

OLCZYKOWSKI Zbigniew

WPLYW PIECA ŁUKOWEGO NA WARUNKI ZASILANIA STAŁOWNI

Streszczenie

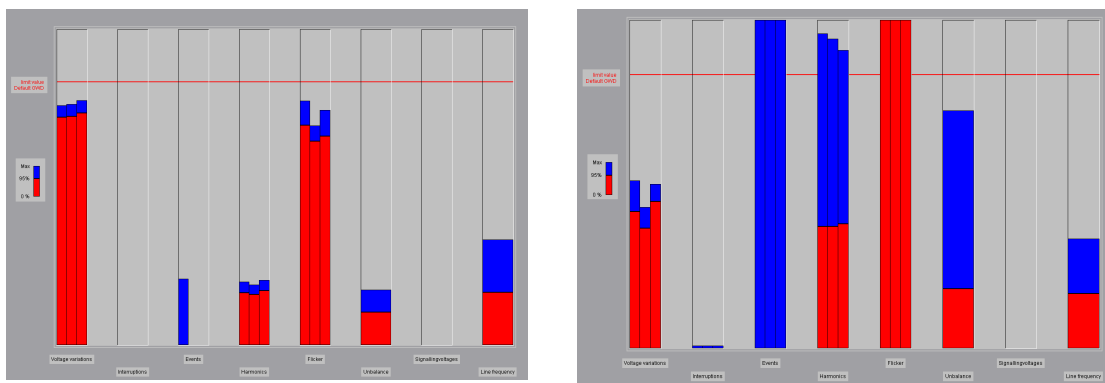
W artykule przeanalizowano wpływ pieca łukowego na sieć elektroenergetyczną, z której jest on zasilany. Przedstawiono analizę wskaźników charakteryzujących jakość energii elektrycznej zarejestrowanych podczas kilku cykli pomiarowych. Pomiarów dokonano jednocześnie w trzech punktach sieci elektroenergetycznej, o różnej mocy zwarciowej i różnym napięciu znamionowym. Wskazano, jaki powinien być minimalny stosunek mocy zwarciowej na szynach stalowni do mocy przy trójfazowym zwarciu elektrod z wsadem, by piec nie generował nadmiernych wahań napięcia.

WSTĘP

Ze względu na użytkowanie przez odbiorców coraz większej ilości odbiorników wrażliwych na zakłócenia, jakość zasilania energią elektryczną staje się jednym z najważniejszych problemów współczesnej elektrotechniki. Duży wpływ na jakość napięcia w systemie elektroenergetycznym mają odbiorcy energii elektrycznej, szczególnie eksploatujący tzw. odbiorniki niespokojne. Do tej grupy urządzeń zaliczyć można piece łukowe. Specyficzny proces technologiczny urządzeń łukowych oraz ich znaczne moce powodują, że piece łukowe generują zakłócenia dotyczące znacznej liczby odbiorców [2,7].

Proces technologiczny związany z wytopem stali charakteryzuje się gwałtownymi zmianami prądu pobieranego przez piec: od przerwy w obwodzie zasilania, aż do stanu zwarcia transformatora piecowego, przy połączeniach elektrod z wsadem. Po załadowaniu pieca łukowego złomem, elektrody są opuszczane do zetknięcia z wsadem, po czym przy ich podnoszeniu powstaje łuk elektryczny. W początkowym okresie wytopu roztopione kawałki złomu obsuwają się, występują gwałtowne zmiany długości i konduktywności łuków, kompensowane przez ciągłe ruchy elektrod. W efekcie prądy pobierane z sieci ulegają bardzo dużym zmianom, wywołując w sieci zasilającej zaburzenia napięcia. Zaburzenia te stopniowo słabną, nasilając się jednak ponownie po załadowaniu dodatkowych koszy ze złomem. W całym cyklu wytopu okres roztopiania jest najbardziej dokuczliwy dla innych odbiorców energii zasilanych z tej samej sieci energetycznej.

Istotnym staje się zatem identyfikacja zakłóceń generowanych do systemu elektroenergetycznego przez piece łukowe. Najlepszym sposobem wydają się zatem pomiary wskaźników charakteryzujących jakość energii elektrycznej. W niniejszym artykule dokonano analizy zakłóceń powodowanych przez piec łukowy, zarejestrowanych jednocześnie w trzech punktach sieci zasilającej różne odbiorniki znajdujące się hucie.



Rys. 2. Sumaryczne zestawienie wskaźników jakości energii elektrycznej
 linia 110 kV – zasilanie huty
 linia 30 kV – zasilanie pieca łukowego

Z zestawienia przedstawionego na rys. 2 wynika, że dopuszczalne wskaźniki jakości energii przekroczone zostały tylko w linii zasilającej piec łukowy (sieć zasilająca stalownię). Z uwagi na dużą moc zwarciovą w sieci 110 kV zasilającej hutę (punkt A – rys. 1) wszystkie parametry charakteryzujące jakość energii są poniżej dopuszczalnych w Rozporządzeniu [6] wartości.

Z uwagi na dynamiczne zmiany prądów pobieranych przez urządzenia łukowe w sieciach zasilających te urządzenia pojawiają się szybkozmienne wahania napięcia o częstości zmian w zakresie 6-12 Hz. Amplituda wahań napięcia w przeważającej liczbie znajduje się poniżej 15 % wartości napięcia zasilającego, a czas występowania wahań nie przekracza 20ms – tabela 1, tabela 2.

Tab. 1. Zaburzenia zarejestrowane w sieci zasilającej hutę - tabela UNIPEDA

Phase L1, L2, L3	< 20 ms	20...< 100 ms	100...< 500 ms	0.5...< 1 s	1...< 3 s	3...< 20 s	20...< 60 s	>= 1 min
Surge > 10.00%	25							
Dip > 10.00%								
10...< 15 %								
15...< 30 %								
30...< 60 %								
60...< 99 %								
Interruption								

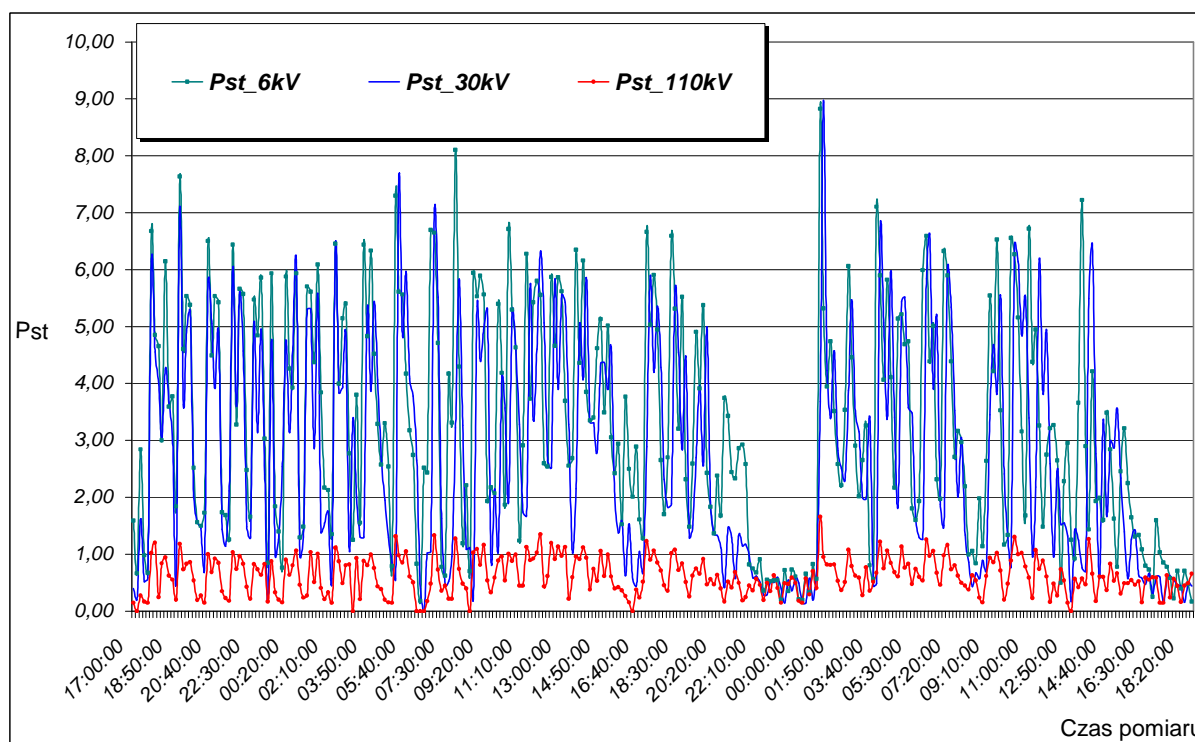
Podczas tygodnia pomiarów wskaźników jakości energii elektrycznej w sieci zasilającej piec łukowy wystąpiło ponad 560 zmian napięcia o amplitudzie nieprzekraczającej 10% napięcia znamionowego i czasie zdarzeń do 20ms – tabela 2. Amplitudy zmian napięcia są wprawdzie niewielkie, jednak ich częstość występowania i szybkozmienny charakter wpływają na inne urządzenia zasilane z tego samego transformatora trójzwojowego [2,7].

Tab. 2. Zaburzenia zarejestrowane w sieci zasilającej piec łukowy - tabela UNIPEDA

Phase L1, L2, L3	< 20 ms	20...< 100 ms	100...< 500 ms	0.5...< 1 s	1...< 3 s	3...< 20 s	20...< 60 s	>= 1 min
Surge > 10.00%	563							
Dip > 10.00%								
10...< 15 %	261	1						
15...< 30 %	6							
30...< 60 %								
60...< 99 %								
Interruption							3	

Na rys. 3. przedstawione zostały zmiany wskaźników migotania światła zarejestrowanych jednocześnie w sieci zasilającej hutę – 110 kV, linii zasilającej piec łukowy – 30kV oraz linii

zasilającej inne odbiorniki stalowni - linia 6kV (transformatora trójzwojeniowego 110/30/6kV).



Rys. 3. Zmiany krótkookresowego wskaźnika migotania światła Pst

Na zakłócenia w linii zasilającej hutę decydujący wpływ ma piec łukowy. Przy wyłączonym piecu wskaźnik migotania we wszystkich liniach jest na poziomie 0,5 – 0,6. Po załączeniu pieca, w linii zasilającej hutę (110 kV - punkt A - $S_{zw}/S_{pzw} = 134,8$) wskaźnik migotania wzrasta do wartości 0,9 – 1,2. Moc zwarciowa jest na tyle duża, by szybkozmienne wahania napięcia nie przekraczały dopuszczalnych poziomów. W sieci zasilającej stalownię (30 kV – punkt B - $S_{zw}/S_{pzw} = 20,2$) oraz sieci zasilającej pozostałe urządzenia (punkt C – 6kV - $S_{zw}/S_{pzw} = 13,5$) ze względu na niewystarczającą moc zwarciową.

PODSUMOWANIE

Najbardziej wrażliwymi odbiornikami na szybkozmienne wahania napięcia generowane przez piece łukowe są odbiorniki oświetleniowe, głównie żarowe, które generują odczuwalne przez człowieka migotanie światła. Piece łukowe wpływają również na inne urządzenia pracujące w stalowni. Skróceniu ulega czas ich eksploatacji np. przy odkształceniu napięcia o THD ok. 10% nawet o jedną trzecią. W przypadku silników często następuje ich uszkodzenie.

W analizowanym przypadku, piec łukowy wpływa bezpośrednio tylko na urządzenia pracujące w stalowni. Moc zwarciowa linii zasilającej hutę jest na tyle duża, by generowane przez piec zakłócenia znajdowały się poniżej dopuszczalnych poziomów.

Wahania generowane przez piec wpływają bezpośrednio na pracę samego pieca. Niestabilnie pracuje system przesuwu elektrod, występują zakłócenia regulatora łuku, przez co zmianom ulega punkt pracy pieca zmniejszając wydajność procesu wytopu.

Ze względu na duże moce urządzeń łukowych oraz zmieniające się w bardzo dynamiczny sposób obciążenie pieca, kompensacja zakłóceń w sieciach zasilających stalownię jest bardzo trudna i kosztowna. Zastosowanie szybkodziałających kompensatorów ograniczy w sposób

znaczny zakłócenia powodowane przez piec, jednak koszt takiego urządzenia osiągnąć może wartość działającej instalacji pieca łukowego.

BIBLIOGRAFIA

1. Hanzelka Z.: Skuteczność statycznej kompensacji oddziaływania odbiorników niespokojnych na sieć zasilającą. Wydawnictwa AGH. Kraków 1994
2. Hering M.: Podstawy elektrotermii, WNT, Warszawa, 1992
3. Olczykowski Z.: Methods of determination of the voltage fluctuations and light flicker at simultaneous operation of three-phase arc furnaces. Electrical Power Quality and Utilisation. Vol. IX, No 1, 2003r. str. 47-58,
4. Olczykowski Z.: Superpozycja wahań napięcia przy pracy odbiorników łukowych. Przegląd elektrotechniczny, Nr 5, 2002r.
5. PN-EN 50160: 1998 (2002) – Parametry napięcia zasilającego w publicznych sieciach rozdzielczych
6. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 4 maja 2007 w sprawie szczegółowych warunków funkcjonowania systemu energetycznego, Dziennik Ustaw nr 93 poz. 623.
7. UIE. Guide to Quality of Electrical Supply for Industrial Installations. Part 5. Flicker and Voltage Fluctuations. „Power Quality” Working Group WG 2, 1999.

INTERACTION ARC FURNACE STEEL PLANT ON MAINS

Abstract

The article analyzes the impact of the electric arc furnace for the power grid, from which it is fed. The analysis of the indicators characterizing the quality of electricity recorded during several measurement cycles. Measurements were made simultaneously at three points grid, with different short-circuit power and various voltage ratings.

Autor:

dr inż. **Zbigniew Olczykowski** – Uniwersytet Technologiczno – Humanistyczny im. Kazimierza Pułaskiego w Radomiu, Wydział Transportu i Elektrotechniki.