

# Jak zaoszczędzić na kosztach eksploatacji napędu elektrycznego?

Jarosław Buczek

**Podczas projektowania nowych napędów elektrycznych oraz przy okazji jakichkolwiek zmian w elektrycznych układach napędowych warto odpowiedzieć sobie na kilka pytań, które mogą ułatwić decyzję o wyborze, wymianie lub remoncie silnika.**

## Czy jest możliwość zmniejszenia strat mocy?

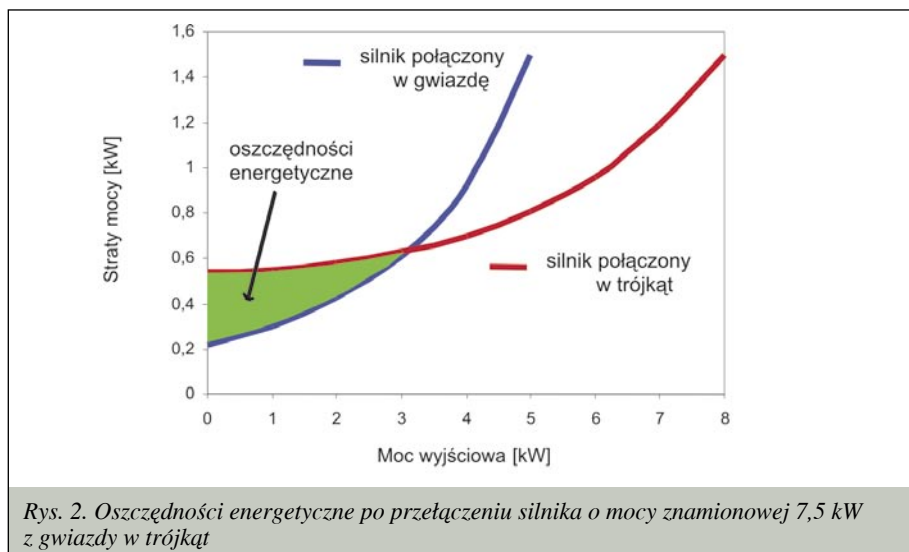
- Należy dobierać silnik o możliwie największej sprawności energetycznej do danego zastosowania. Warta przemyslenia jest możliwość zastąpienia już pracującego silnika o klasie sprawności gorszej niż eff1 konstrukcją sprawniejszą energetycznie, tym bardziej, że obecnie dzięki Polskiemu Programowi Efektywnego Wykorzystania Energii w Napędach Elektrycznych – PEMP (*Polish Energy Efficient Motor Programme*) można nabywać silniki energooszczędne, nie ponosząc wysokich kosztów związanych z nowoczesnymi technologiami. Więcej szczegółów znaleźć można w serwisie internetowym poświęconym projektowi: <http://www.pemp.pl>, gdzie udostępnione jest także darmowe oprogramowanie EFEmotor., ułatwiające dobór oraz wymianę silników i obliczenie możliwych oszczędności. Na stronach projektu znajdują się także dane adresowe producentów silników elektrycznych, których produkty można nabyć po obniżonych cenach dzięki systemowi rabatowemu projektu PEMP, oraz baza danych silników energooszczędnych objętych dopłatami.

7,5 kW – moc silnika wystarczająca do prawidłowego funkcjonowania napędu



11 kW – moc znamionowa zainstalowanego silnika

*Rys. 1. Zapotrzebowanie mocy w układzie napędowym wynosi 7,5 kW, projektant przyjmuje współczynnik 1,1, czyli moc znamionowa silnika wzrasta do 8,25 kW. Konstruktor urządzenia również przyjmuje współczynnik bezpieczeństwa 1,1, czyli moc znamionowa silnika to już 9,1 kW. Najbardziej zbliżona moc produkowanego silnika to 11 kW. W efekcie zainstalowany silnik ma moc znamionową prawie dwukrotnie większą niż moc faktycznie potrzebna. Nikt nie pomyślał o efekcie ekonomicznym!*



- Należy unikać przewymiarowania silnika. Silniki energooszczędne mogą być trwale przeciążane, więc nie ma potrzeby stosowania kilkudziesięcioprocentowych marginesów mocy „na zapas”, szczególnie w przypadku pomp i wentylatorów. Przy okazji wymiany uszkodzonego silnika często okazuje się, że można w jego miejsce zastosować silnik o znacznie mniejszej mocy znamionowej, co nie tylko zmniejszy przyszłe koszty eksploatacji napędu, ale dodatkowo obniża koszt inwestycyjny. Warto zastanowić się także nad wymianą wciąż

działającego, lecz przestarzałego silnika, na nowszy, o lepszej klasie sprawności energetycznej. Przykład na rys. 1 ilustruje tendencję często występującą w procesie konstrukcji elektrycznych układów napędowych.

- Należy kontrolować wartość i jakość napięcia zasilającego silnik, a w razie potrzeby skorygować różnicę, wyeliminować wahania i niesymetrie, zredukować wyższe harmoniczne i poprawić współczynnik mocy. Wahania i niesymetria napięć fazowych nie tylko pogarszają sprawność napędu, ale powodują szybsze zużycie elementów układu napędowego. Przykładowo 2,5-procentowa nierówno-

mierność napięć fazowych zasilających silnik 75 kW, pracujący 8000 godzin w roku, zwiększy roczne zużycie energii przez napęd o prawie 10 000 kWh. Jeżeli napięciem tym zasilanych jest więcej silników, koszty się zwielokrotnią. Niesymetrie zasilania wywołują bardzo szkodliwe drgania, a temperatura silnika zasilanego napięciami o 2-proc. asymetrii jest o ok. 10°C wyższa niż temperatura silnika zasilanego prawidłowo, co skraca żywotność jego izolacji nawet dwukrotnie. Niesymetria zasilania nigdy nie powinna przekraczać 1%.

- Jeżeli zdecydowano się na remont uszkodzonego silnika, należy zadbać, aby przezważanie wykonano z odpowiednią dbałością o zminimalizowanie stopnia utraty sprawności silnika. Sprawność energetyczna po przezwójeniu silnika zawsze ulega pogorszeniu.
- Jeżeli zainstalowany silnik jest niedociążony, należy rozważyć możliwość jego przełączenia z połączenia w trójkąt na połączenie w gwiazdę. Jest to najprostsz, a zarazem najtańszy spo-

sób osiągnięcia oszczędności. Na rys. 2 przedstawiono oszczędności energii możliwe do uzyskania po takim przełączeniu.

### Czy proces technologiczny dopuszcza możliwość tymczasowego wyłączenia silnika?

● Jeżeli proces technologiczny na to pozwala, należy wyłączać silnik, kiedy nie jest potrzebny, np. zgodnie z harmonogramem pracy. Najprostszym rozwiązaniem jest zastosowanie wyłącznika czasowego, jednak w przypadkach, gdy istnieje taka możliwość techniczna, należy kontrolować parametry pracy napędu i wyłączać silnik, kiedy pracuje bez obciążenia lub gdy odpowiednie parametry mieszczą się w wymaganym zakresie (temperatura w układach wentylacyjnych lub chłodniczych, ciśnienie w układach pompowych). Wyłączenie silnika w okresach pracy jałowej powinno być jednak poprzedzone analizą parametrów silnika i całego układu napędowego, ponieważ częste wyłączenia i włączenia mogą być powodem szybszego zużycia elementów układu napędowego. Coraz mniejszy koszt elektronicznych ukła-

dów miękkiego startu powoduje, że ta przeszkoda może być coraz łatwiej i taniej wyeliminowana.

● W układach napędowych, w których występuje wiele silników pracujących jednocześnie, warto rozważyć możliwość ich pracy sekwencyjnej. Przykładowo w układach sprężarek, pomp i wentylatorów można użyć kilku silników o różnych mocach i załączać je zależnie od potrzebnego ciśnienia lub temperatury. Produkowane są już zintegrowane sterowniki, które nie tylko optymalizują zużycie energii przez układ napędowy, ale dodatkowo załączają poszczególne silniki w taki sposób, by ich zużycie było równomierne.

### Czy możliwe jest zmniejszenie obciążenia silnika?

● Należy sprawdzić, czy przekładnia pomiędzy silnikiem i urządzeniem napędzonym jest dobrana odpowiednio do parametrów pracy napędu i czy urządzenie napędzane ma maksymalną wydajność. W przypadku stosowania w układzie napędowym przekładni pasowych, takim rozwiązaniem pozwalającym na obniżenie kosztów pracy napędu jest odpowiednia zmiana prze-

łożenia przekładni. Sama wymiana pasów napędowych z klasycznych „V” na nowocześniejsze może przynieść poprawę efektywności przekładni pasowej o 6%. Często jednak uzasadniona ekonomicznie jest wymiana starej przekładni pasowej na inny typ przekładni – pogorszenie stanu technicznego pasów napędowych związane z ich zużyciem może pogorszyć sprawność przekładni nawet o 10%.

● Należy zminimalizować straty mocy w liniach przesyłowych (wynikające z nieszczelności instalacji pneumatycznych, złej jakości izolacji termicznej w systemach chłodniczych, oporów przepływu w rurociągach itp.).  
● Należy skontrolować, czy układ sterowania jest odpowiednio zaprogramowany i czy harmonogram przeglądów jest dobrany optymalnie.

### Czy zmniejszenie prędkości obrotowej silnika nie okaże się korzystne?

● Nawet niewielkie zmniejszenie prędkości obrotowej przynosi wymierne oszczędności energii, szczególnie w przypadkach, gdy silnik napędza pompę lub wentylator. Wszędzie tam, gdzie niezbędna jest płynna zmiana

reklama



93,3%    93,7%    94,0%    94,6%    95,0%

# elektryczne

## SILNIKI ENERGOOSZCZĘDNE

**dostępne po znacznie NIŻSZYCH CENACH**

**dzięki dopłatom z Funduszu na rzecz Globalnego Środowiska**

**Elektryczne silniki energooszczędne to:**

- najwyższa sprawność energetyczna,
- największa trwałość i niezawodność,
- większa przeciążalność,
- cichsza praca,
- znacznie niższe koszty eksploatacji.

Silniki energooszczędne po bardzo atrakcyjnych cenach dostępne są już u producentów uczestniczących w programie PEMP. Dane adresowe producentów oraz szczegóły dotyczące silników znajdują się na stronie internetowej [www.pemp.pl](http://www.pemp.pl)

Więcej informacji uzyskać można w agencjach wdrażających projekt:



**Krajowa Agencja Poszanowania Energii S.A. (KAPE S.A.)**  
ul. Mokotowska 35, 00-560 Warszawa, tel.: (+48) 22 626 0910, [www.kape.gov.pl](http://www.kape.gov.pl)



**Fundacja na rzecz Efektywnego Wykorzystania Energii (FEWE)**  
ul. Wierzbowa 11, 40-169 Katowice, tel.: (+48) 32 203 5114, [www.fewe.pl](http://www.fewe.pl)



prędkości należy używać falowników. Zapewniają one dokładną regulację prędkości, dzięki czemu nie tylko można osiągnąć ograniczenie zużycia energii elektrycznej, ale dodatkowo można poprawić jakość finalnego produktu. Ceny falowników, dzięki postępowi w elektronice, wciąż maleją, podczas gdy sprawność energetyczna i parametry pracy układu napędowego, w którym są stosowane, ulegają ciągłej poprawie. Szczególnie warte zainteresowania są silniki z fabrycznie zintegrowanymi falownikami. Coraz częściej oprogramowanie falowników umożliwia także zaawansowane oszczędzanie energii, przydatne szczególnie w napędach, gdzie zmiany obciążenia są niewielkie lub wolnozmiennie. Jeżeli płynna regulacja prędkości nie jest konieczna, należy stosować silniki wielobiegowe.

### Problemy, które mogą się pojawić podczas wymiany silnika elektrycznego:

- Obudowa silnika energooszczędnego może się różnić od obudowy silnika zastępowanego, co wiąże się z koniecznością przekonstruowania zamocowania silnika.
- Należy sprawdzić parametry sieci zasilającej silnik. Pomimo że moc znamionowa montowanego silnika energooszczędnego jest najczęściej mniejsza niż moc silnika wymienianego, to wartości

prądów rozruchowych mogą przekroczyć maksymalne wartości prądów dla danej sieci.

- Wymiana silnika często związana jest z modyfikacją zabezpieczeń, np. nowoczesne silniki często zabezpieczone są przed przegrzaniem termistorami i te modyfikacje należy uwzględnić przy wymianie silnika.
- Przed wymianą niedociążonego silnika na mniejszy, należy zastanowić się, czy w przyszłości proces technologiczny nie będzie wymagał zwiększenia obciążenia do wartości, która mogłaby spowodować przeciążenie nowego silnika. Ponadto moment rozruchowy silnika o mniejszej mocy znamionowej może okazać się zbyt mały, mimo że pozostałe parametry zapewniałyby prawidłową pracę napędu.
- Poślizg silników energooszczędnych jest mniejszy niż poślizg silników standardowych, stąd mogą pojawić się różnice w ich prędkościach napędowych. Różnice te mogą być przyczyną problemów w przypadku napędzania pomp i wentylatorów. Z tego powodu w takich przypadkach należy szczególnie starannie dobierać nowy silnik.
- W przypadku napędów specjalnych, np. pras, w których stosowane są koła zamachowe, wymiana starego silnika na energooszczędny może być nieuzasadniona ze względu na wartość i prędkość narastania momentu rozruchowego. Prąd znamionowy w trakcie

pracy jest niewielki, co może doprowadzić do mylnego wniosku, że silnik jest niedociążony, jednak ważniejsze są w tym przypadku parametry rozruchowe. Kryterium umożliwiającym podjęcie decyzji jest wtedy charakterystyka czasowa prądu i momentu rozruchowego.

### Literatura

- [1] Norma N SEP-E-005. Centralny Ośrodek Szkolenia i Wydawnictw SEP, Warszawa 2006.
- [2] BERNATT M., PISZCZEK M., ZIELIŃSKI T.: *Remontować czy wymieniać silniki elektryczne dużej mocy*. Fundacja na rzecz Efektywnego Wykorzystania Energii, Katowice 2006.
- [3] <http://www.pemp.pl/>
- [4] <http://www.oit.doe.gov/bestpractices/>
- [5] [http://www.reliance.com/prodserv/motgen/b7087\\_5/b7087\\_5\\_2.htm](http://www.reliance.com/prodserv/motgen/b7087_5/b7087_5_2.htm)
- [6] <http://www1.eere.energy.gov/industry/bestpractices/iacs.html>
- [7] <http://energyefficiency.jrc.cec.eu.int/>
- [8] [http://www.cda.org.uk/megab2/elecapps/elec\\_hom.htm](http://www.cda.org.uk/megab2/elecapps/elec_hom.htm)
- [9] <http://www.carbontrust.co.uk/energy>

Jarosław Buczek – specjalista ds. efektywności energetycznej, Krajowa Agencja Poszanowania Energii SA.