

NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA ĐỘ LỆCH ĐIỆN ÁP TỚI TỔN THẤT CÔNG SUẤT TRONG MẠNG ĐIỆN MỎ

PHẠM TRUNG SƠN

Trường Đại học Mỏ-Địa chất

E-mail: phamtrungson_istu_ru@mail.ru

 ảm bảo chất lượng điện là nhiệm vụ quan trọng được đặt ra đối với mạng cấp điện của các xí nghiệp mỏ vì chất lượng điện có ảnh hưởng đáng kể đến điều kiện làm việc của cả mạng điện của xí nghiệp và của chính thiết bị điện trong các dây chuyền công nghệ [1], [2], [3]. Độ lệch điện áp có ảnh hưởng đáng kể tới tổn thất công suất. Tổn thất công suất trong mạng điện và thiết bị điện do sai lệch điện áp là một dạng tổn thất điện từ. Tổn thất này gây thiệt hại đáng kể về kinh tế, giảm tuổi thọ của thiết bị do quá nhiệt, có thể dẫn tới sự cố, gây ra hỏa hoạn, cháy nổ. Việc nghiên cứu độ lệch điện áp, đánh giá sự ảnh hưởng của nó, tương ứng với mức độ thay đổi của phụ tải cho từng đối tượng cụ thể giúp đưa ra các giải pháp vận hành tối ưu, giảm tổn thất công suất và tổn thất điện năng, nâng cao các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật, đảm bảo an toàn vận hành là nhiệm vụ cấp thiết.

1. Nghiên cứu tác động của độ lệch điện áp đến tổn thất công suất

1.1. Độ lệch điện áp

Độ lệch điện áp được xác định bởi chênh lệch giữa giá trị điện áp thực tế và điện áp danh định [1]÷[3]:

$$\delta U = (U - U_{dm}), V; \quad (1)$$

$$\delta U \% = [(U - U_{dm}) / U_{dm}] \cdot 100, \% \quad (2)$$

Trong đó: U , U_{dm} - Giá trị điện áp thực tế và điện áp danh định, V.

Trong các mạng điện ba pha, giá trị điện áp thực tế được định nghĩa là giá trị điện áp của thành phần thứ tự thuận ở tần số cơ bản. Độ lệch điện áp là một chỉ số đặc trưng ở trạng thái làm việc ổn định. Giá trị cho phép của độ lệch điện áp ở trạng thái ổn định tại các cực của phụ tải là $\pm 5\%$ giá trị điện áp danh định [1]÷[4].

1.2. Ảnh hưởng của độ lệch điện áp đến tổn thất công suất của mạng điện và thiết bị điện

a. Đối với máy biến áp (MBA) và đường dây tải điện

Tổn thất công suất và tổn thất năng lượng khi

mang tải trong các phần tử của mạng điện tỷ lệ với bình phương của dòng điện và tỷ lệ nghịch với bình phương của điện áp. Do đó, biểu thức để xác định tổng tổn thất công suất theo độ lệch điện áp được xác định như sau [5]:

$$\delta P = \Delta P_{N, dm} \left(\frac{100}{100 \pm \Delta U} \right)^2 + \Delta P_{0, dm} \left(\frac{100 \pm \Delta U}{100} \right)^2, \text{ kW}. \quad (3)$$

Trong đó: $\Delta P_{N, dm}$, $\Delta P_{0, dm}$ - Tổn thất công suất tác dụng không tải và ngắn mạch được tính toán với điện áp danh định, kW; ΔU - Độ lệch điện áp so với điện áp danh định, %.

Độ sai lệch của tổn thất công suất tác dụng khi điện áp lệch so với điện áp danh định sẽ là:

$$\delta P = \Delta P_{N, dm} \left(\frac{100}{100 \pm \Delta U} \right)^2 + \Delta P_{0, dm} \left(\frac{100 \pm \Delta U}{100} \right)^2 - (\Delta P_{N, dm} + \Delta P_{0, dm}), \text{ kW}. \quad (4)$$

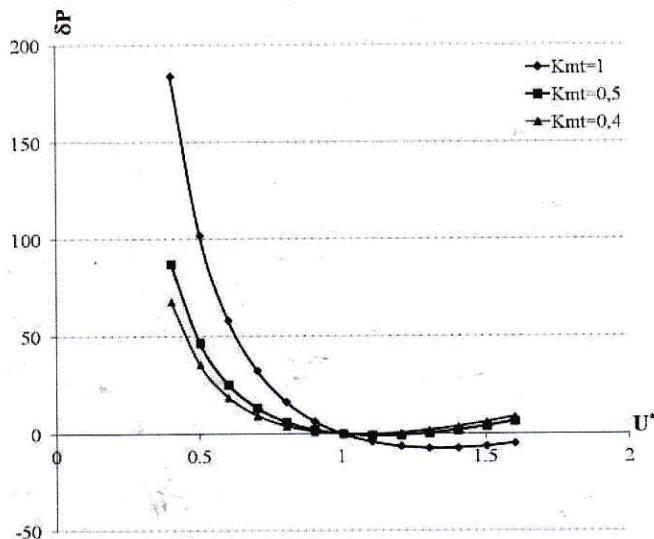
Thực hiện khảo sát cho MBA TM-3200/35 của Công ty than Vàng Danh, có thông số kỹ thuật như trong Bảng 1.

Bảng 1. Thông số kỹ thuật của MBA TM-3200/35 của Công ty than Vàng Danh

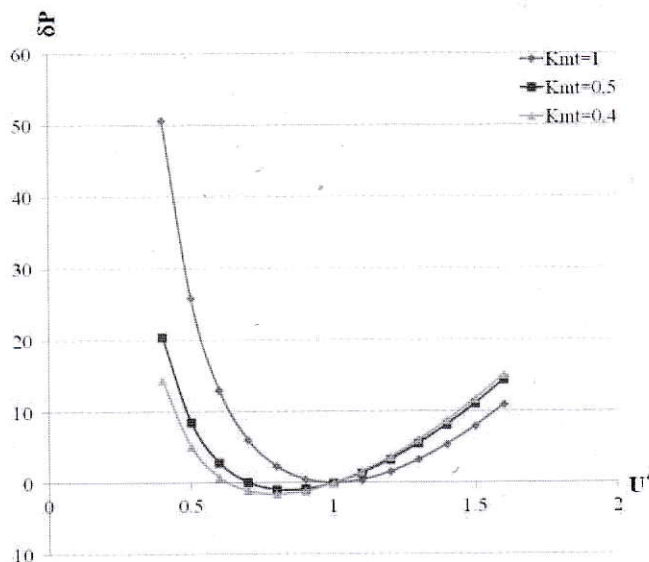
Mã hiệu	Tổ đấu dây	U_{dmSC} , kV	U_{dmTC} , kV	ΔP_0 , kW	ΔP_n , kW	U_n , %	I_0 , %
TM-3200/35	Y/Δ	35	6,3	11,5	37	7	4,5

Kết quả tính toán độ sai lệch của tổn thất công suất tác dụng khi điện áp lệch so với điện áp danh định, như mô tả trong hình H.1. Từ kết quả tính toán cho thấy rằng, với các MBA có $\Delta P_{N, dm} > \Delta P_0$ (hình H.1), khi hệ số mang tải $k_{mt}=1$ thì nên tăng áp để giảm tổn thất công suất, việc giảm áp trong trường hợp này là bất lợi, do tỉ lệ gia tăng tổn thất công suất rất lớn, khi tính toán kinh tế cần phải tính bổ sung thêm chi phí. Khi hệ số mang tải $k_{mt} < 0,5$

thì việc tăng áp không có tác dụng làm giảm tổn thất công suất, mặt khác khi tăng áp thì không có lợi cho cách điện, ngược lại việc giảm áp vẫn làm tăng tỉ lệ tổn thất điện năng. Mở rộng nghiên cứu với các trường hợp có $\Delta P_{N.dm} = \Delta P_0$, $\Delta P_{N.dm} < \Delta P_0$, kết quả tính toán được thể hiện trong các hình H.2 và H.3.



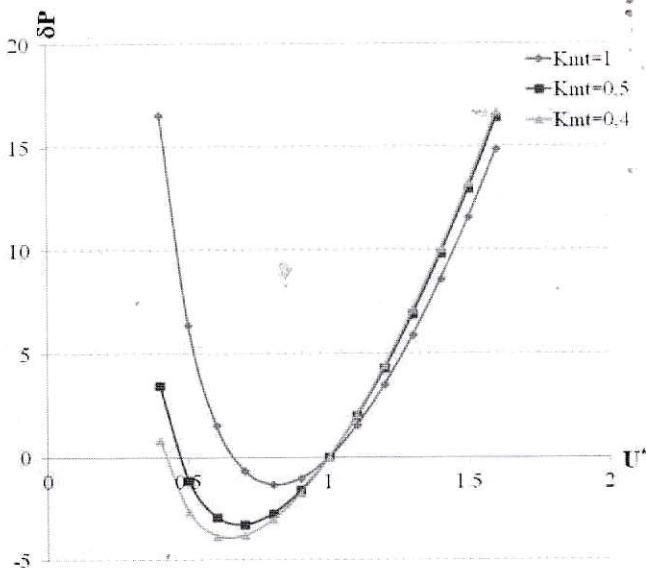
H.1. Độ sai lệch của tổn thất công suất tác dụng khi điện áp lệch so với điện áp định mức, với các MBA có $\Delta P_{N.dm} > \Delta P_0$



H.2. Độ sai lệch của tổn thất công suất tác dụng khi điện áp lệch so với điện áp định mức, với các MBA có $\Delta P_{N.dm} = \Delta P_0$

Trường hợp với các máy có $\Delta P_{N.dm} = \Delta P_0$ (xem hình H.2). Khi hệ số mang tải $k_{mt}=1$ thì việc tăng áp hay giảm áp đều không có lợi về tổn thất công suất. Khi hệ số mang tải $k_{mt} < 1$ thì nên giảm áp để giảm tổn thất công suất.

Trường hợp với các MBA có $\Delta P_{N.dm} < \Delta P_0$ (xem hình H.3), thì việc tăng áp là hoàn toàn không có lợi về mặt kinh tế vì càng tăng áp thì tổn thất không tải càng tăng, điều này ngược lại khi giảm thấp điện áp. Đối với đường dây điện $\Delta P_{0.dm}=0$, để giảm tổn thất trên các đường dây cung cấp điện, cần phải tăng điện áp, vì tổn thất khi mang tải sẽ giảm [1]-[3].



H.3. Độ sai lệch của tổn thất công suất tác dụng khi điện áp lệch so với điện áp định mức, với các MBA có $\Delta P_{N.dm} < \Delta P_0$

b. Đối với động cơ không đồng bộ

Khi có sự sai lệch điện áp ở các đầu cực của động cơ không đồng bộ, các tham số kỹ thuật được thay đổi, gồm: Tốc độ rôto, tổn thất công suất tác dụng và công suất phản kháng tiêu thụ. Đối với các động cơ làm việc với mô men cản không đổi $M_c = \text{const}$, khi có tải định mức P_{dm} , thì khi điện áp trong mạng giảm, dòng điện sẽ tăng lên dẫn đến làm tăng tổn thất công suất tác dụng. Khi điện áp tăng sẽ giảm tổn thất công suất tác dụng, mối quan hệ tăng, giảm thể hiện bằng các công thức dưới đây [5]:

➤ Mô men định mức của động cơ:

$$M_{dm} = (P_{dm} / \omega_{dm}), N.m. \quad (5)$$

➤ Dòng điện định mức của động cơ:

$$I_{dm} = \{P_{dm} / [3^{0.5} \cdot U_{dm} \cdot \eta_{dm} \cdot \cos \varphi_{dm}]\}, A. \quad (6)$$

➤ Tổn hao đồng của cuộn dây stato:

$$\Delta P_{Cu1} = m_1 \cdot (I_1)^2 \cdot r_1. \quad (7)$$

➤ Tổn hao đồng trong rôto:

$$\Delta P_{Cu2} = m_1 \cdot (I_1')^2 \cdot r_2'. \quad (8)$$

➤ Tổn hao trong lõi sắt stato:

$$\Delta P_{Fe} = m_1 \cdot (I_0)^2 \cdot r_m. \quad (9)$$

Khi tải của động cơ thấp (hệ số mang tải $k_{mt} < 0.5$), mối quan hệ phụ thuộc này sẽ bị đảo ngược. Cần lưu ý rằng, những thay đổi về tổn thất công suất tác

dụng trong động cơ không đồng bộ là không lớn (dưới 3 % ΔP_{dm}) khi độ lệch điện áp trong khoảng (± 10 %) U_{dm} , nó giống như tổn thất trong lưới điện. Với sự gia tăng độ lệch điện áp (lên tới 15 % U_{dm}), tổn thất của công suất tác dụng tăng đáng kể [5].

c. Đối với động cơ đồng bộ

Đối với các động cơ đồng bộ có các bộ kích từ sử dụng van chỉnh lưu và kích từ sử dụng máy phát điện (mô hình Động cơ-Máy phát), khi dòng kích từ đi vào động cơ không đổi thì mômen điện từ cực đại của động cơ thay đổi theo tỷ lệ với điện áp. Điều này gây ra sự thay đổi tương ứng trong biên độ ổn định tĩnh của động cơ. Nếu có độ lệch điện áp trong mạng, công suất phản kháng sử dụng sẽ thay đổi, được xác định bởi tải nhiệt của động cơ đồng bộ: Khi điện áp tăng, tổn thất sắt từ và độ bão hòa từ trong động cơ tăng; khi giảm điện áp đến 80 % U_{dm} - dòng ngắn mạch tương đối của động cơ tăng lên với giá trị cao ($>1,25$) và tải trên trục nhỏ. Đối với động cơ đồng bộ có dòng ngắn mạch tương đối bằng 1,25, việc giảm điện áp sẽ làm giảm công suất phản kháng tiêu thụ [5].

Tổn thất công suất tác dụng trong động cơ đồng bộ tăng khi điện áp trong mạng tăng, tải của động cơ đồng bộ theo công suất phản kháng và có thể được ước tính bằng biểu thức [5]:

$$\Delta P = D_1 \cdot (Q/Q_{dm}) + D_2 \cdot (Q/Q_{dm})^2. \quad (10)$$

Trong đó: Q , Q_{dm} - Công suất phản kháng được phát ra và công suất phản kháng định mức; D_1 , D_2 - Hệ số, được xác định bởi các thông số kỹ thuật của một động cơ cụ thể.

d. Đối với nguồn chiếu sáng

Công suất tiêu thụ của các nguồn chiếu sáng là khác nhau, tùy thuộc vào độ lệch điện áp trong mạng và tùy thuộc vào các công nghệ chế tạo khác nhau. Trong phạm vi độ lệch điện áp ± 10 % U_{dm} , đối với đèn sợi đốt, mối quan hệ tỷ lệ như sau [6]:

$$(P/P_{dm}) = (U/U_{dm})^{1,6}. \quad (11)$$

Trong đó: U_{dm} , U - Lần lượt là điện áp danh định và thực tế trên đèn sợi đốt; P_{dm} , P - Tương ứng, công suất danh định và tiêu thụ thực tế của đèn sợi đốt.

Dựa vào biểu thức trên, có thể xác định được sự phụ thuộc của công suất tác dụng tiêu thụ quá mức vào độ lệch điện áp của các nguồn sáng. Khi tăng áp thì tổn thất công suất tác dụng và tổn thất năng lượng tăng lên gấp nhiều lần. Mặt khác, khi tăng điện áp thì tuổi thọ của các thiết bị giảm sút nhanh chóng. Khi điện áp tăng 5 % so với định mức thì tuổi thọ của đèn giảm 35 % [1].

➤ Tổn thất công suất tác dụng bổ sung

Tổn thất công suất tác dụng bổ sung, gây ra bởi độ lệch điện áp tại các cực của phụ tải được xác định từ biểu thức:

$$\delta P_{\Delta U} = (\Delta P_{\Delta U} - \Delta P_{dm}). \quad (12)$$

Ở đây: ΔP_{dm} , $\Delta P_{\Delta U}$ - Tổn thất công suất trong thiết bị điện ở điện áp danh định và điện áp khác với điện áp danh định, kW; $\delta P_{\Delta U}$ - Lượng tổn thất công suất chênh lệch khi tổn thất công suất thực tế khác với tổn thất công suất định mức.

Tổn thất công suất tác dụng bổ sung cụ thể trên phụ tải được xác định trên 1 kW công suất định mức, và được xác định qua đơn vị tương đối %:

$$\delta P_{bs,\Delta U} \% = (\delta P_{\Delta U} / P_{dm}) \cdot 100 \%. \quad (13)$$

Ở đây: P_{dm} - Công suất định mức của các phụ tải, kW.

2. Kết luận

Các kết quả nghiên cứu cho thấy độ lệch điện áp ảnh hưởng lớn đến tổn thất điện năng trong thiết bị điện. Dựa trên những phân tích, đánh giá ở trên, có thể rút ra kết luận sau:

➤ Tùy thuộc vào thông số kỹ thuật và hệ số mang tải của MBA mà tổn thất công suất có sự thay đổi khác nhau khi điện áp lệch khỏi điện áp danh định, dựa trên kết quả tính toán có thể điều chỉnh được điện áp vận hành tối ưu nhất nhằm giảm tổn thất công suất;

➤ Tổn thất điện năng trong các nguồn chiếu sáng tăng khi điện áp tăng;

➤ Khi động cơ không đồng bộ mang tải trên 50 % và khi điện áp giảm, tổn thất công suất trong động cơ tăng;

➤ Tổn thất công suất tác dụng trong động cơ đồng bộ tăng khi điện áp trong mạng tăng. Động cơ không đồng bộ là phụ tải được sử dụng phổ biến trong hệ thống cung cấp điện nên khi mạng điện làm việc với hệ số mang tải cao, để giảm tổn thất điện năng cần duy trì điện áp ở mức danh định trong khoảng $(1 \pm 1,1) \times U_{dm}$. □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Anh Nghĩa, Trần Bá Đề. Giáo trình Điện khí hóa mỏ. Nhà xuất bản Giao thông Vận tải, Hà Nội, 1997.
2. Nguyễn Bội Khuê, Nguyễn Công Hiền, Nguyễn Xuân Phú. Cung cấp điện. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, 2010.
3. Trần Bách. Lưới điện. Nhà xuất bản Giáo dục, 2007
4. Thông tư 30/2019/TT-BCT sửa đổi thông tư 25/2016/ TT-BCT quy định về hệ thống điện truyền tải và thông tư 39/2015/ TT-BCT quy định hệ thống điện phân phối do Bộ trưởng Bộ Công Thương ban hành.
5. Vũ Gia Hanh, Trần Khánh Hà, Phan Tử Thụ, Nguyễn Văn Sáu. Máy điện. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, 2005.

(Xem tiếp trang 60)

3. Souknavong Maniphet: Đánh giá hiện trạng và đề xuất giải pháp quản lý môi trường một số mỏ than vùng Đông Bắc ở Việt Nam. Luận văn Thạc sĩ Kỹ thuật, Đại học Khoa học tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội, 2016.

4. Phạm Hữu Đức Dục. Mạng nơ ron và ứng dụng trong điều khiển tự động. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật. Hà Nội, 2009.

5. A.Sayadi, M. Monjezi, N. Talebi, Manoj Khandelwal: A comparative study on the application of various artificial nơ ron networks to simultaneous prediction of rock fragmentation and backbreak. Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering, 2013.

6. A. Das, S. Sinha, S. Ganguly. Development of a blast-induced vibration prediction model using an artificial nơ ron network. The Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy, 2019.

Ngày nhận bài: 20/05/2020

Ngày gửi phản biện: 26/07/2020

Ngày nhận phản biện: 24/08/2020

Ngày chấp nhận đăng: 10/10/2020

Từ khóa: mạng nơ ron nhân tạo; ANN; AI; giải thuật lan truyền ngược; BPNN; chấn động; nổ mìn; thiết bị đo.

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.

Tóm tắt: Ghi chép lại tốc độ lan truyền sóng chấn động nổ mìn và quan sát sự biến đổi của nó để dự báo sự thay đổi của tính chất cơ lý đá trên các mỏ lộ thiên ở Việt Nam là mục tiêu của nghiên cứu này. Kết quả nghiên cứu mở ra khả năng áp dụng ANN và kỹ thuật điều khiển AI nhằm nâng cao hiệu quả nổ mìn tại các mỏ lộ thiên Việt Nam.

Applying artificial nơ ron network with backpropagation algorithm to predict the physical-mechanical properties changes of rocks to increase the efficiency of blasting operations

SUMMARY

The purpose of this study is to register the speed of propagation of explosions and blast waves and monitor its changes in order to predict the rock mechanical properties changes at the open pit mines. The research results open up the possibility of using ANN and AI control techniques to improve the efficiency of blasting operations at the open pits in Vietnam.

NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG...

(Tiếp theo trang 51)

6. Dương Lan Hương. Kỹ thuật chiếu sáng. Nhà xuất bản Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh, 2005

Ngày nhận bài: 18/04/2020

Ngày gửi phản biện: 28/06/2020

Ngày nhận phản biện: 25/07/2020

Ngày chấp nhận đăng bài: 10/10/2020

Từ khóa: lưới điện; chất lượng điện năng; độ lệch điện áp; tổn thất công suất; thiết bị điện.

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

Tóm tắt: Trên cơ sở độ lệch điện áp, tác giả đánh giá sự phụ thuộc của tổn thất điện năng vào cấp điện áp cho từng đối tượng cụ thể như máy biến áp, đường dây điện, động cơ điện và nguồn điện chiếu sáng,... đưa ra kết quả tính toán tổn thất điện năng khi xảy ra sai lệch điện áp, tương ứng trước sự thay đổi của tải.

Study effect of electrical pressure rheumatism on wattage loss in the mining power network

SUMMARY

Based on the voltage deviation, the author assessed the dependence of power loss on the voltage level for each specific object such as transformers, power lines, electric motors and electric lighting sources, etc. provide calculation results of power losses when voltage deviations occur, corresponding to the change of loads.



1. Điều gì không được hiểu cặn kẽ vẫn chưa thuộc về ta. Goethe.
2. Tri thức là một chuyện, đức hạnh lại là chuyện khác. J.H. Newman.
3. Đạt được tri thức là không đủ, còn cần phải sử dụng nó. M.T. Cicero.

VTH sưu tầm