

## Optymalizacja procesu szlifowania

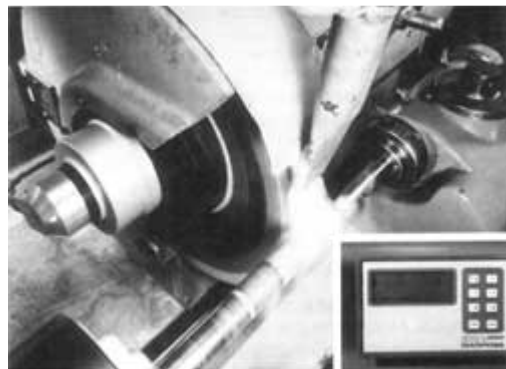
### Wyważanie dynamiczne ściernic na szlifierkach i kontrola dosuwu ściernicy do szlifowanej części

Obróbka szlifierska jest zwykle ostatnią operacją, która bezpośrednio wpływa na jakość uzyskiwanej powierzchni produktu finalnego. Dlatego tej operacji poświęca się wiele uwagi. Firma Marposs, wiodący na rynku producent urządzeń pomiarowych do kontroli procesu produkcji, oferuje układy pomiarowe i instrumenty kontrolne do polepszania jakości wyrobów i zwiększania zdolności produkcyjnych szlifierek.

W procesach obróbki mechanicznej kontrolowanych bezpośrednio przez operatora wykrywanie ewentualnych nieprawidłowości w pracy maszyny jest możliwe dopiero w końcowej fazie kontroli części.

Układy kontroli aktywnej, specjalnie dobrane układy CNC, kontrola dosuwu ściernicy do szlifowanej części i systemy wyważania ściernic oferowane przez firmę Marposs istotnie pomagają producentom szlifierek i ich użytkownikom w przypadku modernizacji starszych maszyn w polepszeniu precyzji obrabiarki, optymalizacji cyklu szlifowania i zwiększeniu wydajności, co pociąga za sobą wymierne efekty ekonomiczne.

#### Wyważanie dynamiczne ściernicy (rys. 1)

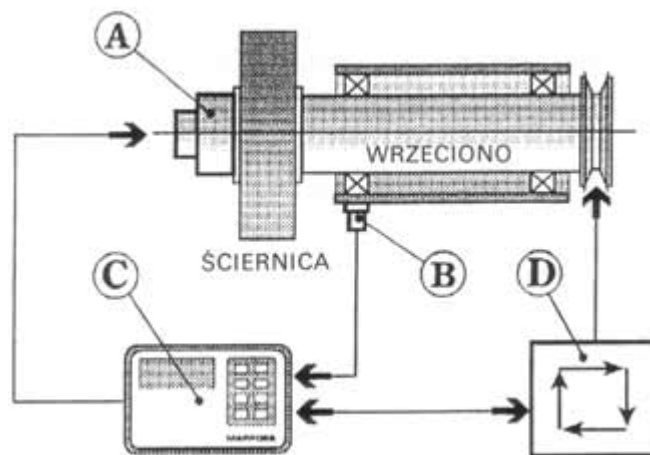


Rys. 1: a) wyważanie dynamiczne ściernicy na szlifierce, b) elementy składowe systemu:  
A - głowica wyważająca, B - sterownik elektroniczny, C - czujnik wibracyjny

- Podczas procesu szlifowania ściernica drga z następujących przyczyn:
- brak jednorodności materiału ściernicy i asymetrii jej kształtu
  - ściernica wykonana jest z ziaren szlifierskich; ich niejednorodne rozłożenie na powierzchni powoduje niewyważenie ściernicy,
  - każda asymetria kształtu ściernicy, np. niewspółosiowość średnicy zewnętrznej i otworu lub nierównoległość dwóch płaszczyzn, powoduje zwiększenie drgań ściernicy;
  - sposób mocowania ściernicy na szlifierce:
    - w większości przypadków ściernica montowana jest na kołnierzu wrzeciona; pozostawiona jest określona szczelina między średnicą wewnętrzną ściernicy i kołnierzem w celu kompensacji naprężeń w otworze ściernicy (które mogą być przyczyną jej pęknięć). W konsekwencji środek grawitacji ściernicy nie pokrywa się z osią obrotu kołnierza, co jest źródłem dodatkowych drgań;
    - zużywanie się ściernicy w procesie szlifowania;
    - rozmieszczenie ziarna na powierzchni zmienia się w sposób ciągły podczas cyklu szlifowania ze względu na stopniowe zużywanie się i obciążanie ściernicy.

Z powodu wysokich prędkości pracy niewyważenie ściernicy generuje znaczącą siłę odśrodkową, która zwiększa drgania i skutkuje zużyciem łożysk wrzeciona, prowadnic itd. Efekty te mają negatywny wpływ na pracę i żywotność szlifierki, co prowadzi do częstych interwencji serwisowych i długich postojów maszyny.

W celu uniknięcia tych problemów firma Marposs oferuje systemy wyważania ściernic, które w sposób ciągły monitorują drgania ściernicy i automatycznie kompensują jej niewyważenie podczas procesu szlifowania. System taki składa się z czujnika wibracyjnego, głowicy wyważającej i sterownika, który połączony jest z układem logicznym szlifierki lub CNC (rys. 2), aby umożliwić pracę układu w cyklu automatycznym lub uruchamiany jest przez operatora w przypadku pracy w cyklu ręcznym.



Rys. 2, Schemat systemu dynamicznego wyważania ściernicy na szlifierce: A - głowica wyważająca, B - czujnik wibracyjny, C - sterownik, D - układ logiczny CNC

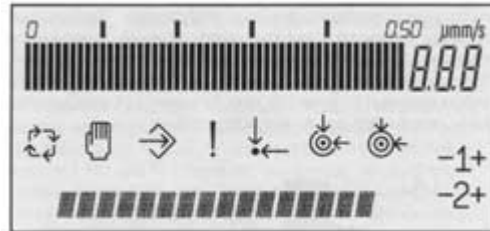
Czujnik wibracyjny umieszczony jest blisko łożysk wrzeciona i ściernicy, gdzie drgania są najlepiej wykrywalne. Piezoelektryczny przewodnik pozwala na wykrywanie drgań także o małych częstotliwościach. Może być instalowany przez połączenie gwintowe lub podstawkę magnetyczną. **Marposs** wprowadził na rynek głowice nowej generacji oparte na zasadzie wyważania elektromechanicznego. Każdy przeciwcieżar połączony jest z 12 V silnikiem elektrycznym w celu prawidłowego rozmieszczenia mas wewnątrz głowicy. Umożliwia to utrzymanie amplitudy drgań w tolerancji kilku mikronów. Głowica jest czuła na drganie wytwarzane przez obracający się

zespół ściernicy i pomija drganie z innych źródeł. Wyważanie odbywa się w sposób automatyczny i wymaga tylko kilku sekund.

**Marposs** oferuje trzy rodzaje głowic wyważających w zależności od sposobu przekazywania sygnału zasilania do urządzenia sterującego:

- głowice ze szczotkami - transmisja odbywa się za pomocą trzech szczotek węglowych, które w przypadku zużycia są w prosty sposób wymieniane;
- głowice z kontaktem retrakcyjnym - kontakty do przekazywania zasilania są normalnie otwarte i wykorzystywane tylko podczas cyklu wyważania, co daje im nieograniczoną trwałość. Rozwiązanie to gwarantuje bezobsługową pracę i jest uzasadnione ekonomicznie;
- głowice z transmisją bezkontaktową - sygnały uruchamiające cykl wyważania przekazywane są przez szczelinę powietrzną drogą optyczną. Rozwiązanie nie wymaga obsługi serwisowej. System ten umożliwia neutralizację mas wyważających (home cycle) i jest zalecany przy uruchamianiu szlifierki i po zmianie ściernicy.

Sterownik jest mikroprocesorowym zespołem elektronicznym. Drgania wytwarzane przez ściernicę są w sposób ciągły monitorowane na wyświetlaczu w postaci wykresu, a odczyt cyfrowy realizowany jest z rozdzielczością 0,01  $\mu\text{m}$ . Cykl pracy, stan drgań (w tolerancji, poza tolerancją) i sygnały alarmowe są wyświetlane w linii symboli. Wyświetlacz wskazuje dodatkowo obroty ściernicy, informacje dotyczące programowania i alarmów oraz przemieszczania się obu przeciwcieżarów (rys. 3). W ten sposób odczyt jest prosty i klarowny.



Rys. 3. Sygnalizacja procesu wyważania

Systemy wyważania firmy **Marposs** nadają się do zastosowania zarówno na nowych obrabiarkach (głowice montowane wewnątrz wrzeciona), jak i na szlifierkach już użytkowanych (głowice wyważające typu kołnierzewego), co umożliwia optymalizację procesu szlifowania każdej szlifierki.

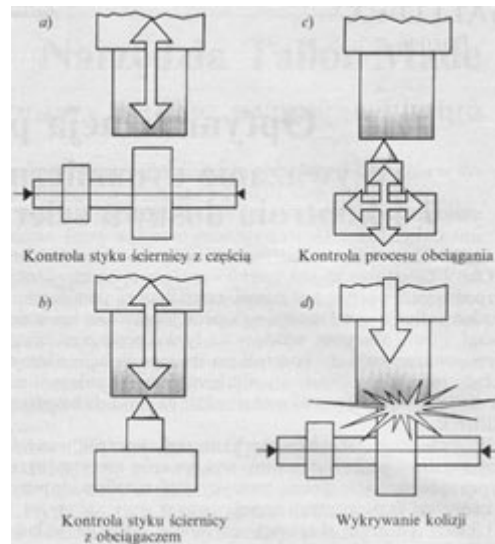
### Kontrola dosuwu ściernicy do szlifowanej części

Kontrola dosuwu ściernicy pozwala na szybkie dojście ściernicy do szlifowanej części, obciążacza lub innego elementu. Konsekwencją jest redukcja zbędnego czasu cyklu, poprawa produktywności oraz poprawa bezpieczeństwa procesu szlifowania.

Zastosowanie systemu pozwala na kontrolę następujących procesów (rys. 4):

- styku ściernicy z częścią obrabianą,
- styku ściernicy z obciążaczem,
- procesu obciążania

- podczas procesu obciążania układ CNC szlifierki wykrywa dźwięki referencyjne, których przekroczenie pozwala na wykrycie wad ściernicy,



Rys. 4. Zastosowanie systemu kontroli dosuwu ściernicy do szlifowanej części

- monitorowanie procesu obciążania umożliwia kontrolę kształtu i profilu ściernicy, tj. tych parametrów, które bezpośrednio wpływają na jakość i produktywność obróbki mechanicznej,

d) wykrywanie kolizji między ściernicą a częścią lub obciążaczem.

Urządzenia do kontroli dosuwu ściernicy firmy Marposs bazują na technologii akustycznej tj. wykorzystania dźwięku ultrasonograficznego. Czujnik ultrasonograficzny (mikrofon) wykrywa dźwięk wytwarzany przez ściernicę podczas styku z częścią lub obciążaczem. Mikrofon umieszczony w pobliżu ściernicy wykrywa dźwięki wysokiej częstotliwości typowo generowane przez ściernicę w czasie kontaktu z częścią obrabianą. Dźwięki pochodzące z innych źródeł nie są brane pod uwagę. Mikrofon połączony jest ze wzmacniaczem elektronicznym E20N w celu przesyłania i wzmocnienia sygnału. Sygnał przekazywany jest dalej do układu sterowania maszyny.

### Układy zintegrowane

Rynek oferuje wiele różnych rodzajów systemów wyważania ściernicy i kontroli dosuwu ściernicy. Marposs opracował ostatnio innowacyjny zintegrowany system, który łączy funkcje wyważania ściernicy z kontrolą jej dosuwu. Rozwiązania technologiczne systemu, poza typowymi korzyściami związanymi z każdą integracją (minimalizacja wymiarów, oszczędność kosztów itp.), zdecydowanie

polepszają charakterystykę obu tych funkcji, tj. wyważania i kontroli dosuwu ściernicy.

Nowe testy dowiodły, że kontakt między ściernicą a częścią obrabianą jest wykrywany z opóźnieniem kilku mikrosekund. Doświadczenia uczą, że dźwięk wytwarzany w chwili kontaktu ściernicy i części/obciążacza pokrywa się czasami lub jest tłumiony przez inne dźwięki występujące przy procesie szlifowania. Dlatego odpowiednie usytuowanie mikrofonu ultrasonograficznego ma zasadnicze znaczenie dla prawidłowego działania systemu. Najlepszym miejscem na umieszczenie mikrofonu wykrywającego dźwięk wytwarzany przez ściernicę jest zespół tej ściernicy. Mikrofon ultrasonograficzny umieszczony jest wewnątrz głowicy wyważającej.



Rys. 5. Układ zintegrowany - elementy składowe:

A- urządzenie transmisyjne bezkontaktowe, B - głowica wyważająca, C - sterownik elektroniczny, D - czujnik wibracyjny

Firma **Marposs** opracowała mikrofon składający się z czujnika obrotowego ze stałym odbiornikiem, połączony z bezkontaktowym źródłem zasilania i transmisją sygnału. Pierwsze testy natychmiast wykazały korzyści tego rozwiązania. W tym przypadku system wyważania ściernicy opiera się na transmisji bezkontaktowej między głowicą wyważającą a jej sterownikiem. Dodatkową korzyścią jest wyeliminowanie konieczności wymiany szczotek normalnie używanych do zasilania głowicy wyważającej.

Bezkontaktowa transmisja pozwala także na wprowadzenie dodatkowych możliwości np. dokładnej neutralizacji mas wyważających w celu uniknięcia możliwego niewyważania (spowodowanego przez wyważarkę po zmianie ściernicy w momencie uruchomienia maszyny). Wyważanie ściernicy i kontrola jej dosuwu są funkcjami uzupełniającymi się a nie realizowanymi jednocześnie. Niewyważanie ściernicy jest sprawdzane i wykonywane między cyklami szlifowania - z głowicą w pozycji wycofanej, gdy nie jest wymagana kontrola związana z dosuwem obciążacza. W ten sposób proces integracji może objąć również sterownik elektroniczny.

Zintegrowany system wyważania i kontroli dosuwu ściernicy składa się z następujących elementów (rys. 5):

- . pojedynczego sterownika elektronicznego,
- . głowicy wyważającej ze zintegrowanym mikrofonem ultrasonograficznym,
- . urządzenia transmisyjne bezkontaktowe,
- . czujnika wibracyjnego.

Urządzenie do optymalizacji procesu szlifowania firmy **Marposs** pracuje już w Polsce. Cieszy się coraz większym zainteresowaniem.

Wymierne korzyści ekonomiczne i jakościowe są niepodważalnym argumentem do stosowania go na nowych i już użytkowanych szlifierkach.

*mgr inż. Andrzej Głuszyński  
dr inż. Ryszard Raczyk*