

CÁC BIỂU HIỆN BIẾN DẠNG PHÁ HỦY LOẠI HÌNH KẾT CẤU CHỐNG GIỮ KHI ĐÀO ĐƯỜNG LÒ TRONG ĐẤT ĐÁ MỀM YẾU

TS. NGUYỄN VIỆT PHƯƠNG
Viện Khoa học Công nghệ Mỏ-Vinacomin

Trong những năm gần đây ngành Than đã lắp đặt và đưa vào vận 32 hệ thống quản lý khí mỏ tập trung tự động (hệ thống) đang vận hành tại 27 mỏ than hầm lò và sẽ có nhiều hệ thống mới tiếp tục đưa vào vận hành trong tương lai.

Hệ thống quản lý khí mỏ tập trung tự động có nhiệm vụ đo nồng độ các loại khí mỏ như Mêtan (CH_4), Ôxy (O_2), Ôxyt Carbon (CO), Cacbon điôxít (CO_2), các thông số vật lý như tốc độ gió, áp suất tuyệt đối, áp suất tương đối, độ bụi, nhiệt độ, độ ẩm và nhiều đại lượng không điện khác....

Những giá trị đo trên được biến đổi thành các tín hiệu điện và truyền về trung tâm để hiển thị và xử lý, cắt nguồn cho các thiết bị điện đang hoạt động trong khu vực có nồng độ khí vượt quá giá trị ngưỡng cho phép và khi nồng độ khí giảm xuống giới hạn an toàn, hệ thống sẽ gửi tín hiệu cho phép đóng điện cho các thiết bị tiếp tục làm việc.

Việc gửi tín hiệu cắt điện hoặc tín hiệu cho phép đóng điện trở lại này được đầu đo thực hiện độc lập, hoặc nhận lệnh từ trung tâm trong trường hợp đầu đo làm việc với trạm trung tâm trên mặt bằng mỏ. Cung cấp nguồn cho các đầu đo đang hoạt động có thể từ thiết bị cục bộ trong lò hoặc từ trạm trung tâm.

Trong trường hợp này trung tâm vừa cung cấp nguồn cho đầu đo, vừa truyền tải tín hiệu, kiểm tra các thông số hoạt động của các đầu đo trên cùng 1 tuyến cáp. Hệ thống được cấu thành từ các bộ phận chính sau:

- ❖ Đầu đo: thực hiện việc cảm nhận các thông số vật lý của đối tượng cần đo và biến đổi nó thành tín hiệu điện hoặc phi điện. Tên gọi của chúng được gọi theo chức năng đo, ví dụ đầu đo khí mêtan - đo đặc giá trị nồng độ khí mêtan; đầu đo tốc độ gió - đo tốc độ gió; đầu đo khí CO - đo nồng độ khí CO....

- ❖ Bộ biến đổi: biến đổi tín hiệu đo thành các tín hiệu tương tự hoặc kỹ thuật số, các tín hiệu này được gửi lên trạm trung tâm thông qua cáp truyền. Bộ biến đổi thường là bộ phận vi xử lý với đầu vào là tín hiệu tương tự và đầu ra là tín hiệu kỹ thuật số.

- ❖ Màn hiển thị: hiển thị kết quả đo và các lỗi của hệ thống trong quá trình vận hành.

1. Cấu tạo các đầu đo

Về cấu tạo có thể phân biệt hai loại đầu đo khí mêtan, trong đó một loại có cảm biến (sensor), bộ phận xử lý và màn hiển thị cùng nằm trên một vỏ và một loại bộ phận xử lý và màn hiển thị tách riêng với cảm biến (xem H.1 và H.2).

2. Đặc tính đo lường của đầu đo

Đặc tính đo lường của các đầu đo ảnh hưởng rất lớn đến việc xử lý tín hiệu đo, đến việc xác định chính xác các thông số cần đo, so với kết quả hiển thị trên màn hình. Đặc tính đo lường bao gồm các yếu tố chính sau đây:

- ❖ Dải đo: xác định các giá trị đo thấp nhất và cao nhất trên thiết bị đo;

- ❖ Xử lý tín hiệu đo: phụ thuộc vào đầu ra của tín hiệu đo - số hay tương tự;

- ❖ Độ nhạy: độ trễ giữa tín hiệu ra và thông số đo trong khoảng thời gian Δt ;

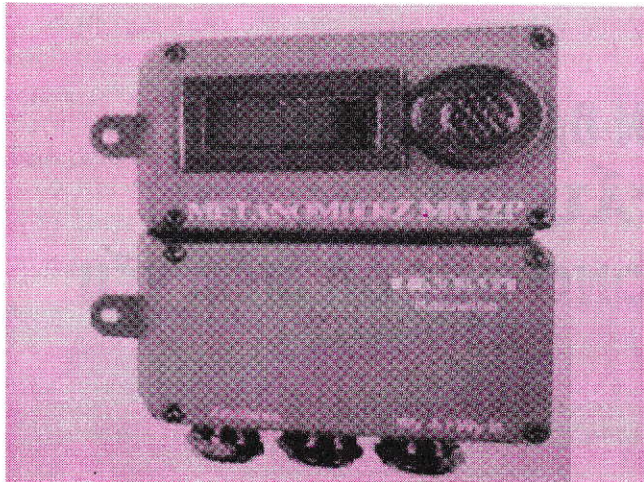
- ❖ Tính chọn lọc: xác định độ nhạy của cảm biến trước những tác động của những yếu tố vật lý khác (ví dụ nhiệt độ, áp suất, các khí khác,...);

- ❖ Độ lệch giữa đường đặc tính thực tế với đường đặc tính đo được;

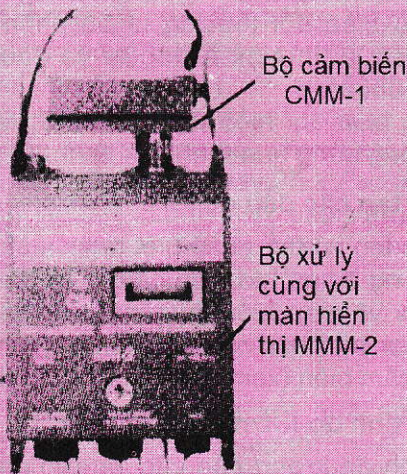
- ❖ Độ trễ: sự khác biệt giữa đặc tính tĩnh với sự tăng hoặc giảm của các thông số đo;

- ❖ Đặc tính động: sự phản ứng của cảm biến trước những thay đổi của thông số đo;

- ❖ Đặc điểm làm việc: đầu đo làm việc liên tục hoặc theo chu kỳ.



H.1. Đầu đo metan với cảm biến, xử lý, hiển thị cùng nằm trong một vỏ



H.2. Đầu đo metan với bộ phận xử lý và hiển thị tách riêng cảm biến

3. Nguyên lý làm việc của các đầu đo

Các đầu đo nồng độ khí metan thường làm việc theo nguyên lý dựa trên tính chất vật lý đặc trưng của nó:

- ❖ Dựa vào hình thù và chiều cao của ngọn lửa khi khí metan cháy;
- ❖ Mức độ khúc xạ, giao thoa ánh sáng trong không khí có chứa hàm lượng metan khác nhau; Theo đó người ta chế tạo các loại sau:
 - ❖ Đốt xúc tác;
 - ❖ Dựa vào sự khác nhau về độ dẫn nhiệt của metan và không khí;
 - ❖ Dựa vào mức độ bức xạ tia hồng ngoại của khí metan;
 - ❖ Dựa vào sự khác nhau về tốc độ truyền âm thanh trong không khí và khí metan;
 - ❖ Phóng xạ;

❖ Bán dẫn

Ngày nay người ta thường sử dụng các đầu đo hoạt động trên nguyên lý giao thoa, khúc xạ ánh sáng (quang học), đốt xúc tác và truyền nhiệt.

3.1. Nguyên lý giao thoa, khúc xạ ánh sáng (quang học)

Hệ số khúc xạ ánh sáng trong hỗn hợp không khí có chứa metan được xác định theo công thức:

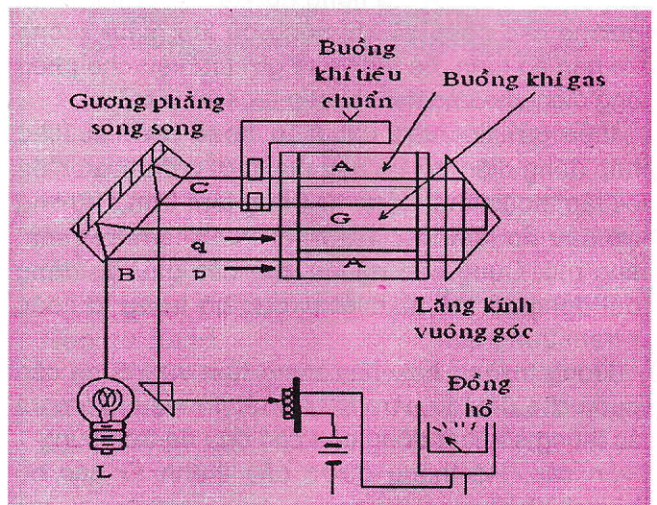
$$n = n_p \cdot \frac{100 - C}{100} + n_{CH_4} \cdot \frac{C}{100} \quad (1)$$

Trong đó: n_p - Hệ số khúc xạ ánh sáng trong không khí, với sóng có bước sóng 589 μm thì $n_p = 1,000276$; trong khí metan, $n_p = 1,000442$; n_{CH_4} - Hệ số khúc xạ ánh sáng trong khí metan;

Khi đo nồng độ khí metan sẽ được tính bằng công thức:

$$C = 100 \cdot \frac{n - n_p}{n_{CH_4} - n_p} \quad (2)$$

Nguyên lý làm việc: Tia sáng từ nguồn sáng đi qua gương song phẳng tách làm 2 tia, tia thứ nhất đi qua buồng không khí sạch và tia thứ 2 đi qua buồng có chứa hỗn hợp khí metan và không khí, qua lăng kính vuông góc, hai tia sáng này được phản xạ trở lại gương song phẳng. Sự thay đổi vân giao thoa trong thiết bị đo chính là sự thay đổi hệ số khúc xạ trong buồng khí sạch và buồng khí có chứa khí metan và được hiển thị qua đồng hồ đo. Độ lệch vân giao thoa tỷ lệ với nồng độ khí metan trong không khí.



H.3. Đầu đo metan làm việc theo nguyên lý giao thoa ánh sáng

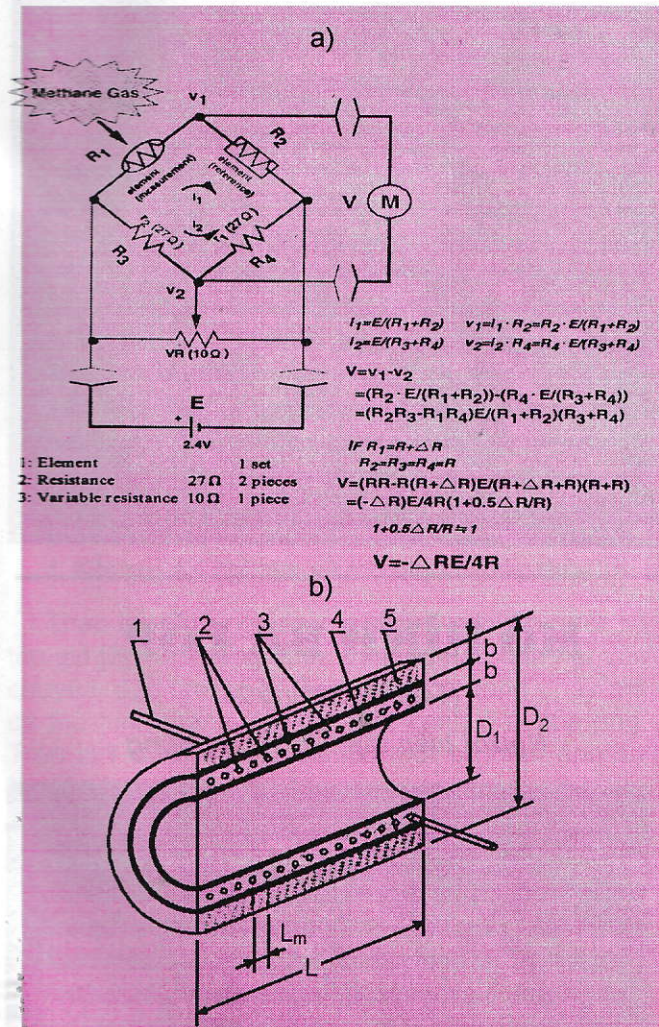
Nguyên lý làm việc của đầu đo metan hoạt động trên nguyên lý giao thoa ánh sáng được miêu tả trên H.3, trong đó: A - Buồng không khí sạch; G - Buồng hỗn hợp khí metan và không khí (buồng khí gas); L - Nguồn sáng.

Loại đầu đo này có ưu điểm cơ bản là độ nhạy cao (đặc biệt là trong dải đo từ 0÷10 %); dải đo rộng; tiêu thụ ít năng lượng và tuổi thọ cao. Tuy nhiên bên cạnh đó cũng có một số nhược điểm, đó là dễ bị ảnh hưởng bởi môi trường (nhiệt độ, độ ẩm, hơi nước, áp suất không khí) đặc biệt là môi trường hầm lò và giá thành cao.

3.2. Nguyên lý đốt xúc tác

Nguyên lý đốt xúc tác được áp dụng phổ biến nhất trong các thiết bị đo khí mêtan, với hai loại cảm biến sau:

- ❖ Cảm biến với điện trở dạng hạt (Pellistor);
- ❖ Cảm biến dạng xoắn lò xo làm bằng bạch kim phù hợp với quá trình phản ứng với hỗn hợp có khí mêtan.

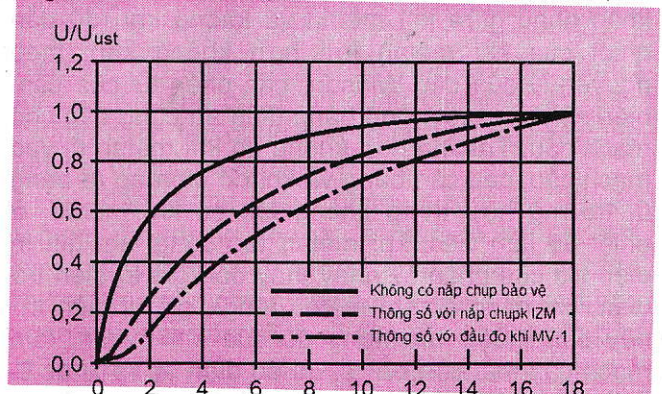


H.4. Cấu tạo của cảm biến đốt xúc tác: a - Nguyên lý cầu Winson; b - Mặt cắt mô tả cấu tạo của cảm biến; 1 - Chốt giữ bộ phận tản nhiệt; 2 - Cuộn dây (đường kính 10 μm); 3 - Vỏ bảo vệ phần tử đốt; 4 - Lớp xốp oxit nhôm; 5 - Lớp khử hoạt tính. Các kích thước: $D_1=0.15$ mm; $D_2=0.3$ mm; $L=0.4$ mm.

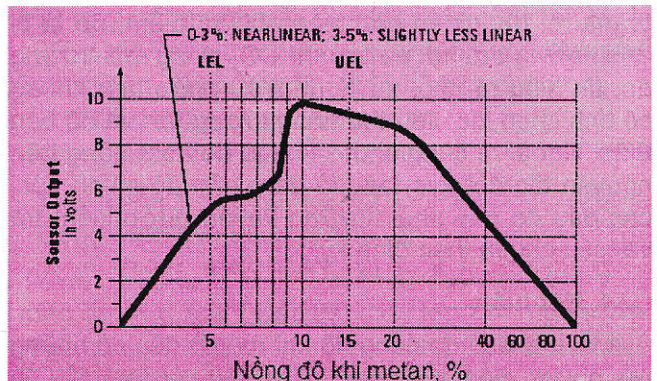
Nguyên lý làm việc: Dựa vào nguyên lý của cầu Winson (Wheatston) (H.4), theo đó các phần tử của cảm biến được đốt nóng bằng điện áp cung cấp cho mạch cầu. Trường hợp không có khí mêtan vào mạch cầu, khi đó cầu cân bằng và điện áp ra bằng 0, trường hợp có khí mêtan, ở nhiệt độ làm việc mêtan tác dụng làm giá trị điện trở của phần tử nhạy thay đổi (giá trị điện trở này phụ thuộc vào nồng độ khí mêtan), làm mạch cầu mất cân bằng, khi đó điện áp ra khác 0. Điện áp ra trên cầu tỷ lệ với nồng độ khí mêtan.

Loại đầu đo hoạt động theo nguyên lý này có ưu điểm cơ bản là không phụ thuộc vào khí CO₂ và các khí khác có trong bầu không khí mỏ, độ nhạy cao và giá thành rẻ hơn so với loại đầu đo giao thoa, tuy nhiên cũng có nhược điểm là độ bền kém (trung bình mỗi đầu đo có thể làm việc được 10.000 giờ); độ tuyến tính thấp và tiêu thụ năng lượng lớn. Ngoài ra loại cảm biến này còn có một số nhược điểm khác, đó là:

❖ Do nguyên tắc đo của cảm biến dựa vào quá trình khuếch tán tự nhiên của bầu không khí mỏ, nên xảy ra hiện tượng trong buồng đốt nồng độ mêtan thay đổi chậm hơn so với bên ngoài buồng đốt. H.5 mô tả quá trình phản ứng với khí mêtan trong điều kiện làm việc khác nhau của cảm biến;



H.5. Quá trình phản ứng với khí mêtan trong điều kiện làm việc khác nhau của cảm biến.



H.6. Ảnh hưởng của tín hiệu đầu ra khi thay đổi nồng độ khí mêtan

❖ Tín hiệu đầu ra của cầu không rõ ràng, đặc biệt khi nồng độ khí metan cao hơn 9 %, do lượng oxy cần để duy trì quá trình đốt cháy metan giảm nên cường độ cháy của khí metan trong bộ cảm biến có xu hướng giảm rõ rệt và đó là nguyên nhân dẫn đến tín hiệu ra của cầu bị giảm. H.6 mô tả sự ảnh hưởng của tín hiệu đo đối với sự thay đổi nồng độ khí metan từ 0÷100 %;

❖ Độ trôi lớn: Do bộ cảm biến làm việc trong điều kiện môi trường thay đổi (nhiệt độ, độ ẩm...), đặc biệt là giá trị nhiệt độ trong buồng đốt liên tục bị thay đổi theo tỷ lệ của nồng độ khí metan, dẫn đến điện áp ra của cầu khác 0.

Do vậy, để các đầu đo loại này làm việc chính xác, người ta phải thường xuyên hiệu chuẩn đầu đo, theo nhà sản xuất từ 1÷3 tháng hiệu chuẩn 1 lần. Tuy nhiên, do điều kiện làm việc trong hầm lò Việt Nam rất khắc nghiệt nên thường chỉ 2 tuần phải hiệu chuẩn 1 lần.

3.3. Nguyên lý truyền nhiệt

Độ dẫn nhiệt λ_m của hỗn hợp metan và không khí (với nồng độ C_m) được tính bằng công thức:

$$\lambda_m = C_m \cdot \lambda_{CH_4} + (1 - C_m) \cdot \lambda_p \quad (3)$$

Trong đó: λ_{CH_4} - Độ dẫn nhiệt của khí metan; λ_p - Độ dẫn nhiệt của không khí.

Nguyên lý hoạt động: Dựa trên độ dẫn nhiệt khác nhau giữa khí metan và không khí (độ dẫn nhiệt của khí metan lớn hơn không khí), theo nguyên lý của cầu Winson, các phần tử của cảm biến sẽ được đốt nóng bằng điện áp cung cấp cho mạch cầu. Trường hợp không có khí metan đi vào mạch cầu, cầu cân bằng và khi đó điện áp ra bằng 0, trường hợp trong không khí có khí metan, ở nhiệt độ làm việc, khí metan tác dụng làm giá trị điện trở của phần tử nhạy thay đổi (giá trị điện trở giảm, khi nồng độ khí metan tăng), giá trị điện trở này phụ thuộc vào nồng độ của khí metan, làm mạch cầu mất cân bằng, khi đó điện áp ra khác 0. Điện áp ra trên cầu tỷ lệ với nồng độ khí metan.

Loại đầu đo hoạt động theo nguyên lý này có ưu điểm cơ bản là độ nhạy cao, dải đo rộng và giá thành rẻ, tuy nhiên có nhiều nhược điểm, đó là bị ảnh hưởng bởi hơi nước, khí CO₂ trong môi trường đo; tín hiệu ra nhỏ, xử lý tín hiệu phức tạp; không có tính chọn lọc; tiêu thụ năng lượng lớn và độ bền thấp. Ngoài ra cũng như các đầu đo hoạt động trên nguyên tắc đốt xúc tác, để đảm bảo độ chính xác, các đầu đo này phải thường xuyên được kiểm tra và hiệu chuẩn theo định kỳ.

4. Kết luận

Mỗi loại đầu đo nồng độ khí metan đều có những ưu, nhược điểm nhất định. Tìm hiểu các loại đầu đo này người quản lý, vận hành có cơ sở trong việc lựa chọn loại đầu đo, tổ chức vận hành, bảo trì và sửa

chữa chúng một cách phù hợp, góp phần nâng cao hiệu quả làm việc của hệ thống, nâng cao tuổi thọ của đầu đo, khi chúng phải làm việc trong môi trường hầm lò nóng, ẩm như ở nước ta. □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Stanisław CIERPISZ, Kazimierz MIŚKIEWICZ, Krzysztof MUSIOL, Antoni WOJACZEK . System gazometryczne w gornictwie. Politechnika Śląska. Gliwice. 2007.
2. Carboautomatyka, EMAG, HASO. System gazometryczne w gornictwie; Technical Catalog;
3. [http://en.wikipedia.org/wiki/Methane_\(data_page\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Methane_(data_page)).

Người biên tập: Đào Đức Tạo

SUMMARY

So far, 32 centralized automatic methane gas monitoring systems has been installed and operated stably at the 27 underground coal mines and as planned, many new ones will come into use in the near future. The paper refers to the description of the structure as well as the operating principles of the methane gas probes. This has been considered as the fundamental and necessary knowledge for installing, operating and maintainance the gas monitoring systems at the mines.

MÔ HÌNH BA LỚP...

(Tiếp theo trang 24)

Người biên tập: Võ Trọng Hùng

SUMMARY

This paper introduces mathematics method to establish relationship between hydraulic parameters and solids properties of three layer hydraulic model in transport pipeline. The equations were built are basement ensure the three layer hydraulic model (a stationary bed at the bottom, a moving bed above, and a suspension layer at the top) in transport pipeline with two phases solid-liquid.