

SYMPOZJON "MODELOWANIE W MECHANICE"

POLSKIE TOWARZYSTWO MECHANIKI TEORETYCZNEJ I STOSOWANEJ

Beskid Śląski, 1990

Tadeusz Tyrlik, Marian Wiercigroch

Instytut Budowy Maszyn

Adam Solipiwo

Instytut Mechaniki i Podstaw Konstrukcji Maszyn

POLITECHNIKA ŚLĄSKA

BADANIA EKSPERYMENTALNE WŁAŚCIWOŚCI DYNAMICZNYCH OBRABIAREK

Streszczenie . W pracy omówiono dwie podstawowe metody badań eksperymentalnych właściwości dynamicznych a mianowicie testu impulsowego oraz badania eksploatacyjne. Zamieszczono schematy stanowisk badawczych umożliwiających automatyczny zapis i obróbkę sygnału, odpowiedzi układu oraz wnioski dotyczące wskaźników jakości dynamicznej wiertarko-frezarki WFM 100 CNC.

1. Wstęp

Badania właściwości dynamicznych powinny udzielić odpowiedzi na pytania dotyczące zachowania się struktury dynamicznej badanej obrabiarki, pojmowanej jako [1,2] :

- odpowiedzi czasowych dla procesów przejściowych,
- widm rezonansowych układu nośnego (drżania giętne),
- widm rezonansowych układu napędowego (drżania skrętne),
- generowania się drgań wymuszonych procesem skrawania (drżania samowzbudne),
- dysypacji energii w układzie OUPN (Obrabiarka-Uchwyt-Przedmiot Obrabiany-Narzędzie).

Doświadczalną identyfikację w/w wielkości można przeprowadzić zasadniczo trzema metodami :metodą testu harmonicznego, metodą testu impulsowego, badaniami skrawaniovymi (eksploatacyjnymi).

Metoda identyfikacji testem harmonicznym polega na spostrzeżeniu, że wymuszenie harmoniczne jest wymuszeniem elementarnym za pomocą którego można dokonać syntezy dowolnego wymuszenia [5].

Metoda testu impulsowego zakłada model sił impulsowych lub krótkotrwałych uderzeń w postaci funkcji delta Diraca [5].

Badania eksploatacyjne obrabiarki przeprowadzone i analizowane w odpowiednich warunkach mogą dostarczyć wielu cennych informacji. Prowadząc na obrabiarce (wiertarko-frezarce) typowe obróbki, np. wytaczanie, frezowanie, rejestruje się zachowanie charakterystycznych punktów układu nośnego (poziom przyspieszeń) bądź przebieg sił skrawania.

W niniejszej pracy doświadczalne badania właściwości dynamicznych przeprowadzono metodami testu impulsowego i prób skrawaniowych.

2. Metoda testu impulsowego

Praktyczną realizacją metody testu impulsowego jest wytworzenie krótkotrwałego impulsu siły poprzez uderzenie obiektu kulką stalową o znanej energii lub młotkiem impulsowym mającym możliwość oceny poziomu energii w trakcie pomiaru.

Do badań wykorzystano młotek impulsowy (Impact Hammer) duńskiej firmy Bruel & Kjaer (rys.1a), który umożliwił rejestrację sygnału wymuszenia (rys.1.b). Wartość siły rzeczywistej, uwzględniającej warunki pomiaru obliczano z zależności (1) i (2) [4] :

a) dla młotka bez masy dodatkowej

$$F_r = F_m \frac{m_h + m_t}{m_h} \quad (1)$$

gdzie: F_r - siła rzeczywista w [N].

F_m - siła mierzona w [N],

m_h - masa młotka w [g],

m_t - masa końcówki w [g].

b) dla młotka z masą dodatkową

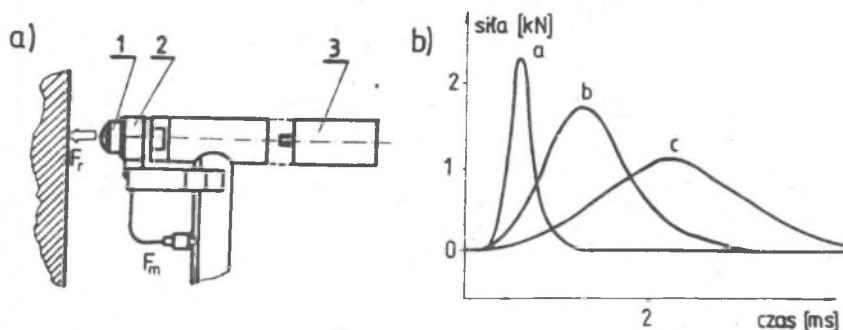
$$F_r = F_m \frac{m_h + m_{am} + m_t}{m_h + m_{am}} \quad (2)$$

gdzie: m_{am} - masa dodatkowa w [g].

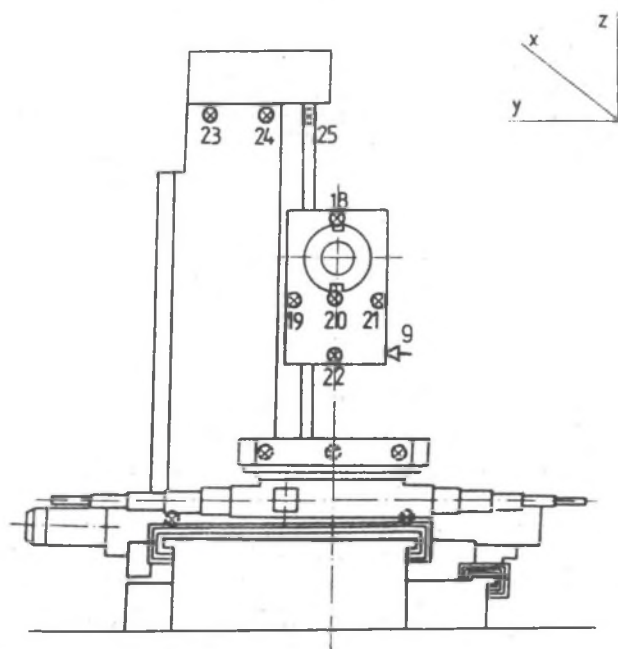
Badania przeprowadzono zgodnie z programem badań [1] wyznaczając odpowiedzi czasowe przyspieszeń charakterystycznych punktów układu kształtowania, której mapę dla płaszczyzny yz przedstawiono na rys.2.

Na rys.3 przedstawiono schemat stanowiska do badań dynamicznych metodą testu impulsowego z wykorzystaniem magnetofonu firmy B&K 7007.

Zarejestrowany analogowy sygnał napięcia przetworzono na sygnał cyfrowy za pośrednictwem karty AC zainstalowanej w jednostce centralnej mikrokomputera IBM AT. Do próbkowania sygnału analogowego oraz obróbki sygnału

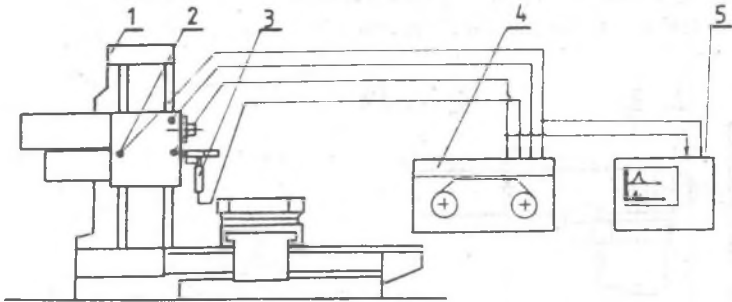


Rys.1. Młotek impulsowy firmy B&K oraz przebiegi czasowe impulsu: a) młotek typu 8202: 1-wymienna końcówka, 2-przetwornik siły typu 8200, 3-dodatkowa masa; b) przebiegi impulsu siły dla końcówek: 1-stalowej, 2-kauczukowej, 3-gumowej

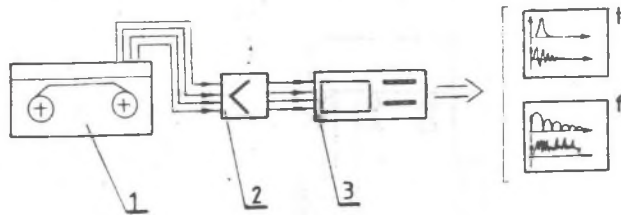


Rys.2. Mapa rozłożenia punktów pomiarowych dla badań właściwości dynamicznych metodą testu impulsowego w płaszczyźnie yz

cyfrowego wykorzystano programowy analizator sygnałów PAS6 (pakiet programów) [3] pracujący w konfiguracji jak na rys.4.



Rys.3. Schemat stanowiska do realizacji metody impulsowej i rejestracji sygnału wibroakustycznego; 1-WFM 100 CNC, 2-piezoelektryczny czujnik przyspieszeń drgań RFT typu KD35, 3-młotek impulsowy B & K typ 8202 z wbudowanym przetwornikiem siły typu 8200, 4-magnetofon pomiarowy B & K typu 7007 z modułami ZM 0060 do pomiaru wibracji, 5-oscyloskop dwukanałowy typu DF 525A.



Rys.4. Schemat stanowiska badawczego do obróbki sygnału wibroakustycznego; 1-magnetofon 7007 B&K, 2-wzmacniacz, 3-jednostka centralna mikrokomputera IBM AT pracująca z pakietem PAS6

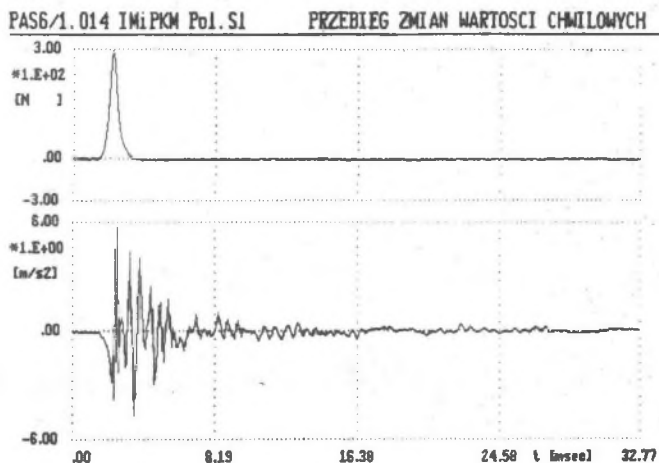
Na rys.5 przedstawiono przykładowy przebieg impulsu i odpowiedzi układu OUPN dla punktu nr 18 dla wymuszenia w punkcie 22 (rys.2).

3. Badania skrawaniowe

Właściwie przeprowadzone badania skrawaniowe określają [1]:

- właściwości dynamicznego układu OUPN,
- postać dynamicznej charakterystyki procesu skrawania.

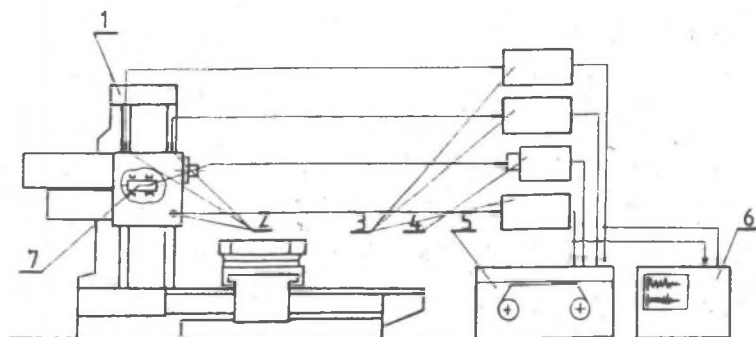
Przeprowadzając badania skrawaniowe na wiertarko-frezarce WFM 100 CNC



Rys.5. Przebieg czasowy impulsu i odpowiedzi układu

Economic skupiono się zasadniczo na dwóch odmiennych procesach, a mianowicie wytaczaniu otworów narzędziem jednoostrzowym oraz frezowaniu płaszczyn głowicą frezową.

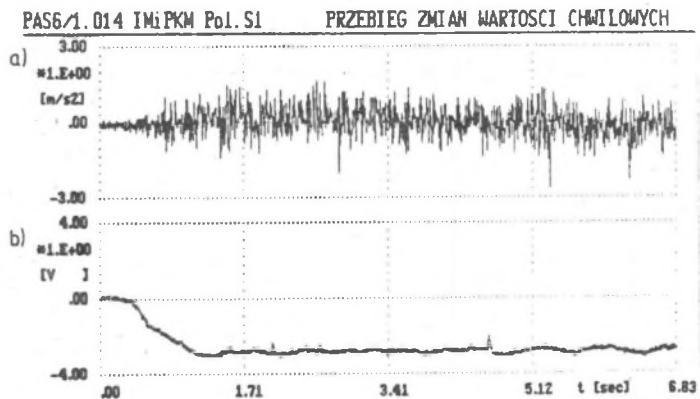
Rejestrowano przebiegi momentu skrawania (który przeliczano na siłę obwodową) oraz przyspieszeń reprezentatywnych punktów pomiarowych układu kształtowania. Zapis wartości chwilowych sygnałów przyspieszenia oraz momentu skrawania przeprowadzono na stanowisku pomiarowym, którego schemat przedstawiono na rys.6.



Rys.6. Schemat stanowiska pomiarowego do badań przebiegów czasowych przyspieszeń, drgań i momentu skrawania; 1-WFM 100 CNC Economic, 2-pie-

zoelektryczny czujnik przyspieszeń drgań RFT typu KD 35, 3-precyzyjny impulsowy miernik poziomu dźwięku RFT typu 00023 z przedwzmacniaczem mikrofonowym RFT typu MV 102 i adapterem RFT typu K 63, 4-wzmacniacz, 5-magnetofon pomiarowy B&K typu 7003, 6-oscyloskop typu DF 525A, 7-czujnik momentu obrotowego.

Na rys.7 przedstawiono przebieg czasowy składowej obwodowej siły skrawania oraz przyspieszenia punktu pomiarowego nr 9 dla fazy wcinania z posuwem $p_1 = 4$ [mm/min] (wytaczanie).



Rys.7. Charakterystyka czasowa procesu wcinania przy wytaczaniu dla posuwu $p_1 = 4$ [mm/min]; a) przyspieszenie punktu pomiarowego nr 9, b) składowa obwodowa siły skrawania

4. Wnioski

Przeprowadzone badania eksperymentalne właściwości dynamicznych miały na celu określenia niebezpiecznych zakresów pracy obrabiarki ze względu na powstawanie drgań rezonansowych. Należy uściślić, że wykonane badania są reprezentatywne jedynie w układzie nośnym obrabiarki, będącym jednym z ogniw dynamicznego układu OUPN. Pozwoliły one na konkretyzację następujących wniosków [1]:

1. Najślabszym ogniwem układu dynamicznego obrabiarki okazał się stojak w kierunku y , a mianowicie 289.9 [Hz]. Nie jest to częstotliwość osiągana obecnie wprost z procesów obróbczych, którą przykładowo dla frezowania wyznaczyć można jako iloczyn prędkości obrotowej wrzeciona i liczby zębów. Istnieje jednak możliwość powstawania drgań rezonansowych mająca raczej podłoże drgań samowzbudnych (zmiany chwilowego współczynnika

tarcia w procesie skrawania).

2. Obrabiarka zasadniczo dobrze tłumi drgania mechaniczne, ponieważ najdłuższy czas gaśnięcia sygnału przyspieszenia wynosi 65 [ms].

LITERATURA

- [1] *Wiercigroch M* : Komputerowo wspomaganą oceną właściwości statycznych i dynamicznych obrabiarek na przykładzie wiertarkofrezarki WFM 100 CNC, rozprawa doktorska, Gliwice 1989.
- [2] Praca NB-110/RMT-1/88 pt. "Analiza właściwości statycznych i dynamicznych wiertarko-frezarek dla budowy autonomicznych stacji obróbkowych", spr. z I etapu, Gliwice 1988.
- [3] *Cholewa W., Chodasewicz W., Kazmierczak J., Moczulski W., Solipiwo A., Wysogład B.* : Programowy analizator sygnałów PAS6. Prace Naukowe Instytutu Mechaniki i Podstaw Konstrukcji Maszyn Politechniki Śląskiej. Gliwice 1988.
- [4] Structural Testing. Part 1 & 2. Bruel & Kjaer 1988.
- [5] *Cempel Cz.* : Podstawy wibroakustycznej diagnostyki maszyn. WNT, Warszawa 1982.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СТАНКА

Резюме

В работе ообщаются два основные метода экспериментальных исследований динамических свойств, а именно : импульсный тест и эксплуатационные исследования. Представляются схемы лабораторных стендов, позволяющих автоматически записывать и обрабатывать сигнал, получать обратный сигнал, системы и выводы относительно показаний динамического качества сверлильно-фрезельного станка.

EXPERIMENTAL TESTING OF DYNAMIC PROPERTIES OF MACHINE TOOLS

Summary

In the article two fundamental methods of experimental testing of dynamic properties i.e. the impact method and method which providing the cutting process were discussed.

The scheme of testing stands which allow for automatically measurement and data proceeding and the conclusion of dynamic estimators of horizontal the boring machine WFM 100 CNC type are presented.