảy ra, khả năng lan truyền sự cố và hậu quả của nó, cũng như chỉ ra các lối thoát khẩn cấp lên bề mặt mỏ còn gặp nhiều khó khăn. Trong hệ thống "СУБР-1П" và "СУБР-1СВМ" người ta đã thực

hiện được chức năng này bằng các tin nhắn cho đội ngũ cán bộ kỹ thuật và quản đốc các phân xưởng làm việc trong mỏ. Tin nhắn văn bản được lập trình sẵn kể các kế hoạch ứng phó khẩn cấp với các sự cố (có đến 508 tin nhắn và 40 ký tự cho mỗi tin nhắn). Ngoài ra, người ta có thể truyền đi những tin nhắn bằng văn bản tùy ý đến các máy thu cá nhân của thợ mỏ trên giải băng tần số cao.

Trường Đại học mỏ St. Petersburg đã tiến hành nghiên cứu xác định độ sâu truyền sóng điện từ trường, khi truyền các tín hiệu lời nói xuyên qua các lớp đất đá. Kết quả nghiên cứu được thể hiện như trên đồ thị trong H.1. Đồ thị đặc trưng cho sự suy hao của cường độ điện từ trường ( $E$ , mkV/m), phụ thuộc vào chiều dày của các lớp đất đá ( $L$ , m) trong khối đá, với tần số khác nhau của giọng nói. Các nghiên cứu được thực hiện với đất đá có độ truyền dẫn trung bình bằng  $10^{-2}$  cm/m. Đó là độ truyền dẫn đặc trưng của than antraxit, đá cát kết, bột kết, sét kết ướt, thạch anh-sunfit, đá phiến sét và nhiều loại đá khác.



H.1. Đồ thị đặc trưng cho sự suy hao cường độ điện từ trường phụ thuộc vào chiều dày của các lớp đất đá trong khối đá, ở các dải tần số khác nhau: 1 - Ở tần số 300 Hz; 2 - Ở tần số 1000 Hz; 3 - Ở tần số 3500 Hz.

Các đồ thị cho thấy cường độ của điện từ trường ở tần số thấp (300 Hz) là vào khoảng 12 mkV/m, ở độ sâu 1200 m là đạt yêu cầu để máy thu có thể nhận được tín hiệu. Ở tần số 3500 Hz, cường độ điện từ trường chỉ còn ở mức 9 mkV/m, nếu ở độ sâu 500 m, điều này có nghĩa là thông tin truyền thông bằng sóng radio không ổn định.

Điều này cho ta có thể rút ra các kết luận sau đây: Các định dạng báo động bằng giọng nói chỉ có thể thực hiện tới độ sâu không quá 500 m. Điều này là không thể chấp nhận được đối với các mỏ hiện đại vì độ sâu của các công trình ngầm thường ở mức 1000 m hoặc sâu hơn nữa [5].

Kết luận này không có nghĩa là chúng ta phải từ bỏ phương pháp truyền thông bằng lời nói. Trái lại, trong trường hợp này ta phải tìm cách để tăng chiều sâu của sóng truyền. Một trong những giải pháp có thể thực hiện là hiệu chỉnh đặc tính biên độ - tần số của bộ điều phát, nhằm mục đích tăng cường phần tần số cao của quang phổ tiếng nói vì đây là phần bị suy hao nhiều nhất khi xuyên qua các lớp đất đá. Giải pháp này cũng dễ nhận thấy dựa trên phân tích những đồ thị thể hiện trong H.1.

Nếu chúng ta so sánh, ví dụ, cường độ điện từ trường ở tần số 300 Hz và 3500 Hz ở độ sâu 500 m, ta thấy ngay rằng với tần số 3500 Hz, cường độ này giảm tới 24 lần so với tần số 300 Hz. Điều này có nghĩa là để tăng khoảng cách truyền dẫn lời nói (lớn hơn 500 m), cần thiết phải bù lại sự suy hao của các thành phần tần số cao. Để thực hiện được điều này, ta phải tăng hệ số khuếch đại của bộ điều phát đối với các tần số cao, không ít hơn 24 lần, so với các thành phần tần số thấp. Để giải quyết vấn đề này, người ta có thể đưa vào tầng cuối cùng của bộ điều phát một mạch điều chỉnh, đầu nối tiếp một điện cảm  $L$  với một điện dung  $C$ , mắc nối tiếp với ăng-ten của máy phát. Mạch này tốt nhất phải là mạch điện dung, để khi khuếch đại các tần số của tín hiệu lời nói thì tổng điện trở của mạch sẽ giảm và hệ số khuếch đại của toàn bloc sẽ tăng lên.

Các thông số  $L$  và  $C$  phải được lựa chọn có tính đến tần số cộng hưởng  $f_{pe3} = 1/2\pi\sqrt{LC}$ . Tần số  $f_{pe3}$  phải có trị số nhỏ hơn tất cả các tần số của quang phổ lời nói và chắc chắn là nhỏ hơn tần số 3500 Hz. Từ những lý do này, tích số của mạch LC phải có giá trị không vượt quá  $2 \cdot 10^{-9}$ . Việc tạo ra một mạch điều chỉnh như vậy không gặp khó khăn gì.

Chúng tôi đã tiến hành thử nghiệm với bloc cuối cùng của máy điều phát có dạng một bộ khuếch đại tần số thấp với một transistor lưỡng cực. Các thông số của nó được tính toán khi xem xét với mạch điều chỉnh. Trong quá trình thử nghiệm máy điều phát này, đã quan sát thấy có sự gia tăng cường độ điện từ trường đến 1,5 lần, ở tần số từ 300 Hz đến 1000 Hz. Còn trong dải tần số 1000-3500 Hz - Cường độ này suy hao khoảng gần 2 lần. Cường độ điện từ trường ở độ sâu 500 m cho phổ tần số cao có giá trị tới 450 mkV/m, cao hơn tới 45 lần, so với trường hợp không dùng mạch điều chỉnh. Điều này có nghĩa là chúng ta có thể mở rộng phạm vi truyền thông đến độ sâu lớn hơn 500 m.

Các kết quả nghiên cứu tiếp theo của chúng tôi cho thấy bloc cuối cùng với mạch điều chỉnh với tần số 3500 Hz, đạt tới độ sâu 800 m, cường độ điện từ trường nhận được trong trường hợp này đạt giá trị 15 mkV/m, hoàn toàn đảm bảo để truyền đi các tín hiệu truyền thông bằng lời nói một cách rõ ràng. □

(Xem tiếp trang 22)

$$U_0(0) = \frac{C_d}{2C} E_m \cdot \sin \varphi \quad (19)$$

### 3. Khảo sát quá trình quá độ trong mạng điện cao áp 6 kV mô hình lò khi đóng cắt động cơ điện cao áp bằng phần mềm Electronics Workbench

Để tiến hành mô phỏng quá trình quá độ trong mạng điện cao áp 6 kV mô hình lò khi đóng cắt động cơ điện cao áp trên phần mềm Electronics Workbench, tác giả lấy thông số lưới điện cao áp của mỏ than Mao Khê-Quảng Ninh với thông số điện dung  $C=0,68 \mu\text{F}/\text{Pha}$ ;  $R=35,71 \text{ k}\Omega/\text{pha}$ ; động cơ điện không đồng bộ trạm bơm thoát nước mỏ điện áp 6 kV công suất 145 kW, tốc độ vòng quay 1440 v/ph, hệ số công suất  $\cos \varphi=0,85$ , hiệu suất  $\eta=0,97$ . Sau khi tính các thông số của động cơ và tra cứu tài liệu để xác định điện dung của động cơ so với đất, ta thiết lập mô hình mạng điện cao áp để khảo sát quá trình quá độ khi ngắt động cơ đang làm việc và kết quả mô phỏng được mô tả như trên H.3.

### 4. Kết luận

Kết quả nghiên cứu quá trình quá độ trong các hệ thống cung cấp điện cao áp mỏ có các động cơ điện không đồng bộ khi ngắt mạch luôn tồn tại điện áp thứ tự không kèm theo thành phần dao động

điều hoà bậc cao. Biên độ thành phần cơ bản điện áp thứ tự không  $U_0(0)$  phụ thuộc vào thời điểm ngắt tiếp điểm mạch lực có thể có giá trị đủ lớn gây tác động cắt nhầm lẫn của các thiết bị bảo vệ chạm đất một pha, làm ngưng trệ quá trình sản xuất không mong muốn. Để hạn chế tác động nhầm lẫn của các thiết bị bảo vệ chạm đất một pha ở các mạng điện như trên, cần có giải pháp hạn chế ảnh hưởng của điện áp thứ tự không ở chế độ quá độ khi ngắt động cơ không đồng bộ ba pha. □

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Дзюбан В.С. Апараты защиты от ток утечки в шахтных электрических сетях, М. Недра -1992
2. Бессонов Л.А. Теоретические основы элестротехники, М. высшая школа -1962.

*Người biên tập: Đào Đức Tạo*

### SUMMARY

The paper presents some research results of transitional process in the high voltage power network, the impact causes to the single phase short circuit to the ground protective devices and unexpected cutting to the other loads, when switch off the high capacity motors.

## HỆ THỐNG THÔNG TIN...

(Tiếp theo trang 24)

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Бабенко А.Г. Принципы построения многофункциональных систем безопасности угольных шахт, опыт и перспективы их использования в Кузбассе// А.Г.Бабенко, С.Э.Лапин, А.В.Вильгельм, С.М.Оржеховский - Безопасность труда в промышленности, 2011, №1. С.16-22.

2. Ферхо В.А., Веснин В.Н. Вопросы оснащения техническими средствами аварийного оповещения и определения местоположения персонала в подземных горных выработках рудников и угольных шахт. Горный журнал Казахстана, 2010, №8. С.47-50.

3. В радиусе повышенного внимания к шахтеру/Уголь Кузбасса, Международный научно-практический журнал, март-апрель 2011. С. 68-69.

4. "Неделя комфорта и безопасности жизнедеятельности" в Кузбассе одобрила ноу-

хау красноярского НВИЦ "Радиус". Известия региона от 24.11.2011 г. Специальный выпуск.

5. Дрabbин А.Л., Проскураков Р.М., Семенов М.А. Система беспроводной импульсной однополосной передачи речевых сигналов через массив горных пород с использованием ретрансляторов/ Известия вузов "Горный журнал" №2, 2002. С. 107-111.

*Dịch và biên tập: Đào Đức Tạo*

### SUMMARY

One of the important duties for the communication system at the underground mines is the urgent announcement when the occurred disasters. This paper presents the authors' research in finding solutions to amplify the electromagnetic field intensity to ensure the signal quality receiving from the transmitters in voice communication through the rocks layers in the underground mines.