

REJESTRACJA WARTOŚCI CHWILOWYCH NAPIĘĆ I PRĄDÓW W UKŁADACH ZASILANIA WYBRANYCH MIESZAREK ODLEWNICZYCH

1. WPROWADZENIE

W ramach poprzednich etapów zadania nr 6 pracy statutowej, realizowanej w Katedrze Inżynierii Procesów Odlewniczych (Pracownia Mechanizacji, Automatyzacji i Projektowania Odlewni), został wykonany prototyp rejestratora wartości chwilowych napięć i prądów w jedno- i trójfazowych układach zasilania urządzeń odlewniczych. W pracach [1, 2] opisano cechy charakteryzujące ten rejestrator oraz podstawowe i zaawansowane metody obliczania parametrów energetycznych takich jak: moc czynna, pozorna i bierna, wartości skuteczne napięć i prądów w każdej fazie oraz współczynniki mocy $\text{tg}\varphi$ i $\text{cos}\varphi$.

W publikacji przedstawiono wyniki rejestracji wartości chwilowych napięć i prądów oraz ich analizę w układach trójfazowego zasilania mieszarki łopatkowej (skrzydełkowej) MS-75A oraz laboratoryjnej mieszarki krążnikowej MK-5.

2. WYNIKI REJESTRACJI WARTOŚCI CHWILOWYCH NAPIĘĆ I PRĄDÓW W UKŁADZIE ZASILANIA LABORATORYJNEJ MIESZARKI KRĄŻNIKOWEJ

Mieszarka krążnikowa laboratoryjna typu Simpson posiada trójfazowy silnik elektryczny o mocy 1 kW. Silnik ten jest zasilany bezpośrednio z sieci energetycznej [3].

W mieszarce krążnikowej laboratoryjnej można zainstalować zestawy krążników o różnych szerokościach. W badaniach użyto krążniki o szerokości 80 mm (masa każdego krążnika wynosiła 14 kg) i szerokości 120 mm (21 kg). Na rysunku 1 pokazano widok okienek programu do archiwizacji i wizualizacji wyników obliczeń dla przypadku zasilania pustej mieszarki krążnikowej z krążnikami o szerokości 80 mm oraz 120 mm.

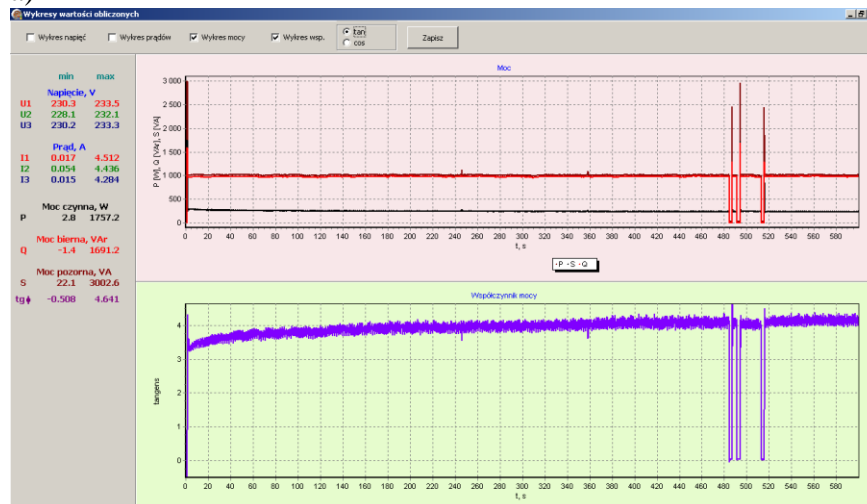
Z wykresów poszczególnych składników mocy zamieszczonych na rysunku 1 wynika, że moc pozorna w stanie ustalonym wynosi około 1 kVA, moc czynna pobierana przez mieszarkę wynosi około 280 W, natomiast współczynnik $\text{tg}\varphi$ przyjmuje wartość około 4,0, co odpowiada wartości współczynnika $\text{cos}\varphi=0,24$. Bardzo istotnym faktem są niewielkie zmiany wartości składników mocy w funkcji szerokości krążników.

Po zarejestrowaniu wartości chwilowych napięć i prądów dla mieszarki nienapełnionej, w następnym etapie dokonano rejestracji poboru mocy przez mieszarkę krążnikową, w której sporządzono masę formierską o zawartości kolejno: 1 kg, 2 kg, 3 kg i 4 kg piasku formierskiego i z 8% zawartością części wagowych bentonitu Specjal oraz ilością

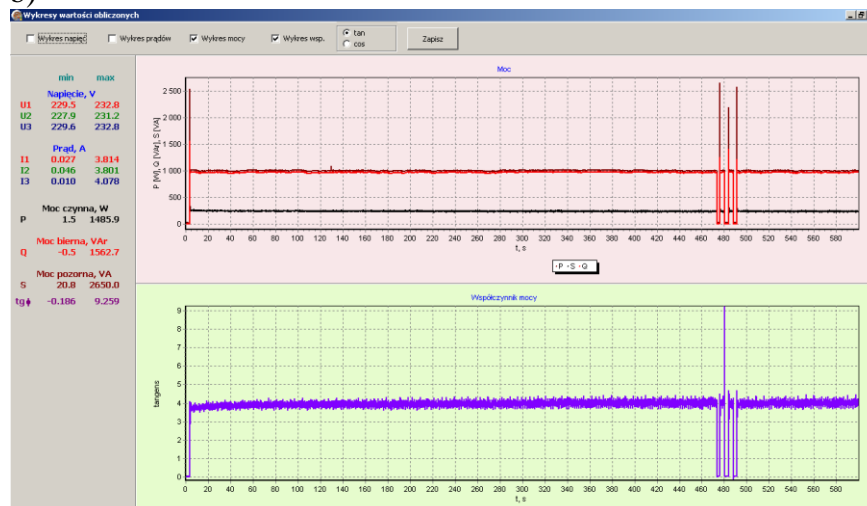
¹ Prof. zw. dr hab. inż. Roman WRONA, dr inż. Krzysztof SMYKSY, dr hab. inż. Eugeniusz ZIÓŁKOWSKI, dr inż. Marcin ŚLAZYK - Katedra Inżynierii Procesów Odlewniczych, Wydział Odlewnictwa AGH

wody równą 3% części wagowych. Na rysunku 2 pokazano okienka programu rejestrującego dla tych przypadków.

a)



b)

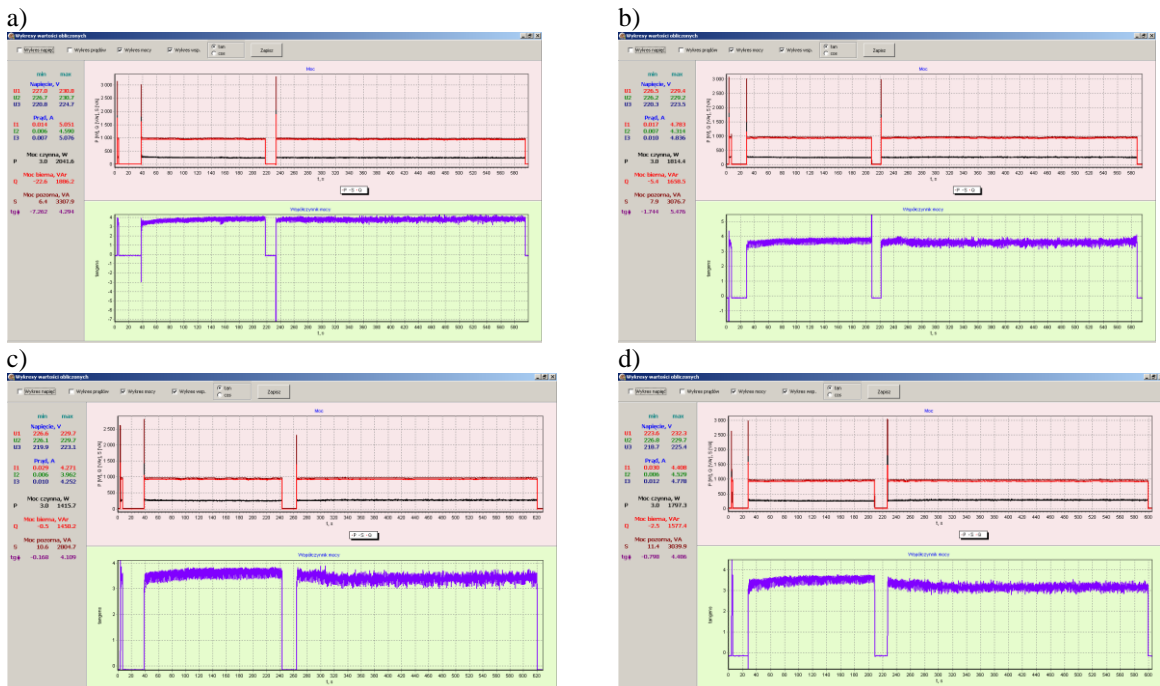


Rys. 1. Widok okienek programu z wynikami obliczeń składników mocy i współczynnika $\text{tg}\phi$ w przypadku biegu jałowego miazarki krążnikowej: a – krążniki o szerokości 80 mm, b – krążniki o szerokości 120 mm.

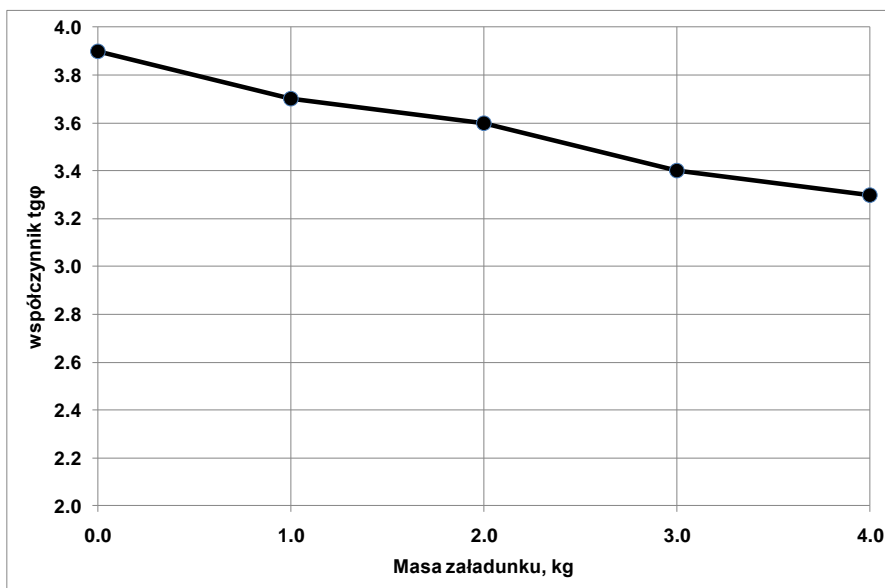
Dla wszystkich rozważanych przypadków zapełnienia miazarki krążnikowej, można zauważyć niewielką zmianę wartości pobranej mocy czynnej, a przez to także wartości współczynnika mocy $\text{tg}\phi$. Na rysunku 3 przedstawiono wykres zależności współczynnika $\text{tg}\phi$ w funkcji ilości sporządzanej masy formierskiej dla badanej miazarki krążnikowej. Wartość współczynnika $\text{tg}\phi$ zmienia się w zakresie od 3,3 do 3,9, co oznacza zmianę wartości $\cos\phi$ od 0,25 do 0,29.

3. WYBRANE PRZYKŁADY REJESTRACJI WARTOŚCI CHWILOWYCH NAPIĘĆ I PRĄDÓW W UKŁADZIE ZASILANIA MIAZARKI ŁOPATKOWEJ

Funkcjonalność rejestratora wartości chwilowych napięć i prądów sprawdzono także wykonując serię pomiarów i analiz w układzie zasilania miazarki łopatkowej MS-075A. Miazarkę tą zasilano wprost z trójfazowej sieci energetycznej oraz za pośrednictwem falownika, w którym zmieniano wartość częstotliwości napięcia zasilającego. Wybrane wyniki pomiarów wartości chwilowych napięć i prądów dla biegu jałowego miazarki zasilanej z sieci energetycznej przedstawiono na rysunku 4.



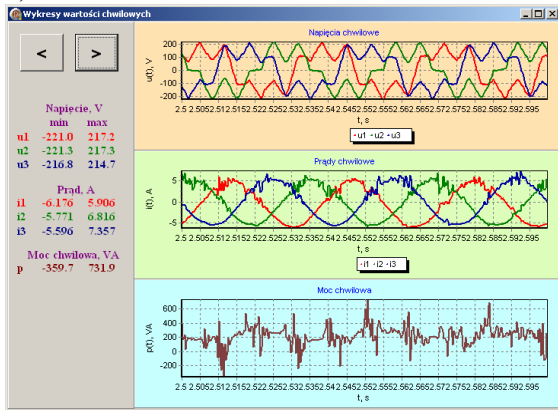
Rys. 2. Widok okienek programu z wynikami obliczeń składników mocy i współczynnika $\text{tg}\phi$ dla mieszarki krążnikowej z krążnikami o szerokości 80 mm i wykorbieniem 20 mm: a – 1 kg masy formierskiej, b – 2 kg masy formierskiej, c – 3 kg masy formierskiej, d – 4 kg masy formierskiej



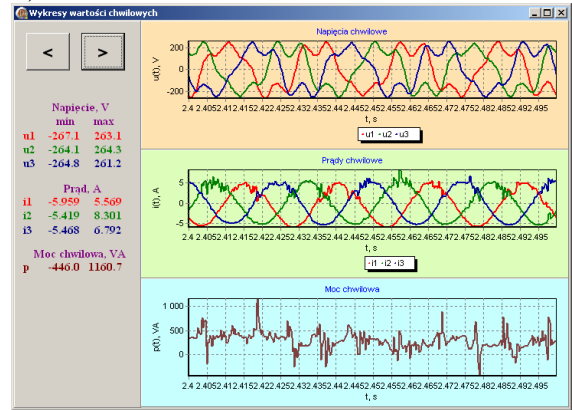
Rys. 3. Wykres zależności współczynnika mocy $\text{tg}\phi$ w funkcji ilości sporządzanej masy formierskiej w badanej mieszarce krążnikowej

Z analizy informacji zawartych na rysunku 4 wynika, że falownik istotnie zmienia kształt napięć zasilających, jednocześnie zachowując w przybliżeniu sinusoidalny kształt prądów. Zmiana częstotliwości napięcia zasilającego miała wpływ na prędkość obrotową mieszadła, co zilustrowano na rysunku 5. Można tutaj zauważyć liniową charakterystykę zmiany wartości prędkości obrotowej mieszadła w funkcji zmiany częstotliwości napięcia zasilającego.

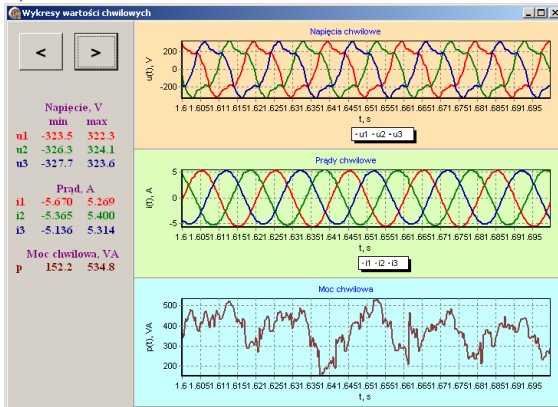
a)



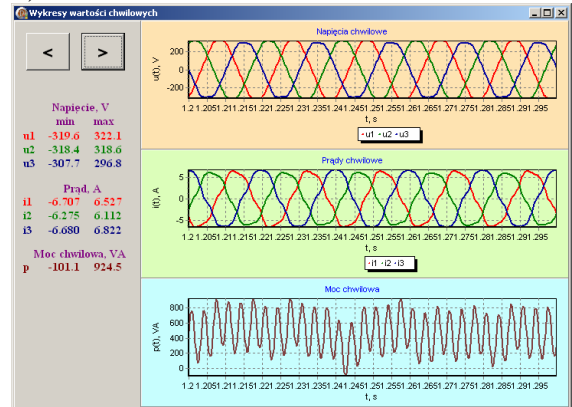
b)



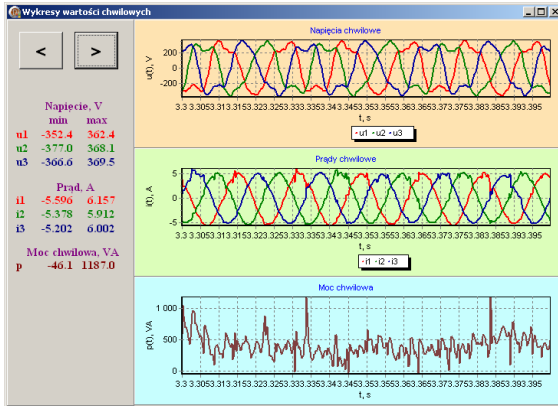
c)



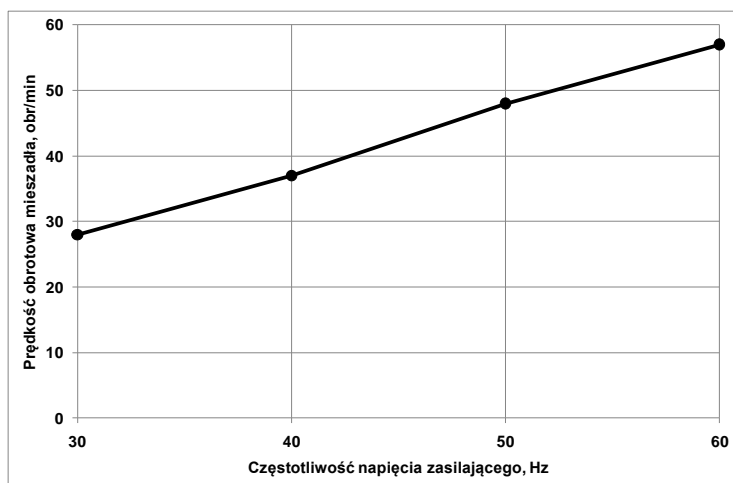
d)



e)

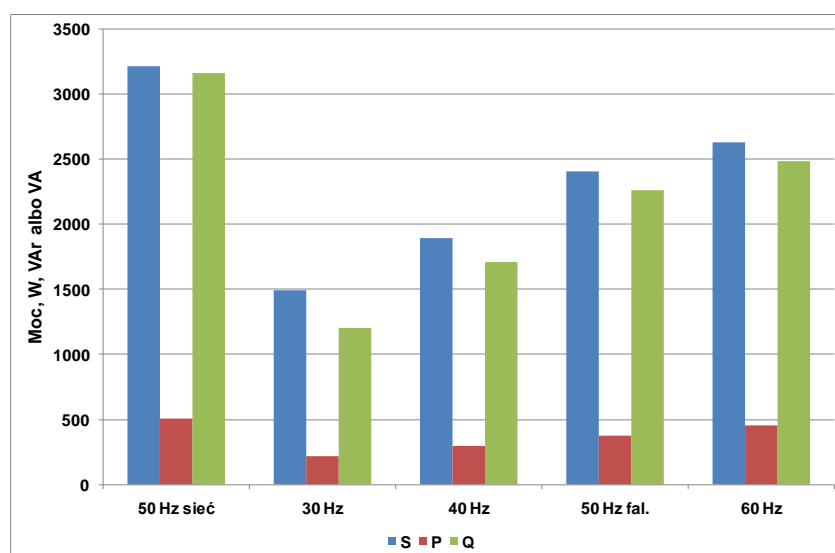


Rys. 4. Przykładowe widoki okienek z przebiegami wartości chwilowych napięć, prądów i mocy chwilowej w układzie zasilania nienapełnionej mieszarki łopatkowej i zasilanie z falownika: a – 30 Hz, b – 40 Hz, c – 50 Hz, d – zasilanie z sieci energetycznej 50 Hz, e zasilanie z falownika – 60 Hz



Rys. 5. Wykres zmian prędkości obrotowej mieszadła w funkcji zmiany częstotliwości napięcia zasilającego dla mieszarki łopatkowej MS-075A

Na rysunku 6 pokazano wykresy zmian wartości mocy czynnej, biernej i pozornej, pobranych podczas biegu jałowego mieszarki łopatkowej, obliczonych przez program komputerowy rejestratora.



Rys. 6. Wykres zmian wartości mocy czynnej, biernej i pozornej

Wykonano także rejestrację serii pomiarów wartości chwilowych napięć i prądów dla mieszarki łopatkowej, w której zmieniano masę ładunku od 0 kg (mieszarka nienapełniona) do 40 kg. Dla zarejestrowanych danych pomiarowych przeprowadzono obliczenia wartości mocy czynnej, biernej i pozornej i sporządzono wykres zmiany wartości tych mocy w funkcji zmiany ładunku mieszarki (rys. 7) oraz wykresy zmiany wartości współczynnika $\text{tg}\phi$ w funkcji zmiany ładunku mieszarki (rys. 8).

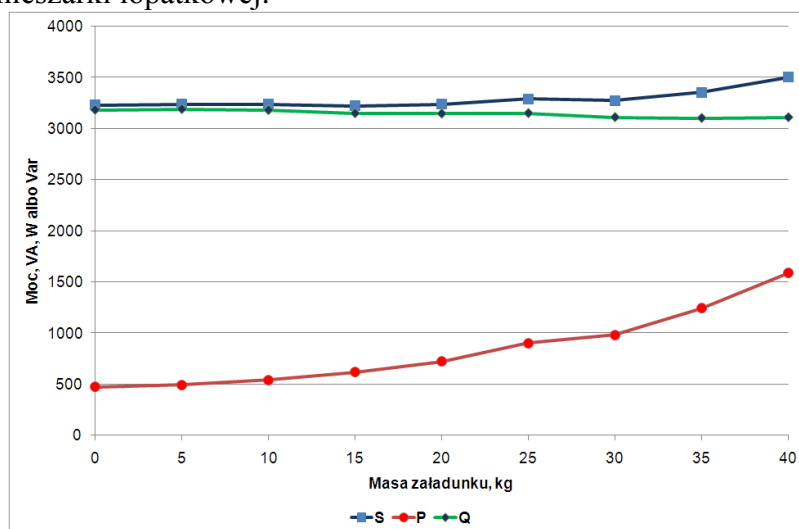
Należy zauważyć, iż w przypadku zasilania mieszarki za pośrednictwem falownika, występują znaczne odkształcenia napięć i prądów, w porównaniu do kształtu napięć i prądów w układzie zasilania bezpośrednio z sieci energetycznej. W układzie zasilania z falownikiem dla częstotliwości napięcia zasilającego $f=50$ Hz, wartość napięcia skutecznego jest mniejsza niż napięcie skuteczne przy bezpośrednim zasilaniu z sieci energetycznej. Moc pozorna w obu przypadkach osiąga zbliżone wartości, gdyż prąd skuteczny w układzie zasilania z falownikiem ma wyższą wartość niż prąd skuteczny w układzie zasilania bezpośrednio z sieci energetycznej.

Analiza wykresu z rysunku 7 wskazuje na istotne zwiększanie się wartości mocy czynnej podczas zwiększania masy ładunku mieszarki łopatkowej. Moc bierna w

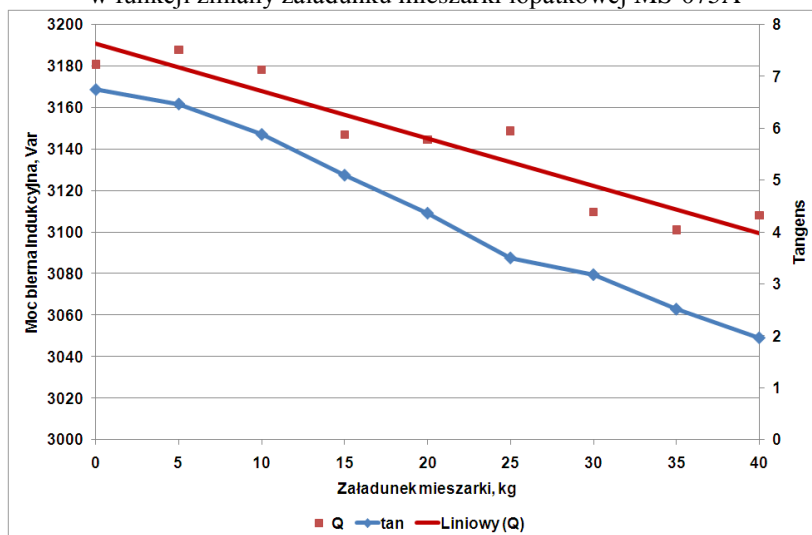
niewielkim stopniu maleje ze wzrostem masy załadunku, co może świadczyć o minimalnych zmianach położenia wirnika względem stojana w silniku mieszarki łopatkowej. Jak widać z rysunku 8, maksymalny spadek wartości mocy biernej dla masy załadunku 40 kg wynosi około 80 VA, co stanowi spadek o około 2,5% względem wartości tej mocy dla mieszarki nienapełnionej. Wartość współczynnika mocy $\text{tg}\phi$ zmienia się w granicach od około 6,7 dla mieszarki nienapełnionej do około 2,0 dla mieszarki załadowanej 40 kg masy formierskiej. Choć zmiana ta wydaje się dość duża, to jednak układ zasilania tej mieszarki nadal nie jest skompensowany (wówczas wartość $\text{tg}\phi$ powinna być nie większa od 0,4).

4. WNIOSKI

W niniejszej publikacji przedstawiono tylko wybrane wyniki pomiarów i analiz, spośród znacznego zbioru danych zgromadzonych z badań laboratoryjnej mieszarki krążnikowej i mieszarki łopatkowej.



Rys. 7. Wykres zmian wartości mocy czynnej - P, biernej - Q i pozornej - S w funkcji zmiany załadunku mieszarki łopatkowej MS-075A



Rys. 8. Wykres zmian wartości mocy biernej oraz współczynnika mocy $\text{tg}\phi$ w funkcji zmiany załadunku mieszarki łopatkowej MS-075A

Rejestracja zmian wartości chwilowych napięć i prądów, realizowana za pomocą wykonanego rejestratora, umożliwi obliczenie szeregu parametrów energetycznych jedno- i trójfazowych urządzeń odlewniczych, zasilanych z sieci energetycznej albo za pośrednictwem

falownika. System rejestracji pozwala na wszechstronne i precyzyjne badanie urządzeń odlewniczych zasilanych z sieci energetycznej, co potwierdziły badania przeprowadzone na laboratoryjnej mieszarce krążnikowej i mieszarce łopatkowej.

Literatura

- [1] - Wrona R., Ziółkowski E., Smyksy K.: 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.
- [2] - Ziółkowski E., Wrona R., Smyksy K.: *Some Aspects of Monitoring of Foundry Moulding Sands Preparation Process*. Archives of Metallurgy and Materials. Vol. 54, Issue 2, 2009, pp. 399-411.
- [3] - Ziółkowski E.: *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..

Praca wykonana w ramach działalności statutowej AGH, nr 11.11.170.318 zad. 6