

TẠP CHÍ

Phạm Trung Sơn

CÔNG NGHIỆP MỎ

MINING INDUSTRY JOURNAL

CƠ QUAN NGÔN LUẬN CỦA HỘI KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ MỎ VIỆT NAM

NĂM THỨ XXXII SỐ 1-2023



- » TẬP ĐOÀN CÔNG NGHIỆP THAN- KHOÁNG SẢN VIỆT NAM HOÀN THÀNH VƯỢT BẬC KẾ HOẠCH NĂM 2022
- » TỔNG CÔNG TY ĐÔNG BẮC HOÀN THÀNH VƯỢT MỨC NHIỀU CHỈ TIÊU KẾ HOẠCH 2022, PHẦN ĐẦU HOÀN THÀNH KẾ HOẠCH 2023
- » TẬP ĐOÀN DẦU KHÍ QUỐC GIA VIỆT NAM ĐẠT NHIỀU THÀNH TÍCH KỶ LỤC TRONG NĂM 2022

MỤC LỤC**PHỤ TRÁCH TẠP CHÍ**
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. ĐINH NGỌC ĐĂNG
PGS.TS. NGUT. HỒ SĨ GIAO
GS.TS. NGND. VÕ TRỌNG HÙNG
TS. NGUYỄN HỒNG MINH
GS.TS. NGUT. VÕ CHÍ MỸ
PGS.TS. NGUYỄN CẢNH NAM
KS. ĐÀO VĂN NGĂM
TS. ĐÀO ĐẮC TẠO
GS.TS. NGND. TRẦN MẠNH XUÂN**TÒA SOẠN**Số 655 Phạm Văn Đồng
Bắc Từ Liêm - Hà Nội
Điện thoại: 36649158; 36649159
Fax: (844) 36649159
Email: tccongnghiepmo@gmail.com
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 - Vinacomín;
Viện Dầu khí**Giấy phép xuất bản số:**
376/GP-BTTTT
của Bộ Thông tin và Truyền thông
ngày 13/7/2016**Ảnh Bìa 1:** Cảnh than Cửa Ông
(Ảnh Công ty Tuyển than Cửa Ông)* In tại Công ty TNHH In và Thương mại Trần Gia
Điện thoại: 02437326436

* Nộp lưu chiếu: Tháng 2 năm 2023

TIN NỔI BẬT

- ❖ Cùng bạn đọc thân mến CNM 5
- ❖ Tập đoàn Công nghiệp Than- Khoáng sản Việt Nam hoàn thành vượt bậc kế hoạch năm 2022 Nguyễn Bình 6
- ❖ Tổng Công ty Đông Bắc hoàn thành vượt mức nhiều chỉ tiêu kế hoạch 2022, phấn đấu hoàn thành kế hoạch 2023 Nguyễn Bình 7
- ❖ Tập đoàn Dầu khí Quốc gia Việt Nam đạt nhiều thành tích kỷ lục trong năm 2022 Nguyễn Bình 8

TIÊU ĐIỂM

- ❖ Tình hình chuyển đổi số trong doanh nghiệp và ngành năng lượng Việt Nam Nguyễn Cảnh Nam 9

***KHAÍ THÁC MỎ**

- ❖ Áp dụng phương pháp phân tích thứ bậc trong lựa chọn phương án hệ thống khai thác mỏ vật liệu xây dựng Trần Đình Bảo và nnk 10

CƠ KHÍ VÀ CƠ ĐIỆN MỎ

- ❖ Nghiên cứu va chạm của xe goòng sử dụng chổ vật liệu nổ công nghiệp Trần Viết Linh, Nguyễn Đăng Tấn 11
- ❖ Tối ưu hóa thiết kế và phân tích tính năng cấu trúc vi mô đặc biệt của bề mặt cặp ma sát lót xy lanh-xéc măng động cơ Lê Văn Lợi và nnk 12
- ❖ Tối ưu hóa thiết kế động cơ điện phòng nổ hiệu suất cao ứng dụng cho quạt cục bộ trong mỏ than hầm lò Đỗ Như Ý, Trịnh Biên Thùy 13
- ❖ Nghiên cứu ảnh hưởng của điều chỉnh điện áp tại trạm biến áp và bù công suất phản kháng đến chất lượng điện áp trong mạng điện mỏ vùng Quảng Ninh Phạm Trung Sơn 14

THÔNG GIÓ, AN TOÀN VÀ BẢO VỆ MÔI TRƯỜNG

- ❖ Xử lý nước thải mỏ vùng than Quảng Ninh Trần Miên 15

KINH TẾ, QUẢN LÝ

- ❖ Kinh nghiệm quốc tế về chuyển đổi số doanh nghiệp mỏ Võ Chí Mỹ và nnk 16

SÁNG KIẾN, CẢI TIẾN- CÔNG NGHỆ, THIẾT BỊ MỚI

- ❖ Chế tạo, thử nghiệm máy rửa quặng hai trục vít cánh vòng MRCV 2284 sử dụng trong nhà máy tuyển quặng Boxit Trần Ngô Huấn và nnk 17

TIN TỨC, SỰ KIỆN

- ❖ Chúc mừng sinh nhật Ông Trần Xuân Hà tròn 75 tuổi CNM 18
- ❖ Hội thảo "Tổng kết hoạt động phổ biến kiến thức năm 2022" của Liên hiệp các Hội Khoa học Kỹ thuật Việt Nam Trần Văn 19
- ❖ Tin ngành mỏ Việt Nam CNM 20
- ❖ Tin ngành mỏ thế giới Kiều Kim Trúc 21
- ❖ Những năm Mão trong lịch sử Việt Nam Trần Văn Trạch 22
- ❖ Lời chia buồn CNM 23
- ❖ Tổng mục lục Tạp chí Công nghiệp Mỏ năm 2022 CNM 24

CONTENTS

EDITOR MANAGER

DR. TA NGOC HAI

EDITOR - ADMINISTRATOR

ENG. TRAN VAN TRACH

EDITORIAL BOARD

DR. NGUYEN BINH
ASSOC. PROF. DR. PHUNG MANH DAC

DR.SC. ĐÌNH NGỌC DANG
ASSOC. PROF. DR. HO SI GIAO
PROF. DR. VO TRONG HUNG
DR. NGUYEN HONG MINH
ASSOC. PROF. VO CHI MY

ASSOC. PROF. DR. NGUYEN CANH NAM
ENG. DAO VAN NGAM
DR. DAO DAC TAO
PROF. DR. TRAN MANH XUAN

EDITORIAL OFFICE

655 Pham Van Dong St.,
Bac Tu Liem Dist., Hanoi
Phone: 36649158; 36649159
Fax: (844) 36649159
Email: tccongnghiepmo@gmail.com
Website: http://vinamin.vn

Published in collaboration with:

Hanoi University of Mining and Geology, National
Institute of Mining-Metallurgy Science and
Technology, Institute of Mining Science
and Technology- Vinacomin,
Vietnam Petroleum Institute

License

376/GP-BTTTT Ministry of Information and
Communications, issued on July 13 th, 2016

Printed at Tran Gia Printing and Trading Company Ltd.
Phone: 02437326436
Legally deposited: in February 2023

REMARKABLE NEWS

❖ Congratulations to readers with New Year	CNM	5
❖ The Vietnam National Coal-Mineral Industries Holding Corporation Limited successfully completed the 2022 plan	Nguyen Binh	6
❖ The Dong Bac Corporation exceeded many targets of the 2022 plan, striving to complete the 2023 plan	Nguyen Binh	7
❖ Vietnam National Oil and Gas Group achieves many record achievements in 2022	Nguyen Binh	8

FOCUS

❖ The situation of digital transformation in enterprises and energy industry of Vietnam	Nguyen Canh Nam	9
---	-----------------	---

*MINING

❖ Application of analytic hierarchy process in selecting of mining system for raw materials quarries	Tran Dinh Bao et al	18
--	------------------------	----

MECHANICAL ENGINEERING AND MINING ELECTROMECHANICS

❖ Research on the impact of mine wagon used for transporting industrial explosive materials	Tran Viet Linh, Nguyen Dang Tan	25
❖ Optimal design and performance analysis of microtexture on special-shaped surface of engine piston ring-cylinder liner	Le Van Loi et al	30
❖ Optimizing the design of high performance explosion-proof electric motors used for local fans in underground coal mines	Do Nhu Y, Trinh Bien Thuy	39
❖ Study the effect of voltage regulation at substations and reactive power compensation measures on voltage quality in power supply systems at the mining enterprises in Quang Ninh area	Pham Trung Son	43

VENTILATION, SAFETY AND ENVIRONMENTAL PROTECTION

❖ Mine wastewater treatment in Quang Ninh coal basin	Tran Mien	48
--	-----------	----

ECONOMY, MANAGEMENT

❖ International experiences in digital transformation of mining enterprises	Vo Chi My et al	58
---	--------------------	----

INNOVATION- NEW TECHNOLOGY AND EQUIPMENT

❖ Manufacturing and testing of MRCV 2284 squareblade two-screw ore washing machine used in bauxite ore beneficiation plant	Tran Ngo Huan et al	63
--	------------------------	----

NEWS AND EVENTS

❖ Happy 75th birthday to Mr. Tran Xuan Hà	CNM	67
❖ Conference "Summarizing knowledge dissemination activities in 2022" of Vietnam Union of Science and Technology Associations	Tran Van	68
❖ Vietnam mining industry's news	CNM	69
❖ World mining industry's news	Kieu Kim Truc	89
❖ Some "Cat" years in the history of Vietnam	Tran Van Trach	92
❖ Condolence	CNM	93
❖ Table of contents of Mining Industry Journal in the 2022 year	CNM	94



NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA ĐIỀU CHỈNH ĐIỆN ÁP TẠI TRẠM BIẾN ÁP VÀ BÙ CÔNG SUẤT PHẢN KHÁNG ĐẾN CHẤT LƯỢNG ĐIỆN ÁP TRONG MẠNG ĐIỆN MỎ VÙNG QUẢNG NINH

Phạm Trung Sơn
Trường Đại học Mỏ-Địa chất
E-mail: phamtrungson@humg.edu.vn

TÓM TẮT

Chất lượng điện áp là yếu tố được quan tâm hàng đầu trong các xí nghiệp công nghiệp. Chất lượng điện áp không chỉ ảnh hưởng đến quá trình sản xuất mà còn ảnh hưởng đến tuổi thọ của thiết bị. Bài báo tập trung nghiên cứu, phân tích về độ lệch điện áp và sự ảnh hưởng của các biện pháp điều chỉnh điện áp tại trạm biến áp và bù công suất phản kháng đến độ lệch điện áp và chất lượng cung cấp điện tại các xí nghiệp khai thác mỏ nhằm nâng cao hiệu quả vận hành hệ thống cấp điện mỏ vùng Quảng Ninh.

Từ khóa: mạng cấp điện mỏ, độ lệch điện áp, điều chỉnh điện áp dưới tải, bù công suất phản kháng.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Chất lượng điện áp là yếu tố được quan tâm hàng đầu trong các nhà máy, xí nghiệp sản xuất công nghiệp. Chất lượng điện áp không chỉ ảnh hưởng đến quá trình sản xuất mà còn ảnh hưởng rất nhiều đến tuổi thọ của thiết bị. Có rất nhiều yếu tố ảnh hưởng đến chất lượng điện áp.

Hiện nay, tại các xí nghiệp mỏ vùng Quảng Ninh có sự gia tăng đáng kể về công suất của các động cơ máy nâng, quạt, các thiết bị vận tải và các tổ hợp thiết bị khai thác và lượng điện năng tiêu thụ cho sản xuất trong hầm lò tại các xí nghiệp mỏ chiếm khoảng 60% tổng lượng điện tiêu thụ. Bên cạnh đó, do diện tích khai thác càng ngày càng đi xuống sâu, khiến chiều dài mạng cấp điện càng tăng, thì việc đảm bảo chất lượng điện áp khi có sự gia tăng đáng kể số lượng thiết bị và chiều dài mạng cấp trong hệ thống cung cấp điện mỏ là nhiệm vụ cấp thiết.

2. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

2.1. Ảnh hưởng chất lượng điện áp đến sự làm việc của thiết bị điện

Điện áp trong lưới điện của xí nghiệp công nghiệp mỏ có thể tăng hoặc giảm quá giới hạn cho phép, việc điện áp tại các nút phụ tải vượt ra ngoài giới hạn cho phép đều gây ra các tác hại tiêu cực. Nếu điện áp vượt quá giới hạn thì có thể gây giả hóa cách điện, các phụ tải tiêu thụ công suất phản kháng sẽ tiêu thụ công suất phản kháng nhiều hơn, làm xấu đi các chỉ tiêu kinh tế - kỹ thuật cung cấp điện. Tuy nhiên, phổ biến trong thực tế vận hành là

hiện tượng điện áp sụt giảm. Nếu điện áp giảm quá thấp, những hiện tượng sau có thể xảy ra [2, 3, 4]:

- Đối với động cơ điện:
 - + Điện áp giảm quá thấp sẽ dẫn đến mô men giảm dưới mức mô men khởi động tối thiểu, khiến động cơ không khởi động được và rơi vào trạng thái ngắn mạch. Sự sụt giảm điện áp còn dẫn đến động cơ gây ồn hơn, bị rung lắc, nhiệt độ tăng và hiệu suất làm việc giảm, thậm chí còn bị hư hỏng hộp số;
 - + Động cơ có thể khởi động thành công nhưng nhanh chóng bị ngắt nếu hiện tượng sụt áp tiếp tục được hệ thống rơle bảo vệ phát hiện.
- Hệ thống chiếu sáng suy giảm. Bóng đèn sáng chập chờn hay độ sáng yếu ảnh hưởng đến các hoạt động sản xuất cũng như gây khó chịu cho mắt người lao động;
- Cầu chì chảy hoặc nhảy Aptomat (CB) khi điện áp giảm, đồng nghĩa với dòng điện cũng tăng theo. Lúc này cơ chế bảo vệ mạch điện ở cầu chì hoặc Aptomat (CB) sẽ kích hoạt;
- Tụ điện có hiện tượng nóng, có thể nổ tụ điện;
- Máy biến áp (MBA) có độ ồn cao, rung lắc, nhiệt độ tăng, thậm chí có thể bị cháy;
- Đường dây truyền tải điện có thể gặp các sự cố như quá nóng làm giảm độ bền cơ, có thể bị cháy vỏ cáp khi bị quá nhiệt, công suất truyền tải điện bị giảm;



- Ảnh hưởng đến sự làm việc của các hệ thống điều khiển, bị trôi tham số, bị hồng học, cháy vì mạch điện tử;
- Điện áp ngoài giới hạn cho phép ảnh hưởng đến độ chính xác của phép đo trong các thiết bị đo lường.

Từ những ảnh hưởng nghiêm trọng khi điện áp bị lệch quá mức, các chỉ tiêu đánh giá độ lệch điện áp đã ra đời [5, 6]. Điều này sẽ giúp đảm bảo độ lệch điện áp luôn đạt tiêu chuẩn đối với từng cấp điện áp và với từng loại phụ tải.

2.2. Nghiên cứu sự ảnh hưởng của chế độ điều chỉnh điện áp tại trạm biến áp và bù công suất phản kháng đến độ lệch điện áp

Để thiết bị điện có thể hoạt động bình thường ở các chế độ tải khác nhau, các mức điện áp theo quy định của tiêu chuẩn phải duy trì ở cực đầu vào của thiết bị bằng nhiều giải pháp, được thực hiện cả trong thiết kế và vận hành [2, 3, 4]. Một trong những giải pháp tối ưu để điều chỉnh điện áp là giải pháp điều chỉnh điện áp tại các nút nguồn của hệ thống cung cấp điện. Hiện tại, phương pháp điều chỉnh này được thực hiện để điều chỉnh điện áp tại các thanh cái 22 kV, 10 kV hoặc 6 kV của các trạm biến áp chính (TBAC) 110/35/22(10; 6) kV có thiết bị điều chỉnh điện áp trên tải (OLTC), phía 110 kV hoặc điều chỉnh điện áp tại thanh cái hạ áp 0,4 kV (0,69 kV) bằng cách điều chỉnh điện áp phía 6 kV, 10 kV, 22 kV của các trạm biến áp khu vực (TBAKV) 22 kV (10 kV hoặc 6 kV)/0,4 kV(0,69 kV) với điều kiện MBA hoạt động bình thường. Thực tế, không có phương tiện kỹ thuật nào dùng để điều chỉnh điện áp trên thanh cái 0,4 kV (0,69 kV) của TBAKV. Do đó, tại các cực phụ tải có công suất lớn nhất và nằm xa nhất, độ lệch điện áp thường là “âm”. Như vậy, nguyên tắc điều chỉnh điện áp được thực hiện ngược lại, nếu độ lệch điện áp trên cực phụ tải là “âm”, thì điều chỉnh độ lệch điện áp phía nguồn theo chiều tăng áp “dương”. Mặc dù đã có giải pháp điều chỉnh điện áp trên cực của phụ tải thông qua điều chỉnh đầu phân áp của MBA nhưng độ lệch điện áp đến cực phụ tải có thể vẫn không được đảm bảo do không kiểm soát được việc tiêu thụ công suất phản kháng của phụ tải và cấu hình mạng điện mở luôn thay đổi. Để giảm tổn thất điện áp tại các nút phụ tải, một giải pháp khả thi là bù công suất phản kháng. Công suất và dung lượng bù tùy thuộc vào các yêu cầu kinh tế và kỹ thuật. Tổn thất điện áp trên lưới điện khi bù công suất

phản kháng được xác định theo công thức sau [2, 3, 4]:

$$\Delta U = \frac{P \cdot R + (Q - Q_{bu}) \cdot X}{U} \tag{1}$$

trong đó: P - công suất tác dụng trong mạng, kW;

Q - công suất phản kháng trong mạng, kVAR;

R, X - điện trở và điện kháng của mạng,

Ω;

Q_b - công suất phản kháng của các khối bù, kVAR;

U - điện áp trên mạng điện, kV.

Ảnh hưởng của biện pháp bù công suất phản kháng đến độ lớn của tổn thất điện áp trong mạng và độ lệch điện áp ở phụ tải được đánh giá thông qua tỷ số bù K = Q_b/Q, đơn vị. Đưa tỷ số bù vào biểu thức (1), thu được:

$$\Delta U = \frac{P \cdot R + (1 - K) \cdot Q \cdot X}{U} \tag{2}$$

Sử dụng biểu thức (2), có thể xác định tổn thất điện áp thực tế trong bất kỳ nút tải nào và đối với bất kỳ giá trị nào của mức bù công suất phản kháng. Tiêu chuẩn hiện hành [5, 6] thiết lập các tiêu chuẩn điện áp tại các nút truyền tải của mạng điện hạ áp, trung áp và cao áp. Hệ thống cung cấp điện của xí nghiệp khai thác mỏ lớn bao gồm một hoặc nhiều TBAC có cấp điện áp 110/10 (6) kV, 35/10 (6) kV, các điểm phân phối, TBA và đường dây có điện áp 10, 6 kV, cũng như đường dây có điện áp đến 1 kV. Độ lệch điện áp phía hạ áp của TBAC, ΔU_{HABAC} bằng tổng độ lệch điện áp phía cao áp ΔU_{CABAC} và độ lệch điện áp phía cao áp do điều chỉnh đầu phân áp của MBA ΔU_{PBAC} trừ đi tổn thất điện áp trong MBA chính ΔU_{BAC}. Khi đấu nối hệ thống bù công suất phản kháng vào các thanh cái hạ áp của TBAC thì độ lệch điện áp phía hạ áp của TBA này ở đơn vị tương đối, sẽ là:

$$\begin{aligned} \Delta U_{HABAC} &= \Delta U_{CABAC} + \Delta U_{PBAC} - \Delta U_{BAC} \\ &= \Delta U_{CABAC} + \Delta U_{PBAC} \\ &\quad - \frac{P \cdot R_{BAC} + (Q - Q_{buCA}) \cdot X_{BAC}}{U_{dm}^2} \end{aligned} \tag{3}$$

hay:

$$\begin{aligned} \Delta U_{HABAC} &= \Delta U_{CABAC} + \Delta U_{PBAC} - \Delta U_{BAC} \\ &= \Delta U_{CABAC} + \Delta U_{PBAC} \\ &\quad - \frac{P \cdot R_{BAC} + Q \cdot X_{BAC}(1 - K)}{U_{dm}^2} \end{aligned} \tag{4}$$

Để xét mối quan hệ phụ thuộc giữa điện áp trên thanh cái hạ áp TBAC với các biện pháp điều chỉnh điện áp, bài báo áp dụng tính toán cho TBAC của Công ty than Mạo Khê. TBAC của Công ty than Mạo Khê gồm hai máy biến áp T1, T2 có cùng công suất là 12.000 kVA do hãng ABB sản xuất, có mã hiệu SF1.12000/35-TH. Thông số kỹ thuật của hai MBA chính T1, T2 35/6 kV được thống kê trong Bảng 1.

Bảng. 1. Thông số kỹ thuật TBAC của Công ty than Mạo Khê

Mã hiệu	U _{dmr} , kV		Tổn thất, W			
	Cao áp	Hạ áp	Không tải	Ngắn mạch	U _n (%)	I _n (%)
SF1.12000/35-TH	35 ± 8x1,25%	6,3	24.000	69.200	7,5	5

Từ thông số của MBA, có thể xác định được: ΔU_{abac}=0,58%; ΔU_{xbac}=7,48%; R_{BAC} = 0,59, Ω; X_{BAC} = 7,64, Ω.

Các giá trị của độ lệch điện áp phía hạ áp của MBA tính theo tỷ lệ bù K thay đổi từ 0 đến 1 và các bước điều chỉnh điện áp dưới tải phía cao áp OLTC ± (8*1,25%) được cho trong Bảng 2. Phụ tải làm việc ở chế độ cực đại: P = 7,5 MW; Q = 4,65 MVar. Trong tính toán, độ lệch điện áp cho phép tối đa bên phía cao áp MBA, ΔU_{CABAC} = + 5% - const. Giả sử rằng, theo chế độ điều chỉnh điện áp đã cho, độ lệch điện áp được duy trì ở phía hạ áp của TBA, ΔU_{HABAC} là “dương” trong khoảng 4÷6%. Từ dữ liệu tính toán trong Bảng 2 có thể thấy, độ lệch điện áp yêu cầu ở phía hạ áp ΔU_{HABAC} là “dương” trong khoảng 4÷6% có thể đạt được bằng cách chọn mức điều chỉnh điện áp phía cao áp của MBA trong khoảng 0÷3,75% và cung cấp mức bù thích hợp trong khoảng 0÷1. Theo quan điểm giảm thiểu tổn thất công suất phụ tải trong mạng, nên lấy mức độ bù bằng hoặc gần bằng 1 và xác định phạm vi điều khiển OLTC dựa trên mức độ bù được chấp nhận.

Bảng. 2. Độ lệch điện áp phía hạ áp của MBA tương ứng với các giá trị khác nhau của mức bù và cấp điều chỉnh điện áp được điều chỉnh bởi OLTC

Các nấc điều chỉnh đầu phân áp máy biến áp, %	Dao động điện áp tại thanh cái hạ áp MBA chính tương ứng với các cấp độ bù (K) khác nhau. %					
	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
10	11,74	12,32	12,9	13,48	14,06	14,64
8,75	10,49	11,07	11,65	12,23	12,81	13,39
7,5	9,24	9,82	10,4	10,98	11,56	12,14
6,25	7,99	8,57	9,15	9,73	10,31	10,89
5	6,74	7,32	7,9	8,48	9,06	9,64

Các nấc điều chỉnh đầu phân áp máy biến áp, %	Dao động điện áp tại thanh cái hạ áp MBA chính tương ứng với các cấp độ bù (K) khác nhau. %					
	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
3,75	5,49	6,07	6,65	7,23	7,81	8,39
2,5	4,24	4,82	5,4	5,98	6,56	7,14
1,25	2,99	3,57	4,15	4,73	5,31	5,89
0	1,74	2,32	2,9	3,48	4,06	4,64
-1,25	0,49	1,07	1,65	2,23	2,81	3,39
-2,5	-0,76	-0,18	0,4	0,98	1,56	2,14
-3,75	-2,01	-1,43	-0,85	-0,27	0,31	0,89
-5	-3,26	-2,68	-2,1	-1,52	-0,94	-0,36
-6,25	-4,51	-3,93	-3,35	-2,77	-2,19	-1,61
-7,5	-5,76	-5,18	-4,6	-4,02	-3,44	-2,86
-8,75	-7,01	-6,43	-5,85	-5,27	-4,69	-4,11
-10	-8,26	-7,68	-7,1	-6,52	-5,94	-5,36

Không giống như các TBAC, TBAKV của các xí nghiệp mỏ có cấp điện áp 10 (6)/0,4 (0,69) kV không có bộ chuyển đổi nấc điều chỉnh điện áp phía hạ áp. Các TBA như vậy chỉ có thể điều chỉnh điện áp trong một phạm vi hẹp phía cao áp bằng phương pháp chuyển mạch bằng tay, không có điều khiển từ xa. Khi lắp đặt các bộ bù công suất phản kháng phía hạ áp của các TBAKV hoặc tại các điểm phân phối trung gian có cấp điện áp 0,4 (0,69) kV phải đảm bảo các cấp điện áp yêu cầu cho các phụ tải. Vì vậy, khi lựa chọn công suất cho thiết bị bù công suất phản kháng, cần phải tính toán cụ thể điện áp trong mạng điện và kiểm tra độ lệch điện áp cho các phụ tải ở các chế độ tải khác nhau. Độ lệch điện áp tại cực của phụ tải ΔU_{tt}, nhận nguồn từ mạng 0,4 (0,69) kV, có thể được xác định bằng độ lệch điện áp trên các thanh cái hạ áp của TBAC, ΔU_{HABAC}; mức điều chỉnh điện áp phía cao áp của TBAKV 10 (6) /0,4 (0,69) kV, ΔU_{PCABAKV} và tổng tổn thất điện áp trong mạng điện có điện áp 10 (6) và 0,4 (0,69) kV, ΔU, tính ở hệ đơn vị tương đối.

$$\Delta U_{tt} = \Delta U_{HABAC} + \Delta U_{PCABAKV} - \Delta U \quad (5)$$

Tổn thất điện áp trong mạng điện bao gồm tổn thất ở các phần tử chính của nó ở hệ đơn vị tương đối (đường dây cao áp ΔU_{ĐDCAXN}, máy biến áp ΔU_{BÁKV}, đường dây hạ áp ΔU_{ĐDHAXN}) và được xác định bằng biểu thức:

$$\Delta U = \Delta U_{DDCAXN} + \Delta U_{BAKV} + \Delta U_{DDHAXN} = \frac{P_{DDCAXN} \cdot R_{DDCAXN} + Q_{DDCAXN} \cdot X_{DDCAXN}}{U_{DDCAXN}^2} + \frac{P_{BAKV} \cdot R_{BAKV} + Q_{BAKV} \cdot X_{BAKV}}{U_{BAKV}^2} + \frac{P_{DDHAXN} \cdot R_{DDHAXN} + Q_{DDHAXN} \cdot X_{DDHAXN}}{U_{DDHAXN}^2} \quad (6)$$

trong đó:

P_{DDCAXN} , Q_{DDCAXN} , P_{BAKV} , Q_{BAKV} , P_{DDHAXN} , Q_{DDHAXN} - lần lượt là dòng công suất tác dụng và công suất phản kháng trên đường dây cao áp, MBA, đường dây hạ áp;

R_{DDCAXN} , X_{DDCAXN} , R_{BAKV} , X_{BAKV} , R_{DDHAXN} , X_{DDHAXN} - điện trở và điện kháng của đường dây cao áp, MBA, đường dây hạ áp tương ứng;

U_{DDCAXN} , U_{BAKV} , U_{DDHAXN} - điện áp của đường dây cao áp, điện áp phía cao áp của MBA khu vực, điện áp trên đường dây hạ áp.

Khi kết nối hệ thống bù công suất phản kháng với thanh cái phía hạ áp của TBAKV, tổn thất điện áp trên đường dây cao áp và TBAKV được giảm bớt. Tổng tổn thất điện áp trong mạng điện ở hệ đơn vị tương đối:

$$\Delta U = \frac{P_{DDCAXN} \cdot R_{DDCAXN} + (Q_{DDCAXN} - Q_{buHA}) \cdot X_{DDCAXN}}{U_{DDCAXN}^2} + \frac{P_{BAKV} \cdot R_{BAKV} + (Q_{BAKV} - Q_{buHA}) \cdot X_{BAKV}}{U_{BAKV}^2} + \frac{P_{DDHAXN} \cdot R_{DDHAXN} + Q_{DDHAXN} \cdot X_{DDHAXN}}{U_{DDHAXN}^2} \quad (7)$$

Khi tính đến công suất bù và hệ số công suất tải $\cos\varphi$, các biểu thức để xác định tổn thất điện áp trong mạng và độ lệch điện áp tại cực phụ tải ở hệ đơn vị tương đối có thể được tính toán như sau:

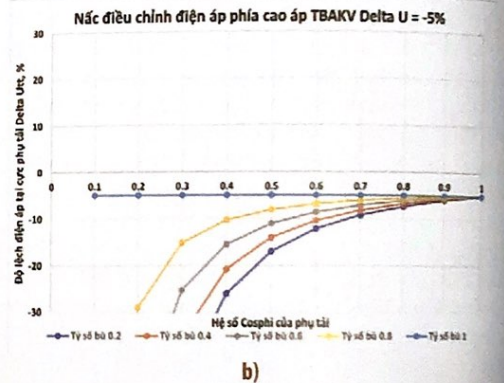
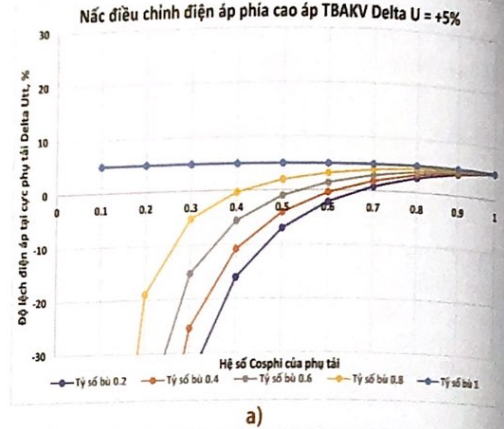
$$\Delta U = \frac{P \cdot R}{U^2} [1 + tg^2\varphi(1 - K)] \quad (8)$$

$$\Delta U_{tt} = \Delta U_{HABAC} + \Delta U_{PCABAKV} - \frac{P \cdot R}{U^2} [1 + tg^2\varphi(1 - K)] \quad (9)$$

Giả sử $\Delta U_{HABAC}=5\%$; $\Delta U_{PCABAKV}=5\%$, -5% ; $\frac{P \cdot R}{U^2} = 5\%$, có thể xác định được ΔU_{tt} theo sự phụ thuộc của hệ số công suất $\cos\varphi$ của tải và tỷ số bù K , được tính toán thể hiện như trong hình H.1.

Từ đồ thị Hình H.1, theo đặc tính tính toán, nếu cố định điện áp tại thanh cái hạ áp TBAC đồng thời duy trì điện áp phía cao áp của TBAKV ở nấc điều chỉnh lớn nhất thì độ tăng điện áp trên cực phụ tải sẽ giảm nếu mức bù giảm và hệ số công suất $\cos\varphi$ của tải thấp, ngược lại độ tăng điện áp trên cực

phụ tải sẽ tăng nếu mức bù tăng và hệ số $\cos\varphi$ của tải tăng. Khi điều chỉnh điện áp pha cao áp của TBAKV ở nấc thấp nhất $\Delta U_{PCABAKV} = 5\%$, thì điện áp trên cực phụ tải chỉ đạt được giá cao nhất khi bù hoàn toàn với hệ số bù $K=1$, $\cos\varphi = 1$.



H.1. Quan hệ phụ thuộc giữa ΔU_{tt} với hệ số công suất $\cos\varphi$ của phụ tải và tỷ số bù K , theo các cấp điều chỉnh điện áp phía cao áp TBAKV

Khi lựa chọn bù công suất phản kháng theo yêu cầu để đảm bảo độ lệch điện áp "dương" đối với các phụ tải, trước hết cần sử dụng khả năng điều chỉnh điện áp sẵn có bằng cách chuyển đổi đầu phân áp của MBA. Nếu không thể thực hiện được điều này thì công suất phản kháng bù phải được giảm bớt, tuy có ảnh hưởng đến hiệu quả bù công suất phản kháng nhưng phải đảm bảo chất lượng điện áp yêu cầu tại cực phụ tải.

Hiện tại, việc điều chỉnh điện áp trên thanh cái của MBA có bộ OLTC thường được thực hiện thủ công. Hệ thống bù công suất phản kháng nối với thanh cái của TBAKV cũng thường được vận hành bằng tay. Để nâng cao chất lượng điện áp có thể sử dụng các thiết bị điều khiển tự động.

Hiện chưa có phương pháp điều khiển nào trong thực tế cho phép cung cấp các chế độ điều chỉnh điện áp và bù công suất phản kháng hiệu quả trong mạng điện của xí nghiệp mỏ. Để giải quyết vấn đề này, cần phải có hệ thống đo lường, giám sát, điều khiển từ xa, tự động hợp nhất, theo dạng SCADA. Trên cơ sở hạ tầng tự động hóa hiện đại có thể sử dụng các giải pháp điều chỉnh từ xa, tự động đầu phân áp MBA và bù chủ động trong thời gian thực bằng thiết bị FACT.

3. KẾT LUẬN

- Sự gia tăng lượng điện năng tiêu thụ và khoảng cách truyền tải xa dẫn đến chất lượng

điện áp tại các nút phụ tải không đảm bảo. Điều này cần phải có các giải pháp điều chỉnh điện áp tại tất cả các cấp điện áp của xí nghiệp mỏ. Giải pháp kỹ thuật để điều chỉnh điện áp dưới tải phía cao áp của các TBA (OLTC) và các biện pháp bù công suất phản kháng là những giải pháp khả thi và tối ưu về kinh tế cũng như kỹ thuật;

- Để đảm bảo chất lượng điện áp yêu cầu cho các phụ tải, có thể lựa chọn thông số và chế độ vận hành của thiết bị bù công suất phản kháng nhằm điều chỉnh điện áp nếu các công việc này được giải quyết đồng bộ ở tất cả các cấp truyền tải □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Phạm Trung Sơn (2019), Nghiên cứu giải pháp cung cấp điện hợp lý cho các phụ tải của mỏ hầm lò sâu tiêu thụ điện năng lớn. Tạp chí Công nghiệp Mỏ, Số 4, 2019, trang 64-58.
2. Nguyễn Anh Nghĩa, Trần Bá Đề. Giáo trình Điện khí hoá mỏ. Nhà xuất bản Giao thông vận tải. Hà Nội, 1997.
3. Trần Bách (2008), Lưới điện và hệ thống điện, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật. Hà Nội, 2008.
4. Trần Quang Khánh (2007), Mạng điện. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật. Hà Nội, 2007.
5. Nghị định số 137/2013/NĐ-CP quy định chi tiết thi hành một số điều của Luật điện lực và Luật sửa đổi, bổ sung một số điều của Luật điện lực; Hà Nội, 21/10/2013.
6. Thông tư số 30/2019/TT-BCT. Thông tư sửa đổi, bổ sung một số điều của thông tư số 25/2016/tt-bct ngày 30 tháng 11 năm 2016 của bộ trưởng Bộ Công Thương quy định hệ thống điện truyền tải và thông tư số 39/2015/tt-bct; 18/11/2015 của bộ trưởng Bộ Công Thương quy định hệ thống điện phân phối; Hà Nội, 18/11/2019.

STUDY THE EFFECT OF VOLTAGE REGULATION AT SUBSTATIONS AND REACTIVE POWER COMPENSATION MEASURES ON VOLTAGE QUALITY IN POWER SUPPLY SYSTEMS AT THE MINING ENTERPRISES IN QUANG NINH AREA

Pham Trung Son

ABSTRACT:

Voltage quality is a top important factor in industrial enterprises. Voltage quality not only affects the production process but also affects the service life of machinery and equipment. This paper focuses on researching and analyzing the influence and impact of voltage regulation at substations and reactive power compensation measures on voltage deviation and power supply quality to improve the operational efficiency of power supply systems at mining enterprises in Quang Ninh region.

Key words: mine power supply systems; voltage deviation; On-Load Tap Changer (OLTC); reactive power compensation.

Ngày nhận bài: 22/8/2022;

Ngày gửi phản biện: 22/8/2022;

Ngày nhận phản biện: 15/9/2022;

Ngày chấp nhận đăng: 22/9/2022.

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.