

Feliks Mirkowski*

OKREŚLENIE OBSZARÓW ENERGOOSZCZĘDNYCH W PRACY TRÓJFAZOWEGO SILNIKA INDUKCYJNEGO

Streszczenie. Jeżeli obciążenie silnika jest mniejsze od znamionowego, to jego zasilanie napięciem znamionowym nie jest celowe. Należy obniżyć napięcie do takiej wartości, by przy danym obciążeniu wskaźniki energetyczne były możliwie najwyższe. Obniżenie napięcia powoduje zmniejszenie zależnych od niego strat mocy, a przez to wzrost wskaźników energetycznych.

Słowa kluczowe: oszczędność energii, napęd prosty, napęd regulowany.

WSTĘP

W badaniach wykorzystano silnik indukcyjny trójfazowy zwarty, przeznaczony do napędu taśmociągu w wytwórni mleka w proszku. Obecnie coraz powszechniej używa się do zasilania silników indukcyjnych falowników, szczególnie w zakładach przemysłowych, ze względu na dość duży ich koszt.

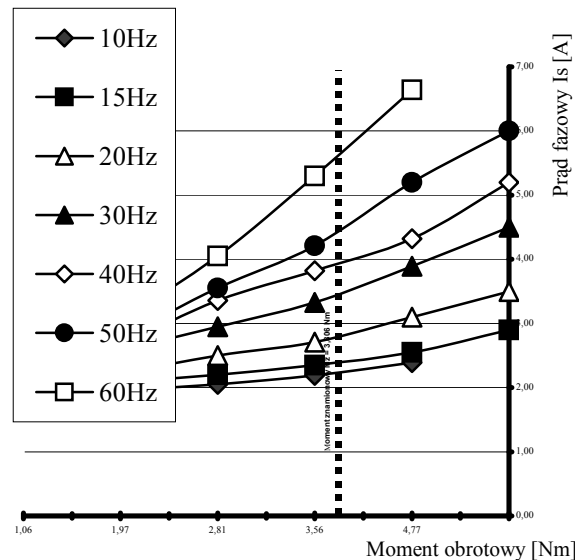
MATERIAŁ I METODY

Przemysłowy napęd elektryczny dzieli się na dwa rodzaje:

- napęd prosty – silnik jest dołączony bezpośrednio do sieci, maszyna robocza napędzana ze stałą prędkością obrotową.
- napęd regulowany – silnik dołączony jest do sieci poprzez przekształtnik energoelektroniczny (falownik), maszyna robocza napędzana ze zmienną prędkością obrotową.

W napędach prostych możliwości energooszczędne tkwią w samym silniku. Zmniejszenie w silniku strat energii uzyskuje się podczas procesu przetwarzania w nim energii elektrycznej w mechaniczną. Podstawowym sposobem jest zastępowanie silników standardowych silnikami energooszczędnymi, o wyższej (o 2–8 %) sprawności. Ze względu na większe zużycie materiałów czynnych (miedź nawojowa i blacha elektrotechniczna) silniki energooszczędne są 15% droższe niż standardowe.

* Mgr inż. Feliks Mirkowski, Katedra Podstaw Inżynierii SGGW w Warszawie



Rys. 1. Przebieg prądu silnika indukcyjnego w zależności od napięcia przy różnych wartościach obciążenia

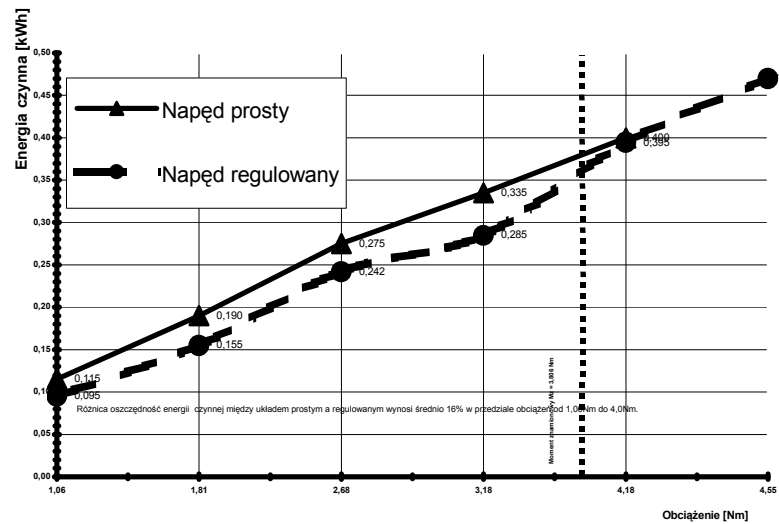
Fig. 1. Course of current in induction motor depending on voltage at different load values

Jako efekt energooszczędnościowy napędu regulowanego przyjmuje się różnicę strat energii w maszynie roboczej przy regulacji przepływu sposobem konwencjonalnym (dławienie) i przez zmianę prędkości obrotowej silnika napędowego. Efekt energooszczędnościowy uzyskiwany w maszynie roboczej jest zmniejszany stratami energii w przekształtniku oraz wzrostem strat w silniku powodowanym odkształconym napięciem zasilania. Dokładniejsze określenie na drodze obliczeniowej wielkości efektu energooszczędnościowego napędu regulowanego jest rzeczą dość trudną, gdyż do tego celu potrzebna jest znajomość m.in.: sprawności maszyny roboczej (z urządzeniem dławiącym i bez tego urządzenia) w funkcji przepływu i prędkości obrotowej oraz sprawności silnika w funkcji częstotliwości zasilania.

Zastosowanie napędu regulowanego do pomp, wentylatorów i kompresorów pozwala zaoszczędzić średnio 25% pobieranej energii i 15% w przypadku zastosowania do przenośników i innych maszyn roboczych. Istotnym mankamentem napędu regulowanego jest jego duży koszt inwestycyjny, wynikający przede wszystkim z ciągle wysokiej ceny przekształtnika: 4–8 razy wyższej od ceny silnika.

WYNIKI

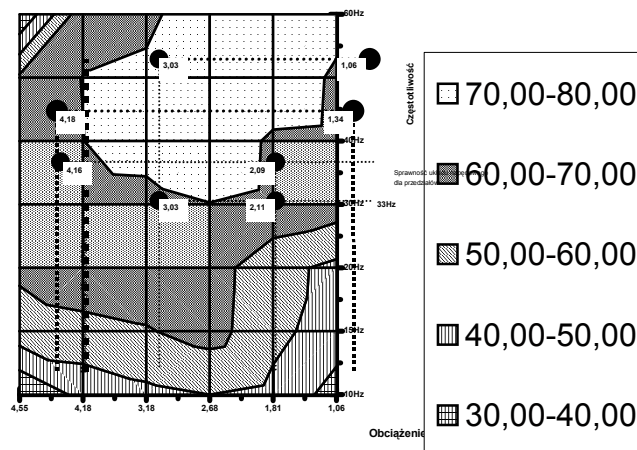
Uzyskano 16% oszczędność energii w układzie regulowanym (rys. 2) w porównaniu z układem prostym w przedziale obciążeń od 1,06 Nm do 4,0 Nm.



Rys. 2. Wielkość poboru energii czynnej w zależności od momentu obciążenia i rodzaju układu napędowego.

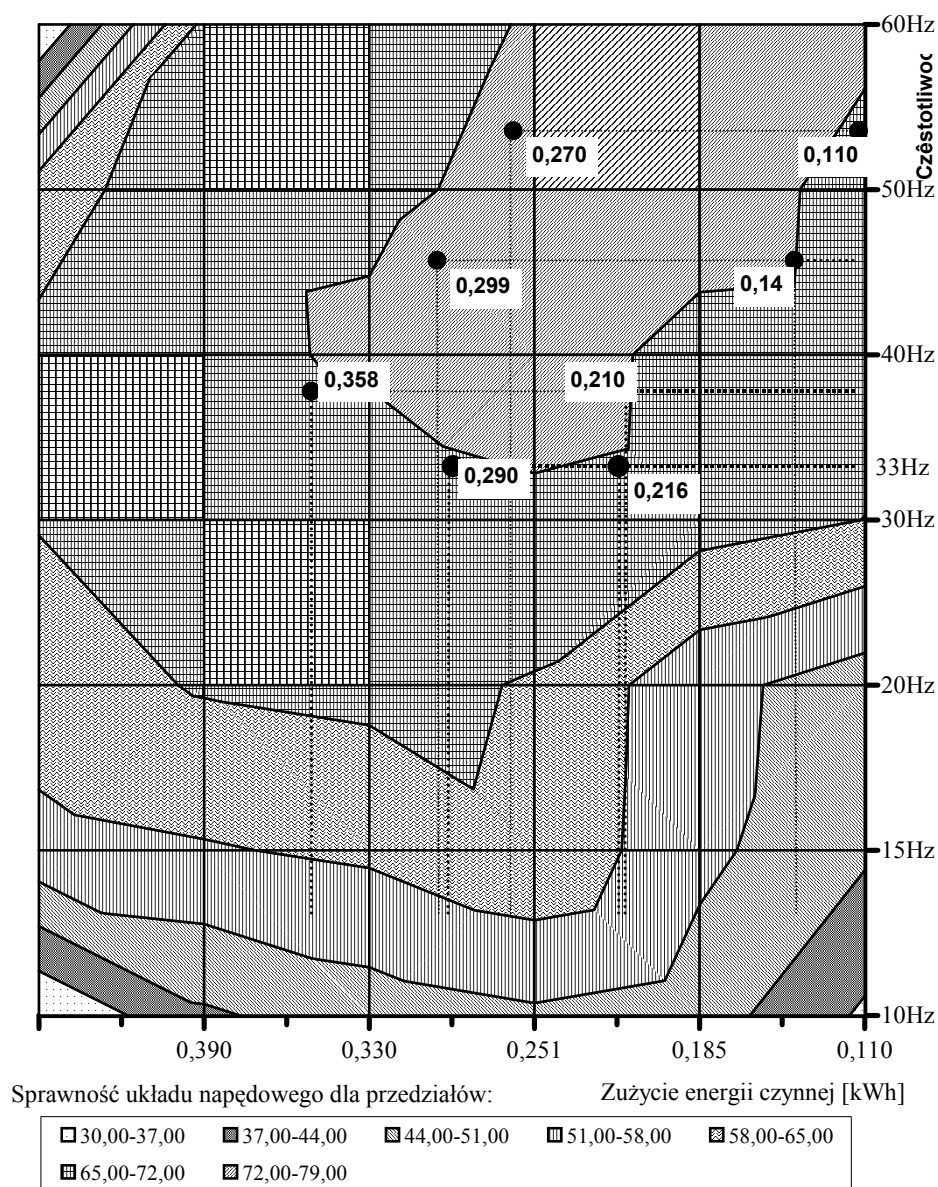
Fig. 2. Working energy consumption depending on the loading moment and on the kind of driving system

Można określić przedział obciążenia (rys. 3 i 4), w którym moc czynna pobierana przez silnik według jego maksymalnej sprawności.



Rys.3. Przebieg sprawności silnika indukcyjnego w zależności od napięcia przy zmieniającej się wartości obciążenia

Fig. 3. Course of efficiency of induction motor depending on voltage at changeable load value



Rys. 4. Zależność zużycia energii czynnej od sprawności układu napędowego

Fig. 4. Dependency of working energy consumption on the efficiency of driving system

Przedział ten wynosi dla układu badanego:
dla maksymalnej sprawności układu $\eta = 70\div 80$
przy 60 Hz: $M = 1,06\text{--}3,03\text{ Nm}$, $SE_{obl.} = 0,110\text{--}0,27\text{ kWh}$,
przy 50 Hz: $M = 1,34\text{--}4,18\text{ Nm}$, $SE_{obl.} = 0,14\text{--}0,299\text{ kWh}$,
przy 40 Hz: $M = 2,09\text{--}4,16\text{ Nm}$, $SE_{obl.} = 0,21\text{--}0,358\text{ kWh}$,
przy 33 Hz: $M = 2,11\text{--}3,03\text{ Nm}$, $SE_{obl.} = 0,216\text{--}0,29\text{ kWh}$.

WNIOSKI

1. Odpowiednie obniżanie napięcia zasilającego racjonalizuje pracę silników indukcyjnych, pracujących przy zmieniającym się obciążeniu. Osiąga się przez to poprawę wartości współczynnika mocy i sprawności. Jeżeli regulacja napięcia odbywa się w zakresie pracy energooszczędnej, uzyskuje się oszczędność pobieranej mocy czynnej i biernej, co prowadzi do oszczędności energii.
2. Racjonalizacja pracy silników indukcyjnych pracujących przy zmieniającym się w szerokich granicach obciążeniu stanowi drogę do uzyskania oszczędności energii przypadającej na jednostkę wyrobu, a zatem na zmniejszenie jego ceny.

A VIEW OF QUALIFICATION OF ENERGY-SAVING AREAS OF THE WORK OF THREE-PHASE INDUCTION MOTORS

Summary. If duty motor drive in lower than voltage rating then his power supply voltage rating is not advisable. One should apply lower tension to such values at given endoergic indicator possibly highest. Lowering the tension causes diminution dependent on its losses of power and resulting in higer of indicator endoergic.

Keywords: economy energy, straight motor drives, regulated motor drives.

Recenzent: prof. dr hab. Zbigniew Burski