

Monitorowanie pracy układów zasilania elektrycznych urządzeń odlewniczych

E. Ziółkowski

Wydział Odlewnictwa, Akademia Górniczo-Hutnicza, ul. Reymonta 23, 30-059 Kraków, Polska
Kontakt korespondencyjny: e-mail: ez@agh.edu.pl

Otrzymano 20.05.2010; zaakceptowano do druku 05.06.2010

Streszczenie

W artykule przedstawiono przykłady rejestracji wartości chwilowych napięć, prądów i mocy w układach zasilania elektrycznych urządzeń odlewniczych. Zarejestrowane wyniki pomiarów wartości chwilowych pozwalają między innymi na przeprowadzenie analizy stanów nieustalonych w chwili włączania badanego urządzenia odlewniczego. W artykule, na podstawie wyników rejestracji wartości chwilowych napięć i prądów w układach zasilania wybranych mieszarek odlewniczych, opisano przykłady analizy i oceny stanów nieustalonych podczas włączania tych urządzeń.

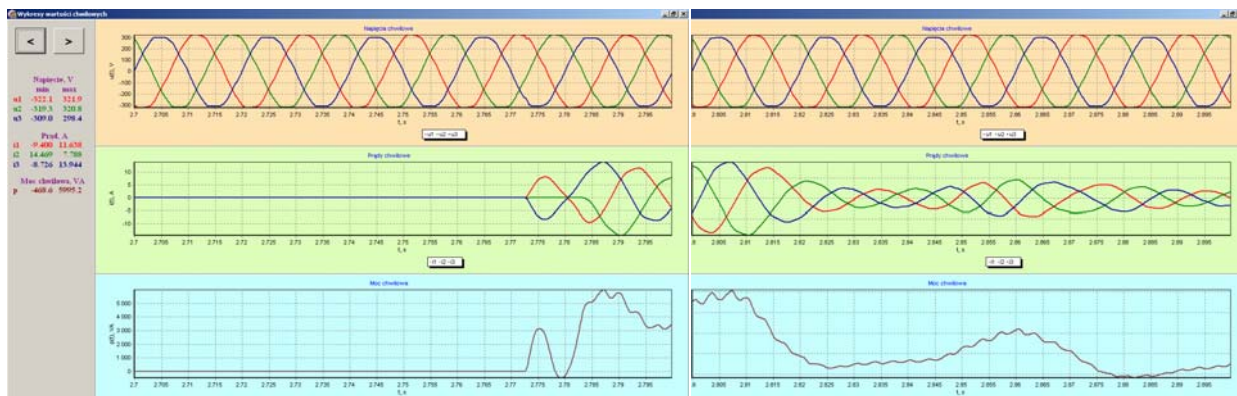
Słowa kluczowe: Rejestracja wartości chwilowych napięć i prądów, Energetyczne systemy zasilania urządzeń odlewniczych.

1. Wprowadzenie

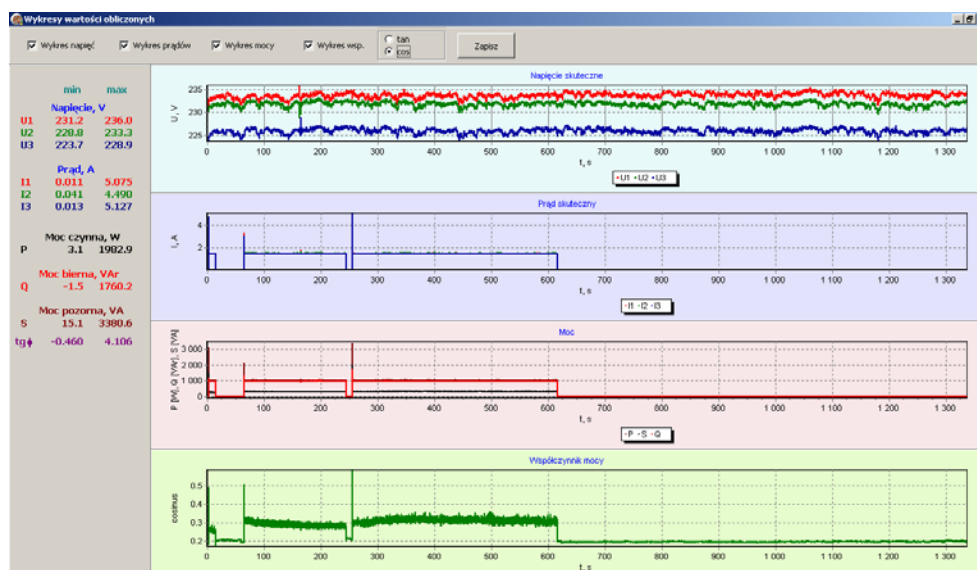
Pomiary wartości chwilowych napięć i prądów w układach zasilania urządzeń odlewniczych można realizować za pomocą opracowanego rejestratora mikroprocesorowego, którego charakterystykę techniczną i funkcjonalną przedstawiono między innymi w pracach [2, 3, 5]. W celu zwiększenia funkcjonalności tego rejestratora, został opracowany program komputerowy, którego zadaniem, oprócz prezentacji zarejestrowanych przebiegów zmian wartości chwilowych napięć, prądów i mocy, jest wykonanie obliczeń wartości skutecznych napięć, prądów oraz mocy czynnej, biernej i pozornej. Wyniki tych obliczeń można wykorzystać do analizy pracy różnych urządzeń, na przykład mieszarek odlewniczych [2, 3, 6]. Duża liczba realizowanych przez rejestrator pomiarów wartości chwilowych (4000 pomiarów w ciągu jednej sekundy w każdym kanale prądowym i napięciowym układu trójfazowego) umożliwia przeprowadzenia analizy stanów przejściowych, w tym momentów rozruchowych, badanych urządzeń. W dalszej części artykułu zostaną przedstawione wybrane wyniki pomiarów i analiz momentów włączania badanych mieszarek odlewniczych.

2. Włączanie zasilania mieszarki krążnikowej laboratoryjnej

Klasyczna mieszarka krążnikowa laboratoryjna jest zasilana bezpośrednio z trójfazowej sieci elektroenergetycznej. Układ zasilania nie jest skompensowany baterią kondensatorów. Po włączeniu zasilania tej mieszarki zarejestrowano przebiegi chwilowe, których wykresy przedstawiono na rysunku 1. Napięcia w poszczególnych fazach mają kształt sinusoidalny. Z wykresów na tym rysunku wynika, że następuje znaczny wzrost wartości chwilowych prądów, których natężenie szczytowe osiąga wartość niemal 15A. Wartość szczytowej mocy chwilowej wynosi około 6 kVA. Na rysunku 2 pokazano widok okienka z wykresami zmian wartości skutecznych napięć i prądów oraz przebiegiem zmian wartości mocy czynnej, biernej i pozornej oraz współczynnika mocy $\cos\phi$.



Rys. 1. Widok dwóch części okienka przebiegów wartości chwilowych napięć, prądów i mocy (mieszarka krążnikowa laboratoryjna)

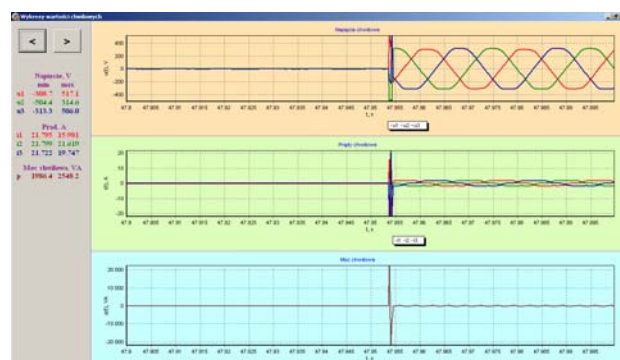


Rys. 2. Widok okienka programu obsługi rejestratora z wykresami przebiegów wartości skutecznych napięć i prądów, wartości mocy czynnej, biernej i pozornej oraz współczynnika mocy $\cos\phi$ (mieszarka krążnikowa laboratoryjna)

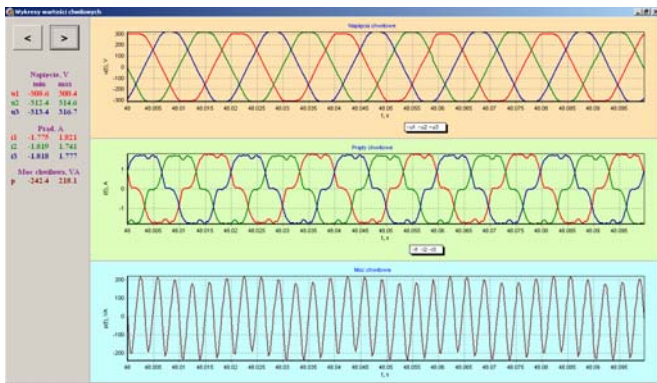
Z wykresów na rysunku 2 można odczytać, że natężenie prądu w stanie ustalonym wynosi około 1,5A dla każdej fazy, czyli jest około 10 razy mniejsze od szczytowej wartości chwilowej natężenia prądu po włączeniu zasilania. Moc pozorna w stanie ustalonym wynosi około 1 kVA i jest mniejsza około 6 razy od wartości mocy chwilowej w chwili włączenia zasilania.

Wartość współczynnika mocy $\cos\phi$ w stanie ustalonym wynosi około 0,3 i odbiega od zakładanej dla skompensowanego układu zasilania przedziału wartości od 0,93 do 1,00.

Po obliczeniu pojemności baterii kondensatorów kompensujących moc bierną i zainstalowaniu jej w układzie zasilania badanej mieszarki krążnikowej laboratoryjnej wykonano analogiczną rejestrację wartości chwilowych w chwili włączenia zasilania. Na rysunku 3 pokazano widok okienka z przebiegiem zmian wartości chwilowych napięć i prądów oraz mocy chwilowej dla skompensowanego układu zasilania mieszarki krążnikowej laboratoryjnej. Z uwagi na znaczne „piki” wartości chwilowych na rysunku 4



Rys. 3. Widok okienka przebiegów wartości chwilowych napięć i prądów oraz mocy chwilowej (skompensowany układ zasilania mieszarki krążnikowej laboratoryjnej)



Rys. 4. Widok okienka przebiegów wartości chwilowych napięć i prądów oraz mocy chwilowej podczas pracy ustalonej (skompensowany układ zasilania mieszarki krążnikowej laboratoryjnej)

przedstawiono przebiegi wartości chwilowych po ustaleniu się warunków pracy mieszarki w skompensowanym układzie zasilania badanej mieszarki.

Czas trwania „pików” prądów jest bardzo krótki a wartość szczytowa jest równa maksymalnej wartości prądu, jaką może zmierzyć zastosowany w każdym kanale pomiarowym przekładnik prądowy (20A). Niemal natychmiast po zakończeniu występowania „pików” prądowych, przebieg zmian natężenia ma charakter ustalony, co pokazano na rysunku 4. Drugim, bardzo ważnym wnioskiem, wynikającym z analizy rysunku 4 jest fakt deformacji kształtu sinusoidalnego prądów. W przebiegach tych można zauważyć znaczne zwiększenie udziału harmonicznych wyższych rzędów, co może mieć istotne znaczenie dla warunków pracy silnika badanej mieszarki.

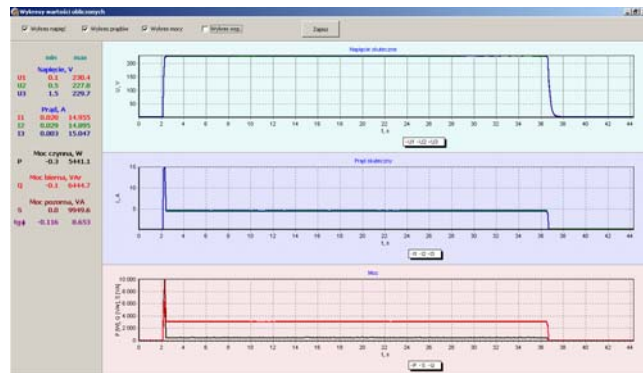
3. Rejestracja momentu włączenia zasilania mieszarki łopatkowej

Mieszarka łopatkowa posiada zainstalowany silnik trójfazowy o mocy 4 kW. Czas trwania stanu nieustalonego po włączeniu zasilania jest znacznie dłuższy niż w przypadku włączenia zasilania mieszarki krążnikowej laboratoryjnej, w której zastosowano silnik o mocy 1 kW. Zamiast prezentacji wykresu wartości chwilowych napięć i prądów w stanie nieustalonym, na rysunkach 5 i 6 przedstawiono wykres zmian wartości skutecznych napięć i prądów oraz zmian wartości mocy czynnej, biernej i pozornej. Rysunek 5 przedstawia przebiegi dla mieszarki łopatkowej pustej, natomiast na rysunku 6 przedstawiono przebiegi dla tej samej mieszarki, podczas mieszania 50 kg masy formierskiej o wilgotności około 2,3%.

Zarejestrowane w tym przypadku „piki” wartości skutecznych można zinterpretować jako wartości, które mogą zmierzyć mierniki napięć (woltomierze) i prądów (amperomierze) oraz mierniki mocy czynnej (watomierze) i biernej (waromierze).

Analizując informacje zawarte na obu wykresach można zauważyć, że włączenie mieszarki łopatkowej pustej powoduje powstanie „piku” prądowego o natężeniu około 15 A, podczas gdy włączenie wypełnionej 50 kg masy formierskiej mieszarki powoduje „pik” przekraczający zakres pomiarowy przekładnika

prądowego, czyli 20 A. Wartość szczytowej mocy pozornej w chwili włączenia pustej mieszarki łopatkowej wynosi około 10 kVA, a po ustaleniu warunków pracy około 3 kVA. Pobierana wówczas moc czynna wynosi około 500 W. W przypadku włączenia mieszarki wypełnionej, szczytowa moc pozorna osiąga wartość 12,5 kVA, a po ustaleniu się warunków pracy wynosi 3.7 kVA. Moc czynna wynosi wówczas około 1,8 kW.



Rys. 5. Widok okienka z przebiegami wartości skutecznych napięć i prądów oraz poszczególnych składników mocy (mieszarka łopatkowa pusta)

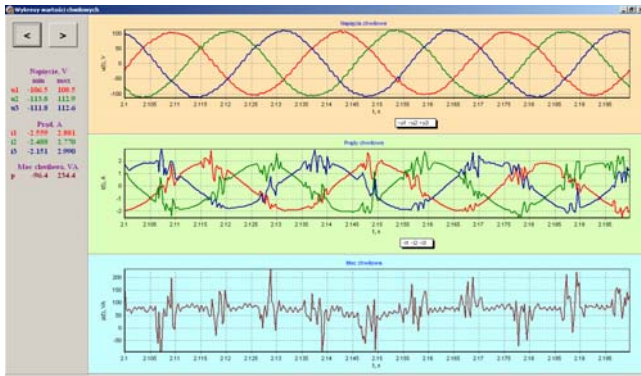


Rys. 6. Widok okienka z przebiegami wartości skutecznych napięć i prądów oraz poszczególnych składników mocy (mieszarka łopatkowa z ładunkiem 50 kg masy)

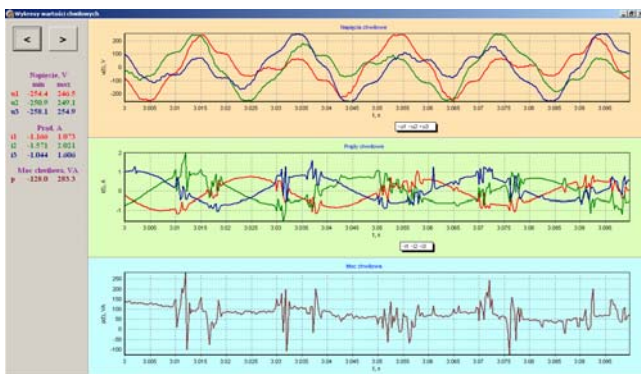
4. Inne przykłady rejestracji włączenia zasilania mieszarek

System rejestracji wartości chwilowych napięć i prądów można także zastosować w układach zasilania silników elektrycznych za pośrednictwem falowników.

Na rysunkach 7 i 8 pokazano przebiegi zarejestrowane w układzie zasilania wirnika górnego w mieszarce łopatkowej. Trójfazowy silnik wirnika jest zasilany przez jednofazowy falownik, pracujący w układzie połączeń gwiazdy lub trójkąta. Możliwa jest wówczas analiza kształtu i poziomów zarówno przebiegów napięć, prądów, jak i mocy chwilowej oraz innych parametrów energetycznych, jak na przykład deformacja kształtu napięć i prądów oraz poziom harmonicznych wyższych rzędów.



Rys. 7. Widok okienka z przebiegami wartości chwilowych napięć, prądów i mocy w przypadku zasilania w układzie trójfazowym nieobciążonego wirnika mieszarki łopatkowej (ustawiona częstotliwość falownika 30 Hz)



Rys. 8. Widok okienka z przebiegami wartości chwilowych napięć, prądów i mocy w przypadku zasilania w układzie gwiazdy nieobciążonego wirnika mieszarki łopatkowej (ustawiona częstotliwość falownika 30 Hz)

5. Podsumowanie

Zastosowanie systemu rejestracji wartości chwilowych napięć i prądów w zróżnicowanych układach zasilania elektrycznych

Monitoring of the supply system of electrical foundry equipment

Abstract

The article presents examples of recording the instantaneous values voltages, currents and power in electrical power systems foundry. Recorded measurements of the instantaneous values allow to make an analysis of transients at the time of turning on the foundry device. The author on the bases of the measurements results in power systems selected foundry mixers, describes examples of analysis and evaluation of transients when switching these devices.

urządzeń odlewniczych pozwala na wszechstronną analizę i ocenę pracy tych urządzeń w aspektach energetycznym, eksploatacyjnym, jak i technologicznym.

Praca zrealizowana w ramach grantu N N507 432934 realizowanego w latach 2008-2010.

Literatura

- [1] R. Wrona, E. Ziółkowski, W. Ptak, Analiza wybranych systemów ciągłego pomiaru poboru mocy w urządzeniach odlewniczych. *Archiwum Odlewnictwa*. PAN O/Katowice, Rok 2006, Rocznik 6, Nr 18 (2/2), s. 521-526.
- [2] R. Wrona, E. Ziółkowski, K. Smyksy, Monitoring of power demand of foundry machinery, using the example of paddle mixers. *Archives of Foundry Engineering*, Vol. 8, Issue 1, January-March 2008, Polish Academy of Sciences, Katowice-Gliwice 2008, pp. 177-182.
- [3] K. Smyksy, E. Ziółkowski, R. Wrona, Selected aspects involved in operation of monitoring system for moulding sand preparation process. *Archives of Foundry Engineering*, Vol. 8, Issue 2, April-June 2008, Polish Academy of Sciences, Katowice-Gliwice 2008, pp. 183-187.
- [4] R. Wrona, E. Ziółkowski, K. Smyksy, Relationship between Power Factors of Mixer drive and Selected Technological Parameters. *Archives of Foundry Engineering*, Vol. 8, Special Issue 1, 2008, Polish Academy of Sciences, Katowice-Gliwice 2008, pp. 343-346.
- [5] E. Ziółkowski, R. Wrona, K. Smyksy, Monitoring jakości energii elektrycznej zasilającej urządzenia odlewnicze. *Archives of Foundry Engineering*, Vol. 8, Special Issue 2, 2008, Polish Academy of Sciences, Katowice-Gliwice 2008, s. 143-148.
- [6] E. Ziółkowski, Investigation of power consumption by a laboratory roller mixer. *Archives of Foundry Engineering*. Vol. 9, Issue 1, Polish Academy of Sciences, Katowice-Gliwice 2009, pp. 61-64.