

## STANOWISKO DOGLĄDZANIA OSCYLACYJNEGO Z DYNAMICZNYM STEROWANIEM CZĘSTOTLIWOŚCI OSCYLACJI

Łukasz Kuncewicz\*, Tadeusz Mikołajczyk\*\*

\*Kolo Naukowe Mechaników; \*\*Zakład Inżynierii Produkcji  
Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy

### Streszczenie

W pracy przedstawiono stanowisko sterowania dogładzaniem oscylacyjnym ze zmienną częstotliwością drgań osełki podczas obróbki. Częstotliwości drgań osełki wyliczone są na podstawie wcześniej wykonanych pomiarów kształtu wałka i sterowane dla odpowiednich położeń obrabianego wałka.

### 1. WPROWADZENIE

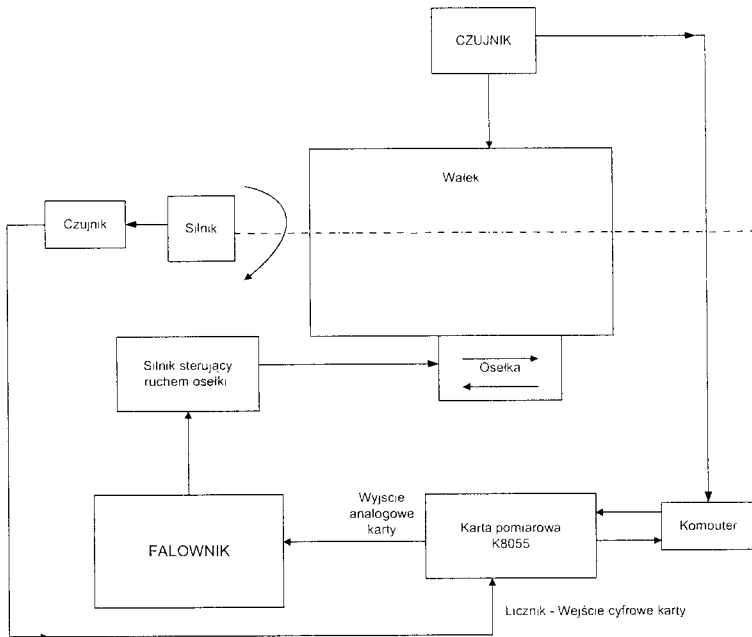
Dogładzanie jest jednym ze sposobów obróbki wykończeniowej umożliwiającym uzyskanie powierzchni o małej chropowatości [2, 5, 6, 8]. Współczesna technika dogładzania oscylacyjnego zapewnia obróbkę powierzchni obrotowych wewnętrznych i zewnętrznych przy użyciu specjalnych stanowisk obróbkowych [6, 7], a także na tradycyjnych tokarkach przy użyciu specjalnych urządzeń oscylacyjnych [6, 7]. Wzrasta też znaczenie obróbki taśmami ściernymi, w tym z zastosowaniem mikroziarn [2]. Dogładzanie oscylacyjne stosuje się również do obróbki wykończeniowej kół zębatach [6] oraz powierzchni płaskich i krzywoliniowych [1, 4, 6]. W procesie tym usuwany jest tylko materiał w zakresie chropowatości powierzchni. W literaturze [6] podaje się optymalne warunki obróbki warunkujące dużą wydajność procesu i małą chropowatość powierzchni obrobionej. Oprócz innych parametrów procesu [6] ważnymi parametrami procesu dogładzania są: kąt przecięcia śladów trajektorii ruchu oscylacyjnego i kąt pomiędzy torem ziarna a powierzchnią prostopadłą do osi [6]. W pracy [3] wskazano na intensyfikowanie procesu obróbki w wyniku programowanej zmiany częstotliwości oscylacji. Komputerowe sterowanie częstotliwością oscylacji wykorzystano do automatyzacji dogładzania dwustopniowego [4].

Celem pracy było przedstawienie nadzorowanego komputerem stanowiska dogładzania oscylacyjnego, umożliwiające sterowanie częstotliwością ruchu oscylacyjnego z uwzględnieniem kąta obrotu powierzchni obrabianej.

### 2. KONCEPCJA STANOWISKA

Dogładzanie oscylacyjne uważane jest powszechnie za proces obróbki wykończeniowej zapewniający jedynie poprawienie stanu powierzchni. Udane próby sterowania komputerowego procesem dogładzania [3] skłoniły autorów do podjęcia prac nad możliwością sterowania dokładnością obróbki. Wiadomo, że zmiana kąta skrzyżowania śladów wpływa na intensywność usuwania nadmiaru obróbkowego w dogładzaniu oscylacyjnym [7]. Dla osiągnięcia sterowania dokładnością procesu należy więc w miejscu

nadmiaru materiału doprowadzić do warunków obróbki zwiększających jej wydajność. Wymaga to zastosowania systemu określania błędów kształtu powierzchni obrabianej. Do realizacji celów pracy należało zbudować więc stanowisko umożliwiające zmianę intensywności obróbki dogładzaniem oscylacyjnym w funkcji kąta obrotu wałka zgodnie ze stwierdzonymi odchyłkami kształtu obrabianej powierzchni. Koncepcję stanowiska spełniającego cele opracowanej koncepcji obróbki przedstawiono na rysunku 1.



Rys 1. Schemat stanowiska

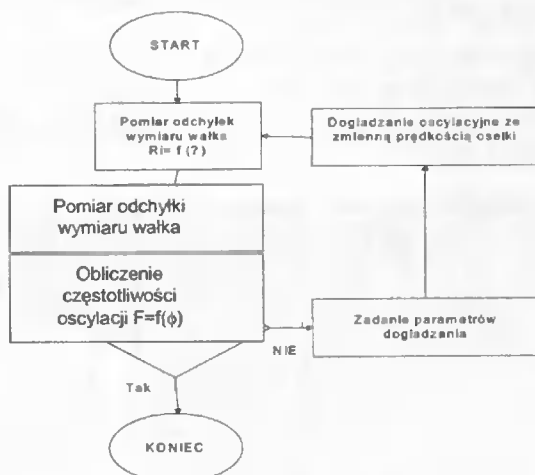
W układzie zastosowano system sterowania prędkością oscylacji z użyciem falownika oraz licznika ruchu oscylacyjnego. Do sterowania użyto wyjścia analogowego karty pomiarowej. Do określania błędów kształtu i położenia kąтового powierzchni obrabianej służy układ zawierający impulsator położenia kąтового wałka oraz czujnik pomiaru odchyłek kształtu powierzchni. Uproszczony algorytm działania systemu sterowania układem przedstawiono na rysunku 2. Zapewnia on adaptację częstotliwości oscylacji do aktualnej odchyłki promieniowej powierzchni obrabianej.

Do obliczania częstotliwości oscylacji dla uzyskania założonej wartości kąta skrzyżowania śladów można zastosować wzór:

$$\omega_d = \frac{\operatorname{tg}\psi \cdot \pi \cdot d \cdot \omega_l}{3 \cdot h} \quad (1)$$

gdzie:

- $\omega_d$  – prędkość kątowna dogładzarki,
- $\omega_l$  – prędkość kątowna tokarki,
- $h$  – skok osełki,
- $d$  – średnica wałka,
- $\psi$  – kąt przecięcia się śladów z tworzącą wałka.

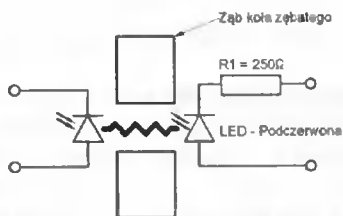


Rys. 2. Algorytm działania układu sterowania doglądaniem

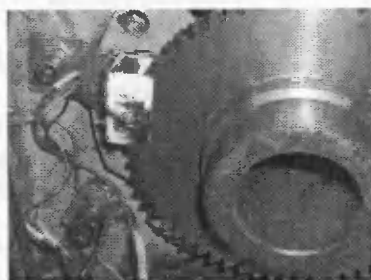
### 3. OPIS STANOWISKA

Na podstawie opracowanej koncepcji systemu zbudowano stanowisko badawcze. Zastosowano w nim istniejące urządzenie oscylacyjne i opracowany sposób jego sterowania [3]. Dodatkowo wyposażono je w elementy umożliwiające sterowanie procesem z uwzględnieniem kształtu powierzchni. Możliwości takie uzyskano przez zbudowanie układu zapewniającego pomiar błędów kołowości wałka.

W układzie pomiaru odchyłki promienia wykorzystano czujnik indukcyjny o dokładności 0,001 mm podłączony do komputera poprzez port USB. Pomiar kąтового położenia wałka został zrealizowany za pomocą czujnika podczerwieni (z myszy komputerowej – rys. 3) zliczającego impulsy generowane przez koło zębate o 60 zębach zamocowane na wrzecionie tokarki (rys. 4).



Rys. 3. Schemat czujnika położenia

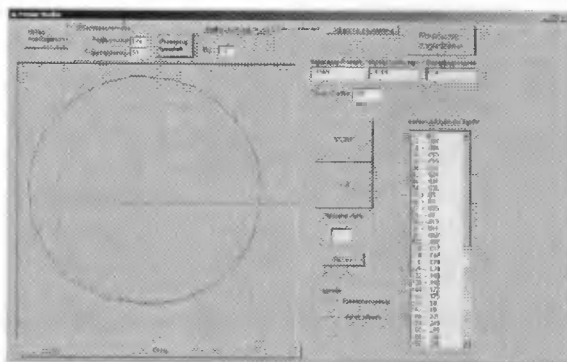


Rys. 4. Umieszczenie czujnika położenia

Sterowanie częstotliwością ruchu oscylacyjnego prowadzono przy zastosowaniu falownika FREQVAR 2000 produkcji OBRUSN z użyciem napięciowego sygnału analogowego generowanego przez sterującą kartę USB. Określanie rzeczywistej częstotliwości oscylacji umożliwił czujnik fotoelektryczny połączony z wejściem cyfrowym karty USB.

#### 4. PROGRAM STEROWANIA

Do obsługi stanowiska opracowano w języku VB6 specjalny program obsługujący 2 czujniki impulsów, czujnik indukcyjny oraz falownik. Program ten zawiera kilka form nadzorujących poszczególne fazy pracy systemu. Na rysunku 5 przedstawiono wyniki pomiaru błędu kształtu wałka.



Rys. 5. Wyniki pomiaru kształtu wałka

Program komputerowy sterujący doglądaniem na podstawie wcześniejszego pomiaru wałka tworzy tablicę prędkości obrotowych doglądarki. Po wyliczeniu wartości wyjściowej programu należy uwzględnić opóźnienie  $t$  działania falownika, które uwzględni się z użyciem zależności:

$$k = \omega_r \cdot i \cdot t - 5 \quad (2)$$

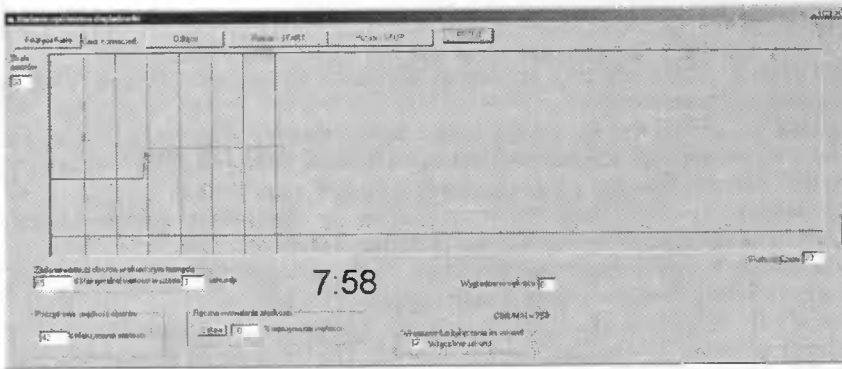
gdzie:

- $k$  – liczba impulsów opóźnienia,
- $\omega_r$  – prędkość kątowna wrzeciona tokarki [ $\text{rad} \cdot \text{s}^{-1}$ ],
- $i$  – liczba impulsów na obrót (równa liczbie zębów koła),
- $t$  – wartość opóźnienia [s],
- 5 – liczba zębów wynikająca z kątów położenia czujnika i osłki.

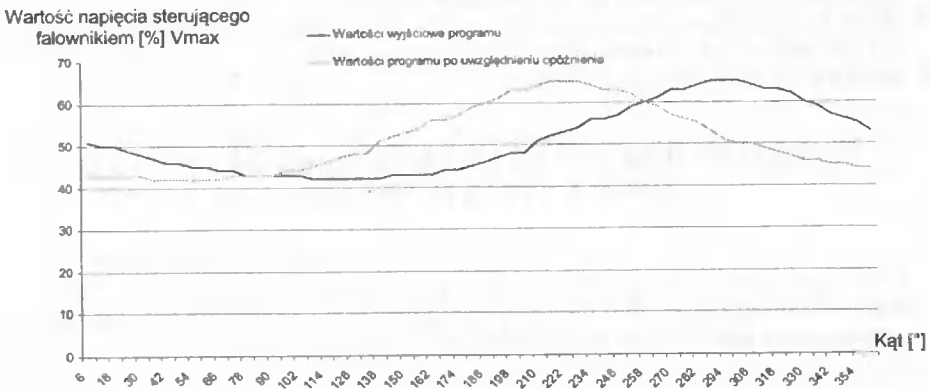
Zależność (2) określa liczbę impulsów o którą musi zostać przesunięta tablica wartości wyjściowej programu sterowania częstotliwością dla uzyskania synchronizacji zmian częstotliwości oscylacji z wartościami zadanymi określonymi odchyłką kształtu powierzchni.

Opóźnienie to wynikające z czasu reakcji falownika wyznaczane jest na podstawie wcześniejszych pomiarów, które umożliwia jedna z form programu sterującego doglądaniem (rys. 6).

Po uwzględnieniu zadanego opóźnienia, przed rozpoczęciem doglądania program sterujący doglądaniem wyznacza tablicę prędkości oscylacji, w której każdemu katowi obrotu (od 0 do 360 co 6 stopni) odpowiada wartość prędkości oscylacji (rys. 7).



Rys. 6. Przykładowy pomiar opóźnienia



Rys. 7. Przesunięcie charakterystyki wyjściowej

Przeprowadzone próby wykazały poprawność działania systemu i adekwatne do odchyłek kształtu zmiany rzeczywistej częstotliwości oscylacji.

## 5. PODSUMOWANIE

Przedstawione w artykule stanowisko stwarza nowe możliwości badań procesu dogładzania oscylacyjnego z uwzględnieniem czynnego sterowania wydajnością usuwania nadmiaru obróbkowego. Może to pozwolić na sterowanie usuwaniem odchyłek kształtu powierzchni obrabianej dogładzaniem oscylacyjnym.

Pomimo prostych środków technicznych i skromnych możliwości finansowych zrealizowano stanowisko, które umożliwia podjęcie badań nad doskonaleniem procesu dogładzania oscylacyjnego z użyciem kontroli czynnej błędów kształtu obrabianej powierzchni. Rozwiązanie to może mieć zastosowanie nie tylko do obróbki powierzchni zewnętrznych, ale również do powierzchni wewnętrznych stanowiąc w niektórych zastosowaniach proces alternatywny do gładzenia (honowania).

## LITERATURA

- [1] Dąbrowski L., 2005. Obróbka ścierna w technikach wytwarzania. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej.
- [2] Kacalak W., Lewkowicz R., Ściegienka R., 2002. Podstawy efektywnego doboru parametrów i warunków mikrowygładzania foliowymi taśmami ściernymi. XXV Naukowa Szkoła Obróbki Ściernej, Wrocław – Duszniki Zdrój.
- [3] Mikołajczyk T., 2001. Dogładzanie oscylacyjne ze sterowaniem mikrokomputerowym. XXIV Naukowa Szkoła Obróbki Ściernej, Kraków – Łopuszna.
- [4] Mikołajczyk T., 2009. Sterowanie trajektorią ziarna w dogładzaniu oscylacyjnym. XXXII Naukowa Szkoła Obróbki Ściernej, Koszalin-Mielno, 261-268.
- [5] Nowicki B., Dynarowski R., 2000. Teoretyczne i eksperymentalne badania niekonwencjonalnego gładzenia powierzchni krzywoliniowych. Międzynarodowa Konferencja Naukowa Obróbka Materiałów, Kraków.
- [6] Oczos K., Habrat W., 2008. Innowacje w obróbce Ściernej. Cz. I Szlifierki narzędziowe i wykończeniowe urządzenia ściernie. Mechanik 12.
- [7] Weiss E., 1999. Kształtowanie jakości wyrobów i wydajności obróbki w procesie dogładzania. Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Rozprawy 346.
- [8] [www.supfina.de](http://www.supfina.de) (pobrano 01.10.2010).

## SUPERFINISH STAND WITH DYNAMICS CONTROLLED OSCILLATION FREQUENCY

### Summary

Paper shows stand superfinish process control with changeable frequency of tool oscillation in machining process. Tool frequency is calculated based on earlier measurements of cylinder errors and controlled for suitable bearings of worked cylinder.