

mgr inż. Lech Mazurek
 Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa w Chełmie
 Prof. dr hab. inż. Wiktor Taranenko
 Dr hab. inż. Antoni Świć, prof. nadzw. PL
 Politechnika Lubelska, Instytut Technologicznych Systemów Informatycznych

METODY PODWYŻSZENIA EFEKTYWNOŚCI OBRABIAREK CNC W ESP

W referacie rozpatrzone zostało zagadnienie dotyczące skrócenia czasu uzbrojenia i przebrojenia wielozadaniowych obrabiarek CNC na podstawie technologicznych (regulacje, przebrojenia, nastawienia, w tym zautomatyzowane) metod zwiększania elastyczności i wydajności ESP. Automatyczna regulacja wylotu narzędzia względem każdej bazy pływającej może być zapewniona przez zastosowanie specjalnej oprawki, ustawionej we wrzecionie obrabiarki CNC. Przedstawiono metodę regulacji obrabiarki, która polega na tym, że ustawienie elementu ustalającego przyrządu, określającego ostatnie ogniwo odpowiedniego łańcucha wymiarowego dokonywane jest bezpośrednio na obrabiarce CNC według specjalnego programu, zgodnie ze szkicem operacyjnym nastawienia procesu technologicznego. Druga metoda nastawienia jest przeznaczona do zautomatyzowania regulacji wielozadaniowych obrabiarek CNC, jedno- i wieloosiowych, pracujących w warunkach autonomicznych, jak też w ESP z wykorzystaniem przyrządów uniwersalnych. Celem jest zwiększenie dokładności ustawienia części obrabianych poprzez wyeliminowanie błędów ustawienia elementu ustalającego. Zastosowanie zaproponowanych metod nastawienia obrabiarek CNC zwiększa dokładność nastawienia i bazowania części obrabianej przez wyeliminowanie błędów ustawienia elementu bazującego.

METHODS OF IMPROVING THE EFFICIENCY OF CNC MACHINES IN FPS

The problem of shortening time of equipping and reequipping multi-role CNC machine tools on the basis of technological methods of enlarging the flexibility and productivity of FPS (adjustments, reequipping, tool setting including automatic) was examined in the paper. The automatic adjustment of the outlet of tool in relation to every base can be provided by using special holder mounted in the spindle of CNC machine tool. The method for adjustment the machine tool, which bases on setting the locking device (which defines the last element of the suitable chain of dimension) directly on CNC machine tool according to the special programme in conformity with the operating draft of setting the technological process was introduced. The other setting method is designed for automation of setting multi-role CNC machine tools (single- and multi-axial), operating under autonomic conditions and also in FPS using the universal instruments. The main goal is increasing precision of setting and setting machined elements through elimination of locking device setting fault. The use of proposed methods of setting CNC machine tools increases precision of setting and basing the machined element by eliminating of locking device setting fault.

WSTĘP

Wydajność i elastyczność wielozadaniowych obrabiarek CNC można podnieść, między innymi, w wyniku opracowania nowych metod technologicznych (regulacje, przebrojenia, nastawienia, w tym zautomatyzowane) oraz konstrukcyjnych (elementy ustalające, uchwyty, przyrządy montażowo – ustalające), umożliwiających skrócenie czasu uzbrojenia i przebrojenia wielozadaniowych obrabiarek CNC w warunkach produkcji wieloasortymentowej.

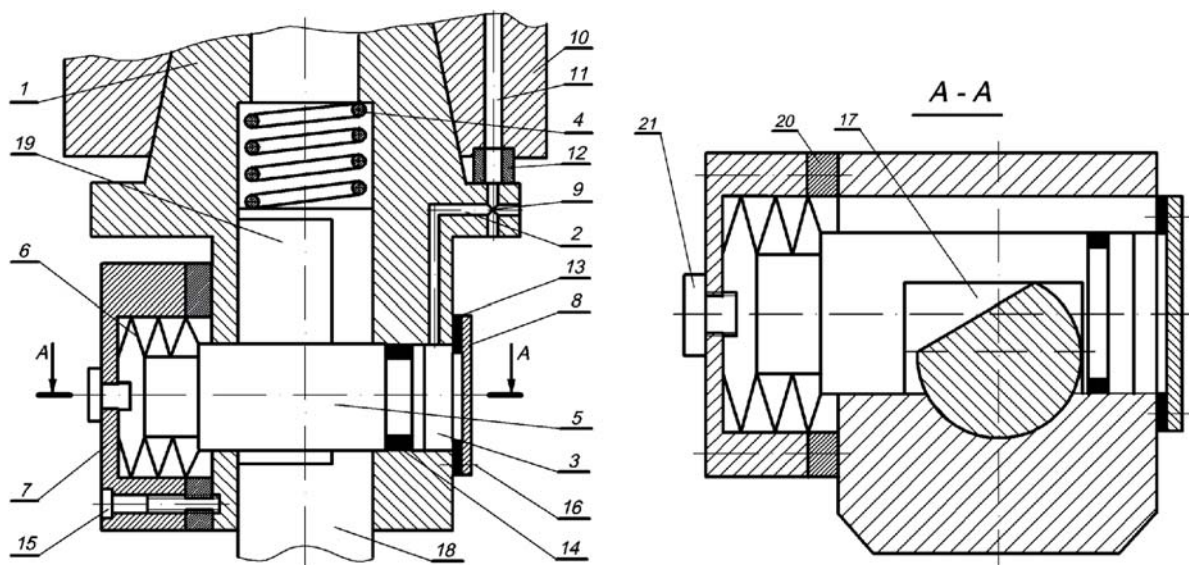
Znane są zautomatyzowane i niezautomatyzowane sposoby regulacji ustawienia osiowego, względem bazy stałej, obrotowych narzędzi skrawających (frezów, wiertel, nawiertaków i in.) na obrabiarkach CNC [3]. Sposób niezautomatyzowany, realizowany za pomocą płytek pomiarowych, wzorców i sond, charakteryzuje się wysoką pracochołnością.

Zautomatyzowane ustawienie, z wykorzystaniem odczytowo-pomiarowego układu CNC obrabiarki, umożliwia określenie tylko rzeczywistego położenia narzędzia względem osi. Jednakże w praktyce przemysłowej niezwykle istotne jest ustalenie położenia bazy „pływającej” części obrabianej względem narzędzia skrawającego, położenie którego nie może być określone wskazanymi wyżej sposobami. Do regulacji ustawienia narzędzia skrawającego względem bazy „pływającej” stosowane są głowice pomiarowe typu Renishaw.

Głowicę ustawia się we wrzecionie obrabiarki i według programu sterującego (PS) można określić faktyczne odchylenie położenia powierzchni mierzonej od obliczeniowej. Zatem korygowany jest PS albo wylot narzędzia. Taki sposób regulacji jest bardzo pracochołny, ponieważ wymaga pomiaru każdej części w partii i zastosowania specjalnej głowicy pomiarowej, co nie zawsze jest ekonomicznie uzasadnione.

URZĄDZENIE DO ZAMOCOWANIA NARZĘDZI TRZPIENIOWYCH

Urządzenie jest przeznaczone do wykorzystania w obrabiarkach CNC i rozszerza możliwości technologiczne przy nastawieniu wylotu narzędzia trzpieniowego względem każdej bazy pływającej części obrabianej lub przyrządu.



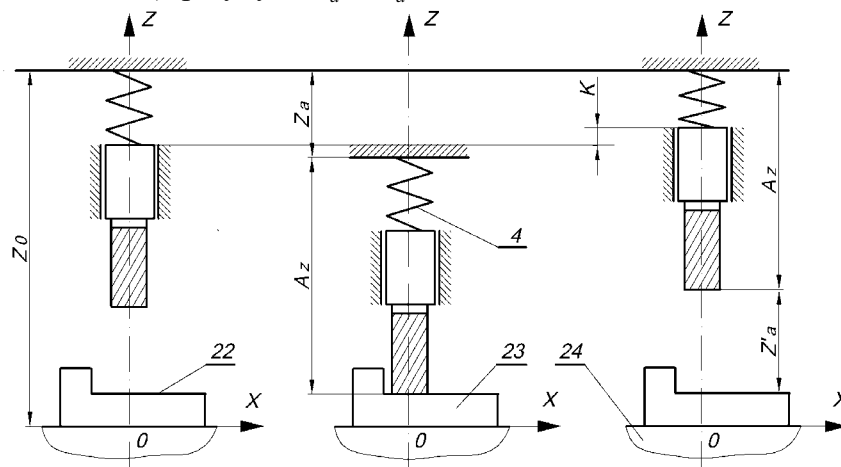
Rys. 1. Oprawka do regulacji wylotu narzędzia A_z

Na rys. 1 przedstawiono urządzenie nastawione względem wylotu narzędzia i zaciśnięte w gnieździe wrzeciona [1].

Urządzenie (rys. 1) składa się z oprawki narzędziowej 1 z kanałami 2, doprowadzającymi olej do przestrzeni 3, sprężyny 4, osi zamykającej 5, sprężyn talerzowych 6, gilzy 7, pokrywy 8, zaworu powrotnego 9.

Przyrząd umieszczany jest w stożku wrzeciona 10 z kanałem 11 doprowadzającym olej. Przed wyciekami oleju z układu hydraulicznego zabezpieczają uszczelnienia 12-14. Gilza i pokrywa są mocowane śrubami 15 i 16. Oś zamykająca 5 ma skos 17, oddziałujący na narzędzie 18 poprzez ścięcie 19, wykonane w jego końcowej części. Niezbędną siłę zaciskania narzędzia zapewnia odpowiednia grubość pierścienia 20. Wypadanie narzędzia skrawającego w stanie niezaciśniętym eliminuje się śrubą oporową 21, ograniczającą skok osi zamykającej 5. W czasie nastawienia wylot narzędzia skrawającego trafia na oparcie bazy pływającej 22 obrabianej części (albo przyrządu) 23, ustawionej na stole 24 obrabiarki CNC (rys. 2).

Na rys. 2 przedstawiono schemat nastawienia wylotu narzędzia skrawającego, gdzie: Z_0 – odległość powierzchni czołowej wrzeciona od płaszczyzny stołu w położeniu wyjściowym („0” obrabiarki względem osi Z); A_z – wymiar wzdłuż osi wrzeciona, nastawiony od bazy pływającej 22 do powierzchni czołowej wrzeciona (wylot narzędzia); Z_a – wielkość przemieszczenia wrzeciona z narzędziem po wykonaniu nastawienia wylotu narzędzia; K – wielkość ściśnięcia sprężyny 4 przy zapewnieniu kontaktu gwarantowanego wylotu ostrza narzędzia skrawającego z pływającą bazą pomiarową; Z'_a – odległość ostrza zamocowanego narzędzia skrawającego od bazy pływającej w wyjściowym położeniu wrzeciona („0” obrabiarki), przy tym $Z_a = Z'_a$.



Rys. 2. Schemat nastawienia wylotu narzędzia skrawającego względem wylotu A_z

Urządzenie działa w następujący sposób. Przed obróbką części, po zmianie narzędzia, wrzeciono znajduje się w położeniu wyjściowym (rys. 2). Na skutek działania ciśnienia w układzie hydraulicznym, oś zamykająca 5 (rys. 1) przemieszcza się w lewo do śruby oporowej 21, ściskając sprężynę talerzową 6, przy tym narzędzie skrawające 18 znajduje się w położeniu niezaciśniętym. Zatem, zgodnie z programem sterującym, wrzeciono 10 z narzędziem przesuwają się do oparcia bazy pływającej 22 części (albo przyrządu) 23, ściskając sprężynę 4 na wielkość K do uzyskania gwarantowanego kontaktu ostrza narzędzia skrawającego z bazą pływającą części (albo przyrządu), po czym, na podstawie sygnału programu sterującego, następuje zaciśnięcie narzędzia, a ciśnienie w układzie hydraulicznym

spada pod wpływem działania zaworu 9. Pod wpływem oddziaływania sprężyny talerzowej 6, oś 5 przemieszcza się w prawo, mocując narzędzie skrawające (rys. 1). W tym położeniu następuje automatyczne nastawienie narzędzia względem bazy pływającej. Zatem wrzeciono, w wyniku działania programu sterującego, przesuwa się w położenie wyjściowe („0”) albo do strefy obróbki części.

Możliwość automatycznego nastawienia wylotu narzędzia od bazy pływającej pozwala na poszerzenie technologicznych możliwości obrabiarki CNC, zmniejszając ilość operacji (ustawień części, niezbędnych do przeniesienia bazy) oraz przeprowadzenie szeregu operacji na obrabiarkach CNC, wcześniej wykonywanych metodą próbnych przejść na obrabiarkach konwencjonalnych.

METODY NASTAWIENIA WIELOZADANIOWYCH OBRABIAREK CNC

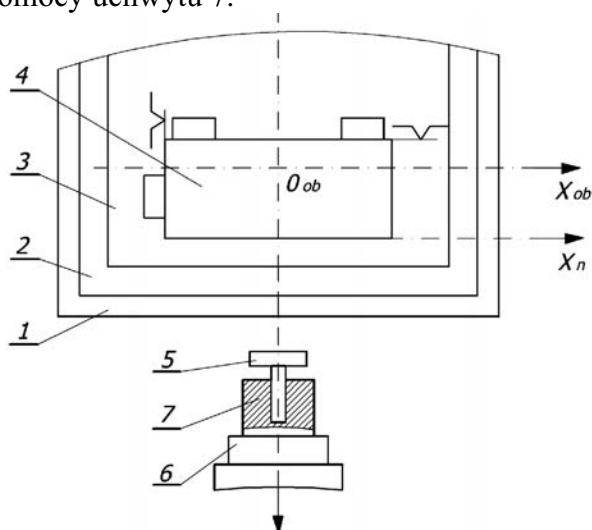
Metoda jest przeznaczona do podwyższenia efektywności wykorzystania obrabiarek CNC, zwłaszcza pracujących w warunkach elastycznej produkcji zautomatyzowanej. Cel – podwyższenie wydajności pracy obrabiarki CNC i uproszczenie konstrukcji przyrządu do ustawienia i zamocowania obrabianych części [2].

Metoda regulacji obrabiarki polega na tym, że ustawienie elementu ustalającego przyrządu, określającego ostatnie ogniwo odpowiedniego łańcucha wymiarowego przyrządu, dokonywane jest bezpośrednio na obrabiarce CNC według specjalnego programu, zgodnie ze szkicem operacyjnym nastawiania procesu technologicznego.

Istota polega na możliwości kompensacji błędów łańcucha wymiarowego przyrządu przez ustawienie elementu, bezpośrednio ustalającego część obrabianą według specjalnego programu, co eliminuje konieczność dokonywania pomiarów faktycznego położenia elementów ustalających (kołków, płytek) i korygowania programów sterujących na podstawie rezultatów pomiarów, a także znacznie upraszcza konstrukcję części korpusu przyrządu (płyt, podstaw) w wyniku eliminacji otworów do ustawienia elementów ustalających.

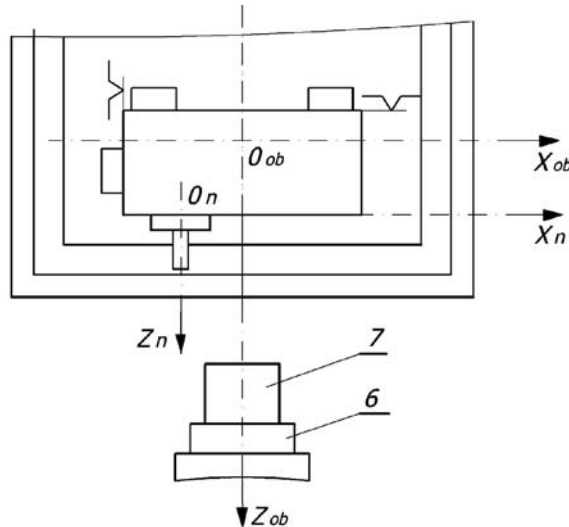
Na rys. 3 pokazano położenie elementu ustalającego we wrzecionie obrabiarki, przed jego zamocowaniem w przyrządzie.

Przyrząd, umożliwiający tę metodę regulacji obrabiarki (rys. 3.) składa się ze stołu 1, palety 2 i płyty 3, z umocowaną na niej płytą oporową 4. Element ustalający 5 jest ustawiony we wrzecionie 6 przy pomocy uchwytu 7.



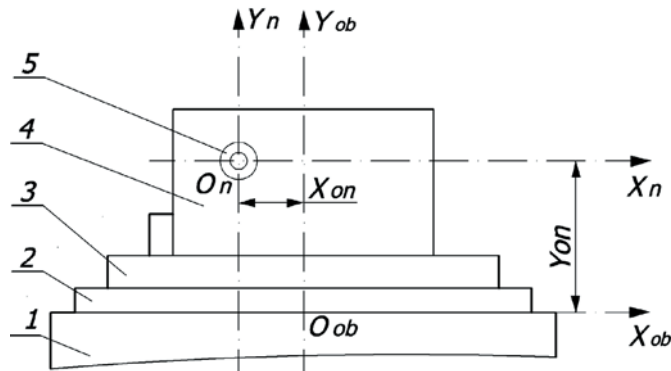
Rys. 3. Położenie elementu ustalającego we wrzecionie obrabiarki przed jego zamocowaniem w przyrządzie

Na rys. 4 i rys. 5 pokazano położenie elementu ustalającego 5 po zamocowaniu go na płycie oporowej 4, ustawionej na płycie 3; X_{on}, Y_{on} - wymiary, określające położenie ustalającego część obrabianą, elementu 5 (położenie lokalnego układu współrzędnych $X_n O_n Y_n$ i $X_n O_n Z_n$) względem obrabiarkowego układu współrzędnych $X_{ob} O_{ob} Y_{ob}$ (rys. 5) i $X_{ob} O_{ob} Z_{ob}$ (rys. 4).



Rys. 4. Położenie elementu ustalającego po zamocowaniu na płycie oporowej

Wrzeciono 6 z uchwytem 7 znajduje się w pozycji do załadowania następnym elementem ustalającym. Płyta oporowa 4 jest ustawiona i zamocowana w wolnej strefie płyty 3 (rys. 4). Zatem element ustalający 5 za pomocą uchwyty i wrzeciono, według programu, swoim płaskim końcem ustawia się na płaskiej bazie płyty oporowej 4 według współrzędnych X_{on} i Y_{on} z mocowaniem, np. przy pomocy magnesu, kleju albo innych środków łączących w przyjętym, według szkicu przygotowania operacyjnego procesu technologicznego, położeniu.

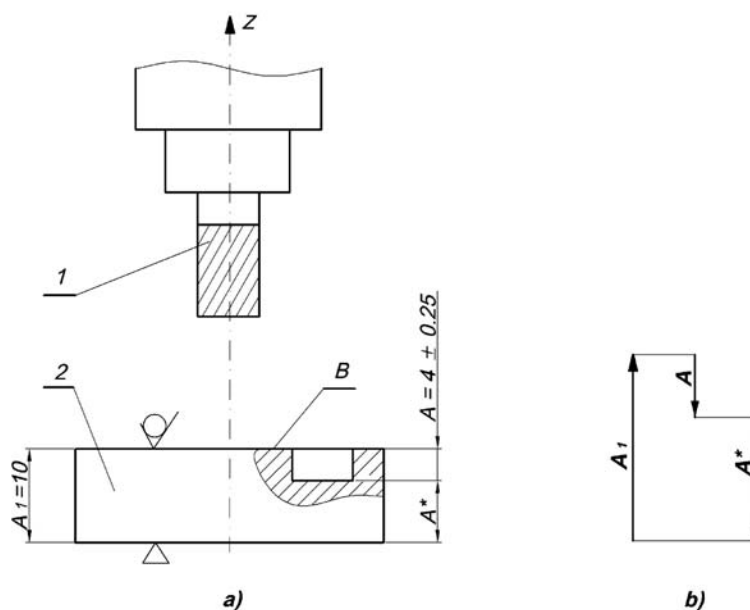


Rys. 5. Położenie elementu ustalającego płycie oporowej, ustawionej na płycie

W ten sposób błędy wykonania przyrządu, rozmieszczone na płaszczyźnie współrzędnych $X_{ob} O_{ob} Y_{ob}$, nie wpływają na położenie części obrabianej przy jej ustawieniu odnośnie elementu ustalającego 5, a położenie tego elementu $X_{on} Y_{on}$ ustalane jest według programu względem obrabiarkowego układu współrzędnych $X_{ob} O_{ob} Y_{ob}$ z dokładnością pozycjonowania obrabiarki. Rozpatrzmy przykład, kiedy narzędziem 1 (rys. 6. a) należy wykonać rowek wpustowy w części 2, utrzymując głębokość $A = 4 \pm 0,25$ mm względem nie obrabianej i nie związanej z bazą ustawczą, powierzchni B . Położenie tej powierzchni w przestrzeni roboczej obrabiarki

zmienia się w granicach pola tolerancji wymiaru A_1 , który wynosi $0,2 + 0,8 = 1$ mm. Tak więc, przy tradycyjnych sposobach regulacji, powierzchnia B nie może być bazą do pomiaru. Ponieważ w wymienionym przykładzie wymiar A powinien być zapewniony automatycznie, jest on wymiarem zamykającym łańcuch wymiarowy (rys.4. b). W tym przypadku wymiar A^* staje się wymiarem regulacyjnym i jest ustalony względem bazy ustawczej. Suma tolerancji ogniów A_1 i A^* nie powinna być większa od tolerancji ogniwa zamykającego A , jednakże w rozpatrywanym przypadku ten warunek nie jest spełniony, ponieważ

$$\Delta A_1 + \Delta A^* = 1\text{mm} + \Delta A^* > \Delta A = 0,25 + 0,25 = 0,5\text{mm}.$$



Rys. 6. Schemat regulacji narzędzia do obróbki rowka wpustowego w części obrabianej

W praktyce zadanie to rozwiązuje się w następujący sposób. Należy zwiększyć tolerancję ogniwa zamykającego, żeby zapewnić współzależność $\Delta A \geq \Delta A_1 + \Delta A^*$, czasami kosztem obniżenia jakości albo zmniejszenia tolerancji ogniów tworzących łańcuch, wprowadzając dodatkowo operację frezowania (lub szlifowania) bazy „pływającej”. Jeśli to nie daje zadawalającego efektu, część poddaje się obróbce metodą próbnych przejść na obrabiarce uniwersalnej.

Ze względu na złożoność, wysokie koszty i znaczne straty czasu maszynowego przy pomiarze części, ta metoda jest w praktyce rzadko stosowana.

Automatyczna regulacja wylotu narzędzia 18 (rys. 1) względem każdej bazy „pływającej” może być zapewniona przez zastosowanie specjalnej oprawki 1, ustawionej we wrzecionie 10 obrabiarki CNC. Składa się ona z obudowy, osi zamykającej 5, sprężyn tarczowych 6 i sprężyny 4 [1].

Pod wpływem działania sprężyn 6, skos 17 osi zamykającej, współdziała z płaszczyzną 19, wykonaną na trzpieniu narzędzia. Oprawka podłączona jest do układu hydraulicznego obrabiarki CNC i pod wpływem ciśnienia roboczego oś zamykająca przesuwa się w lewo, ściskając sprężyny 6, co powoduje uwolnienie narzędzia. W chwili, gdy przestaje działać ciśnienie w układzie hydraulicznym, narzędzie zostaje zamocowane.

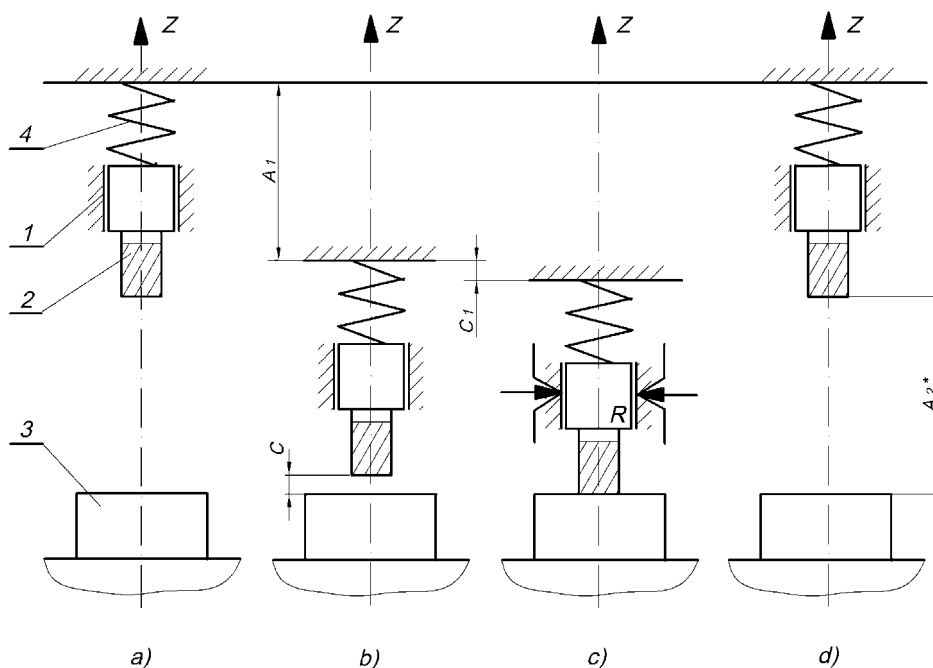
Wylot narzędzia skrawającego jest regulowany w następujący sposób. W położeniu wyjściowym wrzeciona (rys. 7 a) narzędzie 2 ustawione jest w oprawce 1, zamocowanej

we wrzecionie. Zatem program sterujący powoduje ruch wrzeciona z narzędziem wzdłuż osi Z na odległość A_1 (rys. 7 b).

Narzędzie zostaje wtedy ustawione w odległości C od pomiarowej bazy „pływającej” (płaszczyzny 3). Odległość ta równoważy sumę wahań położenia płaszczyzny 3 w kierunku osi Z i wstępnie określonego błędu położenia wylotu narzędzia. W celu skompensowania wskazanego błędu i zapewnienia trwałości narzędzia skrawającego, wrzeciono przesuwa się na odległość $C_1 > C$ (rys. 7 c), w wyniku czego narzędzie, pod wpływem ściśniętej sprężyny 4, przylega do płaszczyzny 3.

Wtedy powstaje reakcja R , przesuwająca narzędzie w oprawce o wartość $C_1 - C$, a następnie, na komendę „Zamocowanie narzędzia”, sworzeń zamykający, pod wpływem sprężyn tarczowych, mocuje narzędzie w oprawce.

Po tym, trzpień wraca w położenie wyjściowe (rys.7 d), pokonując drogę równą odległości $A_2^* = A_1 + C_1$. Wymiar można zmierzyć i wprowadzić do pamięci układu CNC.



Rys. 7. Schemat regulacji wylotu narzędzia skrawającego

Część programu sterującego, ilustrująca automatyczną regulację narzędzia, można przedstawić następująco (kody zgodnie z GOST 20999 - 83) [4]:

```
N1 G80 G40 LF
N2 G01 G91 Z - [ZA1]F[F0] LF
N3 Z - [ZC1] LF
N4 G92 Z0 LF
```

Przy czym $[Z_{A1}]$, $[Z_{C1}]$, $[F_0]$ – liczbowe wartości przemieszczenia narzędzia wzdłuż osi Z na odległość A_1 i C_1 i drogi dojścia.

Po zakończeniu kadru N3 narzędzie zostało ustawione względem bazy pomiarowej, a po zakończeniu kadru N4 ustawiony jest lokalny układ współrzędnych, odpowiadający położeniu bazy pomiarowej.

Dalej obróbka części jest wykonywana od tej bazy (a nie od ustawczej, odpowiadającej układowi współrzędnych części) i automatycznie ustalone jest położenie wylotu narzędzia.

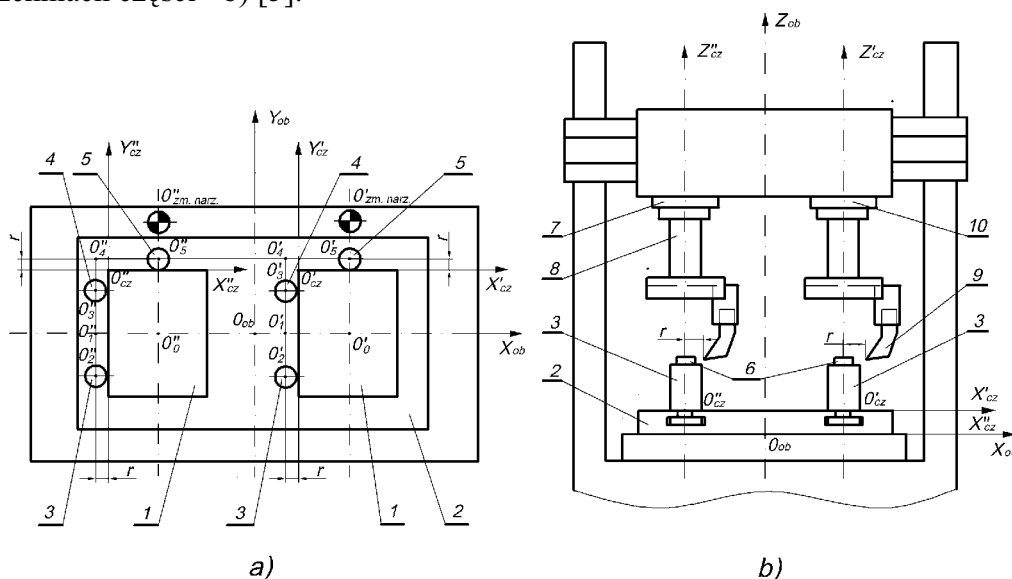
Proponowany sposób pozwala nastawić narzędzie skrawające względem każdej bazy pomiarowej, zmieniającej swoje położenie w układzie współrzędnych obrabiarki i zabezpiecza obróbkę tych powierzchni części, które ewidentnie nie są określone względem bazy ustawczej.

Ponadto sposób ten poszerza technologiczne możliwości wielozadaniowej obrabiarki CNC, zmniejszając liczbę ustawień części przy zmianie bazy ustawczej, jak również pozwala przeprowadzić na obrabiarence CNC szereg operacji, które wcześniej wykonywane były na obrabiarkach uniwersalnych metodą próbnych przejść.

Sposób nie wymaga stosowania przyrządów do regulacji narzędzia poza obrabiarką, ponieważ narzędzie można automatycznie nastawić na samej obrabiarence, nawet bez zastosowania specjalnych czujników położenia.

Drugi sposób nastawienia jest przeznaczony do automatyzacji regulacji wielozadaniowych obrabiarek CNC, zarówno jedno- jak i wieloosiowych, pracujących w warunkach autonomicznych, jak też w elastycznych systemach produkcyjnych (ESP) z wykorzystaniem przyrządów uniwersalnych (PU). Celem jest zwiększenie dokładności ustawienia części obrabianych poprzez wyeliminowanie błędu ustawienia elementu ustalającego.

Na rys. 8. pokazano schemat nastawienia dwuosiowej obrabiarki CNC - a); schemat obróbki elementów ustalających na dwuosiowej obrabiarence CNC z ustawieniem na wewnętrznych powierzchniach części - b) [5].



Rys. 8. Schemat nastawienia dwuosiowej obrabiarki CNC - a); schemat obróbki elementów ustalających na dwuosiowej obrabiarence CNC z ustawieniem na wewnętrznych powierzchniach części - b)

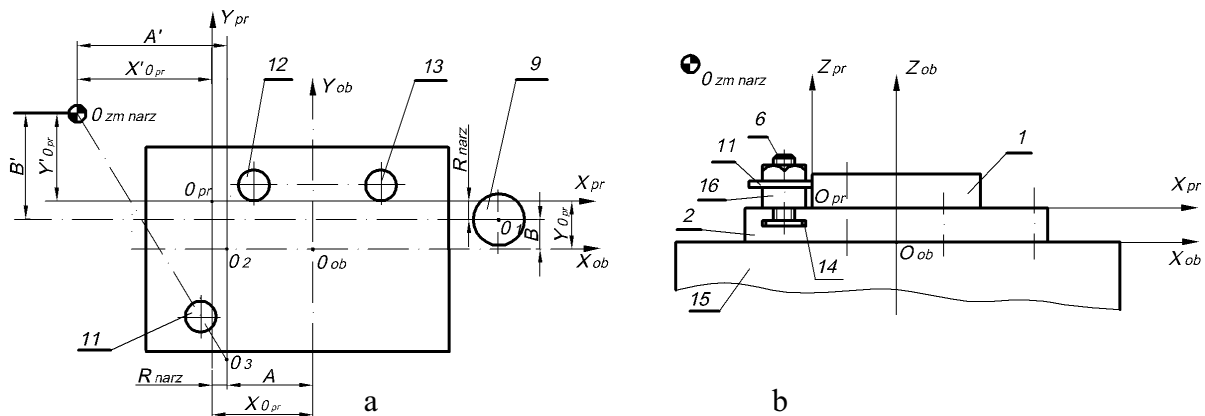
Przed obróbką partii części 1, na płycie bazowej przyrządu 2, niedokładnie ustawione elementy ustalające 3 – 5, zamocowane są za pomocą elementów mocujących 6, których łby śrub mogą być rozmieszczone w rowkach teowych bazowej płyty przyrządu 2. Elementy ustalające 3 – 5 mogą być wykonywane w kształcie tulei. W pierwsze wrzeciono 7 wstawiona jest oprawka 8 z mikrośrubą do dokładnej regulacji wylotu narzędzia skrawającego 9 (noża wytaczaka). Na podstawie zadanego programu, w obrabiarkowym układzie współrzędnych, obrabiane są elementy ustalające 3 – 5. Układy współrzędnych oznaczone są w następujący sposób: $X_{ob}O_{ob}Y_{ob}$ – układ współrzędnych obrabiarki, $X'_{cz}O'_{cz}Y'_{cz}$ – układ współrzędnych pierwszej obrabianej części, $X''_{cz}O''_{cz}Y''_{cz}$ – układ współrzędnych drugiej obrabianej części,

O'_{cz} – punkt wyjściowy (zerowy) do obróbki pierwszej części, O''_{cz} – punkt wyjściowy (zerowy) do obróbki drugiej części, O_{ob} – punkt zerowy obrabiarki, r – odległość wylotu narzędzia od osi wrzeciona, $O'_0 - O'_1 - O'_2 - O'_3 - O'_4 - O'_5 - O'_{zm.narz.}$ – trajektoria ruchu pierwszego narzędzia, $O''_0 - O''_1 - O''_2 - O''_3 - O''_4 - O''_5 - O''_{zm.narz.}$ – trajektoria ruchu drugiego narzędzia, $O'_{zm.narz.}$ – punkt zmiany narzędzia, znajdującego się w pierwszym wrzecionie, $O''_{zm.narz.}$ – punkt zmiany narzędzia, znajdującego się w drugim wrzecionie, O'_0, O''_0 – wyjściowe (zerowe) położenie wrzeciona.

Pierwsze wrzeciono 7 przemieszcza się w płaszczyźnie $X_{ob}O_{ob}Y_{ob}$, na przykład według trajektorii $O'_0 - O'_1 - O'_2 - O'_3 - O'_4 - O'_5 - O'_{zm.narz.}$. Zatem już nastawiona oprawka przestawiona zostaje w drugie wrzeciono 10, po tym programie obrabiane są elementy ustalające 3 – 5 dla drugiej części, przy czym drugie wrzeciono przemieszcza się w płaszczyźnie $X_{ob}O_{ob}Y_{ob}$ po trajektorii $O''_0 - O''_1 - O''_2 - O''_3 - O''_4 - O''_5 - O''_{zm.narz.}$.

Po obróbce elementów ustalających 3 – 5 ustalane są układy współrzędnych części: $X'_{cz}O'_{cz}Y'_{cz}$ i $X''_{cz}O''_{cz}Y''_{cz}$, których punkty zerowe O'_{cz} i O''_{cz} ustalone są względem charakterystycznych punktów O_4, O_4' trajektorii ruchu roztoczonej oprawki przy obróbce baz wzdłuż osi X_{ob} i Y_{ob} na tę samą wielkość r (r – zakres regulacji noża w oprawce).

Przed obróbką części 1, w układzie sterowania numerycznego wprowadza się wartość r , która jest uwzględniana automatycznie przy zakończeniu programu sterującego.



Rys. 9. Schemat obróbki elementów ustalających z PU w jednowrzecionowej obrabiarkie z ustawieniem na zewnętrznych powierzchniach części - a); schemat ustawienia części - b)

Na rys. 9 pokazano schemat obróbki elementów ustalających z PU na jednoosiowej obrabiarkie z ustawieniem na zewnętrznych powierzchniach części - a); schemat ustawienia części - b).

Układy współrzędnych dla realizacji sposobu nastawienia na jednowrzecionowej obrabiarkie są oznaczone: $X_{ob}O_{ob}Y_{ob}$ – układ współrzędnych obrabiarki, $X_{pr}O_{pr}Y_{pr}$ – układ współrzędnych programu, O_{ob} – punkt zerowy obrabiarki, O_{pr} – punkt zerowy programu, $O_{zm.narz.}$ – punkt zmiany narzędzia, A i B – położenia narzędzia skrawającego względem zerowego punktu obrabiarki O_{ob} odpowiednio wzdłuż osi X_{ob} i Y_{ob} przy obróbce baz 11 – 13, R_{narz} – promień narzędzia, X_{0pr} i Y_{0pr} – odległości od zerowego punktu

obrabiarki O_{ob} do bazy ustawczej 11 i baz kierunkowych 12 i 13, A' i B' – odległości od położenia narzędzia skrawającego w momencie obróbki baz odpowiednio w kierunku osi X_{ob} i Y_{ob} do punktu zmiany narzędzia $O_{zm.narz.}$, X'_{0pr} i Y'_{0pr} – odległości od punktu zmiany narzędzia, odpowiednio do bazy ustawczej 11 i baz kierunkowych 12 i 23, $O_{ob} - O_1 - O_2 - O_3 - O_{zm.narz.}$ – trajektoria ruchu narzędzia.

Przed obróbką nowej partii części, wprowadzone w rowki teowe 14 przyrzędu 2, ustawionego na stole 15 obrabiarki CNC, główki elementów mocujących 6, ustawiają i zamocowują elementy ustalające. W razie konieczności elementy ustalające mogą być ustawione na oporowych tulejach 16. Zatem na podstawie zadanego programu w obrabiarkowym układzie współrzędnych $X_{ob}O_{ob}Y_{ob}$ przebiega obróbka baz 11 – 13, na przykład za pomocą freza palcowego, według trajektorii $O_{ob} - O_1 - O_2 - O_3 - O_{zm.narz.}$, przy tym następuje tworzenie kąta współrzędnościowego, którego wierzchołkiem jest punkt zerowy O_{pr} programu, będący podstawowym punktem wyjściowym przy programowaniu obróbki części. Po obróbce elementów ustalających, narzędzie skrawające 9 z punktu O_3 według programu przemieszcza się do punktu zmiany narzędzia O_{zm} , który może być wybrany zgodnie z potrzebami obsługi obrabiarki, dotyczącymi zmiany półfabrykatów, narzędzi i kontroli wymiarów.

Sposób pozwala na automatyczną regulację obrabiarki CNC za pomocą układu współrzędnych $X_{pr}O_{pr}Y_{pr}$, utworzonego poprzez obróbkę baz, według których ustawiana jest część obrabiana.

Przy tym $X_{0pr} = A \pm R_{narz.}$; $Y_{0pr} = B \pm R_{narz.}$; $X'_{0pr} = A' \pm R'_{narz.}$; $Y'_{0pr} = B' \pm R'_{narz.}$

Zastosowanie zaproponowanych metod nastawienia obrabiarek CNC zwiększa dokładność nastawienia i bazowania części obrabianej poprzez wyeliminowanie błędów ustawienia elementu bazującego.

PODSUMOWANIE

W artykule przedstawiono dwie metody nastawiania wielozadaniowych obrabiarek CNC oraz urządzenie do zamocowania narzędzi trzpieniowych.

Metoda pierwsza pozwala na podwyższenie efektywności wykorzystania obrabiarek CNC, zwłaszcza pracujących w warunkach elastycznej produkcji zautomatyzowanej. Polega na tym, że element ustalający przyrzędu, określający ostatnie ogniwo odpowiedniego łańcucha wymiarowego, ustawiany jest bezpośrednio na obrabiarce CNC według specjalnego programu, zgodnie ze szkicem operacyjnym obróbki. Proponowany sposób pozwala nastawić narzędzie skrawające względem każdej bazy pomiarowej, zmieniającej swoje położenie w układzie współrzędnych obrabiarki i zabezpiecza obróbkę tych powierzchni części, które ewidentnie nie są określone względem bazy ustawczej.

Metoda druga nastawienia pozwala na automatyzację regulacji wielozadaniowych obrabiarek CNC, zarówno jedno – i wieloosiowych, pracujących w autonomicznych warunkach, jak też w elastycznych systemach produkcyjnych (ESP) z wykorzystaniem przyrządów uniwersalnych (PU). Celem jej zastosowania jest zwiększenie dokładności nastawienia obrabiarki i ustawienia części obrabianych poprzez wyeliminowanie błędów ustawienia elementu ustalającego.

Zastosowanie zaproponowanych metod nastawienia obrabiarek CNC zwiększa dokładność nastawienia i bazowania części obrabianej w wyniku wyeliminowania błędów ustawienia elementu bazującego.

Urządzenie do zamocowania narzędzi trzpieniowych jest stosowane na obrabiarkach CNC i poszerza ich technologiczne możliwości przy nastawieniu wylotu narzędzia trzpieniowego względem każdej bazy „pływającej” części obrabianej lub przyrządu. Automatyczne nastawienie wylotu narzędzia od bazy pływającej zmniejsza ilość operacji (ustawień części, niezbędnych do przeniesienia bazy) oraz pozwala na realizację szeregu operacji na obrabiarkach CNC, wcześniej wykonywanych metodą próbnych przejść na obrabiarkach konwencjonalnych.

LITERATURA

1. Mazurek L., Taranenko V., Świć A.: Device for fastening shank tools. АВТОМАТИЗАЦИЯ: ПРОБЛЕМЫ, ИДЕИ, РЕШЕНИЯ: Материалы междунар. научн.-техн. конф., г. Севастополь, 10-15 сентября 2007 г. - Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2007. – С. 47 - 48
2. Mazurek L., Taranenko V.: *Metod of setting the CNC machine tool.* . «ПРОГРЕССИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ МАШИНО-ПРИБОРОСТРОИТЕЛЬНЫХ ОТРАСЛЕЙ И ТРАНСПОРТА» Материалы международной научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых 14-18 мая 2007, Севастополь, Севастополь, 2007.- С. 50-52
3. Микитянский В.В. Точность приспособлений в машиностроении.- М.: Машиностроение, 1984. – 128 с.
4. Уралов В. И.. Юзефпольский Я. А. Технологическая подготовка многооперационных станков. – М.: Машиностроение, 1985. – 88 с.
5. Авт. Свид. SU № 1481032 А1, МКИ В23Q 15/00, Способ настройки станка с программным управлением. – Оpubл. 1989, Бюл. № 19.

Mgr inż. Lech Mazurek, asystent, Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa w Chełmie,
ul. Pocztowa 54, 22-100 Chełm,

tel. (82)5620616, lmazurek@pwsz.chelm.pl

Prof. dr hab. inż. Wiktor Taranenko, kierownik Zakładu Elastycznych Systemów Wytwarzania, Instytut Technologicznych Systemów Informacyjnych, Wydział Mechaniczny, Politechnika Lubelska, ul. Nadbystrzycka 36, 20-618 Lublin,

tel. (81)5384585, w.taranenko@pollub.pl

Dr hab. inż. Antoni Świć, prof. PL, dyrektor Instytutu Technologicznych Systemów Informacyjnych, Wydział Mechaniczny, Politechnika Lubelska, ul. Nadbystrzycka 36, 20-618 Lublin,

tel. (81)5384586, a.swic@pollub.pl