

ELIMINACJA REZONANSU PODSTAWOWEGO W NAPĘDZIE Z MAGNETOELEKTRYCZNYM SILNIKIEM SKOKOWYM

Rezonans podstawowy występuje w napędach z silnikami skokowymi przy małych obciążeniach tarciovych i dużych bezwładnościowych. Prowadzi on do powstania w napędzie dużych błędów kątowych lub w krytycznym przypadku do opuszczenia pojedynczych skoków lub ich serii. Z tego względu przy pracy napędu w zakresie częstotliwości rezonansu podstawowego należy stosować sposoby sterowania eliminujące zjawiska rezonansowe lub wprowadzać obciążenia tarciove. W niniejszej pracy prezentowana będzie metoda eliminacji zjawisk rezonansu podstawowego przez sterowanie magneto-elektrycznego silnika skokowego w funkcji prądu.

Opis

1. Istota metody

Metoda polega na podziale skoku wykonywanego przez wirnik na trzy fazy. W pierwszej z nich następuje rozruch silnika, w drugiej — hamowanie, w trzeciej — ustalenie. Istotą metody jest uzależnienie momentu przełączania uzwojeń od wartości prądu płynącego w zasilanym uzwojeniu. Wzajemne powiązanie wielkości elektrycznych z mechanicznymi i z czasem, występujące w magneto-elektrycznym silniku skokowym, powoduje uzależnienie prądu, we włączonym uzwojeniu od elektromagnetycznej stałej czasowej i napięcia rotacji pochodzącego od poruszającego się wirnika. Zależność tę pokazano na rys. 1.

Przebieg prądu we włączonym uzwojeniu, gdy prędkość początkowa jest różna od zera przedstawiono na rys. 2.

W tym przypadku nie występuje charakterystyczne chwilowe zmniejszenie wartości prądu, ponieważ w chwili włączenia uzwojenia, napięcie rotacji ma pewną określoną wartość chwilową. Przebieg prądu w decydującym stopniu zależy od napięcia zasilania i elektromagnetycznej stałej czasowej uzwojenia. Proces sterowania w funkcji prądu przedstawiono na rys. 3. Zewnętrzny impuls sterujący powoduje włączenie kolejnego n -tego uzwojenia. Gdy prąd w uzwojeniu tym osiągnie po raz trzeci wartość i_{p1} , następuje wyłączenie n -tego uzwojenia i włączenie poprzedniego $n-1$. Do chwili osiągnięcia przez prąd w $n-1$ uzwojeniu wartości i_{p2} po raz drugi wirnik silnika jest hamowany. Po osiągnięciu tej wartości następuje wyłączenie uzwojenia $n-1$ i ponowne włączenie uzwojenia n ustalające wirnik w położeniu zadanym. Pojawienie się kolejnego impulsu zewnętrznego powoduje powtórzenie się tego cyklu dla następnej pary uzwojeń, czyli dla uzwojeń $n+1$ i n . Odpowiedni dobór wartości prądu,

przy których następuje przełączanie uzwojeń zapewnia aperiodyczne dojście wirnika do położenia ustalonego i eliminuje drgania rezonansowe napędu.

2. Wyniki badań

Do badań eksperymentalnych wybrano magnetoelektryczny silnik skokowy produkcji ZSRR typu ШД-2А o danych:

- skok $22,5^{\circ}$
- liczba pasm uzwojenia sterującego 4
- maksymalny moment synchronizujący 0,0255 Nm (260 Gcm)
- znamionowy moment obciążenia 0,0098 Nm (100 Gcm)
- graniczna częstotliwość rozruchowa 150 Hz
- współczynnik forsowania 1
- napięcie zasilania 14 V
- prąd pasma w stanie pracy statycznej 0,44 A

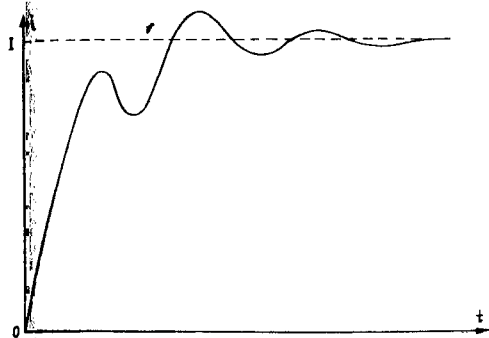
Silnik pracował w cyklu komutacji 1/4 co oznacza zasilanie kolejnych pasm uzwojenia przez 1/4 okresu komutacji. Obciążany był momentami bezwładności w postaci walców zakładanych na wałek silnika. Przebieg drogi w funkcji czasu był określany za pomocą liniowego potencjometru wieloobrotowego firmy "Helipot" i rejestrowany przy użyciu oscylografu pętlicowego typu H700, produkcji ZSRR. Początkowo nie stosowano ograniczania drgań rezonansowych. Wyniki tych badań podano w tabeli 1.

Tablica 1

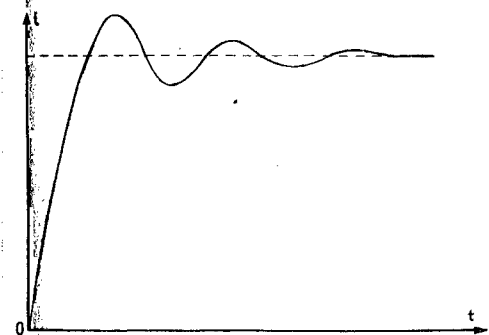
Wpływ częstotliwości rezonansowej na pracę napędu

$\frac{J}{J_n}$	f_r [Hz]	Liczba skoków, po której napęd gubi skoki
0	43,5	2
1	37,0	2
2	28,6	3
3	25,6	2
4	23,3	2
5	21,3	2
6	20,0	2
7	18,2	2
8	16,9	2
9	16,1	2
10	15,4	1

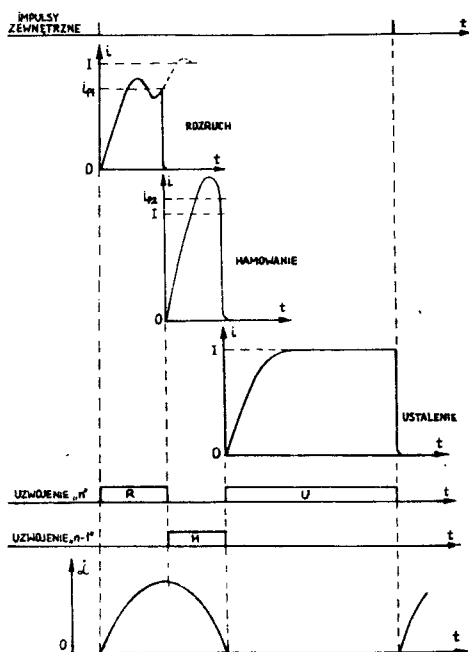
Następnie stosowano zmieniony komutator elektroniczny wykorzystujący istotę metody eliminacji drgań wirnika. Przy identycznych obciążeniach bezwładnościowych i tych samych częstotliwościach nie stwierdzono występowania rezonansu podstawowego, napęd pracował poprawnie, nie opuszczał skoków. Ilustracją pracy napędu z częstotliwościami rezonansu podstawowego bez eliminacji i z eliminacją zjawisk rezonansowych są oscylogramy przedstawione na rysunkach 4, 5, 6, 7.



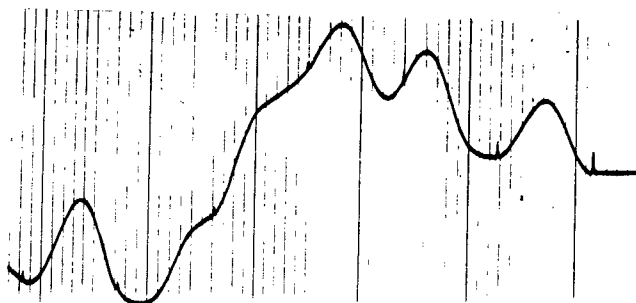
Rys. 1. Przebieg prądu we włączonym uzwojeniu silnika w funkcji czasu przy zerowej prędkości początkowej wirnika



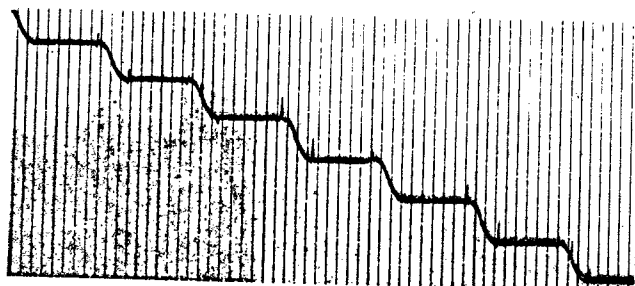
Rys. 2. Przebieg prądu w funkcji czasu przy prędkości dodatniej różnej od zera



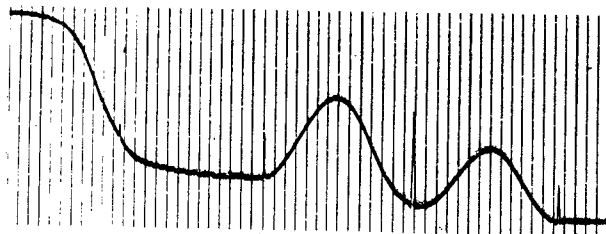
Rys. 3. Proces sterowania magnetoelektrycznego silnika skokowego w funkcji prądu



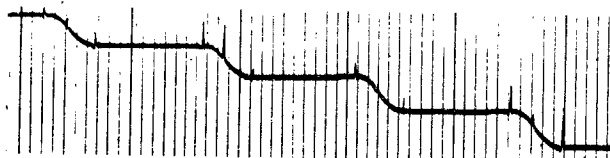
Rys. 4. Ruch wirnika z częstotliwością rezonansu podstawowego bez ograniczania drgań $J/J_n = 2$.



Rys. 5. Ruch wirnika z częstotliwością rezonansu podstawowego z ograniczeniem drgań $J/J_n = 2$.



Rys. 6. Ruch wirnika z częstotliwością rezonansu podstawowego bez ograniczania drgań $J/J_n = 8$.



Rys. 7. Ruch wirnika z częstotliwością rezonansu podstawowego z ograniczeniem drgań $J/J_n = 8$.

Literatura

- [1] Borkowski J., Sochocki R.: Silniki skokowe. Przegląd Elektrotechniczny, 1970, nr 1.
- [2] Goryca Z.: Metoda ograniczania drgań magnetoelektrycznego silnika skokowego. Rozprawa Doktorska P W 1981.
- [3] Nadachowski M., Kulka Z.: Liniowe układy scalone. Warszawa 1976, WNT.