

Jakub BARTOSZEK* Dorota KOZANECKA**

* Studium Doktoranckie Budowa i Eksploatacja Maszyn

Wydziału Mechanicznego PŁ

**Instytut Maszyn Przepływowych PŁ

EKSPERYMENTALNA IDENTYFIKACJA CHARAKTERYSTYK UKŁADÓW WYKONAWCZYCH AKTYWNEGO ŁOŻYSKA MAGNETYCZNEGO O RÓŻNEJ STRUKTURZE RDZENI

W systemie aktywnego łożyska magnetycznego współpracują dwa zasadnicze komponenty:

- mechaniczny, który stanowi czop i panew z elektromagnesami
- elektroniczny, który stanowią czujniki pomiaru położenia czopa względem panwi, czujniki pomiaru prądu w uzwojeniach elektromagnesów oraz układy sterujące wraz układami przekazywania energii (wzmacniaczami mocy).

Wzajemna współpraca tych komponentów wymaga opracowania odpowiedniego algorytmu sterowania oraz programu dla układów pomiarowo-sterujących.

Zmiana położenia wału względem zadanej pozycji równowagi uruchamia w systemie elektronicznego sterowania regulację prądu. Efektem tego jest zmiana sił oddziaływania elektromagnesów, która sprowadza wał do zadanej pozycji [1, 2].

Odpowiednia wartość prądu jest generowana przez elektroniczne układy wykonawcze na podstawie sygnału wypracowanego przez regulator zgodnie z zadanym algorytmem.

Bardzo istotnymi, z punktu widzenia prawidłowego funkcjonowania systemu łożyskowego są charakterystyki jego układów wykonawczych. Uniezależnienie charakterystyk mechanicznych systemu łożyskowego od właściwości układu wykonawczego wymaga zachowania symetrii ich właściwości, co ułatwia w dalszym etapie projektowanie systemu sterowania łożyskiem.

W pracy przedstawiono wyniki badań właściwości układów wykonawczych aktywnego łożyska magnetycznego, które różnią się między sobą technologią wykonania struktury mechanicznej. Do badań zostały wykorzystane dwie struktury elektromagnesów: z rdzeniami złożonymi z cienkich blach ferromagnetycznych oraz z rdzeniami wykonanymi z litego materiału. Struktura wykonana z litego materiału jest technologicznie prostsza, mniej kosztowna, jednak należy liczyć się np.: ze zwiększonymi stratami mocy.

Wersję konstrukcyjną łożyska z litymi rdzeniami włączono do cyklu badań, aby ocenić właściwości takiej konfiguracji układów wykonawczych. Z praktycznego punktu widzenia koncepcję zastosowania tego rozwiązania można rozważyć w układzie wirującym wiotkiego wału, w którym łożysko magnetyczne stanowiące dodatkową podporę jest włączane tylko „chwilowo” modyfikując właściwości dynamiczne układu przy przechodzeniu przez częstość krytyczną.

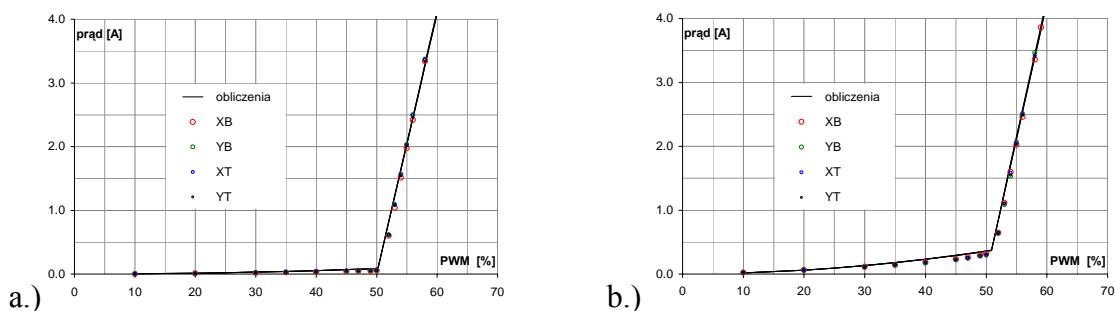
Badania wykonywane były na stanowisku badawczym wykorzystując strukturę mechaniczną łożyska poprzecznego, której czop podparto w taki sposób, aby zachować stałą wartość luzu między czopem i panwią $s=0.5mm$. Pomiary wykonano dla dwóch wersji konstrukcyjnych panwi łożyska:

- rdzeń złożony z blach – typ B

- rdzeń lity – typ L.

Konstrukcja stanowiska badawczego zapewnia odpowiednie mocowanie czopa, aby charakterystyki *wypełnienie - prąd* dla poszczególnych par elektromagnesów mogły być wykonane w takich samych warunkach oddziaływania pola magnetycznego.

W tej samej konfiguracji zmierzono wartości indukcyjności i oporności poszczególnych torów wykonawczych łożysk: typu B oraz typu L. Dla idealnie uzwojonej panwi łożyska wartości indukcyjności i oporności uzwojenia każdej pary elektromagnesów powinny być takie same. W rzeczywistej konstrukcji zwykle występują niewielkie ich rozrzuty.



Rys.1. Teoretyczne i eksperymentalne charakterystyki *wypełnienie – prąd* dla wszystkich torów, $f_{PWM} = 3333\text{Hz}$ a.) łożysko – typ B, b.) łożysko – typ L

Na rys. 1 pokazano weryfikację wyznaczonych eksperymentalnie i obliczonych teoretycznie charakterystyk *wypełnienie – prąd* dla częstotliwości impulsów sterujących $f_{PWM} = 3333\text{Hz}$, dla dwóch wersji konstrukcyjnych łożyska.

Charakterystyki *wypełnienie - prąd* wykazują dwie fazy przebiegu prądu w zależności od wypełnienia W , co zostało potwierdzone wynikami obliczeń [2]. Charakterystyki te są nieliniowe w zakresie wypełnień $W < 50\%$ i zależą od kwadratu wypełnienia. Zostały aproksymowane wielomianem drugiego stopnia. Dla wypełnienia $W > 50\% \div 60\%$ odcinek charakterystyki, jest liniową funkcją wypełnienia i został aproksymowany linią prostą. Dla rzeczywistego układu wykonawczego łożyska, istnieje maksymalna wartość wypełnienia, powyżej której układ wchodzi w nasycenie. Jest to granica możliwości funkcjonowania łożyska związana z właściwościami magnetycznymi zastosowanych materiałów czopa i panwi (charakterystyki zmiany indukcji w szczeliny w funkcji natężenia pola magnetycznego) oraz parametrów uzwojenia elektromagnesów.

Przebiegi charakterystyk teoretycznych i eksperymentalnych *wypełnienie - prąd* wykazują symetrię właściwości dla wszystkich torów wykonawczych. Efekt ten był możliwy do uzyskania po modyfikacji konstrukcji układów przekazywania mocy.

LITERATURA

- [1] Gosiewski Z., Łożyska magnetyczne dla maszyn wirnikowych. Podstawy teoretyczne. Sterowanie i badania cz. II, Bibliot. Nauk. Inst. Lotnictwa, W-wa, 1999
- [2] Kozanecka D., Sterowane cyfrowo łożysko magnetyczne, Zeszyty Naukowe PŁ, nr 842, Rozprawy Naukowe Z. 271, Łódź 2000

THE EXPERIMENTAL IDENTIFICATION OF CHARACTERISTICS OF SYSTEMS OF ACTIVE MAGNETIC BEARING OF VARIOUS CORE STRUCTURES

Summary: The paper presents the results of experiments on the properties of the systems of an active magnetic bearing that differ in the technology of making mechanical structure.