

## Urządzenie do pozycjonowania i bezpośredniego pomiaru zużycia narzędzi skrawających maszyn sterowanych numerycznie

Przedmiotem wynalazku jest urządzenie do pozycjonowania i bezpośredniego pomiaru zużycia narzędzi skrawających maszyn sterowanych numerycznie, zwłaszcza tokarek NC.

W przypadku obróbki skrawaniem ostrze skrawające jest najszybciej zużywającym się elementem składowym systemu obróbkowego. Zużywające się ostrze narzędzia ujemnie oddziałuje na przebieg procesu obróbki i na jakość przedmiotu obrabianego. Jednakże, bezpośrednia ocena stanu ostrza narzędzia skrawającego podczas jego pracy jest niezwykle trudna. Ostrze znajduje się wówczas w strefie skrawania i jest niedostępne do bezpośredniej obserwacji i kontroli. Poza tym, zużywanie się ostrza może przybierać różne postacie geometryczne. Powoduje to, że diagnozowanie stanu zużycia ostrza metodami bezpośrednimi napotyka duże trudności nie tylko pomiarowo-techniczne, ale również interpretacyjne.

Rozwiązaniem najczęściej zalecanym przez producentów tokarek jest wykorzystanie do monitorowania ostrza sond narzędziowych, stosowanych i tak w tokarkach NC do określania współrzędnych wierzchołka ostrza w układzie obrabiarki. Jednakże, zastosowanie tych sond do pomiaru zużycia naturalnego narzędzia nie jest w praktyce stosowane, ze względu na zbyt duży wpływ innych czynników na wynik pomiaru.

Czujnik typowej sondy narzędziowej jest czujnikiem dotykowym elektrostatycznym. Jest on połączony przez interfejs do wejścia cyfrowego układu sterowania obrabiarki. W zależności od konstrukcji, trzpień czujnika może być połączony z popychaczem w kształcie pryzmy lub inną końcówką przewodzącą prąd, zamykającą obwód elektryczny w chwili zetknięcia z narzędziem. Ogólnie w większości przypadków, niezależnie od

konstrukcji sondy, zasada pomiaru polega na wygenerowaniu sygnału elektrycznego, w chwili zamknięcia obwodu elektrycznego. Sygnał ten powoduje odczytanie z układów pomiarowych maszyny NC wartości współrzędnych XZ punktu narzędzia naciskającego na końcówkę pomiarową. Typowa sonda narzędziowa nadaje się do określenia współrzędnych wierzchołka ostrza w układzie obrabiarki, natomiast nie nadaje się do określenia wartości naturalnego zużycia ostrza, gdyż w miarę nagrzewania się obrabiarki różnice pomiarów tego samego ostrego narzędzia są zbyt duże.

Z opisu patentowego PL 190226 znana jest sonda narzędziowa z indukcyjnym czujnikiem pomiarowym przymocowanym do obudowy. Obudowa ma zderzak w kształcie ostrego palca, który podczas pomiaru styka się z powierzchnią bazową narzędzia. Obudowa jest przymocowana do podstawy w kształcie ramy, do której jest dociskana przez parę równoległych sprężyn płaskich. Czujnik pomiarowy ma stopkę pomiarową stykającą się z ostrzem narzędzia powyżej zderzaka. Pod wpływem nacisku narzędzia na zderzak następuje ugięcie sprężyn płaskich i przesunięcie obudowy wraz z czujnikiem w kierunku równoległym do osi pomiarowej. W rezultacie wskazania czujnika pomiarowego służą zarówno do ustawienia krawędzi skrawającej w układzie współrzędnych obrabiarki jak też do określania zużycia ostrza. Rozwiązanie to umożliwiło pomiar tylko przy jednym kierunku najazdu ostrza, przy czym wyniki pomiarów zużycia ostrza były obarczone podobnym błędem, jak w przypadku typowych sond narzędziowych.

Znane są także sondy narzędziowe firmy Nordmann z czujnikami zblizeniowymi indukcyjnymi (wiroprowowymi), przeznaczone do sprawdzania złamania cienkich narzędzi trzpieniowych od średnicy 0,1 mm. Rozdzielczość pomiaru w granicach kilku mikrometrów umożliwia stosowanie tych sond do ustawiania zestawu narzędzi na obrabiarce – ale tylko w jednym kierunku, przez pomiar odległości od pozycji referencyjnej. W przypadku narzędzi frezarskich realizowany jest tylko pomiar długości, natomiast średnicę należy określić inną metodą. Wadą tych sond jest wąski zakres zastosowania.

Celem wynalazku jest opracowanie wielozadaniowego urządzenia do pozycjonowania i bezpośredniego pomiaru zużycia narzędzi skrawających z wykorzystaniem czujnika zblizeniowego, umożliwiającego dokładny pomiar stanu ostrza w układzie maszyny NC przy dowolnym kierunku najazdu narzędzia.

Urządzenie do pozycjonowania i bezpośredniego pomiaru zużycia narzędzi skrawających maszyn sterowanych numerycznie, wyposażone w korpus z przymocowanym sztywno zderzakiem, przesuwny popychacz ustawiany wraz ze zderzakiem na kierunku najazdu narzędzia, oraz czujnik zbliżeniowy do pomiaru przemieszczeń liniowych, indukcyjny lub pojemnościowy, według wynalazku charakteryzuje się tym, że czujnik zbliżeniowy jest połączony sztywno z korpusem, zaś popychacz jest połączony sztywno z elementem referencyjnym umieszczonym w polu czujnika zbliżeniowego, który to element referencyjny stanowi element przestrzenny posiadający kształtową powierzchnię referencyjną, wypukłą, wklęsłą lub płaską.

Korzystnym jest, jeżeli element referencyjny ma kształt bryły obrotowej z kształtową powierzchnią referencyjną w kształcie stożka lub czaszy.

Korzystnym jest także, jeżeli element referencyjny ma kształt płasko-równoległy z kształtową powierzchnią referencyjną w kształcie kątownika lub wielokąta.

W korzystnym wykonaniu urządzenia, popychacz ma cztery ramiona rozmieszczone co 90 stopni połączone parami, osadzone przesuwnie w prowadnicowym mechanizmie krzyżowym zamocowanym do korpusu, zaś element referencyjny jest przymocowany do popychacza za pośrednictwem bloku osadzonego przesuwnie w prowadnicowym mechanizmie krzyżowym. Ponadto czujnik zbliżeniowy jest przytwierdzony do pokrywy połączonej z korpusem, przy czym element referencyjny jest umieszczony pomiędzy czujnikiem zbliżeniowym a blokiem połączonym z popychaczem. W wersji urządzenia z czujnikiem zbliżeniowym pojemnościowym, element referencyjny może być wykonany z dielektryka.

Rozwiązanie według wynalazku umożliwia pomiar zużycia narzędzi oraz ich pozycjonowanie w układzie maszyny NC przy dowolnym kierunku najazdu i przy dowolnym kształcie narzędzia. Ponadto urządzenie ma zwartą konstrukcję i małe gabaryty, dzięki czemu może być mocowane w przypadku tokarek NC w standardowych ramionach przytwierdzanych do korpusu wrzeciennika tokarki. Dokładność pomiaru zużycia narzędzia zawiera się w dokładności zastosowanego czujnika zbliżeniowego.

Wynalazek jest uwidoczniony w przykładzie wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia urządzenie do pozycjonowania i bezpośredniego pomiaru zużycia narzędzi maszyn sterowanych numerycznie z kulistym wypukłym elementem referencyjnym, fig. 2 przedstawia to samo urządzenie ze stożkowym elementem referencyjnym, a fig. 3 - z kątownikiem, w perspektywie.

Jak pokazano na rysunku fig. 1, urządzenie ma cylindryczny korpus 8 z przymocowanym sztywno zderzakiem 4, przesuwny popychacz 5 ustawiany wraz ze zderzakiem 4 na kierunku najazdu narzędzia 6. Do pomiaru przemieszczeń liniowych służy czujnik zbliżeniowy 1, indukcyjny lub pojemnościowy, przetwarzający zmiany strumienia indukcyjności lub pojemności elektrycznej na sygnał elektryczny, który jest rejestrowany przez układ akwizycji danych sondy. Czujnik zbliżeniowy 1 jest połączony sztywno z korpusem 8, zaś popychacz 5 jest połączony sztywno z elementem referencyjnym 2 umieszczonym w polu czujnika zbliżeniowego 1, który to element referencyjny 2 stanowi element przestrzenny w kształcie półkuli z powierzchnią wypukłą usytuowaną od strony czujnika. Tak samo jest usytuowana kształtowa powierzchnia referencyjna na fig. 2, na której element referencyjny 2 ma kształt stożka. Z kolei element referencyjny przedstawiony na fig. 3 ma kształt kątownika, którego podstawa i kształtowa powierzchnia referencyjna jest w kształcie kątownika. Elementy referencyjne mogą mieć inny kształt, zwłaszcza kształt bryły obrotowej, wielościanu, lub kątownika, a także bryły wklęsłej z analogicznie uformowaną kształtową powierzchnią referencyjną, zwłaszcza w postaci stożka lub czaszy.


W przykładowej wersji realizacji urządzenia, przedstawionej na fig. 1-3, popychacz 5 ma cztery ramiona rozmieszczone co 90 stopni połączone parami, osadzone przesuwnie w prowadnicowym mechanizmie krzyżowym 10 zamocowanym do korpusu 8. Element referencyjny 2 jest przymocowany do popychacza 5 za pośrednictwem bloku 9 osadzonego przesuwnie w prowadnicowym mechanizmie krzyżowym 10. Ponadto czujnik zbliżeniowy 1 jest przytwierdzony do pokrywy 3 połączonej z korpusem 8, przy czym element referencyjny jest umieszczony pomiędzy czujnikiem zbliżeniowym 1 a blokiem 10 połączonym z popychaczem 5. W wersji urządzenia z czujnikiem zbliżeniowym pojemnościowym, element referencyjny 2 może być wykonany z dielektryka.

Niezależnie od kształtu elementu referencyjnego 2, ruch popychacza 5 powoduje przemieszczenie elementu referencyjnego 2 a tym samym zmiany strumienia indukcyjności lub pojemności elektrycznej. Kształt elementu referencyjnego 2 wpływa jednak na charakter tych zmian, przejawiający się w innym nachyleniu krzywej zmian sygnału elektrycznego w funkcji przemieszczenia elementu referencyjnego 2.

Urządzenie według wynalazku ma zastosowanie do pozycjonowaniu narzędzia w układzie maszyny NC oraz do pomiaru zużycia narzędzi tokarskich. W rozwiązaniu według wynalazku czujnik zbliżeniowy 1 stanowi czujnik indukcyjny lub pojemnościowy,

przetwarzający zmiany strumienia indukcyjności i/lub pojemności elektrycznej na sygnały elektryczne. Kształt elementu referencyjnego oraz jego położenie względem czujnika zbliżeniowego umożliwiają wykrycie względnych przemieszczeń przy czterech kierunkach najazdów, to jest w dowolnej kombinacji dwóch osi  $\pm X$ ,  $\pm Y$  lub  $\pm Z$ , w zależności od układu osi obrabiarki NC. Z uwagi na zasadę pomiaru i kształt elementu referencyjnego, technicznie możliwy jest również pomiar dla najazdów w kierunkach trzech osi NC (X, Y i Z). Dzięki temu można wykrywać zarówno zużycie osiowe jak i promieniowe dla narzędzi obrotowych.

RZECZNIK PATENTOWY

  
mgr inż. Jerzy Woźnicki