ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1978

Seria: MECHANIKA z. 63 Nr kol. 537

Władysław Jerzy SOBCZYK

PRÓBA WYZNACZENIA KOSZTÓW SPECJALNYCH UCHWYTÓW WIERTARSKICH DLA OBRÓBKI KORPUSÓW

Streszczenie. W warunkach jednego z zakładów przemysłu maszynowego badano koszty wykonania uchwytów obróbkowych specjalnych. W wyniku badań statystycznych zaproponowano metodę obliczania kosztów uchwytów wiertarskich, przystosowaną do wykorzystania w projektowaniu procesów technologicznych obróbki korpusów.

1. Wstęp

Elektroniczna technika obliczeniowa oraz próby wykorzystywania EMC w technologicznym przygotowaniu produkcji stworzyły możliwość wielokierunkowego optymalizowania procesów technologicznych podczas ich projektowania. Optymalizacja procesów technologicznych obróbki wymaga znajomości dużej ilości danych, między innymi dotyczących kosztów własnych produkcji. Najtrudniejszymi do ustalenia składnikami kosztów obróbki, na etapie projektowania procesów technologicznych, są koszty specjalnego oprzyrządowania technologicznego. Bez znajomości tych składników nie można jednak rozważać możliwości stosowania specjalnego oprzyrządowania.

W pracach, prowadzonych przez Instytut Budowy Maszyn Politechniki Śląskiej, nad systemem projektowania procesów technologicznych obróbki korpusów, podczas opracowywania programów optymalizujących obróbkę otworów okazało się, iż niezbędne jest ustalenie metod określania kosztów narzędzi skrawających specjalnych oraz uchwytów obróbkowych i narzędzi specjalnych. Koszty tego wyposażenia specjalnego muszą być określone przed podjęciem jakichkolwiek prac nad wyposażeniem w momencie, kiedy nie istnieje jeszcze dokumentacja konstrukcyjna i brak jest dużej ilości danych niezbędnych dla dokładnego obliczenia kosztów wykonania oprzyrządowania.

W dostępnej literaturze brak jest opisu metod obliczania kosztów oprzyrządowania specjalnego wykonywanego w warunkach przemysłu krajowego [1, 2, 3, 6].

2. Cel i zakres pracy

Celem publikowanej pracy jest próba ustalenia metody określania kosztów uchwytów obróbkowych specjalnych oraz sposobu ustalania danych nie-

zbędnych do obliczeń. Metoda ma stanowić podstawę do szerszych badań statystycznych, prowadzonych w ramach pracy nad systemem projektowania procesów technologicznych obróbki korpusów. W pracy dążono do ustalenia metody, która pozwoliłaby obliczać koszty uchwytu obróbkowego specjalnego na podstawie opisu geometrycznego przedmiotu oraz rodzaju i zakresu obróbki realizowanej w uchwycie.

Przeprowadzonymi badaniami objęto specjalne uchwyty wiertarskie zaliczane do uchwytów obróbkowych stosowanych najczęściej w procesach obróbki skrawaniem przez przemysł maszynowy. Wybór ten podyktowany został największą możliwością zdobycia odpowiedniego materiału statystycznego. Badania statystyczne przeprowadzono w Zakładach Mechanicznych Górnictwa i Energetyki "WIROMET" w Mikołowie, należących do branży budowy maszyn górniczych.

3. Metoda badań

Uchwyty wiertarskie specjalne stosowane w Zakładach "WIROMET" podzielono na grupy wg podobieństwa konstrukcyjnego oraz parametrów eksploatacyjnych. Dla każdej grupy ustalono wstępne parametry geometryczne charakteryzujące uchwyty zaliczone do niej. Weryfikację parametrów przeprowadzono na podstawie wyników analizy statystycznej. Przy doborze wstępnych parametrów brano pod uwagę tylko takie wielkości, które można określić na podstawie rysunku przedmiotu obrabianego. Tak dokonany podział pozwolił na zgrupowanie wszystkich uchwytów wiertarskich specjalnych stosowanych w zakładzie w czterech grupach.

Oto charakterystyka poszczególnych grup:

G r u p a 1: Płyty wiertarskie, mocowane podczas obróbki bezpośrednio na przedmiocie obrabianym, bez względu na sposób ich ustalania względem przedmiotu oraz sposób mocowania. Typowe przykłady uchwytów zaliczonych do tej grupy przedstawia rys. 1.

Za parametry wstępne opisujące uchwyt uznano:

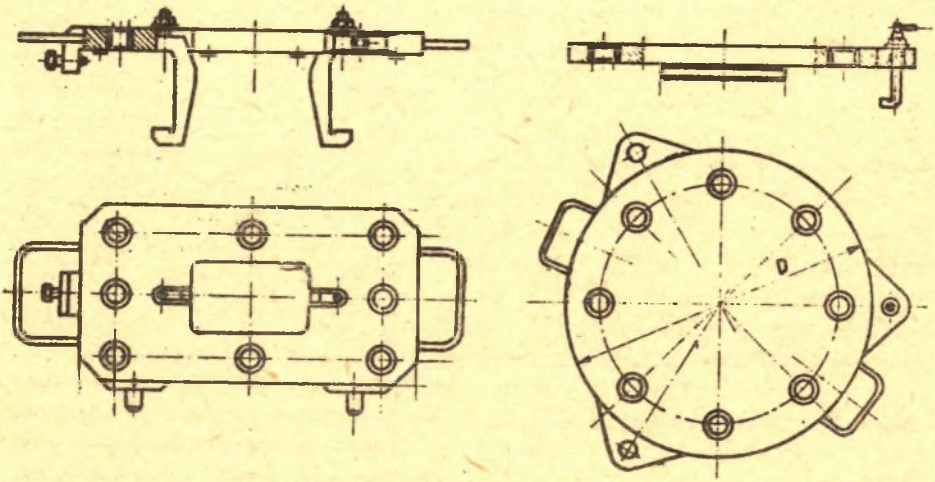
F - powierzchnia płaskiej figury geometrycznej, opisanej na rzucie powierzchni przedmiotu, w której obrabiane mają być otwory, na płaszczyznę prostopadłą do tych otworów w m^2,

D(i) - średnica i-tych otworów obrabianych w uchwycie w mm,

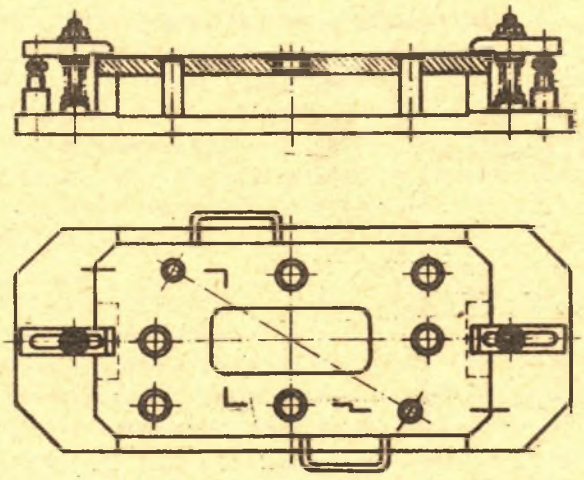
N(i) - ilość otworów o średnicy D(i).

G r u p a 2: Uchwyty jednopozycyjne z płytami wiertarskimi zdejmowanymi, bez względu na sposób ustalania przedmiotu w uchwycie oraz sposób ustalania płyty wiertarskiej. Uchwyty posiadają podstawy, na których spoczywa przedmiot obrabiany, co odróżnia je od uchwytów zaliczanych do grupy 1. Uchwyt typowy dla grupy 2 przedstawia rys. 2. Jako wstępne parametry grupy ustalono:

F, D(i), N(i) - opisane w grupie 1,

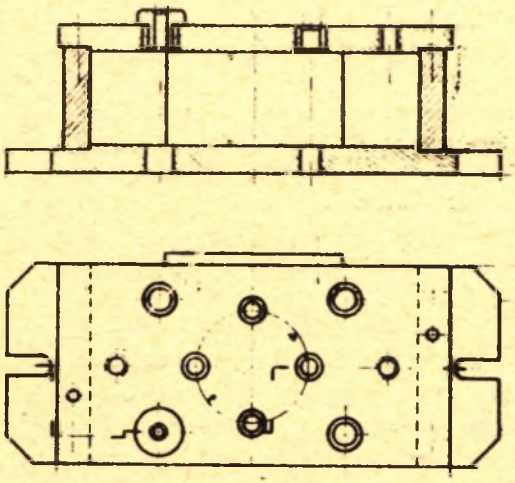


Rys. 1. Uchwyty typowe dla grupy 1



Rys. 2. Uchwyt typowy dla grupy 2

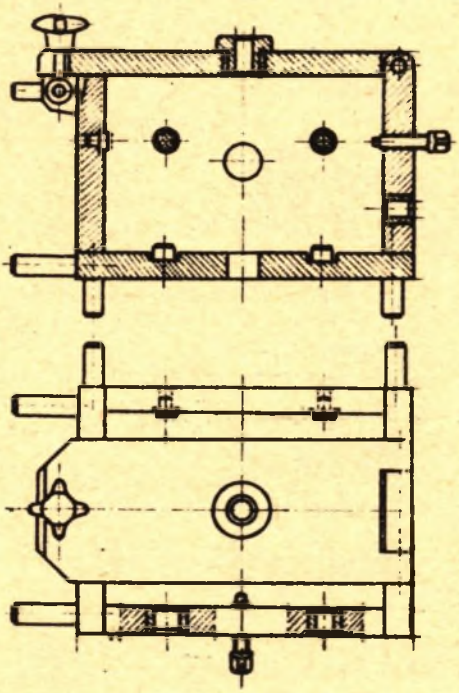
V - objętość bryły geometrycznej opisanej na przedmiocie obrabianym w dcm^3.



Rys. 3. Uchwyt typowy dla grupy 3

G r u p a 3: Uchwyty jednopozycyjne z płytą wiertarską stałą. W uchwytach tych płyta wiertarska jest na stałe połączona z korpusem uchwytu, względem którego ustalane jest położenie przedmiotu obrabianego. Wszystkie tulejki wiertarskie w uchwycie posiadają osie równoległe. Rys. 3 przedstawia uchwyt typowy dla grupy. Dla charakteryzowania uchwytów tej grupy użyto tych samych wstępnych parametrów co dla grupy 2, tj. F, D(i), N(i), V.

G r u p a 4: Uchwyty skrzynkowe wielopozycyjne, przeznaczone do obróbki otworów w kilku pozycjach, przy różnych położeniach uchwytu względem stołu wiertarki uzyskiwanych poprzez zmianę położenia całego uchwytu (rys. 4). Parametrami wstępnymi tej grupy są: V, D(i), N(i) - opisane w grupie 2, IP - ilość pozycji obróbki.



Rys. 4. Uchwyt typowy dla grupy 4

Koszty uchwytu specjalnego obliczano za T. Wodzyńskim [4] z zależności (1):

$$Ku = Kp + Kw + Ke, \qquad (1)$$

gdzie:

Ku - koszt uchwytu specjalnego,
Kp - koszt projektowania,
Kw - koszt wykonania,
Ke - koszt eksploatacji.

Koszty wykonania uchwytów obliczano metodą kalkulacyjną wg znanej zależności (2):

$$Kw = M + R \cdot (1 + N1) \cdot N2, \qquad (2)$$

gdzie:

M - koszt materiałów bezpośrednich wraz z nakładami na ich zakup,

R - koszt robocizny bezpośredniej,

N1 - nakłady wydziałowe na robociznę bezpośrednią,

N2 - nakłady ogólnozakładowe.

Koszty materiałów i robocizny ustalano głównie na podstawie dokumentacji produkcyjnej. Pracochłonność wykonania uchwytów oraz koszty robocizny bezpośredniej określano wg kart pracy pracowników wykonujących uchwyt. Koszty materiałów bezpośrednich pobranych na wykonanie uchwytu i udokumentowanych kwitami RW korygowano wg dokumentacji konstrukcyjnej i aktualnych w roku 1976 cenników wyrobów hutniczych oraz powiększano o koszty zakupu w wysokości 3%. W nakładach wydziałowych N1 uwzględniono nakłady kosztów wydziałowych na robociznę bezpośrednią, koszty ubezpieczeń społecznych i inne koszty związane z płacami pracowników zakładów przemysłowych. W konkretnym zakładzie N1 = 1,95. Koszty nakładów ogólnozakładowych wyniosły 197%. Koszty projektowania i koszty eksploatacji przyjęto za T. Wodzyńskim [4] jako proporcjonalne do kosztów wykonania uchwytu. Dla badanego zakładu założono Kp = 0,25·Kw oraz Ke = 0,2·Kw.

Zależność (1), z której obliczano koszt uchwytu specjalnego, przyjęła postać (1a):

$$Ku = 1,45 \cdot Kw \tag{1a}$$

Analizie statystycznej poddano koszty materiałów M, pracochłonność wykonania uchwytu Pr, koszty robocizny bezpośredniej R, koszty wykonania uchwytu Kw oraz koszty uchwytu Ku. W ten sposób ustalone wartości normatywne umożliwią określenia kosztów uchwytów specjalnych przy różnych nakładach N1 i N2, różnych kosztach projektowania i eksploatacji wyrażających się różnicami stosunków Kp/Kw i Ke/Kw. Ponadto nawet przy zmianach stawek godzinowych pracowników lub zmianie materiałów będzie można wykorzystać zebrane materiały statystyczne.

4. Wyniki badań statystycznych

W badaniach statystycznych wykorzystano dane zebrane w pracy dyplomowej inżynierskiej [5]. Dla każdej grupy uchwytów omówionych uprzednio zestawiono wartości wstępnych parametrów geometrycznych oraz wielkości analizowanych w odrębnych tablicach 1-4. Dla uściślenia opisu uchwytów zebranych w poszczególnych grupach należy nadmienić, iż wszystkie uchwyty zaliczone do grupy 2 posiadały śrubowe mocowanie przedmiotu obrabianego. W przypadku innych rodzajów mocowania koszty Kw byłyby wyższe. W grupie 4 wszystkie uchwyty posiadały korpusy spawane z blach stalowych, co również wpłynęło na koszty.

Tablica 1

Zestawienie danych dla uchwytów grupy 1

Lp.	Numer uchwytu	Parametry geometryczne			Koszty i pracochłonność				
		F (m^2)	Di (mm)	Ni	M (zł)	Pr (godz)	R (zł)	Kw (zł)	Ku (zł)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	663	0,0201	25	7	69,60	15,98	263,45	1603,60	2325,22
2	774	0,0491	18	8	158,00	21,29	333,60	2096,00	3039,20
3	752	0,0964	38	1	264,70	24,00	395,43	2565,40	3719,83
			10,2	8					
4	352	0,114	20	4	305,40	28,08	462,09	2994,20	4341,59
			17	1					
5	759	0,148	10	12	401,70	32,71	538,02	3531,90	5121,25
			18	1					
6	562	0,1885	45	11	522,00	37,12	610,48	4074,00	5907,30
			15	1					

U c h w y t y g r u p y 1 - zestawienie danych w tablicy 1. Założono, iż koszt wykonania uchwytu jest proporcjonalny do powierzchni F, zatem

$$Ku' = d1 \cdot F + d0. \tag{3}$$

Dla powiązania kosztu uchwytu z ilością i wielkością otworów obrabianych założono, że koszty wykonania i osadzenia tulejki wiertarskiej w przybliżeniu można określić wg zależności

$$Ku'' = b \cdot D + c, \tag{4}$$

gdzie:

D - średnica otworu obrabianego w mm.

Przy takich założeniach otrzymano zależność na obliczenie kosztu wykonania uchwytu:

$$Ku = a0 + a1 \cdot F + a2 \cdot x + a3 \cdot y, \tag{5}$$

w której

$$x = \sum_{i=1}^{n} Di \cdot Ni, \tag{5a}$$

$$y = \sum_{i=1}^{n} Ni, \tag{5b}$$

gdzie:

n - ilość otworów o różnych średnicach obrabianych w uchwycie.

Wykorzystując dane z tablicy 1 wyznaczono dla równania (5) wartości współczynników a0, a1, a2, a3 metodą korelacji wielokrotnej.

U c h w y t y g r u p y 2 - zestawienie danych zawiera tablica 2. Parametry geometryczne tej grupy są identyczne jak dla grupy 1. Koszty uchwytu Ku oraz ich składniki M, Pr, R, Kw badano wg takiej samej zależności (5).

Analiza wyników uzyskanych dla uchwytów grupy 1 i 2 wskazuje, iż najistotniejszy wpływ na koszty uchwytów tych grup ma powierzchnia F. Średnica otworów D oraz ich ilość nie wykazują istotnego wpływu. Poziom istotności wyznaczonych współczynników a2 i a3 waha się w granicach od 0,1 do 0,49. Zdecydowano się uzależniać koszty uchwytów omawianych grup jedynie od powierzchni F. Korelacja kosztów i ich składników od powierzchni F jest wysoka i zawiera się w granicach od 0,915 do 0,998, a odchyłki procentowe wartości obliczonych i rzeczywistych są małe i wynoszą do kilkunastu procent, co uznano za wystarczającą dokładność dla

Tablica 2

Zestawienie danych dla uchwytów grupy 2

Lp.	Numer uchwytu	Parametry geometryczne				Koszty i pracochłonność				
		F (m^2)	V (dcm^3)	Di (mm)	Ni	M (zł)	Pr (godz.)	R (zł)	Kw (zł)	Ku (zł)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	744	0,0113	0,452	9,6	1	90,60	22,25	365,57	2214,56	3211,11
				10,0	1					
				16,0	3					
2	387	0,0498	3,928	9,0	6	246,20	27,19	447,14	2844,08	4123,91
				13,0	6					
3	647	0,0804	1,608	10,1	2	342,00	33,65	553,40	3557,25	5158,01
				14,0	4					
4	372	0,1598	31,960	18	6	412,10	41,34	679,95	4362,60	6325,77
5	561	0,1891	10,778	13	6	805,50	57,00	937,56	6252,72	10234,41
				18	12					

Tablica 3

Zestawienie danych dla uchwytów grupy 3

Lp.	Numer uchwytu	Parametry geometryczne				Koszty i pracochłonność				
		F (m^2)	V (dcm^3)	Di (mm)	Ni	M (zł)	Pr (godz.)	R (zł)	Kw (zł)	Ku (zł)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	635	0,00944	0,470	16,0	2	47,40	12,66	205,13	1239,20	1796,84
				40,0	1					
2	711	0,0162	0,780	13,3	6	67,00	18,18	294,69	1779,14	2579,75
				16,3	2					
3	753	0,012	1,286	15,0	4	102,00	23,12	374,66	2278,77	3304,21
				24,0	1					
4	741	0,023	1,440	6,0	4	111,20	26,95	436,92	2649,70	3842,06
				11,0	2					
				22,2	2					
5	395	0,024	1,752	26,0	1	134,90	29,97	485,86	2957,74	4288,72
				52,0	2					
6	688	0,026	2,200	10,0	2	160,70	36,83	596,97	3629,09	5262,18
				18,0	2					
				42,5	1					

optymalizacji procesów technologicznych. Dla uchwytów grupy 1 i 2 proponuje się do obliczania kosztów i ich składników zależność (3). Wartości współczynników dla poszczególnych składników podano w tablicy 5.

U c h w y t y g r u p y 3 - dla uchwytów zaliczonych do grupy 3 (tablica 3) przeprowadzono podwójne obliczenia, które miały wykazać, czy większą korelację do kosztów wykazują powierzchnie F czy objętość przedmiotu obrabianego V. Związek powierzchni F z kosztami badano wg równania (5), natomiast wpływ objętości V wg zależności:

$$K = a0 + a1 \cdot V + a2 \cdot x + a3 \cdot y \qquad (6)$$

W badanym przypadku okazało się, iż parametrem korzystniejszym dla charakteryzowania uchwytów tej grupy jest objętość przedmiotu obrabianego V. Współczynnik korelacji dla zależności (5) waha się w granicach od 0,878 do 0,909, natomiast dla zależności (6) wynosi 0,998. Wynik obliczeń ma również uzasadnienie techniczne.

W tej grupie wystarczającą dokładnie charakteryzuje uchwyt jedynie parametr objętości przedmiotu obrabianego V. Pozostałe parametry D oraz N mają mało istotny wpływ na wyniki. Dla obliczenia kosztów uchwytów grupy 3 proponuje się zależność (7), dla której współczynniki podano również w tablicy 5:

$$K = a0 + a1 \cdot V. \qquad (7)$$

U c h w y t y g r u p y 4 - analizując koszty uchwytów grupy 4 (tablica 4) rozważano te same parametry opisujące uchwyt, co dla grupy 3 oraz dodatkowo ilość pozycji obróbki IP. Podobnie jak w grupie 3 wszystkie parametry poza objętością V wykazują mało istotny wpływ na koszty. Również dla tej grupy wystarczająco charakteryzującym uchwyt wydaje się być objętość przedmiotu wierconego V. Współczynnik korelacji zależności K = f(V) zawiera się w granicach od 0,964 do 0,996. Proponowane zależności dla obliczania kosztów uchwytów grupy 4 mają postać (7), taką samą jak dla grupy 3. Wartości współczynników zawiera tablica 5. Odchylenia wartości obliczonych z równań regresji od wartości rzeczywistych wynoszą od -13,66% do +7,24%.

5. Przykład obliczania kosztów

Obliczmy koszty uchwytu wiertarskiego specjalnego dla operacji wiercenia w kołnierzu korpusu (rys. 5) 4 otworów o średnicy 5,5 mm, 2 otworów Ø 4 mm, wiercenia i rozwiercania otworu o średnicy 5H7 oraz 4 otworów o średnicy 3,2 mm pod gwint M4 w płaszczyźnie bocznej. Kształt przedmiotu sugeruje uchwyt grupy 4 lub dwa uchwyty grupy 3. Zarówno dla uchwytów gru-

Tablica 4

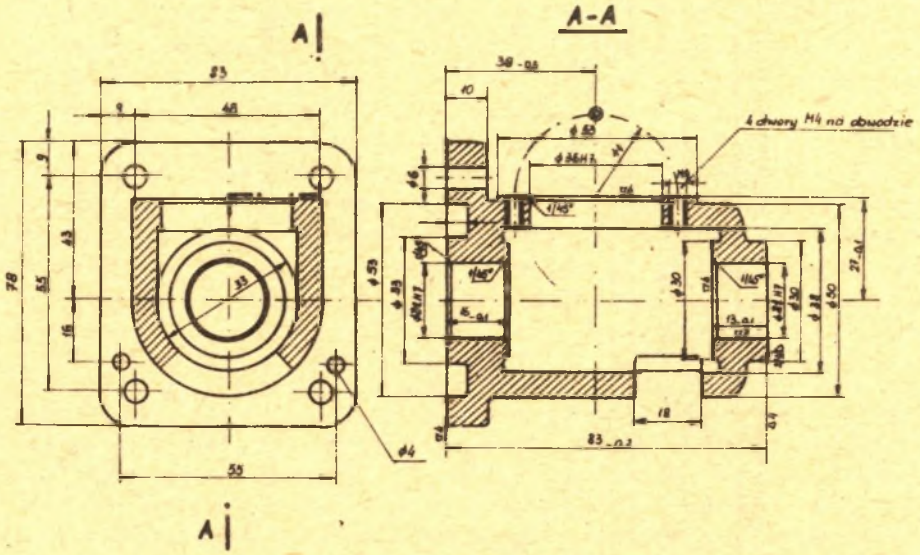
Zestawienie danych dla uchwytów grupy 4

Lp.	Numer uchwytu	Ilość pozycji obróbki IP	Parametry geometryczne				Koszty i pracochłonność				
			F (m^2)	V (dcm^3)	Di (mm)	Ni	M (zł)	Pr (godz.)	R (zł)	Kw (zł)	Ku (zł)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	18	2	0,00877	0,215	5,0	4	108,20	20,32	329,26	2021,20	2930,74
2	362	2	0,00800	0,314	20,0	4	136,00	27,28	442,21	2705,24	3922,59
3	363	3	0,0163	0,440	17,5	1	150,40	31,47	510,11	3114,13	4515,48
					22,0	1					
					36,0	1					
4	351	2	0,03120	0,858	11,0	12	176,10	42,02	680,95	4132,41	5991,99
					16,0	1					
5	59	5	0,05873	1,276	11,0	6	201,90	49,96	809,76	4906,60	7114,57
					14,7	1					
					21,0	5					
					45,0	3					

Tablica 5

Wartości współczynników zależności (3) i (7)
dla obliczania kosztów uchwytów oraz ich składowych

Grupa uchwytów	Rodzaj kosztów i pracochłonność									
	M (zł)		Pr (godz.)		R (zł)		Kw (zł)		Ku (zł)	
	a0	a1	a0	a1	a0	a1	a0	a1	a0	a1
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	17,5	2620	13,9	123	221	2070	1310	14700	1890	21300
2	58	3280	19	175	314	2880	1880	20000	2490	33800
3	16,1	66,4	14,2	6,04	108	220	644	13500	934	1950
4	106	79,0	17,9	26,3	290	426	1790	2560	2600	3700



Rys. 5. Korpus obrabiany

py 3 jak i 4 parametrem jest objętość przedmiotu obrabianego V zdefiniowane uprzednio.

$$V = 0,825 \cdot 0,775 \cdot 0,825 = 0,527 \text{ dcm}^3$$

Koszty uchwytu obróbkowego dla wiercenia w jednej operacji wymienionych otworów obliczone przy pomocy zależności (7) i tablicy 5 wynoszą: koszt materiałów bezpośrednich M = 148 zł, pracochłonność wykonania uchwytu Pr = 31,8 godz., koszty robocizny bezpośredniej R = 515 zł, koszty wykonania uchwytu Kw = 3.139 zł, koszt uchwytu Ku = 4.550 zł.

Przy obróbce w dwu operacjach konieczne jest wykonanie 2 uchwytów grupy 3. Ich koszty obliczone podobnie jak poprzednie wyniosą:
koszty materiałów M = 51 zł x 2 = 102 zł, pracochłonność wykonania uchwytów Pr = 17,4 x 2 = 37,8 godz., koszty robocizny bezpośredniej R = 224 x x 2 = 448 zł, koszty wykonanie uchwytów Kw = 1355 x 2 = 2.710 zł.

Obliczone wartości umożliwiają przeprowadzenie analizy ekonomicznej celowości zastosowania uchwytów specjalnych oraz wybór typu uchwytu w konkretnych warunkach produkcyjnych.

6. Wnioski

1. Proponowana metoda określania kosztów uchwytów obróbkowych wiertarskich specjalnych pozwala na określanie kosztów i ich składników z dokładnością wystarczającą dla optymalizacji procesów technologicznych obróbki.

2. Zależności (3) oraz (7) umożliwiają obliczania kosztów uchwytów wiertarskich specjalnych w warunkach Zakładów Mechanicznych "WIROMET". Dla uzyskania danych miarodajnych dla całego przemysłu maszynowego, badania statystyczne należałoby rozszerzyć na inne zakłady.

3. Poprawność podziału uchwytów na grupy weryfikowana jest przy statystycznym opracowaniu wyników. W publikowanych badaniach równania regresji potwierdziły słuszność zastosowania podziału.

4. Proponowany podział uchwytów wiertarskich na grupy wyczerpuje rozwiązania stosowane w badanym zakładzie. Przy poszerzaniu opracowania na inne zakłady ilość grup ulegnie zwiększeniu.

5. W szerzej zakrojonych badaniach kosztów wydaje się być celowe opracowanie metody uniwersalnej obejmującej wszystkie rodzaje uchwytów, podobnej do stosowanej w NRD [7].

LITERATURA

[1] Romanowski S.: Mechanik, 1, 1968, s. 18-21.

[2] Mändl F.: Die Werkzengwirtschaft im Maschinenbau, Berlin, Verlag: Die Wirtschaft 1960.

[3] Barskij A.E., Dymszic A.M.: Prisposoblienija k mietałłoriežuszczim stankom. Kijew 1963.

[4] Wodzyński T.: Oprzyrządowanie produkcji w budowie maszyn. WNT, Warszawa 1965.

[5] Rzepka M.: Praca dyplomowa inżynierska. Instytut Budowy Maszyn Politechniki Śląskiej, Gliwice 1975, Praca niepublikowana.

[6] Samek A.: Projektowanie oprzyrządowania technologicznego. PWN, Warszawa 1976.

[7] - Anwendungsrichtlinen für Vorrichtungen. Teil. 1, 2, 3, VEB Vorrichtunsbau Hohenstein 1969.

СТОИМОСТЬ СПЕЦИАЛЬНЫХ ПАТРОНОВ
ДЛЯ ОБРАБОТКИ РЕЗАНИЕМ

Р е з ю м е

Рассмотрена стоимость изготовления специальных патронов в условиях отечественной промышленности. В результате статических исследований был предложен метод расчёта стоимости специальных сверлильных патронов. Этот метод расчёта приспособлен для использования при проектировании технологических процессов обработки.

THE COSTS OF FIXTURES

S u m m a r y

The production costs of fixtures have been examined cosidering the conditions of one factory of home industry. As a result of statistical investigations there has been proposed a method of calculating drill fixture costs, the method being adjusted to the application in planning the technological processes of machining.