

TADEUSZ MIKOŁAJCZYK

Wydział Mechaniczny, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy, Bydgoszcz

Tworzenie narzędzia elastycznego geometryczno-kinematycznie

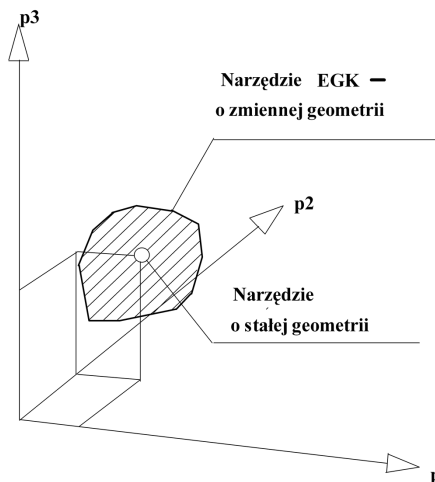
Wprowadzenie

Elastyczność geometryczno-kinematyczna (EGK) narzędzi polega na ich wyposażeniu w osie ruchliwości umożliwiające np. zmianę wymiarów [1–4], kształtu [2, 5, 6] czy geometrii ostrza [2, 7, 8]. Narzędzia EGK produkowane są jako narzędzia handlowe, znajdując zastosowanie w wielu sposobach obróbki. Ich zastosowanie prowadzi do oszczędności związanych ze zmniejszeniem liczby narzędzi tradycyjnych o stałej geometrii [2, 7, 8]. Współcześnie budowane są narzędzia EGK z manualną zmianą parametrów [1, 2, 6] jak i mechatroniczne [1–4, 8], z układem napędu i sterowania usytuowania elementów roboczych.

Celem pracy jest propozycja metodyki umożliwiającej tworzenie narzędzi EGK w oparciu o istniejące rozwiązania tradycyjnych narzędzi handlowych o geometrii stałej.

Istota rozwiązania

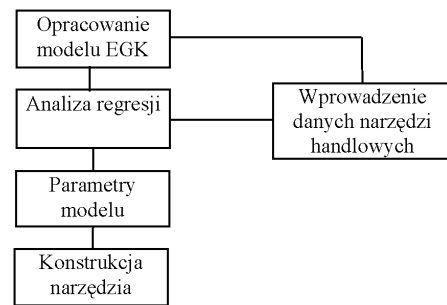
Narzędzia o stałej geometrii można przedstawić w postaci punktu w przestrzeni poszczególnych parametrów (Rys. 1) natomiast narzędzie EGK zastępujące kilka narzędzi o stałej geometrii – zajmuje pewien obszar w tej przestrzeni.



Rys. 1. Prezentacja narzędzia o geometrii stałej i narzędzia EGK o analogowej zmianie parametrów w przestrzeni trójwymiarowej (p_1, p_2, p_3 – parametry narzędzia), [2]

Metodyka (Rys. 2) oparta na analizie regresji parametrów narzędzi handlowych zapewnia tworzenie konstrukcji narzędzia EGK geometrycznie podobnego do narzędzi o stałej geometrii. Dla zastosowania metody analizy regresji należy utworzyć model matematyczny usytuowania osi ruchliwości narzędzia EGK.

Zastosowania metodyki przedstawiono na przykładzie noża tokarskiego. Model matematyczny noża tokarskiego o zmien-

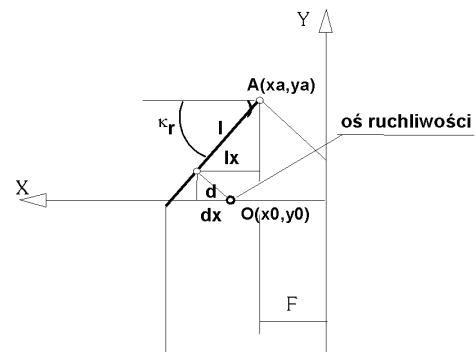


Rys. 2. Algorytm opracowania modelu narzędzia EGK

nym kącie przystawienia opracowano opierając się na schemacie przedstawionym na rys. 3, w którym przyjęto prostopadłe usytuowanie osi ruchliwości części roboczej noża do płaszczyzny podstawowej Pr. Dane konstrukcyjne różnicujące rozwiązania noży tokarskich dla określonego przekroju trzonka są następujące: kąt przystawienia κ_r i parametr F (Rys. 3) przemieszczenia wierzchołka ostrza od powierzchni bazowej noża. Współrzedną F usytuowania wierzchołka ostrza przy założeniu określonego punktu „O” (o współrzednych x_0, y_0) usytuowania osi obrotu krawędzi skrawającej można zapisać następującym równaniem:

$$F = x_0 + d \sin \kappa_r - l \cos \kappa_r \quad (1)$$

Niewiadome x_0, d i l równania (1) można wyznaczyć poprzez rozwiązanie układu równań opracowanych dla określonego asortymentu narzędzi handlowych.



Rys. 3. Schemat do wyznaczania równania opisującego usytuowanie osi stopnia ruchliwości (obrotu) krawędzi skrawającej noża tokarskiego o zmiennym kącie przystawienia

W przedstawionym przykładzie dokonano analizy 4 rozwiązań noży składanych produkcji *Pabianickiej Fabryki Narzędzi* o parametrach geometrycznych przedstawionych w tabelicy 1. Dane te zostały opracowane z wykorzystaniem programu analizy regresji, a obliczone współczynniki równania (1) przedstawiono w tabelicy 2.

Tablica 1

Dane noży odsadzonych produkcji PAFANA

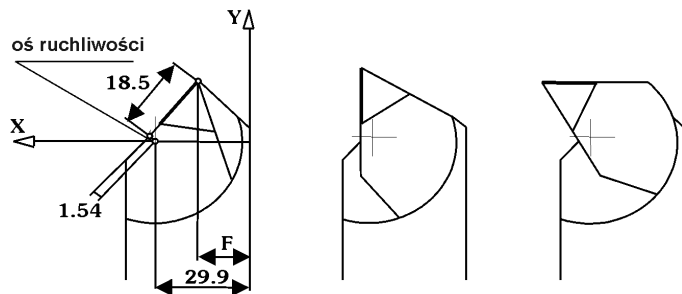
Lp	Oznac.	κ_r , [o]	F , [mm]
1	PTJNR	93	32
2	PTNGR	90	32
3	PTNNR	63	12,5
4	PTTNR	60	22

Tablica 2

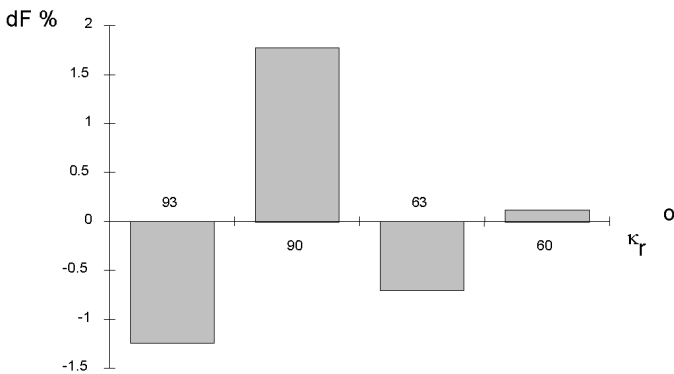
Równanie regresji $F = f(\kappa_r)$ wraz z oceną korelacji R i istotności na poziomie $\alpha = 0,05$ (*)

Równanie regresji	
$F = 29,9 + 1,54 \sin \kappa_r - 18,6 \cos \kappa_r$	
Ocena równania	
Istotność $F = 63,90$ *	Korelacja $R = 0,9922$
$n-k-1 = 1, k = 2$	$F_r = 63,34$ *

Współrzędne położenia osi ruchliwości (Tabl. 2) noża tokarskiego EGK (Rys. 4), stanowią wytyczne do opracowania konstrukcji uniwersalnego noża tokarskiego zastępującego 4 konstrukcje narzędzi, a także umożliwiającego osiągnięcie wartości pośrednich kąta κ_r i współrzędnej F . Odchyłki obliczeniowych wartości parametru F według opracowanego modelu od wartości dla noży handlowych nie przekraczają 2% (Rys. 5).

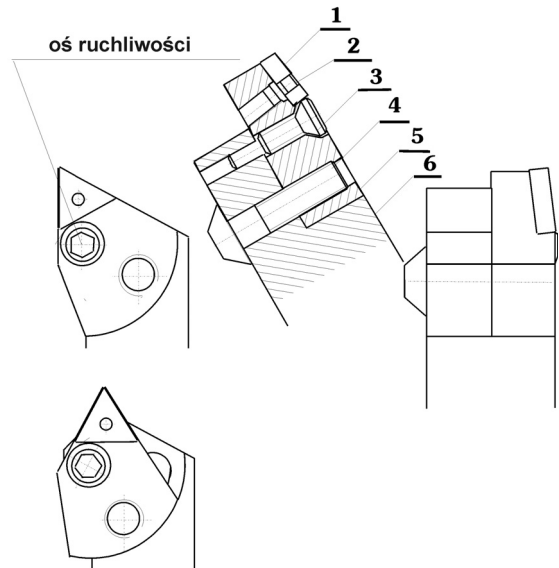


Rys. 4. Koncepcja noża EGK i współrzędne osi obrotu krawędzi skrawającej określone dla danych z tablicy 1



Rys. 5. Wykres względnych odchyłek wartości F wg równania regresji (1) dla usytuowania osi stopnia ruchliwości w obliczonym punkcie

Wyniki analiz punktu usytuowania osi obrotu stanowiły podstawę do opracowania nowej konstrukcji noża tokarskiego o zmiennym kącie przystawienia (Rys. 6). Dla uzyskania fizycznej osi obrotu zmieniono usytuowanie osi stopnia ruchliwości w porównaniu z koncepcją (Rys. 4).



Rys. 6. Nóż tokarski o zmiennym kącie przystawienia mocowania płytki, 1 – ostrze, 2 – kolek ustalający, 3 – śruba mocująca, 4 – śruba mocująca wkładkę, 5 – wkładka obrotowa, 6 – korpus noża

Opracowane rozwiązanie konstrukcyjne jest bardziej złożone od narzędzi handlowych jednak rozpowszechnienie tego typu konstrukcji pozwoli na znaczne ograniczenie liczby magazynowanych narzędzi.

Wnioski

Na podstawie analizy literatury i oceny zaprezentowanej metodyki opracowania narzędzi o elastyczności kinematyczno-geometrycznej można stwierdzić, że:

- parametry geometryczne narzędzi handlowych można opisać równaniem opartym o przyjęte osie ruchliwości części roboczej narzędzia,
- rozwiązanie współczynników równania przy zastosowaniu analizy regresji umożliwia budowę modeli narzędzi zastępujących narzędzia o stałej geometrii,
- przedstawiona metodyka tworzenia narzędzi EGK umożliwia obliczenie parametrów usytuowania osi ruchliwości dla narzędzi geometrycznie podobnych do narzędzi handlowych.

LITERATURA

1. P. Cichosz: Narzędzia skrawające. WNT, Warszawa, 2006.
2. H. Latoś: Elastyczność geometryczno-kinematyczna narzędzi skrawających. Wyd. Akad. Techn.-Roln., Bydgoszcz 1997.
3. d'Andrea – Italian company manufacturing accessories for high precision machinery U-Tronic catalogue (luty 2009), <http://www.dandrea.com/contents/news/40.pdf>
4. KOMET of AMERICA, Inc. USA – The freely programmable KomTronic® u-axis-systems (2007), <http://www.komet.com/e/pdf/u-axis-systems.pdf>
5. H. Latoś, T. Mikołajczyk, Virtual aid design of geometric and kinematics flexible tools. XII Workshop on Supervising and Diagnostics of Machining Systems. Virtual Manufacturing, 145, Karpacz 2001.
6. H. Latoś, Z. Szczepaniak: Advances in Manufacturing Science and Technology 21, nr 1, 57 (1997).
7. T. Mikołajczyk: Mechatroniczny nóż tokarski o elastyczności kinematyczno-geometrycznej- „Obróbka skrawaniem”, T. 2. Innowacje, 113-119, IZTW Kraków, 2008.
8. T. Mikołajczyk: Nóż tokarski uniwersalny. Zesz. Nauk. Akad. Techn.-Roln. Bydgoszcz, Mechanika 93 (2000).