

Tomasz Zawilak\*, Andrzej Wieczorek\*\*, Zbigniew Damm\*\*, Jan Zawilak\*

\*Politechnika Wroclawska, Wroclaw

\*\*Fabryka Silników Elektrycznych BESEL S.A., Brzeg

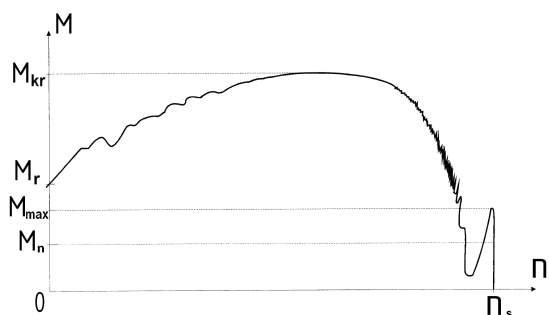
## SILNIKI RELUKTANCYJNE - BADANIA EKSPERYMENTALNE

### RELUCTANCE MOTORS - MEASUREMENTS RESULTS

**Abstract:** This paper presents experimental results of two different structures of reluctance motors with asynchronous starting. The torque, speed and stator current transient were measured during motor's line start up. The comparison of both structure is made.

#### 1. Wstęp

Dobór silnika do układu napędowego najczęściej dokonywany jest ze względu na moc znamionową i prędkość obrotową. Dąży się przy tym by silnik ten miał dobre parametry techniczne i eksploatacyjne m. in. dużą sprawność i współczynnik mocy. Nie bez znaczenia jest jego masa, która najczęściej decyduje o cenie. Spotkać można jednak napędy, w których ważna jest nie tylko wartość momentu rozruchowego ale również jego małe zmiany podczas procesu rozruchu. Przykładem są napędy szpul nici w urządzeniach tkackich, w których duże zmiany momentu napędowego mogą powodować zerwanie nici. Dodatkowym warunkiem jest współbieżność (synchroniczna praca) tych napędów. Jednym z rozwiązań jest zastosowanie silników reluktancyjnych [1], które mogą być uruchamiane przez bezpośrednie włączenie do sieci a ich synchronizacja następuje samoczynnie. Na rysunku 1 pokazano typową statyczną charakterystykę mechaniczną silnika reluktancyjnego, na której oprócz momentu rozruchowego  $M_r$ , maksymalnego momentu asynchronicznego  $M_{kr}$  widoczny jest maksymalny moment synchroniczny  $M_{max}$ .

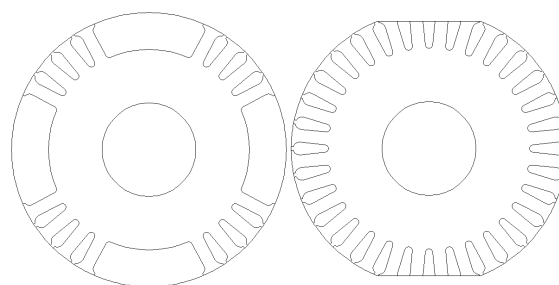


Rys. 1. Typowa statyczna charakterystyka mechaniczna silnika reluktancyjnego

Celem pracy jest prezentacja wyników pomiarów momentów dynamicznych podczas rozru-

chu dwóch typów silników reluktancyjnych produkowanych przez Fabrykę Silników Elektrycznych BESEL w Brzegu.

#### 2. Przedmiot badań



Rys. 2. Modele fizyczne oraz przekrój poprzeczny wirników badanych maszyn: po lewej - model 1 z usuniętymi zębami, po prawej – model 2 z usuniętym żelazem

Przedmiotem badań są silniki reluktancyjne tej samej wielkości mechanicznej zbudowane z wykorzystaniem konstrukcji mechanicznej i magnetowodu czterobiegunowego silnika indukcyjnego typu Sh 71-4A. Silniki te różnią się kształtem magnetowodu wirników (rys. 2) [2]. W jednym wirniku różnice reluktancji w osiach prostopadłych wytworzono przez usunięcie czę-

ści zębów (tworząc szerokie żłobki wypełnione aluminium). W drugim wirniku różnica reluktancji spowodowana jest usunięciem materiału magnetycznego w określonych fragmentach obwodu. W obu modelach wirników wykonane są aluminiowe uzwojenia klatkowe. Parametry obu modeli maszyn zestawiono w tabeli 1.

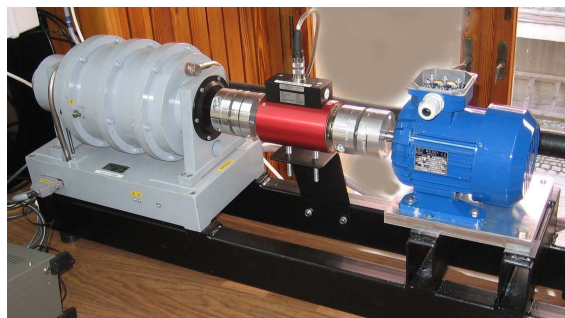
Tabela 1.  
Parametry badanych maszyn

parametr	jedn.	silnik	
		model 1	model 2
$P_n$	W	180	45
$U_n$	V	400	400
$I_n$	A	0,8	0,8
$\cos\varphi_n$	--	0,55	0,34
$\eta_n$	--	0,59	0,24
$n_n$	obr/min	1500	1500
$M_n$	Nm	1,146	0,286
$M_{max}/M_n$	-- (Nm)	1,6 (1,83)	1,5 (0,43)
$M_{kr}/M_n$	-- (Nm)	3,2 (3,67)	12 (3,43)
$M_r/M_n$	-- (Nm)	2,4 (2,75)	9,8 (2,80)

### 3. Wyniki badań

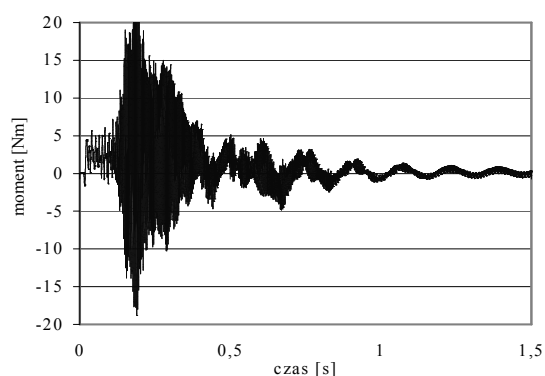
Rejestracji prądów, momentu na wale i prędkości obrotowej podczas rozruchu bezpośredniego badanych modeli maszyn dokonano na stanowisku pomiarowych pokazanym na rysunku 3. Wyniki pomiarów obu modeli maszyn, przeprowadzone w takich samych warunkach, zestawiono na rysunkach 4. i 5. przy czym w kolumnie lewej umieszczono wyniki badania modelu 1 natomiast w kolumnie prawej – modelu 2.

Na rysunku 4 pokazano wyniki pomiarów obu modeli silników podczas rozruchu z obciążeniem  $M=0,15$  Nm, podczas którego oba silniki osiągały prędkość synchroniczną (synchronizowały). Zwiększenie obciążenia podczas rozruchu do  $M=0,3$  Nm spowodowało niesynchronizowanie się modelu 1.

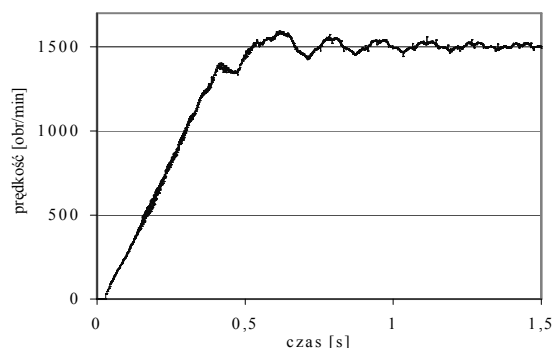


Rys. 3. Widok stanowiska pomiarowego z bezpośrednią rejestracją wielkości elektrycznych, momentu na wale i prędkości obrotowej

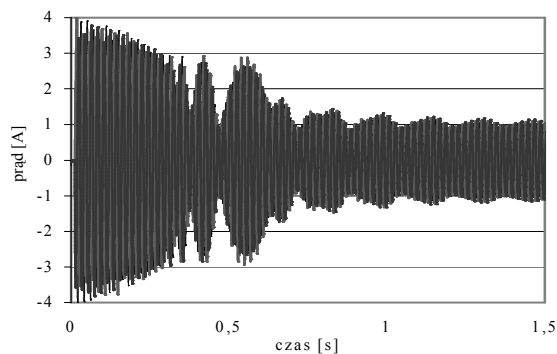
a)



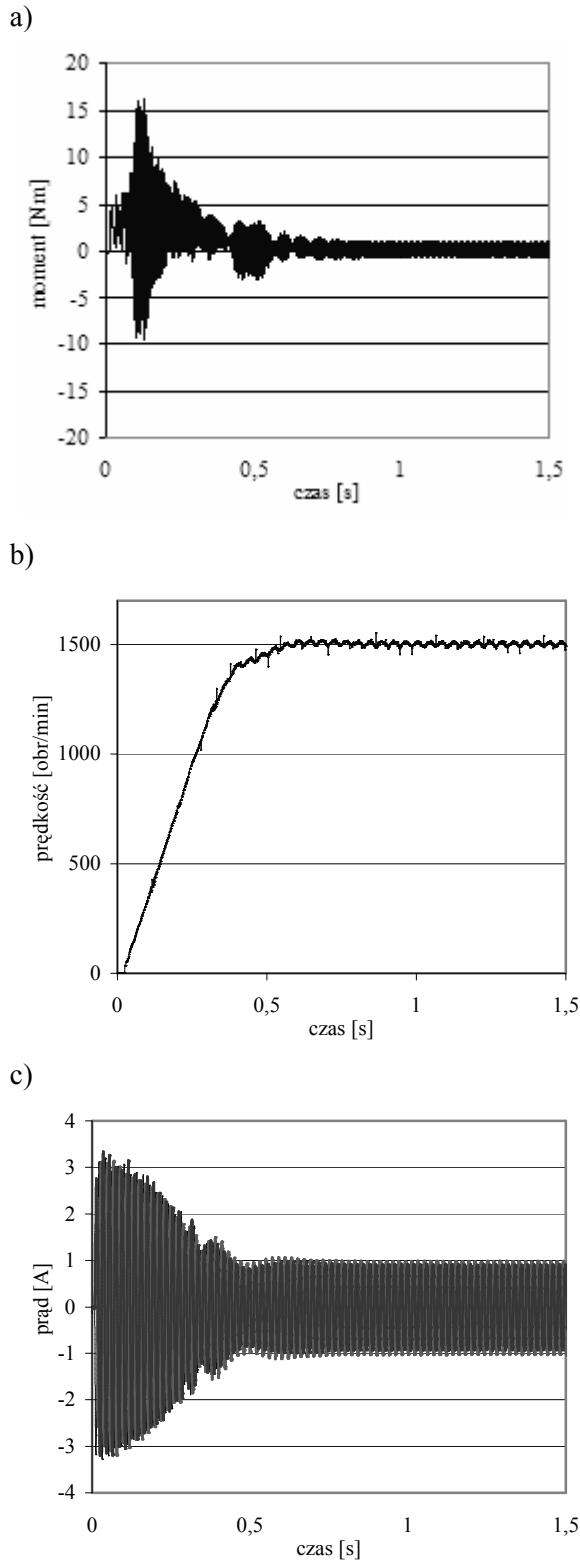
b)



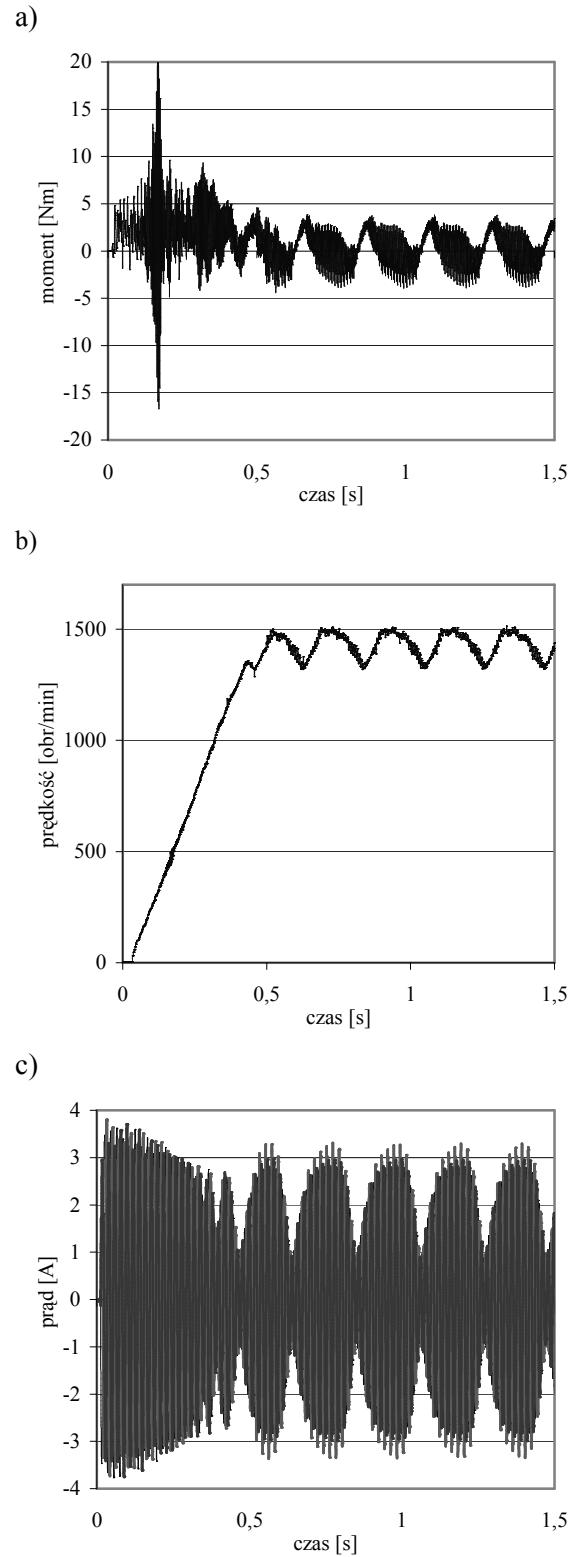
c)



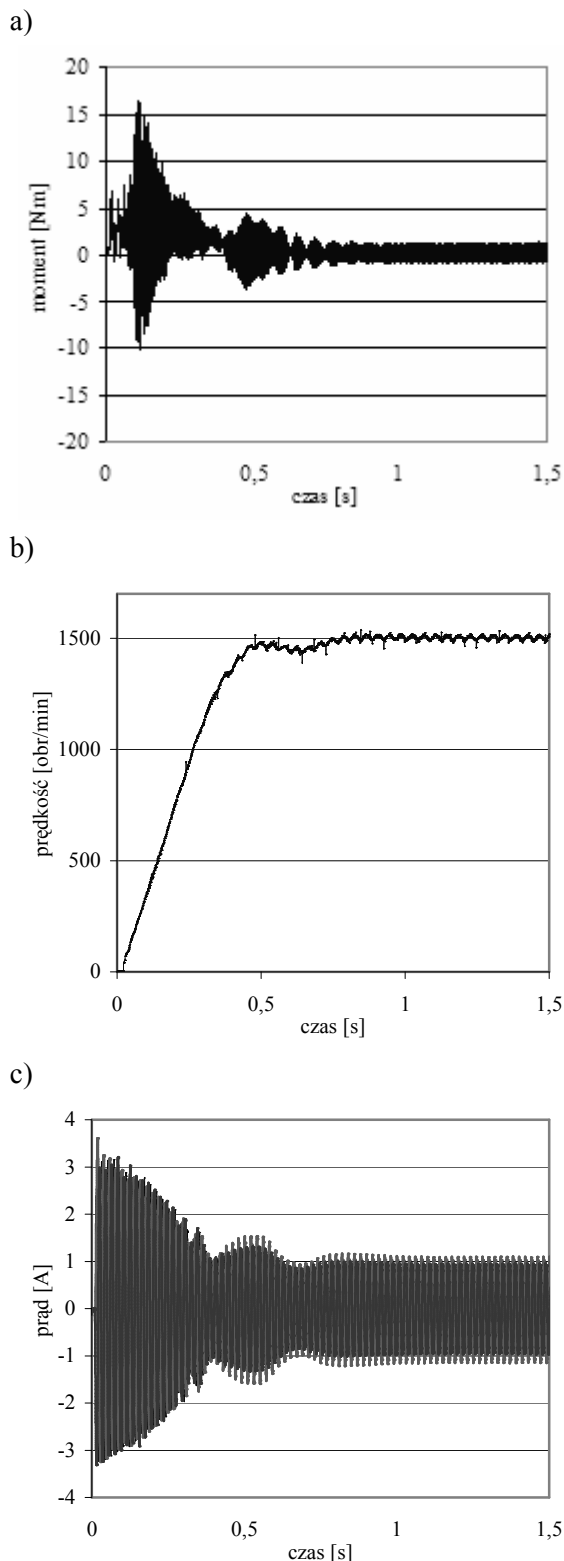
Rys. 4. Czasowe wykresy momentu (a), prędkości obrotowej (b) oraz prądu stojana (c) w czasie rozruchu modelu 1 obciążonego momentem  $M=0,15$  Nm



Rys. 4a. Czasowe wykresy momentu (a), prędkości obrotowej (b) oraz prądu stojana (c) w czasie rozruchu modelu 2 obciążonego momentem  $M=0,15$  Nm



Rys. 5. Czasowe wykresy momentu (a), prędkości obrotowej (b) oraz prądu stojana (c) w czasie rozruchu modelu 1 obciążonego momentem  $M=0,3$  Nm



Rys. 5a. Czasowe wykresy momentu (a), prędkości obrotowej (b) oraz prądu stojana (c) w czasie rozruchu modelu 2 obciążonego momentem  $M=0,3 \text{ Nm}$

#### 4. Wnioski

Na podstawie przedstawionych wyników pomiarów można stwierdzić, że:

- moc znamionowa silnika reluktancyjnego jest mniejsza o 28 % w stosunku do silnika indukcyjnego tej samej wielkości – jest to cena jaką należy ponieść dla uzyskania stałej prędkości obrotowej,
- inne kryteria niż sprawność czy współczynnik mocy np. małe zmiany momentu dynamicznego i łagodny rozruch, mogą decydować o praktycznym zastosowaniu danego rozwiązania konstrukcyjnego silnika,
- o możliwościach synchronizacji silnika reluktancyjnego nie decyduje jego moc znamionowa, co wykazano na rysunku 5.

#### 5. Literatura

- [1]. Gąsiorowski T., Wieczorek A.: „Silniki reluktancyjne synchroniczne – alternatywa napędu z układem sprzężenia zwrotnego”. Zeszyty Problemowe BOBRME „Komet” nr 62/2001.
- [2]. Glinka T., Jakubiec M., Rossa R.: „Silniki synchroniczne o rozruchu asynchronicznym”. Zeszyty Problemowe BOBRME „Komet” nr 68/2004

#### Autorzy

mgr inż. Andrzej Wieczorek  
 mgr inż. Zbigniew Damm  
 Fabryka Silników Elektrycznych BESEL  
 mgr inż. Tomasz Zawilak  
 prof. dr hab. inż. Jan Zawilak  
 Politechnika Wroclawska  
 Inst. Maszyn, Napędów i Pomiarów Elektr.