ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1995

Seria: MECHANIKA Z. 121 Nr kol. 1266

Maciej BODNICKI
Instytut Konstrukcji Przyrządów Precyzyjnych i Optycznych
Politechnika Warszawska

STANOWISKO DO POMIARU MOMENTU OBROTOWEGO W MODELU UKŁADU NAPĘDOWEGO

Streszczenie. Przedstawiono stanowisko stosowane w badaniach dotyczących doboru parametrów mierników momentu dołączanych do układów napędowych techniki precyzyjnej. Zaprezentowana modułowa struktura stanowi model układu napędowego z mikrosilnikiem. Scharakteryzowano przyjętą koncepcję zmieniania parametrów takiego układu. Podkreślono wykorzystanie badań doświadczalnych przy weryfikacji wyników symulacji komputerowych.

TEST RIG FOR TORQUE MEASUREMENT MODEL OF DRIVE SYSTEM

Summary. Stand used in research works on reasonable selection of parameters of torque transducers added to precision drive systems is described. Presented unit structure is a model of drive with electric micromotor. Assumed idea of changing parameters of this system is characterised. Test results are used in verification of computer simulation of measuring paths.

СТЕНД ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИИ МОМЕНТА В МОДЕЛИ ПРИВОДНОГО СИСТЕМА

Резюме. Представлено стенд проведен в работах по подоборе параметров измерителей момента, которые присоединые к точным приводным системом. Показана модульная структура это модель привода с микроэлектродвигателем. Схарактеризован способ изменения параметров этого привода. Результаты исследовании в стенде имеют значение при проверке компьютерной симуляции измерительных линий.

1. PRZEZNACZENIE STANOWISKA

W badanich układów napędowych stosowanie niektórych przetworników wielkości mechanicznych (położenia kątowego, prędkości kątowej, momentu) wiąże się z ingerencją w strukturę obiektu. W układach napędowych techniki precyzyjnej - charakteryzujących się małymi wartościami momentów bezwładności elementów wirujących - może to nawet prowadzić do interakcji pomiędzy elementami stanowiska badawczego a badaną strukturą.

Coraz powszechniej do rozwiązywania problemów związanych z projektowaniem struktury systemu pomiarowego stosowane są metody modelowania matematycznego i symulacji komputerowych. Wyniki analiz prowadzonych takimi metodami są możliwe do wykorzystania pod warunkiem zweryfikowania przyjętego modelu.

Problem uwzględniania wpływu przetwornika na wyniki badań występuje szczególnie podczas planowania dynamicznych pomiarów momentu obrotowego za pomocą momentomierza obrotowego włączanego w strukturę łańcucha napędowego. W pracach na ten temat prowadzonych w IKPPiO PW stosowane są symulacje komputerowe [2, 3], ale uwzględniono także konieczność wykonywania badań doświadczalnych. Charakter zaplanowanych eksperymentów stwarzał potrzebę dołączenia momentomierza (wybranego z typoszeregu) do różnych układów napędowych.

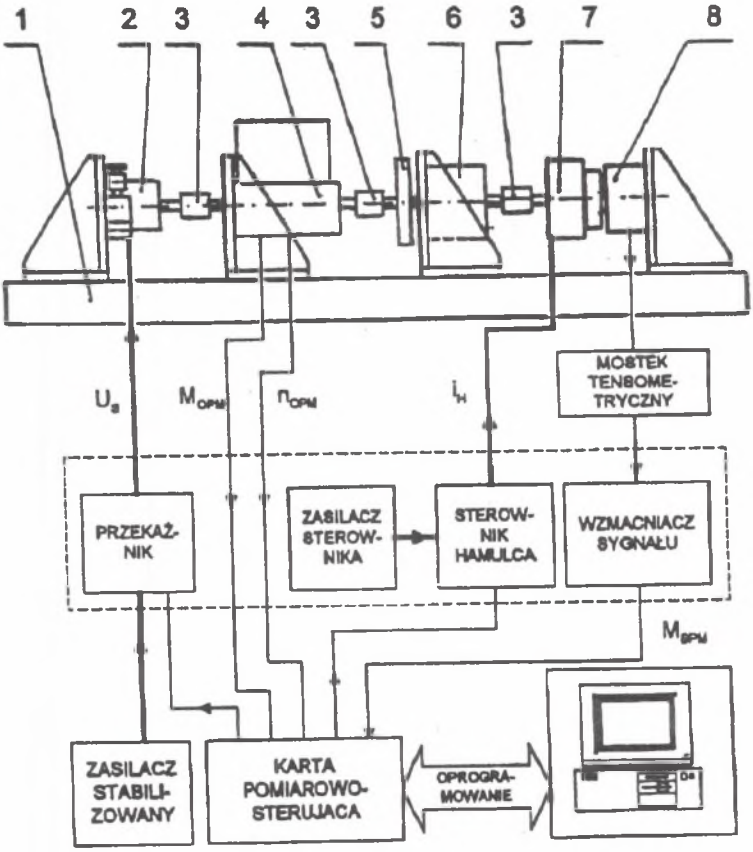
Przyjęto koncepcję stanowiska, którego zespoły mechaniczne stanowią w istocie model układu napędowego techniki precyzyjnej, którego wybrane cechy mogą być łatwo dobierane zgodnie z programem badań. Układ składa się z mikrosilnika i odbiornika momentu o zmiennych parametrach, przy czym pomiędzy te elementy mogą być dodatkowo dostawiane przekładnie i sprzęgła różnych typów. W wytypowanych miejscach powstałej struktury dołączany jest momentomierz obrotowy. Możliwe jest również przyłączanie przetworników pomiarowych innych wielkości (np. prędkości obrotowej lub położenia kątowego). Zgodnie z przeznaczeniem stanowiska tworzony układ napędowy i system pomiarowy są również modelowane matematycznie.

2. OPIS STANOWISKA

Zespoły mechaniczne zaprojektowano na podstawie struktury stanowisk badawczych przyjętej w IKPPiO PW [5, 6]. Cechą charakterystyczną tego systemu jest jednolity system umieszczania, pozycjonowania i mocowania podzespołów. Wymienne uchwyty elementów stanowiska są osadzane na wspólnym łożu. Przyjęte rozwiązania konstrukcyjne prowadnicy łoża oraz mechanizmy regulacyjne uchwytów zapewniają możliwość osiągnięcia współosiowego położenia wałków podzespołów.

Konfiguracja stanowiska wykorzystywana w badaniach wpływu cech momentomierzy obrotowych na wyniki pomiaru momentu została przedstawiona na rys. 1.

Funkcję napędzanego mechanizmu o zadawanych zgodnie z programem badań parametrach spełniają łącznie hamulec proszkowy z zespołem bezwładnika. Hamulec umożliwia zmianę wartości momentu hamującego, zaś zespół bezwładnika masowego momentu bezwładności układu. Mechanizm ten jest napędzany przez mikrosilnik prądu stałego.
W zastosowanym do zadawania momentu hamującego elektromagnetycznym hamulcu proszkowym wykorzystywane jest tarcie pomiędzy drobinami specjalnego proszku



Rys. 1. Schemat stanowiska
Zespół mechaniczny: 1 -łoże, 2 -mikrosilnik, 3 -sprzęgła, 4 -momentomierz obrotowy OPM/Z, 5 - wymienna tarcza, 6 - korpus bezwładnika, 7 - hamulec proszkowy, 8 - momentomierz stacjonarny SPM;
Sygnały: U_s- napięcie zasilania mikrosilnika, i_H-prąd hamulca, M_{OPM}-moment z momentomierza obrotowego, M_{SPM}-moment z momentomierza stacjonarnego, n_{OPM}- prędkość obrotowa (z przetwonika w momentomierzu obrotowym)

Fig. 1. Scheme of the test ring
Mechanical part: 1 -bed, 2 -micromotor, 3 couplings, 4 -rotary torque meter OPM/Z type, 5-exchangeable disc,6-internal modul,7-powder brake, 8-stationary torque meter SPM type
Signals: U_s - supply voltage, i_H - brake current, M_{OPM} - torque of rotary torque meter, M_{SPM} - torque of stationary torque meter, n_{OPM} - rpm speed (transducer in OPM/Z)

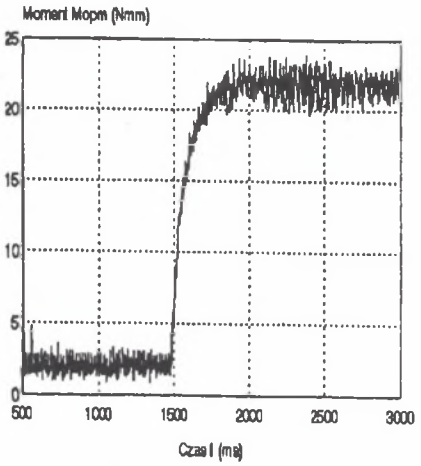
ferromagnetycznego umieszczonego w przestrzeni pomiędzy wirnikiem a elektromagnesem stojana. Moment tarcia - występujący podczas obrotu wirnika - zależy od wielkości namagnesowania proszku, proporcjonalnego do prądu zasilającego uzwojenie stojana, przy czym możliwe jest dobranie warunków pracy, przy których nie występuje praktycznie zależność pomiędzy momentem hamującym a prędkością obrotową wirnika. Do zapewnienia możliwości kontroli rzeczywistych wartości momentu hamującego hamulec jest umieszczony w uchwycie tensometrycznego momentomierza stacjonarnego SPM. Momentomierz SPM mierzy w takim zestawieniu moment reakcji stojana hamulca.

Momentomierze obrotowe wykorzystywane w eksperymentach należą do opracowanego w IKPPiO PW typu OPM o wymiennych podzespołach wirujących, decydującymi między innymi o zakresie pomiarowym przyrządu [1].

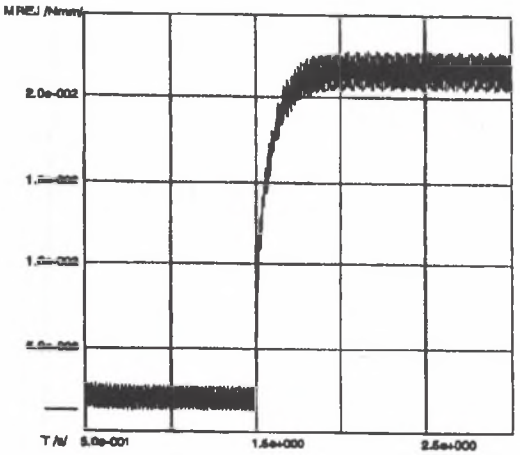
Sterowanie i rejestracja danych pomiarowych realizowane są z wykorzystaniem mikrokomputera klasy IBM PC, wyposażonego w uniwersalną kartę pomiarową. Elementy wykonawcze i przetworniki są podłączone do karty za pośrednictwem specjalnego modułu sprzęgającego, zawierającego: niezbędne zasilacze, sterownik hamulca proszkowego, przekaźnik toru zasilania mikrosilnika oraz układy dopasowujące poziomy sygnałów. Oprogramowanie stanowiska umożliwia rejestrację od 1 do 3 sygnałów analogowych, z wyborem liczby punktów i kroku pomiarowego. Zapisane przebiegi są wizualizowane na monitorze oraz zapisywane w postaci plików ASCII. Algorytmy sterowanie pozwalają programować czas pracy mikrosilnika oraz zadawać moment hamujący o żądanych wartościach i przebiegu zgodnym z jedną z wybranych procedur (np. stałego poziomu, skokowej zmiany, zmiany narastającej).

3. BADANIA

Stanowisko zostało uruchomione i jest stosowane w badaniach. Uzyskiwane rezultaty pozwalają na pozytywną ocenę poprawności wyników symulacji komputerowych układów w nim tworzonych. W przykładzie zaprezentowanym na rys. 2 i 3 prowadzono przez 2,5 sekundy pomiar momentomierzem o zakresie 100 mNm. Podczas rejestracji w mechaniźmie występował skokowy wzrost momentu hamującego. Przebieg rejestrowany pokazano na rys. 2, natomiast na rys. 3 - wynik symulacji komputerowej. Symulację wykonywano stosując język symulacji obiektów dynamicznych AMIL na podstawie opracowanych modeli matematycznych: struktury mechanicznej (w oparciu o zasadę Hamiltona [2, 3]) oraz torów przetwarzania w momentomierzu i układzie rejestracji (z uwzględnieniem niepewności pomiaru i ograniczeń częstotliwościowych) [4].



Rys. 2. Przykładowy przebieg momentu z momentomierzem OPM/Z, zarejestrowany podczas zmiany momentu hamującego w napędzanym mechanizmie
Fig. 2. Examplary signal of OPMZ torqu meter recorded while jump chance of braking torque in driven mechanism



Rys. 3. Symulacja komputerowa pomiaru z rys. 2
Fig. 3. Computer simulation of measurment from Fig. 2.

4. PODSUMOWANIE

Przedstawione stanowisko pozwala poprzez zmianę mikrosilnika i parametrów odbiornika momentu, szybko tworzyć różnorodne warianty układu napędowego, umożliwiając tym samym wszechstronne analizowanie zagadnień pomiaru momentu w układach rozpatrywanej klasy. Eksperymenty dostarczają danych do weryfikacji przyjmowanych modeli matematycznych, przy czym należy podkreślić , iż porównania są możliwe dzięki uwzględnieniu w tych modelach cech całych torów pomiarowych.

Zrealizowany system sterowania i akwizycji danych, w połączeniu z dostępnym szerokim zestawem przetworników i wyposażenia, mocowanych w łatwo przyłączalnych modułach, umożliwia prowadzenie badań właściwości poszczególnych elementów składowych urządzeń napędowych techniki precyzyjnej (np. mikrosilników, sprzęgieł czy przekładni).

LITERATURA

[1] Bodnicki M., Sakowicz P.: Rozwój konstrukcji momentomierzy obrotowych typu OPM, przeznaczonych do badania układów napędowych techniki precyzyjnej. Materiały IX Sympozjum MIKROMASZYNY I SERWONAPĘDY. Kraków, 5-9.09.1994, ss. 139-148

[2] Bodnicki M.: Symulacja badania mechatronicznego układu napędowego, zawierającego momentomierz obrotowy, Materiały III Sympozjum MODELOWANIE I SYMULACJA SYSTEMÓW POMIAROWYCH. Wydawnictwo Zakładu Metrologii AGH, Kraków 1993, ss. 199-207

[3] Bodnicki M.: Momentomierze obrotowe w badanich układów napędowych urządzeń precyzyjnych. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, s. Mechanika, z. 115, Gliwice 1994, ss. 27-34

[3] Bodnicki M.: Modelowanie systemu pomiarowego momentu obrotowego. Materiały IV Sympozjum MODELOWANIE I SYMULACJA SYSTEMNÓW POMIAROWYCH. Wydawnictwo Zakładu Metrologii AGH, Kraków 1994, ss. 214-221

[5] Bodnicki M., Dziubalski Ł., Wierciak J., Wolski W.: Skomputeryzowane stanowisko do wyznaczania właściwości mikrosilników prądu stałego. Pomiary Automatyka Kontrola, 1993 nr 4, ss. 88-90

[6] Czerwiec W.: Stanowisko pomiarowe do badań statycznych właściwości silników skokowych. Materiały VIII Sympozjum MIKROMASZYNY I SERWONAPĘDY. Książ k. Wałbrzycha 14-18.09.1992, t. II, ss. 84-94

Recenzent: prof. dr hab. inż. A. Olędzki

Wpłynęło do Redakcji w grudniu 1994 r.