

Jan Kosmol, Andrzej Sokołowski

Instytut Budowy Maszyn

Politechnika Śląska

IDENTYFIKACJA ZALEŻNOŚCI MIĘDZY SIŁĄ SKRAWANIA A PRĄDEM SILNIKA POSUWOWEGO OBRABIARKI

Streszczenie. W referacie przedstawiono metodykę badania korelacji pomiędzy składową siłą skrawania na obrabiarce a prądem silnika posuwowego tej obrabiarki, celem określenia możliwości zastąpienia pomiaru siły skrawania pomiarem prądu silnika. Przedstawiono eksperymentalne wyniki tej identyfikacji na przykładzie toczenia zestawów kolejowych na tokarce UDA-112N.

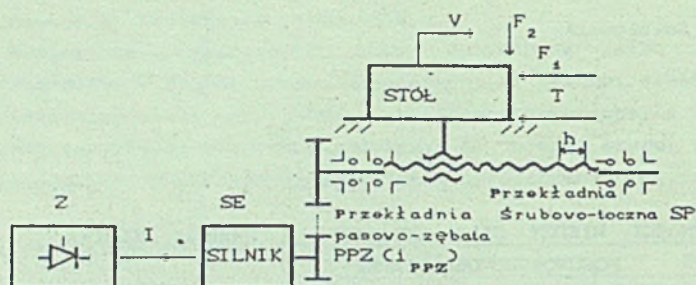
1. WSTĘP

W nowoczesnych systemach obrabiarkowych coraz większą rolę odgrywają układy kontrolujące przebieg procesu skrawania. Są to tzw. układy nadzorujące. Działanie wielu z nich opiera się na pomiarach siły skrawania. Realizacja równoczesnego pomiaru trzech składowych siły skrawania napotyka szereg trudności technicznych. Dlatego czyni się próby zastąpienia pomiarów składowych siły skrawania przez pomiar prądu silników mechanizmów posuwowych. Taka idea jest szczególnie atrakcyjna dla obrabiarek sterowanych numerycznie, z indywidualnymi napędami w każdej osi. Jednakże opory ruchu posuwowego zależą również od sił tarcia, których udział może być znaczący. W takiej sytuacji pojawia się pytanie o faktyczną korelację pomiędzy daną składową siłą skrawania a prądem odpowiedniego silnika posuwowego. Praktyczne wykorzystanie pomiaru prądu zamiast siły jest możliwe, jeżeli zależność między nimi będzie miała charakter liniowy.

2. PODSTAWOWA ZALEŻNOŚĆ POMIĘDZY SIŁĄ SKRAWANIA A PRĄDEM SILNIKA

Na rys.1 przedstawiono schemat klasycznego napędu posuwowego obrabiarki sterowanej numerycznie. Napęd taki składa się z przesuwanego zespołu roboczego (Stół), na który oddziałuje mierzona składowa F_x

siły skrawania, śruby pociągowej SP napędzanej przez przekładnię paskowo-zębatą PPZ oraz silnika prądu stałego SE wraz z zasilaczem Z.



Rys. 1. Schemat napędu posuwowego obrabiarki sterowanej numerycznie

Fig. 1. The schema of a feed drive of a numerically controlled machine tool

Proponowana metoda przewiduje zamiast pomiaru siły F_1 , mierzenie prądu I silnika SE. Z prostych zależności energetycznych wynika następujące równanie:

$$M = (T + F_1) \frac{h i_{PPZ}}{2\pi \eta} + M_T i_{PPZ} \quad (1)$$

gdzie: M - moment rozwijany przez silnik posuwowy SE,

T - siła tarcia w prowadnicach,

F_1 - mierzona składowa siły skrawania,

M_T - moment oporów stałych (niezależnych od siły F_1),

h - skok śruby pociągowej,

η - sprawność łańcucha kinematycznego napędu,

i_{PPZ} - przełożenie przekładni paskowo-zębatej.

Dla silnika SE prądu stałego zachodzi zależność:

$$I = C_i M \quad (2)$$

gdzie: I - prąd silnika prądu stałego,

C_i - stała prądowa silnika.

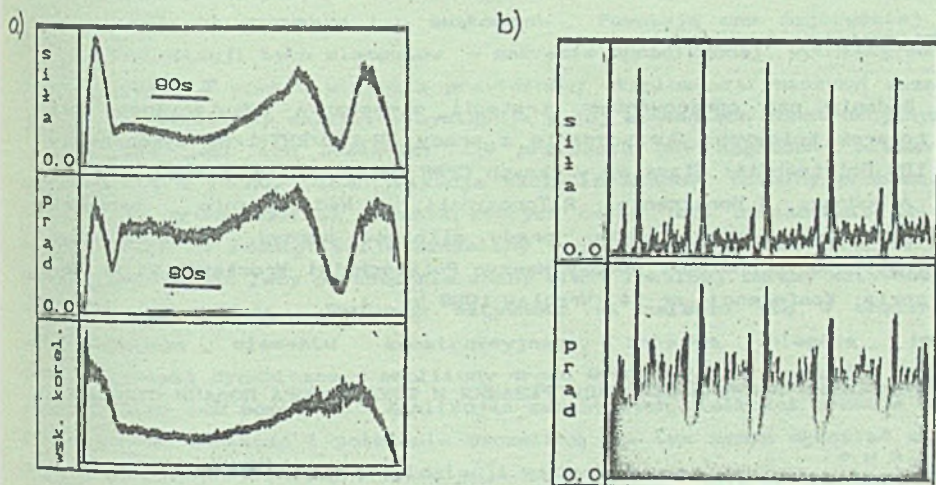
Ostatecznie pomiędzy prądem I silnika a składową F_1 siły skrawania zachodzi związek:

$$I = (T + F_1) \frac{h i_{PPZ} C_i}{2\pi \eta} + M_T i_{PPZ} C_i \quad (3)$$

Zależność (3) wskazuje na jednoznaczny związek pomiędzy prądem silnika i a składową siły skrawania F_1 . Natomiast o ewentualnej liniowości tego związku zadecyduje zmienna T , co jest celem badań.

3. EKSPERYMENTALNA OCENA ZALEŻNOŚCI POMIĘDZY SKŁADOWYMI SIŁY SKRAWANIA I PRĄDEM SILNIKA NA PRZYKŁADZIE TOKARKI KOŁOWEJ UDA-112N

W Instytucie Budowy Maszyn Politechniki Śląskiej prowadzone są prace nad identyfikacją związków pomiędzy siłą skrawania i prądem silnika [1] na potrzeby sterowania tokarek kołowych UDA-112N. Przeprowadzono szereg eksperymentów w warunkach przemysłowych, dokonując równoczesnego pomiaru składowych siły skrawania, jak i prądów silników posuwowych w trakcie łączenia zestawów kolejowych. Na rys.2 przedstawiony jest przykładowy oscylogram z przeprowadzonych eksperymentów, na którym uwidoczniiono trzy przebiegi. Dwa pierwsze dotyczą składowej posuwowej siły skrawania i prądu silnika posuwowego. Natomiast trzeci przebieg dotyczy wskaźnika, który przyjęto jako kryterium korelacji.



Rys. 2. Przykładowe oscylogramy siły, prądu i wskaźnika korelacji. (2a), dynamiczne składowe siły i prądu przy toczeniu lokalnych utwardzeń. (2b)
Fig.2. Courses of force, current and correlation ratio, (2a), dynamic components of force and current during a local hardening machining. (2b)

Ocenę korelacji pomiędzy siłą i prądem przeprowadzono na podstawie czasowego przebiegu ilorazu tych wielkości. Jeżeli bowiem taki wskaźnik zachowuje wartość stałą, to można mówić o proporcjonalności siły i prądu.

Przykład na rys.2a wskazuje, że w warunkach tak znacznych wahań siły skrawania i prądu silnika,iloraz tych wielkości daleko odbiega od wartości stałej. Oznacza to, że zmienna T posiada silnie nieliniowy wpływ na prąd silnika, eliminując możliwość zastąpienia pomiaru siły pomiarem prądu.

Przyjęty wskaźnik korelacji i sposób jego wyznaczania jest wystarczająco wiarygodny w odniesieniu do składowej wolnozmiennnej siły i prądu. Jednakże w procesie skrawania mamy również do czynienia ze składową dynamiczną siłą skrawania, która niejednokrotnie przewyższa składową wolnozmienną. Na rys.2b przedstawiono fragment oscylogramu ze skrawania tzw lokalnych utwardzeń. Widoczne są bardzo duże wartości składowej dynamicznej siły i niewielkie, odpowiadające, im szybkozmiennie wahania prądu. Przykład ten pokazuje niewielką czułość prądu silnika na dynamiczne zmiany siły. Można więc również w odniesieniu do składowej dynamicznej mówić o małej korelacji pomiędzy siłą skrawania a prądem.

W podsumowaniu można stwierdzić, że idea zastąpienia pomiaru siły pomiarem prądu, w świetle stwierdzonych korelacji, jest wątpliwa.

LITERATURA

- [1] Badania nad opracowaniem strategii sterowania adaptacyjnego dla tokarek kołowych. Sprawozdanie z pracy NB-150/RMT-1/89 wykonanej w IBM Politechniki Śląskiej w ramach CPBP 02.04. Gliwice 1989
- [2] A. Bodnar, J. Honczrenko, R. Torczyński. Nadzorowanie narzędzi tokarskich poprzez pomiar prądu silników posuwu. Prace Naukowe Instytutu Technologii Budowy Maszyn Politechniki Wrocławskiej Nr 38, seria: Konferencje nr 14. Wrocław 1988

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ЗАВИСИМОСТИ СИЛЫ РЕЗАНИЯ И ТОКА МОТОРА ПОДАЧИ СТАНКА

Резюме

В докладе представлены метод оценки корреляции силы резания на станке и тока мотора подачи этого станка, с целью определения возможности заступления измерения силы резания измерением тока мотора.

THE IDENTIFICATION OF CUTTING FORCE AND FEED MOTOR CURRENT DEPENDENCE

Summary

The paper presents a method of determination of correlations between a component of cutting force and feed motor current. The purpose of the research was to identify the possibility of use the motor current measurement instead of the cutting force measurement.