



(54) **Sposób wyznaczania sztywności statycznej obrabiarek**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:  
**03.12.2001 BUP 25/01**

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:  
**30.03.2007 WUP 03/07**

(73) Uprawniony z patentu:  
**Politechnika Śląska, Gliwice, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:  
**Jan Kosmol, Kędzierzyn-Koźle, PL**  
**Janusz Śliwka, Gliwice, PL**

(74) Pełnomocnik:  
**Ziółkowska Urszula, Politechnika Śląska**

(57) Sposób wyznaczania sztywności statycznej obrabiarek, wykorzystujący dynamicznie zmienną siłę wymuszającą i sejsmiczne czujniki drgań, **znamienny tym**, pomiar przemieszczeń odbywa się za pomocą sejsmicznych czujników drgań, przy czym charakterystykę sztywności statycznej uzyskuje się poprzez generowanie siły harmonicznej o stałej amplitudzie i skokowo zmienianej składowej stałej.

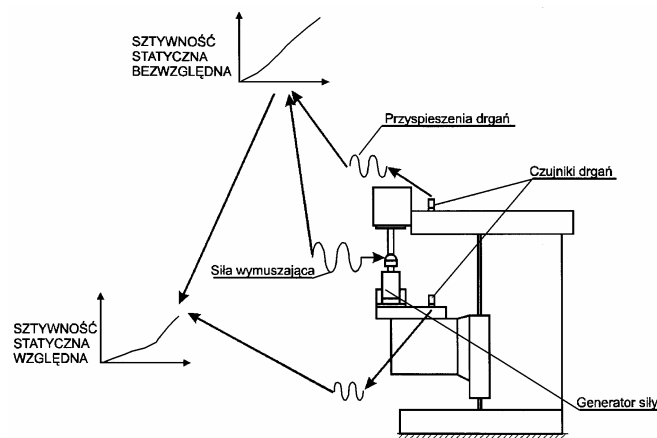


Fig.1

## Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób wyznaczania sztywności statycznej obrabiarek wykorzystujący dynamicznie zmienną siłę wymuszającą i czujniki drgań do pomiaru przemieszczeń.

Istniejące metody wyznaczania wskaźnika sztywności polegają na symulowaniu siły skrawania lub składowych sił skrawania na niepracującej obrabiarce i pomiarze statycznych odkształceń wybranych zespołów obrabiarki w określonych kierunkach. Pomiar odkształceń odbywa się za pomocą mechanicznych lub indukcyjnych czujników przemieszczeń. Założeniem tych metod jest nieodkształcalność układu odniesienia, na którym spoczywają czujniki przemieszczeń. Spełnienie tego warunku w przypadku obrabiarek wielkogabarytowych jest niezwykle trudne i pracochłonne. Ponadto występuje problem pomiaru przemieszczeń rzędu mikrometrów czujnikami umieszczonymi na rusztowaniach o wymiarach gabarytowych rzędu kilkunastu metrów.

Metoda wykorzystująca dynamicznie zmienną siłę wymuszającą zwana metodą dynamicznego wyznaczania sztywności statycznej (DWSS) bazuje na równości przemieszczenia wywołanego siłą statyczną z amplitudą przemieszczenia wywołanego siłą dynamicznie zmienną o amplitudzie równej wartości siły statycznej. Ze zjawiskiem takim mamy do czynienia w przypadku, gdy częstotliwość siły wymuszającej jest znacznie niższa od pierwszej częstotliwości drgań własnych badanego obiektu.

Sposób według wynalazku polega na tym, że pomiar przemieszczeń odbywa się za pomocą sejsmicznych czujników drgań przy czym charakterystykę sztywności statycznej uzyskuje się poprzez generowanie siły harmonicznej o stałej amplitudzie i skokowo zmienianej składowej stałej.

Metoda DWSS umożliwia wyznaczanie zarówno sztywności statycznej bezwzględnej, jak i sztywności statycznej względnej.

Przedmiot wynalazku objaśniono na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia usytuowanie czujników podczas wyznaczania sztywności, fig. 2 zasadę wyznaczania wartości amplitud przemieszczeń a fig. 3 wyznaczanie sztywności statycznej.

Wyznaczenie sztywności statycznej obrabiarek metodą DWSS polega na rejestrowaniu przebiegów czasowych pochodzących z sejsmicznych czujników drgań i czujnika siły wymuszającej. Następnie na podstawie zarejestrowanych przebiegów określa się wartości amplitud przyśpieszeń drgań, które zostają przeliczone na amplitudy przemieszczeń. Na podstawie wyznaczonych wartości amplitud przemieszczeń oraz odpowiadających im wartości składowych stałych siły wymuszającej buduje się wykres sztywności badanego obiektu. Zasada wyznaczania charakterystyki sztywności statycznej obiektu na podstawie uzyskanych z pomiarów sygnałów amplitud  $A_{z1}^*$ ,  $A_{z2}^*$ ,  $A_{z3}^*$ ,  $A_{z4}^*$ ;  $A_{z5}^*$  pokazana została na fig. 2, gdzie:  $F_1$ ,  $F_2$ ,  $F_3$ ,  $F_4$ ,  $F_5$  - składowe stałe siły wymuszającej w poszczególnych podzakresach;  $A_z^*$  - amplituda przemieszczenia odpowiadająca amplitudzie sygnału  $A_z$  z czujnika sejsmicznego. Wartości odciętych na wykresie odpowiadają wartością kolejnych składowych stałych siły wymuszającej, rzędne odpowiadają obliczonym amplitudom przemieszczeń dla kolejnych składowych stałych siły. Przy budowie wykresu należy przyjąć założenie, że amplituda siły wymuszającej jest stała, a jej wartość zgodna jest zależnością (1). Charakterystykę sztywności statycznej wyznacza się tylko dla rosnących wartości składowej stałej siły wymuszającej.

Warunkiem wykorzystania sygnałów pomiarowych z czujników drgań do identyfikacji sztywności statycznej jest założenie o liniowości charakterystyki statycznej badanego obiektu lub założenie o linearyzowalności tejże charakterystyki. W przypadku obrabiarek mamy do czynienia z nieliniowymi charakterystykami sztywności, dlatego wyznaczenie wskaźników sztywności może odbywać się tylko lokalnie, tzn. wokół wybranych punktów charakterystyki statycznej, czyli wokół punktów linearyzacji. W metodzie DWSS mamy, więc do czynienia z odcinkową linearyzacją charakterystyki sztywnościowej badanego obiektu. W celu identyfikacji sztywności statycznej obiektu nieliniowego w szerokim zakresie obciążeń, konieczne jest przeprowadzenie badań dla kilku wybranych punktów charakterystyki.

Przykładowo dla wyznaczenia sztywności statycznej w otoczeniu punktu  $p_3$  (patrz fig. 3), czyli w podzakresie linearyzacji III należy wygenerować siłę o składowej stałej  $F_3$  oraz amplitudzie  $\Delta_F$ . W przypadku tym wartość amplitudy siły wymuszającej można obliczyć ze wzoru:

$$\Delta_F = \frac{F_{\max} - F_{\min}}{2k}$$

gdzie:  $F_{\max}$  - maksymalna wartość siły obciążającej,

$F_{\min}$  - minimalna wartość siły obciążającej,  
 $k$  - liczba przedziałów (podzakresów) linearyzacji.

Wartość wskaźnika sztywności wyznaczona w otoczeniu punktu  $p_3$  jest wartością uśrednioną dla tego przedziału.

Zastosowane w metodzie DWSS czujniki sejsmiczne eliminują konieczność budowy rusztowań stanowiących bazę dla czujników przemieszczeń oraz zwalniają z pracochłonnego zerowania wskaźników czujników przed rozpoczęciem cyklu badań. Mocowanie czujników sejsmicznych na korpusie obrabiarki odbywa się za pomocą magnesów trwałych.

### Zastrzeżenie patentowe

Sposób wyznaczania sztywności statycznej obrabiarek, wykorzystujący dynamicznie zmienną siłę wymuszającą i sejsmiczne czujniki drgań, **znamienny tym**, pomiar przemieszczeń odbywa się za pomocą sejsmicznych czujników drgań, przy czym charakterystykę sztywności statycznej uzyskuje się poprzez generowanie siły harmonicznego o stałej amplitudzie i skokowo zmienianej składowej stałej.

### Rysunki

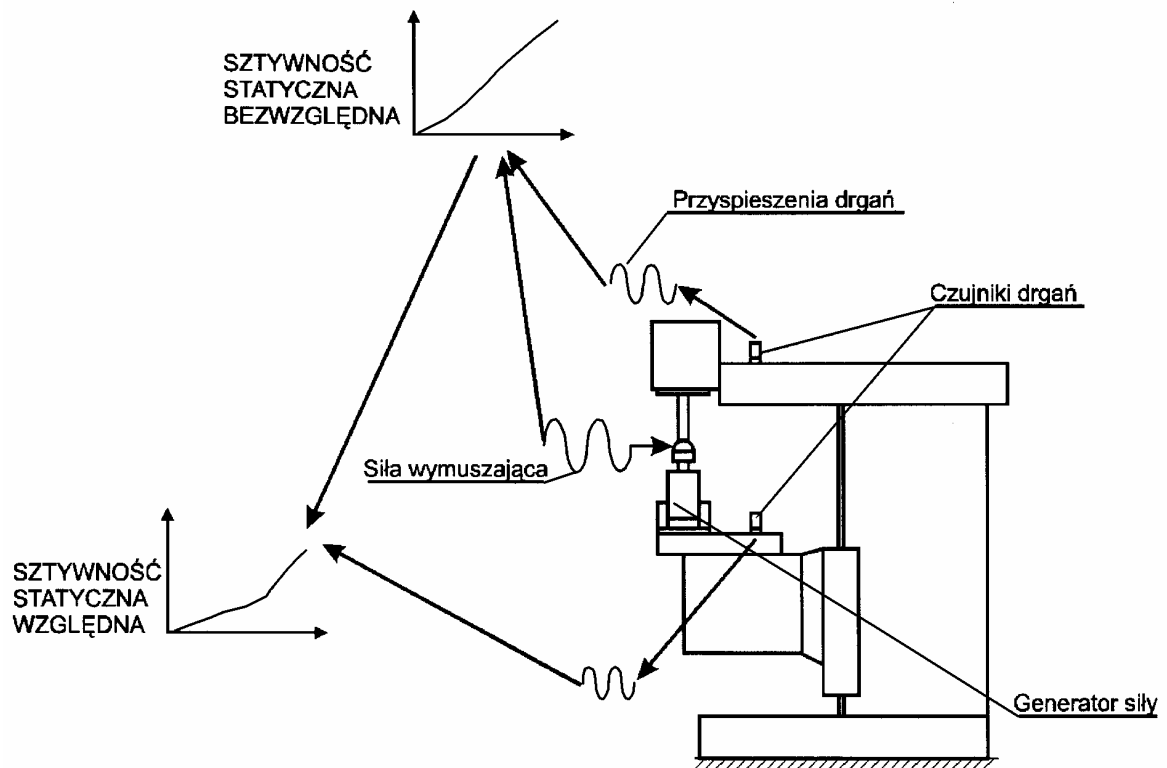


Fig.1

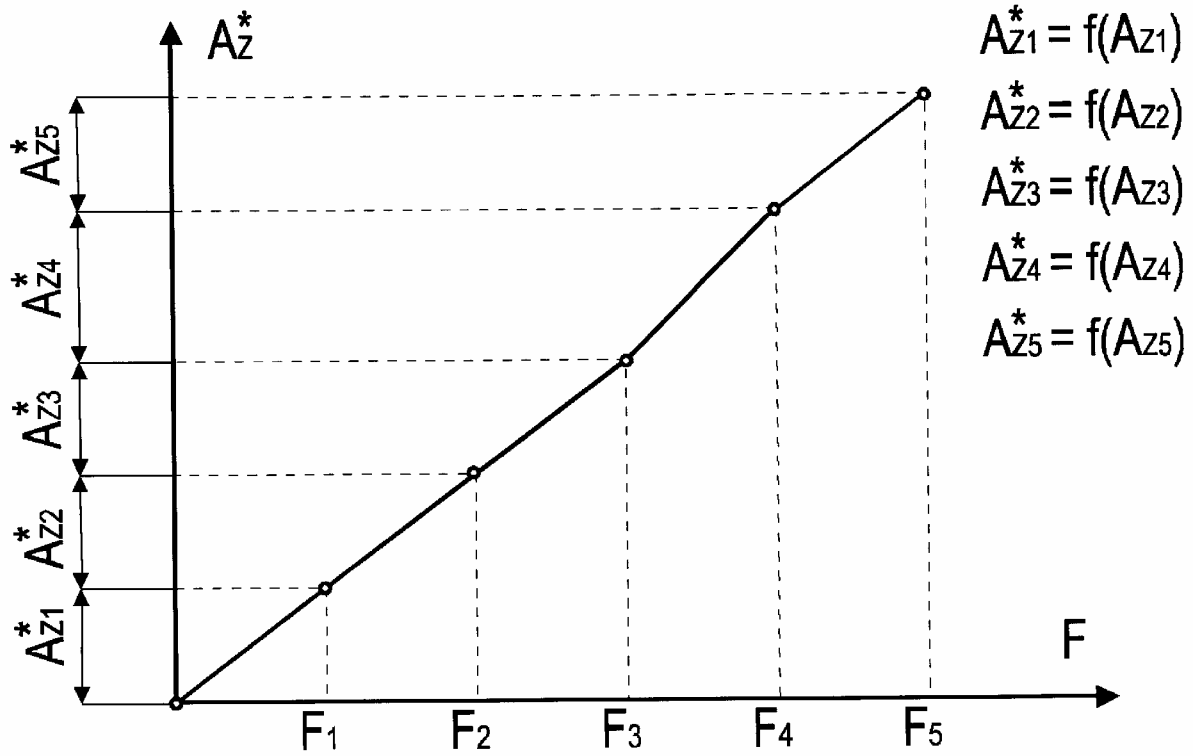


Fig.2

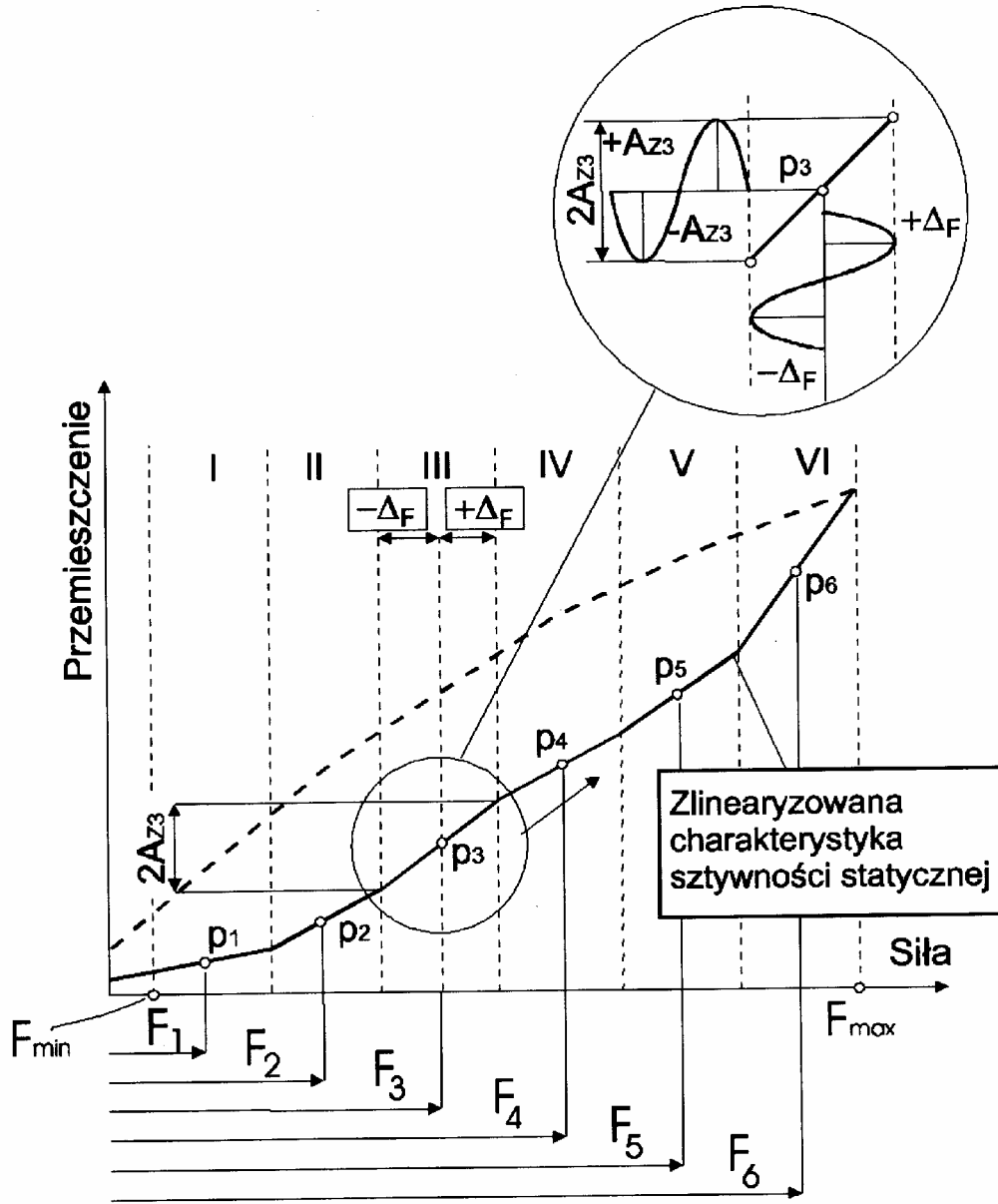


Fig.3

