

DETERMINAREA PIERDERILOR DE PUTERE ȘI ENERGIE LA INDICATORII CALITATIVI DETERIORAȚI PENTRU CALITATEA ELECTRICITĂȚII

Conferențiar Dr. Evtim Kurtzelin,
Universitatea de Mine și Geologie “St. Iv. Rilski”, Sofia, Republica Bulgaria
Vasile Cozma, Prof. Universitatea “Constantin Brâncuși” din Targu Jiu, Romania

Asist. Prof. Dr. Rumen Istalianov,
Universitatea de Mine și Geologie “St. Iv. Rilski”, Sofia, Republica Bulgaria
Inginer Diplomat Nikolai Minekov,
Universitatea de Mine și Geologie “St. Iv. Rilski”, Sofia, Republica Bulgaria
Inginer Diplomat Ioana Mladenova,
Universitatea de Mine și Geologie “St. Iv. Rilski”, Sofia, Republica Bulgaria
Inginer Diplomat Dinko Gospodinov,
Universitatea de Mine și Geologie “St. Iv. Rilski”, Sofia, Republica Bulgaria
Inginer Diplomat Nikokai Lakov,
Universitatea de Mine și Geologie “St. Iv. Rilski”, Sofia, Republica Bulgaria

Abstract. Modelele matematice sunt prezentate pentru determinarea pierderilor suplimentare de putere și energie la devierea indicatorilor de calitate ai electricității: devierea tensiunii nominale, pariția asimetriei nesinusoidității tensiunii.

Cuvinte-cheie: pierderi suplimentare de putere și energie, devierea tensiunii, asimetria și nesinusoiditatea tensiunii.

INTRODUCERE

Unul dintre factorii principali care determină competitivitatea întreprinderii industriale moderne se referă la folosirea proceselor tehnologice cu consum scăzut de energie. Pe baza acestui criteriu, totuși, aproape toate procesele tehnologice din domeniul industriei miniere sunt estimate ca procese cu consum extrem de ridicat de energie.

DETERMINATION OF LOSSES IN POWER AND ENERGY AT DETERIORATED QUALITATIVE INDICATORS FOR QUALITY OF ELECTRICITY

Evtim Kurtzelin Assos.Prof.Dr, University of Mining and Geology “St.Iv. Rilski”, Sofia, Republic of Bulgaria

Vasile Cozma, Prof. “Constantin Brâncuși” University, Targu Jiu, Romania

Rumen Istalianov Assis Prof. Dr, University of Mining and Geology “St. Iv. Rilski”, Sofia, Republic of Bulgaria

Nikolai Minekov, Dipl.Eng, University of Mining and Geology “St. Iv. Rilski”, Sofia, Republic of Bulgaria

Ioana Mladenova Dipl.Eng, University of Mining and Geology “St. Iv. Rilski”, Sofia, Republic of Bulgaria

Dinko Gospodinov, Dipl.Eng, University of Mining and Geology “St. Iv. Rilski”, Sofia, Republic of Bulgaria

Nikokai Lakov, Dipl.Eng, University of Mining and Geology “St. Iv. Rilski”, Sofia, Republic of Bulgaria

Abstract. Mathematical models are presented for determining the additional losses of power and energy at deviation of the quality indicators of the electricity: deviation of the voltage from the rated voltage, occurrence of asymmetry and unsinusoidity of the voltage.

Keywords: additional losses of power and energy, deviation of voltage, asymmetry and unsinusoidity of the voltage.

INTRODUCTION

One of the main factors that determine the competitiveness of a modern industrial enterprise is related to the use of technological processes with low energy consumption. On this criterion, however, almost all technological processes in the field of the mining industry are estimated as processes with extremely high energy consumption.

Acest fapt obiectiv face astăzi ca obiectul cercetărilor pentru consumul de energie în toate unitățile și elementele proceselor tehnologice din industria minieră să fie unul foarte actual.

Pentru dezvoltarea unor soluții concrete pentru reducerea consumului de electricitate dintr-o întreprindere industrială, este necesar mai presus de orice, un echilibru cantitativ al pierderilor de putere din rețeaua distribuitoare de energie electrică și la consumatorii de energie din întreprinderea care va fi dezvoltată. Analiza situației existente din întreprinderi arată că departamentele companiilor responsabile pentru funcționarea întregului sector de energie și care participă la planificarea distribuției de electricitate, nu au nicio informație despre cota pierderilor de electricitate (în ceea ce privește rețeaua electrică de distribuție și consumatorii electrici) în balanța de energie globală a întreprinderii.

1. INSTALAȚII ELECTROCHIMICE

Dintre instalațiile electrochimice, cele mai răspândite sunt cuptoarele. Devierea de tensiune ca regulă duce la productivitate scăzută a cuptoarelor. Pe baza cercetărilor din cuptoarele de oțel, s-a descoperit că, în funcție de regimul de tensiune, caracterizat de

coeficientul $k_U = \frac{U}{U_H}$, energia activă și reactivă consumată reprezintă termeni relevanți pentru **aceasta**, și anume:

$$P_{II} = P_0 (k_U)^{\alpha_p} \text{ and } Q_{II} = Q_0 (k_U)^{\alpha_q}, \quad (1)$$

unde:

P_0, Q_0 - puterea de calcul a cuptorului la $U = U_H$;

α_p, α_q - coeficienți de corecție pentru sarcina activă și reactivă.

This objective fact today makes the task of conducting researches for the energy consumption in all units and elements of the technological processes in the mining industry a very actual one.

For the development of concrete solutions for reducing the consumption of electricity in an industrial enterprise, it is necessary above all a quantitative balance of power losses in the electrical-distributing network and in the power consumers within the enterprise to be developed. The analysis of the existing situation in the enterprises shows that the departments in the companies, responsible for the operation of the entire power sector, and participating in the planning the delivery of electricity, have no information on the share of losses of electricity (in elements of the electrical-distributing network and electrical consumers) in the overall energy balance of the enterprise.

1. ELECTROTHERMAL INSTALLATIONS

From the electrothermal installations the most widespread are the furnaces. Voltage deviation as a rule leads to reduced productivity of the furnaces. On the basis of researches in steel arc furnaces, it has been found that depending on the regime of voltage, characterized by the coefficient

$k_U = \frac{U}{U_H}$, the consumed active and

reactive power are the relevant terms for this, namely:

where:

P_0, Q_0 - computational powers of the furnace at $U = U_H$;

α_p, α_q - correctional coefficients for active and reactive load.

Modificarea puterii active și reactive influențează pierderile de putere activă ΔP din sistemul de furnizare și din sistemul de cuptoare, care este determinat de:

$$\Delta P = \alpha \cdot P_H (k_U)^{\alpha_1} + \beta \cdot \Delta P_H (k_U)^{\alpha_2}, \quad (2)$$

unde:

α și β : sunt coeficienți de pierderi relative de putere activă a sarcinii active și, respectiv reactive, egali cu:

$$\alpha = \frac{(P_0)^2}{(Q_0)^2} \text{ și } \beta = 1 - \alpha.$$

2. TRANSFORMATOARE DE PUTERE (TP)

Expresia pentru calcularea pierderilor suplimentare de putere activă pentru transformatoarele cu două înfășurări au tipul:

$$\Delta P_{2T} = \frac{\Delta P_K}{\left(u_K + \frac{S_{HOM}}{S_K} \right)^2} \varepsilon_U^2, \quad (3)$$

unde:

ΔP_K - pierderi de cupru în transformator;

u_K - tensiunea transformatorului în unitatea relativă;

S_{HOM} - puterea nominală a transformatorului;

S_K - puterea cordoanelor din transformatorul de mare tensiune.

$$\text{La } S \gg S_{HOM} :$$

$$\Delta P_{2T} \approx \frac{\Delta P_K}{u_K^2} \varepsilon_U^2 \quad (4)$$

Pierderile suplimentare de putere activă din

Modification of the active and reactive power influence the losses of active power ΔP in the supply system and furnace system, which is determined by:

where:

α and β : are coefficients of relative losses of active power of active and reactive load, respectively, equal to:

$$\alpha = \frac{(P_0)^2}{(Q_0)^2} \text{ and } \beta = 1 - \alpha.$$

2. POWER TRANSFORMERS (PT)

The expression for calculating the additional losses of active power for two-winding transformers have the type:

where:

ΔP_K - losses of short in the copper of the transformer;

u_K - voltage of short of the transformer in relative unit;

S_{HOM} - rated power of transformer;

S_K - power of short of rims of the transformer high voltage.

$$\text{At } S \gg S_{HOM} :$$

The additional losses of active power in PT

TP din IPII - ΔP_{2IT} sunt calculate folosind formula:

$$\Delta P_{2IT} = 6,4 \Delta P_K \epsilon_U^2 \quad (5)$$

Dacă luați în considerare nu numai pierderile de putere activă din TP, ci și pierderile de putere activă care apar în sistemul de stocare a energiei din lanțul de furnizare de la generator la TP, din cauza puterii reactive suplimentare, care rezultă din comportamentul curenților în secvența inversă, pierderile suplimentare sunt determinate de:

$$\Delta P_{2T,\Pi} = \Delta P_{2T} + \frac{k_{H,\Pi} u_K}{\left(u_K + \frac{S_{HOM}}{S_K}\right)^2} S_{HOM} \epsilon_U^2 \quad (6)$$

unde:

$k_{H,\Pi}$ - coeficientul de schimbare a pierderilor, în funcție de sistemul energetic.

from IPII - ΔP_{2IT} are calculated using the formula:

If you take into account not only losses of active power in the PT, but also active power losses occurring in the ESS on the supply chain from generator to PT, because of the additional reactive power, resulting from the conduct of the currents in the reverse sequence, the additional losses are determined by:

where:

$k_{H,\Pi}$ - coefficient of change of losses, depending on the energy system.

3. BATERII CONDENSATOARE (BC)

Cea mai răspândită schemă de conectare a BC la schimbul de sarcini reactive este conectarea în triunghi, în care nu există curenți de secvenți neutri. Dacă BC sunt alimentate de un sistem de tensiuni asimetrice, pierderile din ele, cu condiția ca, capacitatea electrică și $tg\delta$ să nu depindă de frecvență și temperatură, sunt determinate de:

$$\Delta P_{2KB} = Q_{HOM} tg\delta \phi_U^2, \quad (7)$$

unde:

Q_{HOM} - puterea reactivă nominală a BC;
 $tg\delta$ - tangenta unghiului de pierderi dielectrice ale BC la frecvența fundamentală.

4. REACTOARE

Pierderile suplimentare de putere activă din

3. CAPACITOR BATTERIES (CB)

The most widespread scheme of connection of the CB at compensation of reactive loads is connecting in a triangle, in which there are no neutral sequence currents. If the CB are powered by a system of asymmetric voltages, the losses in them, provided that the electric capacity and $tg\delta$ do not depend on the frequency and temperature, are determined by:

where:

Q_{HOM} - rated reactive power of the CB;
 $tg\delta$ - tangent of the angle of dielectric losses of the CB at the fundamental frequency.

4. REACTORS

reactoare sunt determinate de formula:

$$\Delta P_{2\Pi} = 3\Delta P_{HOM} \frac{I_2^2}{I_{HOM}^2}, \quad (8)$$

unde:

ΔP_{HOM} - pierderile de putere activă într-o fază a reactorului la tensiune nominală;

I_2 - curentul secvenței inverse reactor.

Pierderile suplimentare $\Delta P_{2\Pi}$ depind de locul de comutare din reactor și atunci când sunt exprimate de coeficientul de asimetrie, iau valori diferite:

- pentru reactor, conectat la TP:

$$\Delta P_{2\Pi} = 3\Delta P_{HOM} \frac{I}{u_K^2} \varepsilon_U^2, \quad (9)$$

unde:

u_K - tensiunea TP în unitatea relativă;

Pentru celelalte cazuri, se poate lua în considerare:

$$\Delta P_{2\Pi} = 3\Delta P_{HOM} \varepsilon_U^2. \quad (10)$$

5. REȚEAUA ELECTRICĂ (RE)

Pentru linia nederivațională cu sarcină concentrată la capătul pierderilor din RE, se determină prin formula:

$$\Delta P_{2EM} = \varepsilon_U^2 \left(\sum_{i=1}^m \frac{\Delta P_i}{X_{2AD,i}} + \sum_{j=1}^n \frac{\Delta P_j}{X_{2CD,j}} + \sum_{k=1}^l \Delta P_k \right), \quad (11)$$

unde:

ΔP_i , ΔP_j , ΔP_k - pierderile active din linia cu mod simetric și sarcină nominală a i IM, j SM și k sarcină statică liniară;

X_{2AD} , X_{2CD} - rezistențele secvenței

Additional losses of active power in the reactors is determined by the formula:

where:

ΔP_{HOM} - losses of active power in one phase of the reactor at a nominal voltage;

I_2 - current of reverse sequence for the reactor.

The additional losses $\Delta P_{2\Pi}$ depend on the place of switching in of the reactor, and expressed by the coefficient of asymmetry, take different values:

- for reactor, connected at PT:

where:

u_K - voltage of short of PT in relative unit;

For the other cases, it can be considered:

5. ELECTRIC MAINS (EM)

For underivational line with concentrated load at the end of the losses in EM, it is determined by the formula:

where:

ΔP_i , ΔP_j , ΔP_k - active losses in the line with symmetrical mode and rated load of i IM, j SM and k static linear load;

X_{2AD} , X_{2CD} - resistances of reverse

inverse ale IM și SM, unitatea relativă;

În absența datelor din catalog, se poate considera:

$$X_{2CD} = 0,24 \text{ și } X_{2AD} = \frac{1}{k_n},$$

unde:

k_n este multiplul curentului de pornire al IM.

CONCLUZII:

Din rezultatele obținute, se poate concluziona că în RE partea cea mai semnificativă pentru formarea pierderilor suplimentare de putere și energie din indicatorii calitativi deteriorați de energie electrică (QIEE) formează regimurile asimetrice și nesinusoidale și devierea de tensiune. Așadar, la o analiză avansată, vor fi luate în considerare pierderile cauzate de acești trei factori majori. În cazurile în care există utilizatori cu sarcini de impact, care intră în fluctuații mari la tensiune, este necesar să se ia în considerare influența acestui al patrulea factor.

Contractele de furnizare de electricitate ar trebui să fie nu numai o clauză declarativă pentru furnizarea de energie, care întrunesc cerințele metodologiei standard dar aplicate, pe baza cărora se face identificarea și evaluarea pierderilor din furnizarea de electricitate cu indicatori calitativi deteriorați.

BIBLIOGRAFIE

1. Kartzelin E., Cozma V., Metode matematice pentru determinarea pierderilor de putere și energie la indicatorii calitativi deteriorați pentru calitatea electricității, Targu Jiu, Analele Universității "Constantin Brâncuși" din Targu Jiu, Seria Inginerie, No. 3/2009

sequence of the IM and SM, relative unit;

In the absence of catalog data, it can be considered:

$$X_{2CD} = 0,24 \text{ and } X_{2AD} = \frac{1}{k_n},$$

where:

k_n is multiple of the starting current of IM.

CONCLUSIONS:

From the results obtained, it can be concluded that in the IE the most significant part for formation of additional losses of power and energy from the deteriorated qualitative indicators of electrical energy (QIEE) form the asymmetric and unsinusoidal regimes and the deviation of the voltage. Therefore, in the further analysis, will be considered the losses caused by these three major factors. In cases where there are users with impact loads, entering large fluctuations in voltage, it is necessary to consider the influence of this fourth factor.

The contracts for supply of electricity should be not only a declaratory clause for supply of electricity, meeting the requirements of the standard, but applied methodology, on which to be made identification and evaluation of losses in the supply of electricity with deteriorated qualitative indicators.

LITERATURE

1. Kartzelin E., Cozma V., Mathematical models for determination of losses in power and energy at deteriorated qualitative indicators for quality of electricity, Targu Jiu, Annals of the "Constantin Brâncuși" University of Targu Jiu, Engineering Series, No. 3/2009.