

## Ćwiczenie 6

# BADANIE PODSTAWOWYCH PARAMETRÓW I CHARAKTERYSTYK PRACY SPRZĘGŁA CIERNEGO

### 6.1. PRZEDMIOT I CEL BADAŃ

Przedmiotem badań jest wielopłytkowe, rozłączne sprzęgło cierne sterowane elektromagnetycznie.

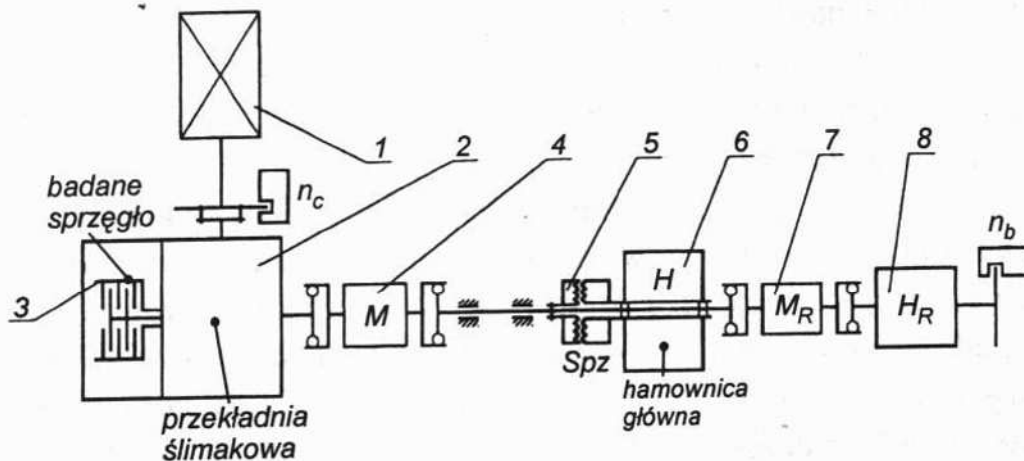
Głównym celem ćwiczenia jest określenie i analiza przebiegów momentu dynamicznego, prędkości obrotowych strony czynnej i biernej układu napędowego oraz poślizgu względnego tarcz podczas włączania sprzęgła przy różnych prędkościach kątowych wału czynnego oraz różnych wartościach obciążenia. Celem ćwiczenia jest również określenie podstawowych parametrów sprzęgła, takich jak: maksymalny moment przenoszony (moment obrotowy statyczny), moment obrotowy przenoszony dynamiczny, moment reszkowy i inne.

### 6.2. STANOWISKO BADAWCZE

Pomiary będą przeprowadzone na specjalnym stanowisku wyposażonym w komputerowy system prowadzenia badań. W stanowisku można wyróżnić następujące podstawowe zespoły: mechaniczny układ napędu i obciążania, układy pomiarowe oraz zespół sterowania i kontroli.

#### 6.2.1. OGÓLNA BUDOWA STANOWISKA

Schemat stanowiska został przedstawiony na rys. 6.1.



Rys. 6.1. Stanowisko badawcze

Napęd przenoszony jest z silnika prądu stałego (1) poprzez przekładnię ślimakową (2) na stronę czynną sprzęgła badanego (3). Strona bierna tego sprzęgła związana jest poprzez momentomierz  $M$  (4) z hamownicą główną (6). Sprzęgło zębate (5) umożliwia odłączenie hamownicy głównej w przypadku pomiaru momentu resztkowego. Wówczas wykorzystywana jest hamownica pomocnicza  $H_R$  (8) współpracująca z momentomierzem  $M_R$  (7). Obie hamownice proszkowe oraz sprzęgło zębate są sterowane elektromagnetycznie.

### 6.2.2. UKŁADY POMIAROWE

Zostały zastosowane następujące układy pomiarowe:

- a) prędkości obrotowej,
- b) momentu,
- c) napięcia zasilania cewki sprzęgła badanego.

Pomiar prędkości realizowany jest za pomocą czujników fotoelektrycznych współpracujących ze specjalnymi miernikami. Mierniki te przystosowane są do współpracy z komputerem, a także umożliwiają bezpośredni odczyt mierzonych wielkości, tj. prędkości obrotowych strony czynnej i biernej sprzęgła oraz wartości poślizgu tarcz.

Do pomiaru momentu użyto indukcyjnych momentomierzy firmy Vibrometer. Momentomierze te współpracują ze specjalnymi miernikami. Możliwy jest bezpośredni odczyt wartości momentu oraz wykorzystanie sygnału analogowego w systemie komputerowym.

Napięcie zasilania cewki sterującej sprzęgła badanego jest regulowane bezstopniowo oraz mierzone za pomocą woltomierza cyfrowego.

### 6.2.3. SYSTEM STEROWANIA, KONTROLI I REJESTRACJI

Sterowanie pracą stanowiska może być realizowane ręcznie (z pulpitu sterowniczego) lub automatycznie z wykorzystaniem komputera. W obu przypadkach pomiary oraz rejestracja wyników odbywają się samoczynnie.

Silnik napędowy sterowany jest za pomocą układu tyrystorowego, umożliwiającego płynną regulację prędkości obrotowej w zakresie od 0 do 3000 obr/min.

Do sterowania hamownicą główną i pomocniczą zastosowano przemiennik częstotliwości, zapewniający bezstopniową regulację wartości momentu hamującego. Drugi przemiennik częstotliwości wykorzystano do regulacji napięcia zasilania cewki sprzęgła badanego.

Zarówno falownik jak i przemienniki wyposażone są w klawiaturę umożliwiającą programowanie podstawowych parametrów pracy oraz wyjścia cyfrowe zapewniające sterowanie komputerowe według opracowanego programu. W przypadku pracy automatycznej kontrola nad prawidłowym działaniem wszystkich zespołów stanowiska realizowana jest za pomocą komputera. Wszystkie układy sterujące połączone są za pomocą światłowodów i złącz typu RS z komputerem.

Specjalne oprogramowanie umożliwi pracę w trybie ręcznym lub automatycznym, zapewnia samoczynne przeprowadzenie pomiarów według uprzednio przygotowanego programu badań. Umożliwia również rejestrację wyników oraz sprawuje ciągłą kontrolę nad pracą całego stanowiska.

### 6.3. PRZEPROWADZENIE BADAŃ

Badania będą prowadzone dla rozłącznego sprzęgła wielopłytkowego sterowanego elektromagnetycznie, o nominalnym momencie 100 N·m. Należy wykonać badania przebiegu momentu dynamicznego w trakcie rozruchu dla różnych wartości prędkości obrotowej strony czynnej i różnych wartościach momentu oporowego strony biernej. Następnie należy wykonać pomiary maksymalnego momentu przenieszonego zgodnie z zaleceniami zawartymi w normie PN-88/M-85256, momentu obrotowego dynamicznego oraz momentu resztkowego. Badania będą realizowane w trybie sterowania automatycznego. Prowadzenie badań w tym systemie wymaga wcześniejszego przygotowania zestawów parametrów prób.

Poniżej przedstawiono przykładowe zestawy parametrów prób przygotowane do badania wpływu prędkości i obciążenia na przebieg momentu dynamicznego sprzęgła.

#### Przeprowadzenie pomiarów

Numer próby	Prędkość obrotowa [obr/min]	Moment obrotowy [%] $M_{max}$
1	150	0
2	150	2
3	150	4
4	150	6
5	150	8
6	150	9

#### Przeprowadzenie pomiarów

Numer próby	Prędkość obrotowa [obr/min]	Moment obrotowy [%] $M_{max}$
1	60	6
2	90	6
3	120	6
4	150	6
5	180	6
6	210	6
7	240	6
8	270	6
9	300	6

### 6.3.1. BADANIE PRZEBIEGU MOMENTU DYNAMICZNEGO SPRZĘGŁA

W celu uzyskania rzeczywistych przebiegów momentu dynamicznego oraz określenia wpływu wartości prędkości obrotowej i obciążenia na czas włączenia sprzęgła należy wykonać pomiary zmieniając powyższe parametry w przedziałach:

- a) prędkość –  $60 \div 300$  obr/min,
- b) moment oporowy –  $0 \div 90$  N·m.

Należy zarejestrować przebiegi momentu dynamicznego dla co najmniej trzech różnych wartości prędkości obrotowej i momentu oporowego. Na otrzymanych wykresach oznaczony jest okres przedstawiający czas włączenia sprzęgła. Okres ten obejmuje czas od chwili załączenia zasilania cewki sprzęgła badanego do chwili zaniku poślizgu pomiędzy tarczami. Poszczególne charakterystyki zostały oznaczone w sposób następujący:

$n_c$  – przebieg prędkości obrotowej strony czynnej,

$n_b$  – przebieg prędkości obrotowej strony biernej,

$M$  – przebieg momentu dynamicznego.

Po przekroczeniu granicznej dla danego sprzęgła wartości obciążenia nie następuje włączenie i w całym obserwowanym okresie występuje poślizg.

### 6.3.2. BADANIE MAKSYMALNEGO MOMENTU PRZENOSZONEGO

Pomiary należy przeprowadzić zgodnie z warunkami podanymi w PN. Podczas prób następuje równomierne zwiększanie obciążenia sprzęgła w czasie równym 5 s.

Zgodnie z zaleceniami warunków technicznych odbioru sprzęgieł podstawowe próby przeprowadza się przy prędkościach obrotowych 150 obr/min i 75 obr/min (w zależności od wielkości mechanicznej badanego sprzęgła). Dla sprzęgła zamontowanego w stanowisku należy wykonać badania przy prędkości 150 obr/min oraz w celach porównawczych przy innych prędkościach. Na podstawie uzyskanych zapisów należy określić wartości momentu dynamicznego przenoszonego przez sprzęgło.

### 6.3.3. BADANIE MOMENTU RESZTKOWEGO

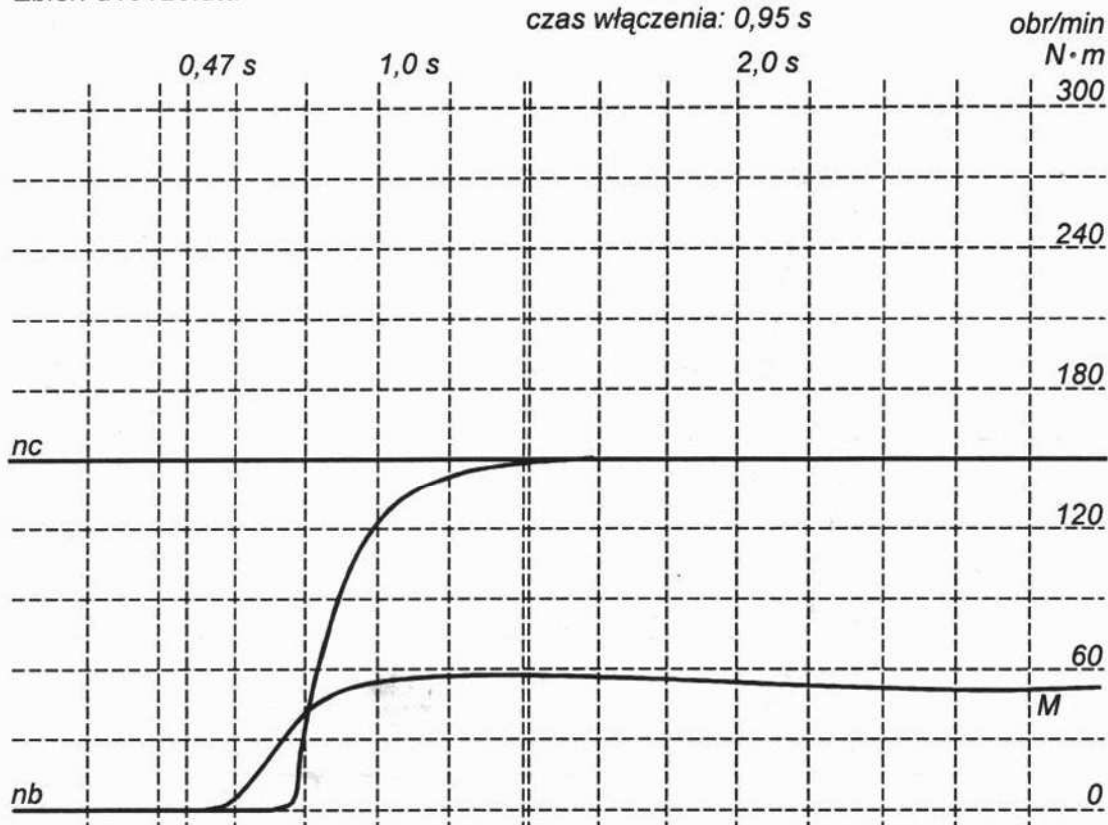
Pomiary momentu resztkowego należy przeprowadzić przy różnych prędkościach obrotowych. W każdej z prób po 10-sekundowej pracy sprzęgła w ustalonych warunkach obciążenia i prędkości następuje jego wyłączenie. Mierzony jest czas od chwili wyłączenia zasilania cewki do początku poślizgu tarcz. Przedział ten jest oznaczony na wykresach. Przedstawia on tzw. czas wleczenia (zrywu) sprzęgła.

## 6.4. WYNIKI BADAŃ

Wyniki badań są opracowywane komputerowo i przedstawiane w postaci wykresów. Na wykresach zaznaczane są i podawane charakterystyczne parametry pracy sprzęgła, takie jak np.: czas włączenia, czas wleczenia, wartość momentu maksymalnego itp. Przykładowe wykresy zamieszczono na rysunkach 6.2 ÷ 6.4.

Pomiar momentu dynamicznego Nr 4  
Zbiór: d19120.dta

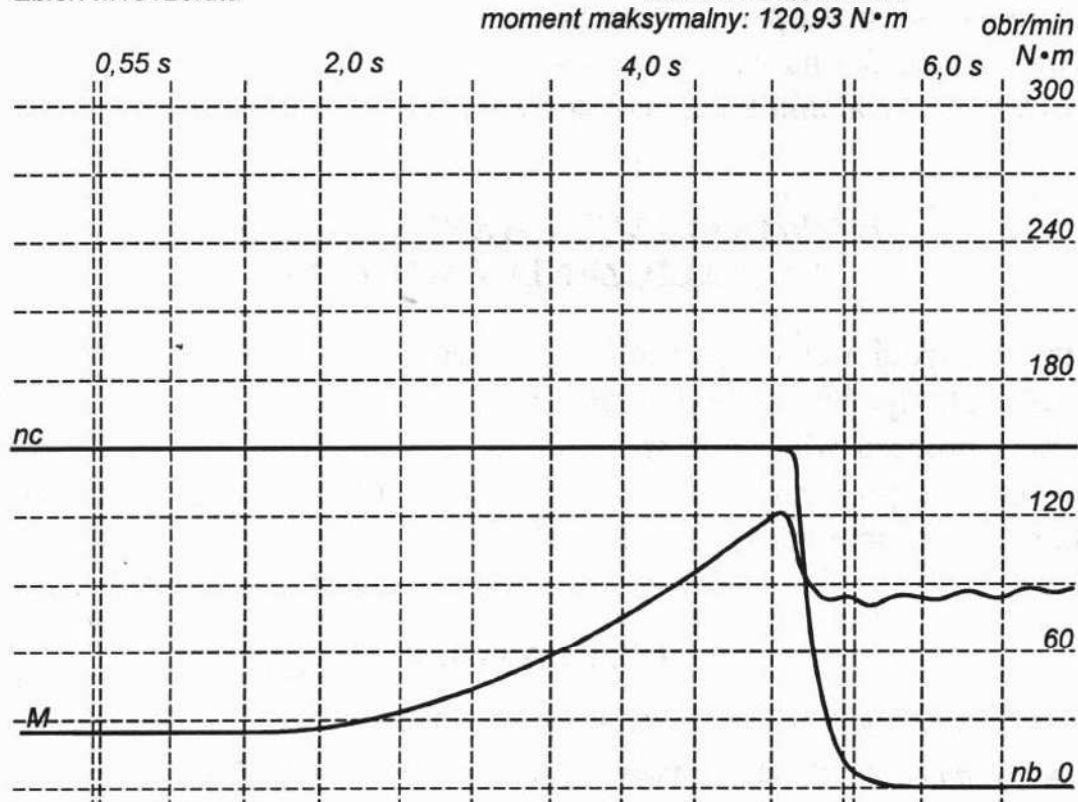
prędkość: 150 obr/min  
moment: 6% M-max  
czas włączenia: 0,95 s



Rys. 6.2. Przebieg momentu i prędkości w czasie załączenia sprzęgła

Pomiar momentu maksymalnego Nr 3  
Zbiór: m19120.dta

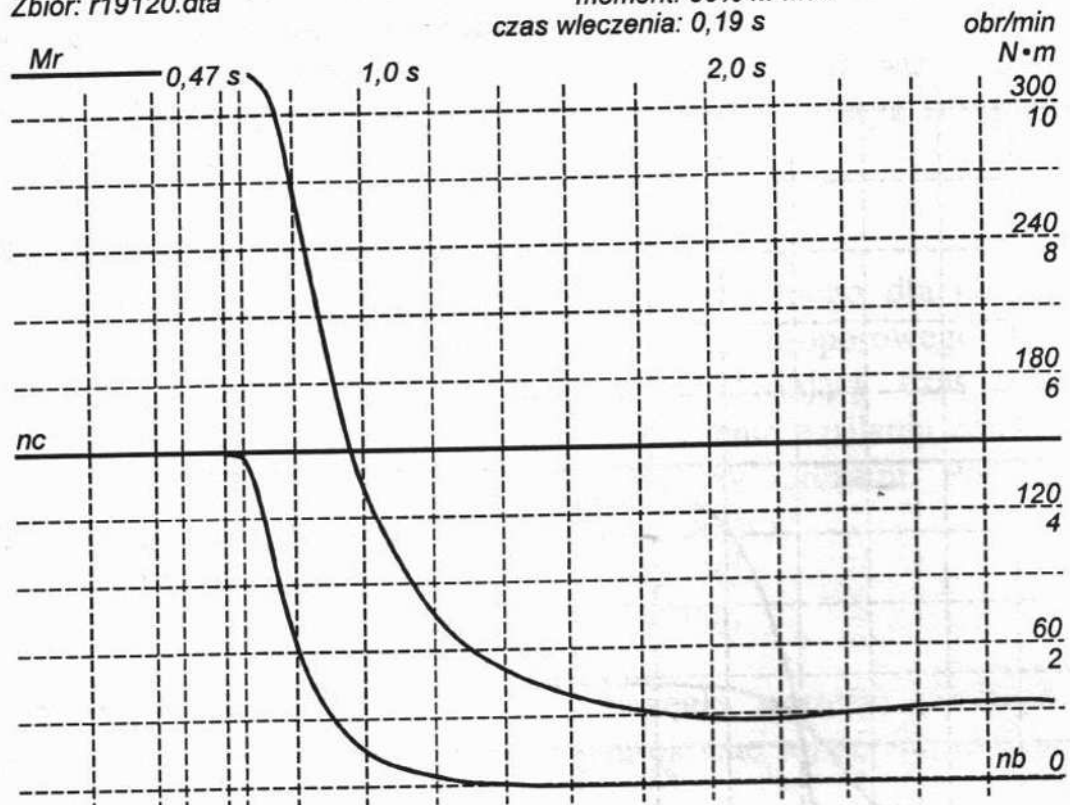
prędkość: 150 obr/min  
moment: 30% M-max  
moment maksymalny: 120,93 N·m



Rys. 6.3. Wynik pomiaru wartości momentu maksymalnego

Pomiar momentu resztkowego Nr 2  
Zbiór: r19120.dta

prędkość: 150 obr/min  
moment: 30% M-max  
czas włączenia: 0,19 s



Rys. 6.4. Wynik pomiaru wartości momentu resztkowego

Na podstawie analizy otrzymanych w czasie ćwiczenia wyników należy opracować wnioski odnośnie:

- przebiegu procesu rozruchu,
- wpływu prędkości i obciążenia na czas włączenia sprzęgła,
- wpływu prędkości na wartości maksymalnego momentu obrotowego statycznego i momentu przenieszonego dynamicznego,
- wpływu prędkości na wartość momentu resztkowego,
- poprawności działania badanego sprzęgła.

## 6.5. OBOWIĄZUJĄCY ZAKRES WIADOMOŚCI DO ZALICZENIA ĆWICZENIA

- Rodzaje sprzęgieł ciernych i ich zastosowanie.
- Bilans energetyczny sprzęgła ciernego.
- Przebieg procesu włączenia sprzęgła.
- Modelowanie prostych układów napędowych i ich opis matematyczny.
- Dobór i obliczanie sprzęgieł ciernych.

## LITERATURA

- [1] Osiński Z.: Sprzęgła i hamulce. PWN, Warszawa 1986.
- [2] Osiński Z., Bajon W., Szucki T.: Podstawy konstrukcji maszyn. PWN, Warszawa 1986.
- [3] Markusik S.: Sprzęgła mechaniczne. WNT, Warszawa 1979.
- [4] Pełczewski W.: Sprzęgła elektromagnetyczne. WNT, Warszawa 1965.