

TẠP CHÍ CÔNG NGHIỆP MỎ

CƠ QUAN NGÔN LUẬN
CỦA HỘI KH&CN MỎ VIỆT NAM

NĂM THỨ XXIX
SỐ 5 - 2020

○ Tổng biên tập:
GS.TS.NGND. VÕ TRỌNG HÙNG

○ Phó Tổng biên tập
kiêm Thư ký Toà soạn:
TS. TẠ NGỌC HẢI

○ Ủy viên Phụ trách Trị sự:
KS. TRẦN VĂN TRẠCH

○ Ủy viên Ban biên tập:
TS. NGUYỄN BÌNH
PGS.TS. PHÙNG MẠNH ĐẮC
TSKH. ĐÌNH NGỌC ĐĂNG
TS. NGHIÊM GIA

PGS.TS.NGUT. HỒ SĨ GIAO
TS. NGUYỄN HỒNG MINH
GS.TS.NGUT. VÕ CHÍ MỸ
PGS.TS. NGUYỄN CẢNH NAM
KS. ĐÀO VĂN NGÂM

TS. ĐÀO ĐẮC TẠO
TS. PHAN NGỌC TRUNG
GS.TS.NGND. TRẦN MẠNH XUÂN

◆ TOÀ SOẠN:

Số 655 - Phạm Văn Đồng
Bắc Từ Liêm-Hà Nội
Điện thoại: 36649158; 36649159
Fax: (844) 36649159
Email: info@vinamin.vn
Website: http://vinamin.vn

◆ Tạp chí xuất bản với sự cộng tác
của: Trường Đại học Mỏ-Địa chất;
Viện Khoa học và Công nghệ Mỏ-
Luyện kim; Viện Khoa học Công
nghệ Mỏ; Viện Dầu khí

◆ Giấy phép xuất bản số:
319/GP-BVHTT ngày 23/7/2002
của Bộ Văn hoá Thông tin

◆ In tại Công ty CTCP
KH & CN Hoàng Quốc Việt
18 Hoàng Quốc Việt - Hà Nội
Điện thoại: 024.37562778

◆ Nộp lưu chiểu:
Tháng 10 năm 2020

□ TIÊU ĐIỂM

- Định hướng phát triển sản xuất kinh doanh của Tập đoàn Công nghiệp Than-Khoáng sản Việt Nam đến năm 2025, tầm nhìn đến năm 2030

Lê Minh Chuẩn 1

□ KHAI THÁC MỎ

- ◆ Một cách tiếp cận trong việc xác định chiều sâu khai thác hợp lý cho các mỏ đá xây dựng nằm dưới mức thoát nước tự chảy
- ◆ Nghiên cứu ảnh hưởng chiều dày tấm đệm neo đến phân bố ứng suất và biến dạng tiếp tuyến trên vòng đệm
- ◆ Khai thông thân quặng số 2 nằm giữa ranh giới moong lộ thiên và hầm lò đã kết thúc khai thác cho mỏ vàng Nam Mai, Quảng Nam

Nguyễn Tuấn Thành, 5
Phan Hồng Việt
Đào Việt Đoàn 12
Nguyễn Phi Hùng 17

□ XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH NGÂM VÀ MỎ

- ◆ Ảnh hưởng của nước ngầm đến tính ổn định của công trình ngầm
- ◆ Nghiên cứu xác định thời gian ổn định và thời điểm phải nâng cao khả năng chịu tải cho công trình ngầm
- ◆ Phương pháp dự báo độ lún mặt đất khi thi công hai đường hầm song song

Trần Tuấn Minh 22
và nkk
Võ Trọng Hùng 28
Đỗ Ngọc Thái 34

□ TUYỂN VÀ CHẾ BIẾN KHOÁNG SẢN

- ◆ Giải pháp thiết bị công nghệ và hóa chất thuốc tuyển để tuyển quặng đất hiếm xâm nhiễm mịn mỏ đất hiếm Yên Phú
- ◆ Nghiên cứu phương pháp xác định hàm lượng thiếc trong hợp kim thiếc hàn không chì SAC

Phạm Đức Phong 39
và nkk
Phan Thị Thanh Hà, 45
Lê Thị Như Thủy

□ CƠ KHÍ VÀ CƠ ĐIỆN MỎ

- ◆ Nghiên cứu ảnh hưởng của độ lệch điện áp tới tổn thất công suất trong mạng điện mỏ
- ◆ Mạch xác định pha rò điện cho mạng điện 1140 V trong mỏ than hầm lò
- ◆ Ứng dụng mạng nơ ron nhân tạo giải thuật lan truyền ngược để dự báo sự biến đổi tính chất cơ lý đá phục vụ công tác nổ mìn

Phạm Trung Sơn 49
Đình Văn Thắng 52
Đào Hiếu, 56
Đặng Văn Chi

□ THÔNG GIÓ, AN TOÀN VÀ BẢO VỆ MÔI TRƯỜNG

- ◆ Nghiên cứu mô hình cung ứng dịch vụ nổ mìn và khai thác mỏ tại mỏ đá vôi Long Sơn, Thanh Hóa - Một số đề xuất cho Khu vực Bắc Trung Bộ

Nguyễn Anh Thơ, 61
Trần Khắc Hùng

□ ĐỊA CƠ HỌC, ĐỊA TIN HỌC, ĐỊA CHẤT, TRẮC ĐỊA

- ◆ Đánh giá độ chính xác tọa độ phẳng xác định bằng hệ thống trạm CORS của Việt Nam
- ◆ Đánh giá mức độ ô nhiễm kim loại nặng trong môi trường đất và nước mặt khu vực khai thác quặng đồng và apatit tại tỉnh Lào Cai

Nguyễn Văn Sáng 67
Nguyễn Phương 71
và nkk

□ KINH TẾ, QUẢN LÝ

- ◆ Phát triển ngành công nghiệp nhôm Việt Nam cần duy và cách làm mới
- ◆ Một số giải pháp đảm bảo công ăn việc làm cho người lao động Việt Nam trong xu thế toàn cầu hóa
- ◆ Tăng cường sử dụng quặng sắt thiêu kết cho luyện gang lò cao ở Việt Nam

Trịnh Tiến Dũng, 78
Nguyễn Văn Thắng 84
Nguyễn Thị Mơ
và nkk 90
Nghiêm Gia
Nguyễn Quang Dũng

□ SÁNG KIẾN, CÁI TIẾN

- ◆ Công ty Kho vận và Cảng Cẩm Phả-Vinacomin áp dụng công nghệ mới trong quản lý luồng hàng hải

Bùi Văn Tuấn, 96
Nguyễn Thái Ninh

□ THÔNG TIN, SỰ KIỆN

- ◆ Tin ngành mỏ Việt Nam
- ◆ Tin ngành mỏ thế giới

CNM 99
Trần Văn Trạch 105

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_istj_ru@mail.ru

Đảm 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]:

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

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

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 ±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]:

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

Trong đó: ΔP_{N,dm}, ΔP_{0,dm} - Tổng 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:

$$\delta P = \Delta P_{N,dm} \cdot \left(\frac{100 \pm \Delta U}{100 \pm \Delta U} \right)^2 +$$

$$\tag{4}$$

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

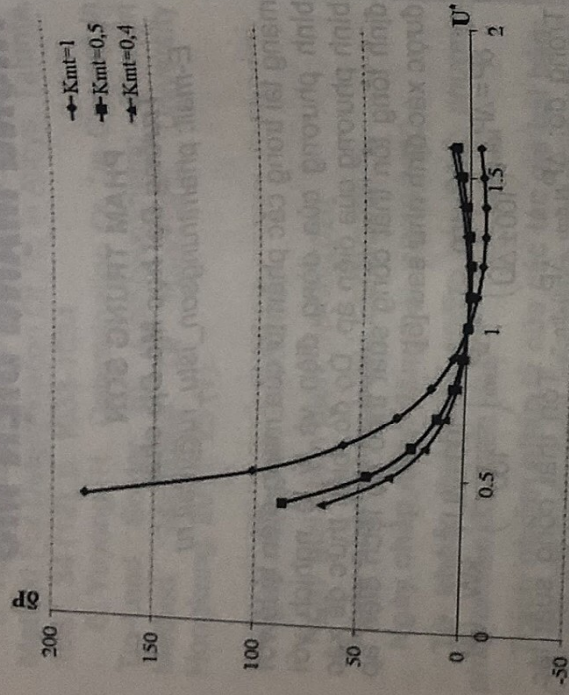
Thực hiện khảo sát cho MBA TM-3200/35 của Công ty than Vàng Danh, có thông số kỹ thuật như trong Bảng 1.

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

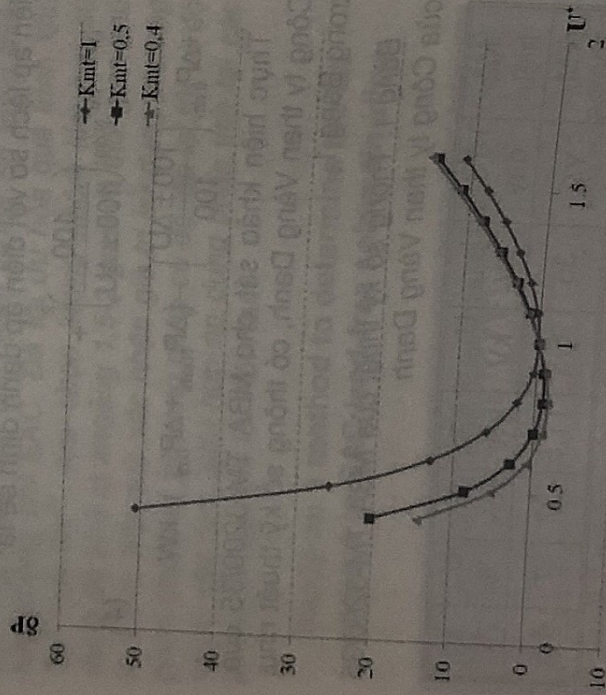
Mã hiệu	Tổ đầu dây	U _{dmsc} , kV	U _{dmcc} , kV	ΔP ₀ , kW	ΔP _N , kW	U _n , %	I ₀ , %
TM-3200/35	Y/Δ	35	6,3	11,5	37	7	4,5

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 ΔP_{N,dm} > ΔP₀ (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 $\Delta P_{N,dm} > \Delta P_0$



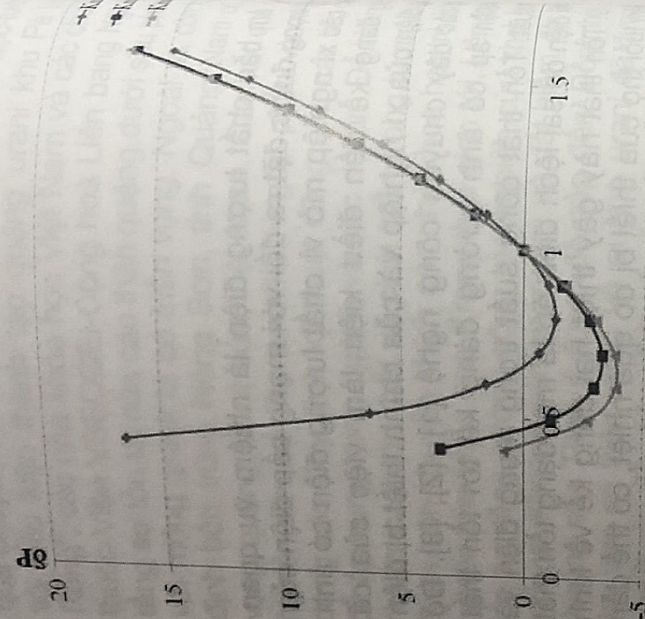
H.2. Độ sai lệch của tổn thất công suất tác dụng khi điện áp lệch so với điện áp định mức, với các MBA có $\Delta P_{N,dm} = \Delta P_0$

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

c. Đối

Đối với sử dụng phát điện kích từ từ từ cực đạ áp. Điều i biên độ ổ điện áp t dụng sẽ t động cơ và độ bão áp đến 80 động cơ t trục nhỏ. mạch tươ làm giảm



H.3. Độ sai lệch của tổn thất công suất tác dụng khi điện áp lệch so với điện áp định mức, với 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 cơ không đồng bộ, các tham số kỹ thuật được đổi, gồm: Tốc độ rôto, tổn thất công suất tác dụng công suất phản kháng tiêu thụ. Đối với các đổi làm việc với mô men cần không đổi $M_c = \text{const}$, tải định mức P_{dm} , thì khi điện áp trong mạng dòng điện sẽ tăng lên dẫn đến làm tăng tổn thất suất tác dụng. Khi điện áp tăng sẽ giảm tổn thất công suất thực dưới đây [5]:

- Mô men định mức của động cơ: $M_{dm} = (P_{dm} / \omega_{dm}), N.m.$
- Dòng điện định mức của động cơ: $I_{dm} = [P_{dm} / (3^{0.5} \cdot U_{dm} \cdot \eta_{dm} \cdot \cos \varphi_{dm})], A.$
- Tổn hao đồng của cuộn dây stato: $\Delta P_{Cu1} = m_1 \cdot (I_1)^2 \cdot r_1.$
- Tổn hao đồng trong rôto: $\Delta P_{Cu2} = m_2 \cdot (I_2)^2 \cdot r_2.$
- Tổn hao trong lõi sắt stato: $\Delta P_{Fe} = m_1 \cdot (I_0)^2 \cdot r_m.$

Khi tải của động cơ thấp (hệ số mang tải k_{mt} lưu ý rằng, những thay đổi về tổn thất công suất

dụng tron (dưới 3 % ($\pm 10\%$)) Với sự gi tổn thất c

Tổn thất bộ tăng kh cơ đồng b được ước

$\Delta P = D_{1,1} \cdot P_{dm}$

Trong đó: phát ra và - Hệ số, đ của một đ

d. Đối v

Công su khác nhau mạng và t nhau. Tron đối với đ

$(P/P_{dm}) =$ Trong đó: L thực tế trên suất danh c

Dựa vào sự phụ thu mức vào đ tăng áp th năng lượng tăng điện á nhanh chớ mức thì tuổ

➢ Tổn th
➢ Tổn thất độ lệch điện định từ biểu

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 tỉ 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 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 Thư, Nguyễn Văn Sáu. Máy điện. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, 2005.

(Xem tiếp trang 60)