

**Ryszard Zapaśnik**  
Instytut Elektrotechniki, Warszawa

## PRZEŁOMOWE ZMIANY W PODEJŚCIU DO SILNIKÓW INDUKCYJNYCH

### CRUCIAL CHANGES IN APPROACH TO INDUCTION MOTORS

**Abstract:** New (2007 and 2008) international standards concerning the methods of the determining of the efficiency of the induction motors as well as the marking of the motors with classes of the efficiency. Valid since August 2009 the obligatory Regulation (EC) with regard to ecodesign requirements for electric motors. As result of these documents the first once in Europe the mandatory requirements concerning the minimal values of the efficiency of the induction motors have been established

#### 1. Wprowadzenie

Wynalezione przeszło sto lat temu przez Doliwo-Dobrowolskiego, genialne w swojej prostocie konstrukcyjnej, trójfazowe silniki indukcyjne z wirnikiem klatkowym stanowią obecnie podstawę przemysłowego napędu.

Z udziałem ponad 80 %, dominują w całym europejskim rynku silników elektrycznych. Są największym odbiorcą energii elektrycznej (70 %) zużywanej w europejskim przemyśle [1].

Krajowy przemysł silników indukcyjnych obejmujący pięć dużych nowoczesnych fabryk jest zaliczany do najsilniejszych branż polskiego przemysłu elektromaszynowego, pokrywa praktycznie w pełni zapotrzebowanie krajowe na silniki indukcyjne i będąc jednocześnie dużym ich eksporterem ( ~ 60 % produkcji ) na rynki krajów UE, USA i Kanady. W latach 2002-2007 produkcja trójfazowych silników indukcyjnych w Polsce zwiększyła się o 23%, do ponad 900 tys. sztuk rocznie [2]. Należy dodać, że obecny wysoki poziom techniczny produkowanych w kraju silników, zapewniający pełną ich konkurencyjność na światowym rynku został osiągnięty w oparciu o krajową myśl techniczną wspartą wcześniejszymi własnymi pracami badawczymi.

Ostatnie lata, w przeszło stuletniej historii produkcji i aplikacji silników indukcyjnych to czas znamiennych wydarzeń o charakterze legislacyjno – merytorycznym wpływających w istotnym stopniu, szczególnie w Europie, na zasady projektowania, badania i produkcji silników indukcyjnych.

Do wydarzeń tych należy ustanowienie w latach 2007÷2008 dwóch nowych norm

międzynarodowych IEC, (przyjętych następnie jako normy europejskie EN):

- dotyczącej wyznaczania sprawności silników indukcyjnych, i
- dotyczącej oznaczania silników nowymi międzynarodowymi klasami sprawności (IE – code).

oraz

- ustanowienie w roku 2009 obowiązujących wszystkie kraje członkowskie UE przepisów Komisji Europejskiej, które obejmują silniki indukcyjne dyrektywą ekologiczną (ecodesign).

#### 2. Nowe normy

Nowa norma międzynarodowa IEC 60034-2-1 [3] wprowadza wiele istotnych zmian w stosunku do dotychczas stosowanych w Europie metod wyznaczania sprawności silników [4]. Norma ta została opracowana na zasadzie porozumienia oraz kompromisu normalizacji europejskiej i północnoamerykańskiej i jest uznawana za od dawna oczekiwany przełom w normalizacji światowej dotyczącej wyznaczania tego tak ważnego, szczególnie obecnie, parametru silnika dotyczącego jego efektywności energetycznej.

Norma europejska EN 60034-2:1996 wg której wyznaczano do tej pory sprawność silników indukcyjnych traci swoją ważność w listopadzie 2010.

Nowa norma międzynarodowa IEC 60034 - 30 [5], ustanawia dla trójfazowych silników indukcyjnych, jednobiegowych, niskonapięciowych ( do 1000 V), o mocach 0,75÷375 kW; liczbie biegunów 2, 4 lub 6; na częstotliwość 50 Hz lub 60 Hz, cztery klasy sprawności (IE-code): IE1, IE2, IE3 i IE4. Dla trzech

pierwszych klas norma określa wymagane minimalne sprawności silnika. (Minimalne wymagane sprawności dla najwyższej klasy IE4 będą podane w następnym wydaniu tej normy). Odnośnie metody wyznaczania sprawności silnika norma ta odsyła do wzmiankowanej wyżej nowej normy IEC 60034-2-1.

Dotychczasowe europejskie klasy sprawności EFF1, EFF2 i EFF3 będą do listopada 2010 roku sukcesywnie wycofywane ze stosowania.

### 3. Przepisy Komisji Europejskiej

W lipcu 2009 zostały ustanowione Przepisy Komisji Europejskiej nr 640/2009 [6] obejmujące Dyrektywą 2005/32/EC [7] silniki indukcyjne ze względu na wymagania ekologiczne (ecodesign) stawiane wyrobom pobierającym energię elektryczną.

Przepisy weszły w życie w sierpniu 2009 r. i są w całości obowiązujące dla wszystkich państw członkowskich UE.

Przepisy dotyczą silników indukcyjnych klatkowych, jednobiegowych, trójfazowych, na częstotliwość 50 Hz lub 50/60 Hz o mocach znamionowych 0,75÷375 kW, na napięcie do 1000 V, liczbie biegunów 2, 4 i 6, przeznaczonych do pracy ciągłej S1.

Dla wyżej wymienionych silników Przepisy ustalają następujące wymagania:

- od 16 czerwca 2011 silniki nie mogą mieć klasy sprawności niższej niż IE2
- od 1 stycznia 2015 silniki o mocach 7,5÷375 kW nie mogą mieć klasy sprawności niższej niż IE3 lub mogą mieć klasę sprawności IE2 pod warunkiem, że są wyposażone w energoelektroniczny przekształtnik częstotliwości
- od 1 stycznia 2017 wszystkie silniki o mocach 0,75÷375 kW nie mogą mieć klasy sprawności niższej niż IE3 lub mogą mieć klasę sprawności IE2 pod warunkiem, że są wyposażone w energoelektroniczny przekształtnik częstotliwości

Przepisy określają również zasady i procedury kontroli (weryfikacji) silników pod względem spełniania wymagań odnośnie deklarowanych przez producenta klas sprawności. Kontrolę taką będą przeprowadzać instytucje wyznaczone przez władze poszczególnych krajów członkowskich UE.

W rezultacie Przepisy wprowadzają pierwszy raz w Europie:

- obligatoryjne minimalne wartości sprawności znamionowej silników

indukcyjnych definiowane nowymi międzynarodowymi klasami sprawności (IE-code) – w oparciu o nowe normy IEC i EN [3, 5]

- kontrolę deklarowanej przez producenta klasy sprawności silników, przeprowadzaną przez instytucje wyznaczone przez władze w poszczególnych krajach UE.

### 4. Sytuacja w Polsce

W Polsce w przedziale mocy 0,75÷375 kW w ramach serii podstawowych produkowane są silniki o 25 różnych mocach znamionowych, przy czym dla każdej z tych mocy przy trzech różnych liczbach biegunów. Oznacza, to że Przepisy obejmą ponad 70 typów krajowych silników różniących się mocą i prędkością obrotową.

Uzyskanie w silnikach klasy sprawności IE2 nie powinno być dla krajowych producentów większym problemem, gdyż produkowane aktualnie w kraju silniki energooszczędne europejskiej klasy EFF1 pod względem efektywności energetycznej odpowiadają silnikom międzynarodowej klasy IE2.

Natomiast uzyskanie w silnikach klasy sprawności IE3 jest już poważnym wyzwaniem technicznym, gdyż silniki klasy IE3 muszą mieć straty całkowite mniejsze o 17 – 20 % w porównaniu ze stratami w silnikach klasy IE2. Jest to równoznaczne z koniecznością obniżenia w takim stopniu strat w produkowanych aktualnie w kraju silnikach energooszczędnych oznakowanych dotychczasową najwyższą europejską klasą sprawności EFF1.

Ponieważ w silnikach klasy EFF1 (IE2) zostały już praktycznie wykorzystane wszystkie dotychczas rutynowo stosowane możliwości projektowe zmniejszenia strat, dalsze ich zmniejszenie o 1/5 w celu uzyskania klasy IE3 będzie wymagało wyjścia poza dotychczasowe ramy i metody projektowe.

Międzynarodowy rynek silników indukcyjnych charakteryzuje się od dawna ostrą konkurencją i na pewno takim rynkiem pozostaje również po wejściu w życie Przepisów KE nr.640/2009. Dla utrzymania w nadchodzących latach dotychczasowej wysokiej pozycji krajowych silników na światowym rynku, priorytetowego znaczenia nabiera aspekt kosztowy produkcji silników klasy IE3. W konsekwencji problem sprowadza się do zadania: *uzyskanie w silniku*

klasy sprawności IE3 możliwie najniższymi, akceptowalnymi przez producenta kosztami.

## 5. Zakończenie

W Europie przez dziesiątki lat sprawność silników elektrycznych, w tym indukcyjnych, traktowana była de facto jako parametr drugorzędny. Świadczy o tym chociażby podejście do tego parametru ze strony dotychczasowej normalizacji europejskiej: niedokładne i niejednoznaczne metody wyznaczania wartości tego parametru, brak wymogu umieszczania wartości sprawności na tabliczce znamionowej silnika. (Na taką sytuację złożyło się wiele przyczyn, niebagatelną rolę odegrał tu interes własny producentów silników).

Przełomowe zmiany do jakich doszło ostatnio tym zakresie, nastąpiły zarówno jako wynik panującej już od dłuższego czasu ogólnej światowej atmosfery dotyczącej problemu efektywności energetycznej wszelkich urządzeń przetwarzających energię jak również bezpośrednio jako konsekwencję decyzji Komisji Europejskiej objęcia silników indukcyjnych dyrektywą ekologiczną.

Nowe normy międzynarodowe dotyczące wyznaczania sprawności silników i oznaczania silników nowymi klasami sprawności oraz oparte na tych normach obligatoryjne Przepisy Komisji Europejskiej określające minimalne dopuszczalne wartości sprawności, wymagają wprowadzenia istotnych zmian w dotychczasowych metodach projektowania oraz zasadach produkcji silników indukcyjnych.

Stawia to określone zadania i wyzwania przed krajowym przemysłem silników indukcyjnym oraz tworzy nowe tematy i obszary działań dla zaplecza naukowo-badawczego tej branży.

## Literatura

- [1] Anibal T. de Almeida i inni. *EUP Lot Motors, Final*. Coimbra February 2008.
- [2] Krajewski S. *Polski przemysł elektrotechniczny w latach 2002-2007*. Nowa Elektrotechnika nr.7-8 2009.
- [3] IEC 60034 – 2 – 1. Edition 1.0 2007 – 09. International Standard. *Rotating electrical machines – Part 2 – 1: Standard methods for determining losses and efficiency from test (excluding machines for traction vehicles)*.
- [4] Zapaśnik R. *Wybrane aspekty współczesnej sytuacji światowej w zakresie silników indukcyjnych*. Zeszyty Problemowe Maszyny Elektryczne nr.83 2009, wyd. BOBRME Komel.
- [5] IEC 60034 – 30. Edition 1.0 2008 – 10. International Standard. *Rotating electrical machines – Part 30: Efficiency classes of single – speed, three – phase, cage – induction motors (IE – code)*.
- [6] Commission Regulation (EC) No 640/2009 of 22 July 2009 Implementing Directive 2005/32/EC of the European Parliament and of the Council with regard to ecodesign requirements for electric motors. Official Journal of the European Union 23.7. (2009)
- [7] Directive 2005/32/EC of the European Parliament and Council of 6 July 2005 establishing a framework or the setting of ecodesign requirements for energy-using products and amending Council Directive 92/42/EEC and Directives 96/57/EC and 2000/55/EC of the European Parliament and of the Council.

## Autor

Dr hab. inż. Ryszard Zapaśnik, Instytut Elektrotechniki,  
ul. Pożarskiego 28, 04-703 Warszawa, 695-661-470,  
[r.zapasnik@iel.waw.pl](mailto:r.zapasnik@iel.waw.pl)

## Recenzent

Prof. dr hab. inż. Grzegorz Kamiński