

Prof. nadzw. dr inż. Kazimierz ŁYCZKO
Politechnika Częstochowska, Częstochowa
e-mail: lyczko@itm.pcz.czyst.pl

Analiza zarysu części wygniatającej gwintowników

Analysis of the embossing portion profile of taps

Streszczenie

Opisano cechy geometryczne części roboczej gwintowników ze stożkową częścią wygniatającą. Przeprowadzono analizę rozkładu naddatków przemieszczonego materiału podczas wygniatań gwintów wewnętrznych. Opracowano teoretyczne podstawy do określenia krzywoliniowego zarysu, spełniającego warunek równomiernego rozkładu naddatku na poszczególne granie wygniatające.

Abstract

The design of the working part of taps with a conical embossing portion has been described. Analysis of the distribution of allowances of material displaced during embossing of internal threads have been carried out. The theoretical bases have been developed for determining the curvilinear profile satisfying the condition of the uniform allowance distribution to individual embossing edges.

Słowa kluczowe: gwintownik wygniatający, cechy geometryczne, część wygniatająca

Keywords: embossing tap, design, embossing portion

1. STOŻKOWA CZĘŚĆ WYGNIAJĄCA

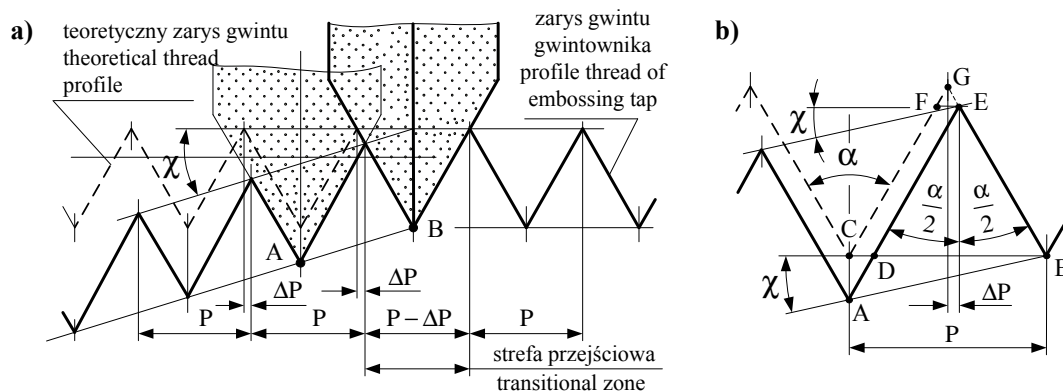
Najczęściej stosowane narzędzia do wygniatań gwintów wewnętrznych, to łatwe do wykonania pod względem technologicznym, gwintowniki ze stożkową częścią wygniatającą. Jednak przy ich szlifowaniu na skutek przejścia ściernicy z części stożkowej na część kalibrującą zmienia się podziałka [1, 2, 3, 5]. Różnica ta, wyrażona jako błąd podziałki ΔP powstaje w strefie przejściowej gdzie lewa strona zarysu gwintu gwintownika odnosi się do stożkowej części wygniatającej a prawa do części kalibrującej co przedstawiono na rys. 1a.

Począwszy od punktu B (rys. 1b) ściernica przesuwa się w dwóch kierunkach: wzdłużnym, równoległym do osi gwintownika i promieniowym po stożkowym kopiale. Wypadkowa tych dwóch ruchów prowadzi do podcięcia zwoju przejściowego tym samym przesunięcia jego zarysu o wielkość ΔP .

1. THE CONICAL EMBOSSING PORTION

The most commonly used tools for forming (embossing) internal threads are taps with a conical embossing portion, which are easy for making in terms of engineering. However, during their grinding, their pitch changes as the grinding wheel passes on from the conical portion to the sizing portion [1, 2, 3, 5]. This difference, expressed as the pitch error, ΔP , occurs in the transition zone, where the left-hand part of the tap thread refers to the conical embossing portion, and the right-hand part, to the sizing portion, as illustrated in Fig. 1a.

Starting from point B (Fig. 1b), the grinding wheel moves in two directions: longitudinal, parallel to the tap axis; and radial, along the conical template. The resultant of these two directions leads to undercutting the transition thread, thus shifting its profile by the quantity ΔP .



Rys. 1. Błąd podziałki w strefie przejściowej gwintu gwintownika

Fig. 1. Pitch error in the tap thread transition zone

Z analizy trójkątów ACD, ACB i FGE wynika, że wartość ΔP równa jest następującej zależności:

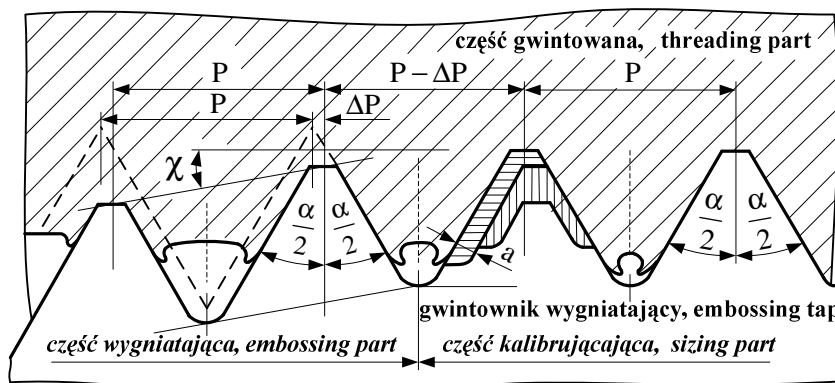
$$\Delta P = \frac{1}{2} P \cdot \operatorname{tg} \chi \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \quad (1)$$

W stożkowej części wygniatającej na długości do strefy przejściowej odkształcanie odbywa się symetrycznie, granie odkształcają warstwy materiału w kształcie litery V. Natomiast w strefie przejściowej, jak to pokazano na rys. 2, materiał odkształcany jest tylko po jednej stronie, co wywołuje obciążenie bocznej powierzchni zwoju. Mając na uwadze, że podczas wygniataania, w wyniku odkształcania metalu, podwyższa się granica plastyczności, wytrzymałość i twardość materiału, obciążenie to bardzo często wywołuje przyspieszone zużycie bądź wykruszenie grani zwoju przejściowego. Grubość warstwy przemieszczanej wynosi $a = \Delta P \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$.

The analysis of the triangles ACD, ACB and FGE shows that the value of ΔP is equal to the following relationship:

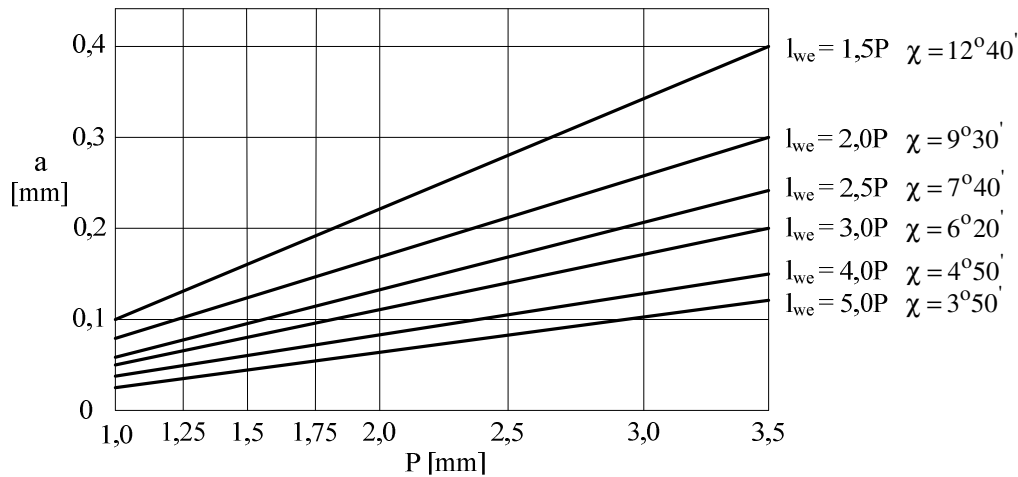
$$\Delta P = \frac{1}{2} P \cdot \operatorname{tg} \chi \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \quad (1)$$

In the conical embossing portion over the length up to the transition zone, the deformation takes place symmetrically, the edges deform the material layers into the form of the letter V. In the transition zone, on the other hand, as shown in Fig. 2, the material is deformed only on one side, which causes loading of the thread flank. Considering the fact that the yield strength, tensile strength and hardness of the material increase during embossing as a result of metal deformation, very often this loading causes the accelerated wear or chipping of the transition thread edge. The thickness of the displaced layer is $a = \Delta P \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$.



Rys. 2. Wpływ błędu podziałki na podział warstwy przemieszczanego materiału

Fig. 2. The effect of the pitch error on the division of the displaced material layer



Rys. 3. Wartości obciążenia zwoju przejściowego wyrażone grubością warstwy przemieszczonego materiału
 Fig. 3. Transition thread loading values as expressed by the thickness of the displaced material layer

Grubość warstwy, będąca sumą nadatku obciążającego poszczególne granie zwoju przejściowego, przedstawiono na rys. 3.

W gwintownikach z wydłużoną częścią wygniatającą błąd podziałki nie ma istotnego wpływu na obciążenie zwoju przejściowego. Jak wynika z rys. 3, przy zastosowaniu gwintownika czterograniowego np. M27 ($P = 3$ mm), przy efektywnej długości części wygniatającej $l_{we} = 5P$, nadatek na jedną grań wynosi $a_1 = 0,025$ mm, ($a = 0,1$ mm). Natomiast duży wpływ ma błąd podziałki na obciążenie zwoju przejściowego w gwintownikach do otworów nieprzelotowych mających krótką część wygniatającą, $1,5P$ lub $2P$ z podziałką $2,5 \div 3,5$ mm, gdzie np. przy $l_{we} = 1,5$ i $P = 3,5$ wartość $a = 0,4$ mm. Oprócz błędu podziałki istotny wpływ na trwałość gwintowników ze stożkową częścią wygniatającą ma nierównomierny rozkład nadatku przemieszczonego materiału [1, 2, 3].

2. ANALIZA NADDATKÓW PRZEMIESZCZONEGO MATERIAŁU

W celu wyznaczenia bardziej racjonalnego zarysu gwintownika przeprowadzono szczegółową analizę wielkości objętości przemieszczonego materiału przez poszczególne granie wygniatające przeprowadzoną na podstawie wyników badań doświadczalnych.

The layer thickness being the sum of the allowance loading the individual edges of the transition thread are shown in Fig. 3.

In taps with an elongated embossing portion, the pitch error has no significant influence on the loading of transitional thread. As indicated by Fig. 3, when a four-edge tap, e.g. M27 ($P = 3$ mm) with $l_{we} = 5P$, is used, the allowance per edge is $a_1 = 0.025$ mm, ($a = 0.1$ mm). However, the pitch error does have an effect on the loading of the transition thread in taps designed for non-through holes, having a short embossing portion, $1.5P$ or $2P$, with a pitch of $2.5 \div 3.5$ mm, where with, e.g., $l_{we} = 1.5$ and $P = 3.5$, the value $a = 0.4$ mm. Besides the pitch error, also an uneven distribution of the displaced material allowance has a significant influence on the life of taps with a conical embossing portion [1, 2, 3].

2. ANALYSIS OF DISPLACED MATERIAL ALLOWANCES

In order to determine the most rational profile, a detailed analysis of the magnitude of volume of the material displaced by individual embossing edges was performed based on the results of experimental tests.

Metoda rozwiązania oparta została na powiązaniu empirycznego zapisu wyników badań przebiegu powstawania zarysu gwintu z konstrukcją części wygniatającej gwintownika. Próby wygniatań przeprowadzono gwintownikami do gwintów metrycznych M10÷M30 z $P = 1,5; 1,75; 2,0; 2,5; 3,0$ i $3,5$ mm klasy 6H. Przekroje osiowe gwintu powstałe w wyniku oddziaływania na materiał obrabiany kolejnych grani wygniatających gwintownika przedstawiono na rys. 4.

Na wysokość każdego z otrzymanych zarysów składają się dwie wielkości (rys. 5a): zagłębienie wierzchołka grani „g” w materiał obrabiany mierzone od średnicy D_o i wypłyńcie promieniowe „w” przemieszczonego materiału.

Na podstawie uzyskanych wyników pomiarów wyznaczono zależność $w = f(g)$:

$$w = 0,0792g^3 - 1,153g^2 + 1,182g + 0,0137 \quad (2)$$

Wyznaczoną zależność wykorzystano do obliczenia objętości $V_j = V_g + V_w$ (rys. 5b) przemieszczonego materiału przypadającego na poszczególne granie wygniatające. Przykładowe wyniki obliczeń dla gwintów M16x2,0; M20x2,5 i M30x3,0 przedstawiono w tabeli 1.

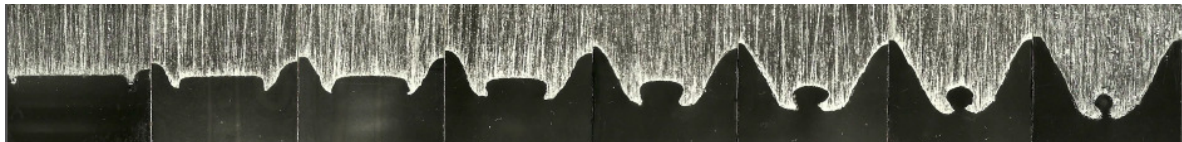
The solving method was based on relating the empirical record of thread profile forming testing results with the design of the tap's embossing portion. The embossing tests were carried out using M10÷M30 metric thread taps with $P = 1.5; 1.75; 2.0; 2.5; 3.0$ and 3.5 mm, Class 6H. Axial sections formed as a result of the action of the tap's successive embossing edges on the material being worked are shown in Fig. 4.

The height of each of the obtained profiles is made up of two quantities (Fig. 5a), namely: the edge top sinking "g" into the material being worked, as measured from the diameter D_o , and the radial outflow "w" of the displaced material.

Based on the measurement results the relationship $w = f(g)$ has been described:

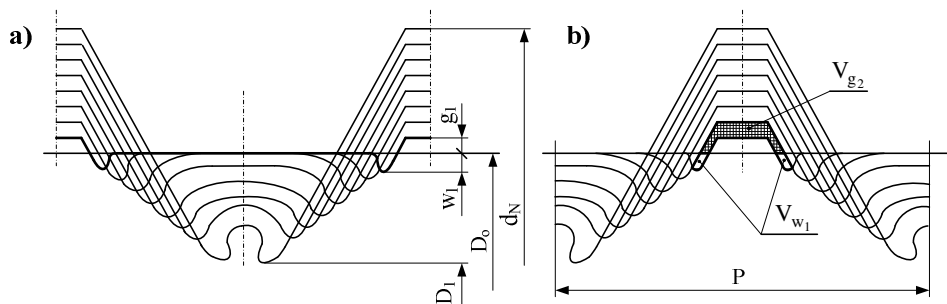
$$w = 0.0792g^3 - 1.153g^2 + 1.182g + 0.0137 \quad (2)$$

Which was used for calculating the volume $V_j = V_g + V_w$ (Fig. 5b) of the displaced material per individual embossing edges. Example calculation results for the M16x2.0; M20x2.5 and M30x3.0 taps are given in Table 1.



Rys. 4. Kolejne fazy kształtowania gwintu gwintownikiem M12-6H

Fig. 4. Successive phases of thread forming with the M12-6H tap



Rys. 5. Schemat przebiegu kształtowania występu gwintu

Fig. 5. Schematic diagram of the thread crest forming process

Tabela 1. Wartości objętości V_g , V_w i V_j
 Table 1. Values of the volumes V_g , V_w and V_j

M16x2,0				M20x2,5				M30x3,0			
g	V_g	V_w	V_j	g	V_g	V_w	V_j	g	V_g	V_w	V_j
mm	mm ³			mm	mm ³			mm	mm ³		
0,06	0,94	-	0,94	0,1	1,70	-	1,70	0,14	3,84	-	3,84
0,12	1,33	0,42	1,75	0,2	2,50	0,75	3,25	0,28	5,42	1,59	7,01
0,18	1,69	0,74	2,43	0,3	3,12	1,33	4,45	0,42	6,80	2,74	9,54
0,24	2,08	0,97	3,05	0,4	3,91	1,85	5,76	0,56	8,50	3,87	12,37
0,30	2,43	1,24	3,67	0,5	4,48	2,29	6,77	0,70	10,12	4,82	14,94
0,36	2,78	1,47	4,25	0,6	5,51	2,69	8,20	0,84	11,65	5,68	17,33
0,42	3,14	1,69	4,83	0,7	6,15	3,13	9,28	0,98	13,35	6,70	20,05
0,48	3,82	1,87	5,69	0,8	6,73	3,57	10,30	1,12	14,90	7,88	22,78
ΣV	18,21	8,40	26,61	ΣV	34,10	15,61	49,71	ΣV	74,58	33,28	107,86

Z danych przedstawionych w tabeli 1 wynika, że objętość V_w , w zaokrągleniu do liczby całkowitej, stanowi $(46 \div 48)\%$ V_g . Możliwe jest zatem obliczenie dla dowolnego wymiaru gwintu objętości V_j odkształcanego materiału przypadającej na poszczególne granie wygniatające.

Znajomość sumy objętości odkształcanego materiału umożliwia wyznaczenie zarysu części wygniatającej spełniającej warunek równomiernego podziału na kolejne granie wygniatające.

Podobnie jak w przypadku gwintów zewnętrznych [4] zależność między zagłębieniem zwoju a sumą przemieszczanej objętości materiału opisana jest następującą zależnością:

$$g = a(\Sigma V_j)^2 + b(V_j) + c \quad (3)$$

Dla przebadanego zakresy wymiarów gwintów z $P = 1,5; 2,0; 2,5; 3,0$ i $3,5$ mm równanie (3) ma następującą postać:

$$M10 \div M30; P = 1,5 \text{ mm}; \\ g = -0,0025(\Sigma V_j)^2 + 0,068 (\Sigma V_j) + 0,054, \quad (4)$$

$$M12; P = 1,75 \text{ mm}; \\ g = -0,00125(\Sigma V_j)^2 + 0,052 (\Sigma V_j) + 0,056, \quad (5)$$

$$M14 \div M30; P = 2,0 \text{ mm}; \\ g = -0,0005(\Sigma V_j)^2 + 0,035 (\Sigma V_j) + 0,061, \quad (6)$$

$$M18 \div M22; P = 2,5 \text{ mm}; \\ g = -0,000210 (\Sigma V_j)^2 + 0,025 (\Sigma V_j) + 0,089, \quad (7)$$

It can be noticed from the data given in Table 1 that the volume V_w , rounded off to an integer, makes up $(46 \div 48)\%$ V_g . So, for any arbitrary thread size, it is possible to calculate the volume V_j of deformed material per individual embossing edges.

The knowledge of the sum of deformed material volumes enables the determination of the profile of the embossing portion meeting the condition of uniform distribution to successive embossing edges.

Similarly as for external thread taps [4], the relationship between the thread sinking and the sum of displaced material volumes is described by the following relationship:

$$g = a(\Sigma V_j)^2 + b(V_j) + c \quad (3)$$

For the range of respective measurements of threads with $P = 1.5; 2.0; 2.5; 3.0$ and 3.5 mm, Eq. (3) the equation forms as follows:

$$M10 \div M30; P = 1.5 \text{ mm}; \\ g = -0.0025(\Sigma V_j)^2 + 0.068 (\Sigma V_j) + 0.054, \quad (4)$$

$$M12; P = 1.75 \text{ mm}; \\ g = -0.00125(\Sigma V_j)^2 + 0.052 (\Sigma V_j) + 0.056, \quad (5)$$

$$M14 \div M30; P = 2.0 \text{ mm}; \\ g = -0.0005(\Sigma V_j)^2 + 0.035 (\Sigma V_j) + 0.061, \quad (6)$$

$$M18 \div M22; P = 2.5 \text{ mm}; \\ g = -0.000210 (\Sigma V_j)^2 + 0.025 (\Sigma V_j) + 0.089, \quad (7)$$

$$M24 \div M30; P = 3,0 \text{ mm};$$

$$g = -0,000044 (\Sigma V_j)^2 + 0,0126 (\Sigma V_j) + 0,10, \quad (8)$$

$$M30; P = 3,5 \text{ mm};$$

$$g = -0,000029 (\Sigma V_j)^2 + 0,011 (\Sigma V_j) + 0,122. \quad (9)$$

Wyżej podane zależności $g = f(\Sigma V_j)$ w postaci graficznej dla całego zbioru przyjętych do analizy gwintów przedstawiono na rys. 6.

Jako podstawę do wyznaczenia zarysu krzywoliniowego przyjęto jednakowy naddatek na każdą grań wygniatającą mierzoną objętością przemieszczanego materiału podczas kształtowania gwintu. Wartość jednostkowa V_j to suma objętości (np. dla M30x3,0 równa $107,86 \text{ mm}^3$ – tabela 1) podzielona przez liczbę efektywnych grani wygniatających. Przy 9-ciu efektywnych graniach, (gwintownik sześciograniowy z $l_{we} = 1,5P$), $V_j = 11,98 \text{ mm}^3$.

Dla wybranego wymiaru gwintu, z wzorów (4)÷(9) oblicza się wartości „g” zagłębienia grani w materiał (rys. 5) wg zasady: g_1 dla obliczonej wartości objętości V_j , g_2 dla objętości $2V_j$, g_3 dla objętości $3V_j$, itd. w zależności od liczby grani i długości części wygniatającej.

$$M24 \div M30; P = 3,0 \text{ mm};$$

$$g = -0,000044 (\Sigma V_j)^2 + 0,0126 (\Sigma V_j) + 0,10, \quad (8)$$

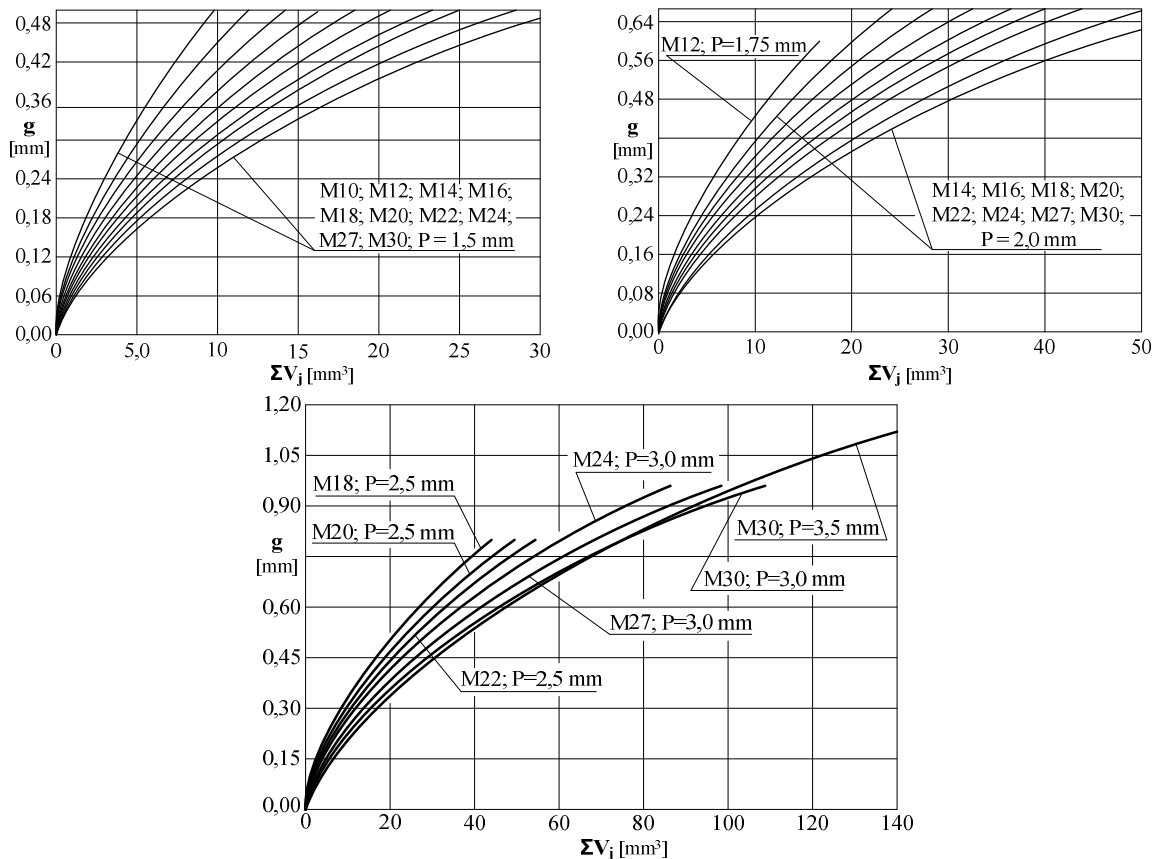
$$M30; P = 3,5 \text{ mm};$$

$$g = -0,000029 (\Sigma V_j)^2 + 0,011 (\Sigma V_j) + 0,122 \quad (9)$$

The relationships $g = f(\Sigma V_j)$ given above in the graphic form for the entire set of threads taken for analysis are shown in Fig. 6.

The identical allowance per embossing edge, as measured by the volume of the displaced material during thread forming, was taken as the basis for determining the curvilinear profile. The unit value of V_j is the sum of volumes (e.g. for M30x3.0 being equal to 107.86 mm^3 – Table 1) divided by the number of effective embossing edges. With 9 effective edges (a six-edge tap with $l_{we} = 1.5P$), $V_j = 11.98 \text{ mm}^3$.

For the selected thread size, the values "g" of edge sinking into the material are calculated from formulas (4)÷(9) (Fig. 5), according to the following rule: g_1 for the calculated value of the volume V_j ; g_2 for the volume $2V_j$; g_3 for the volume $3V_j$, and so on, depending on the number of edges and the length of the embossing portion.



Rys. 6. Wyniki aproksymacji stopnia drugiego zależności $g = f(\Sigma V_j)$

Fig. 6. The results of the second-degree approximation of the relationship $g = f(\Sigma V_j)$

3. KRZYWOLINIOWY ZARYS CZĘŚCI WYGNIAJĄCEJ

Korzystając z obliczonych wartości „g” wyznacza się zarys osiowy dla części wygniatającej. Zarys ten ma kształt okręgu i jest wygodny ze względów technologicznych mając na uwadze konieczność wykonania kopiału. Dla wybranych, np. trzech, z obliczonych zagłębień „g” i odpowiadających im położeniom na długości l_{we} wyznacza się promień R i wartości a_R i b_R .

Metodykę określenia zarysu krzywoliniowego przedstawiono schematycznie na rys. 7, na przykładzie gwintownika sześciograniowego z $l_{we} = 1,5P$, mającego 9 efektywnych grani wygniatających. Wartość promienia R i współrzędne jego środka a_R i b_R , przyjmując do obliczeń położenie wierzchołków grani: pierwszej, piątej i dziewiątej, wyznacza się z następującego układu równań:

dla punktu A: $\left(\frac{4}{3}P - a_R\right)^2 + (g_1 - b_R)^2 = R^2$

dla punktu B: $\left(\frac{2}{3}P - a_R\right)^2 + (g_5 - b_R)^2 = R^2$

dla punktu C: $(0 - a_R)^2 + (g_9 - b_R)^2 = R^2$

3. THE CURVILINEAR PROFILE OF THE EMBOSsing PORTION

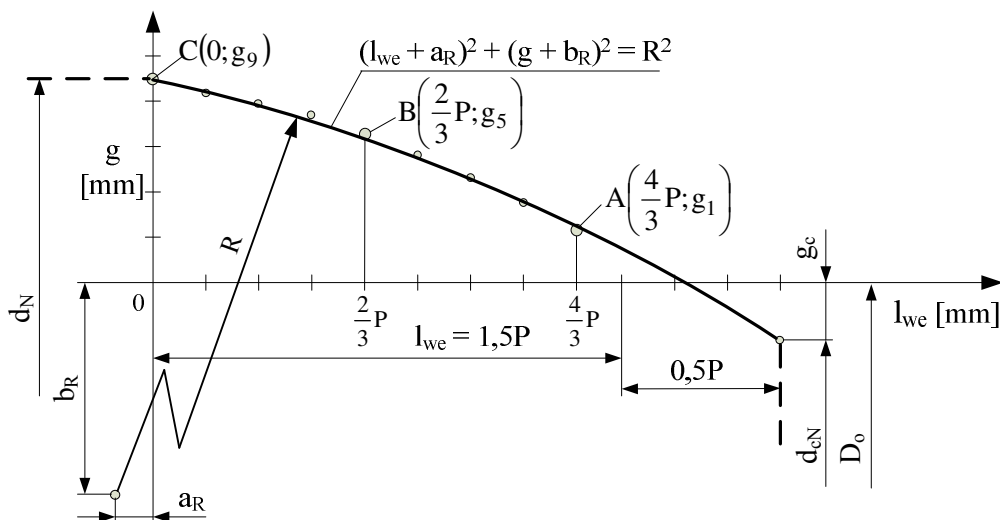
Using the calculated values of "g", the axial profile for the embossing portion is determined. The profile has circular shape that is convenient for engineering reasons, considering the making of the template. For selected, e.g., three of the calculated sinking values "g" and their corresponding positions along the length l_{we} , the radius R and the values of a_R and b_R are calculated.

The methodology for curvilinear profile determination is illustrated in Fig. 7 on the example of a six-edge tap with $l_{we} = 1.5P$ having 9 effective embossing edges. The value of the radius R and the coordinates of its centre, a_R and b_R , while taking for calculation the positions of the first, fifth and ninth edges, are determined from the following system of equations:

for A point: $\left(\frac{4}{3}P - a_R\right)^2 + (g_1 - b_R)^2 = R^2$

for B point: $\left(\frac{2}{3}P - a_R\right)^2 + (g_5 - b_R)^2 = R^2$

for C point: $(0 - a_R)^2 + (g_9 - b_R)^2 = R^2$



Rys. 7. Schemat zarysu krzywoliniowego części wygniatającej
 Fig. 7. Schematic diagram of the curvilinear embossing portion profile

Przy długości części wprowadzającej, przyjmowanej zwykle równej $0,5P$, średnica czołowa gwintownika wynosi:

$$d_{cN} = D_{\text{omin}} - 2g_c \quad (10)$$

Natomiast wartość g_c (rys. 7) wyznaczana zarysem osiowym części wygniatającej oblicza się z następującego równania:

$$[(l_{we} + 0,5P) - a_R]^2 + (g_c - b_R)^2 = R^2 \quad (11)$$

Na rys. 8 przedstawiono konstrukcję i wymiary gwintownika wygniatającego do wykonania gwintu metrycznego zwykłego M18x2,5 klasy średniokładnej 6H.

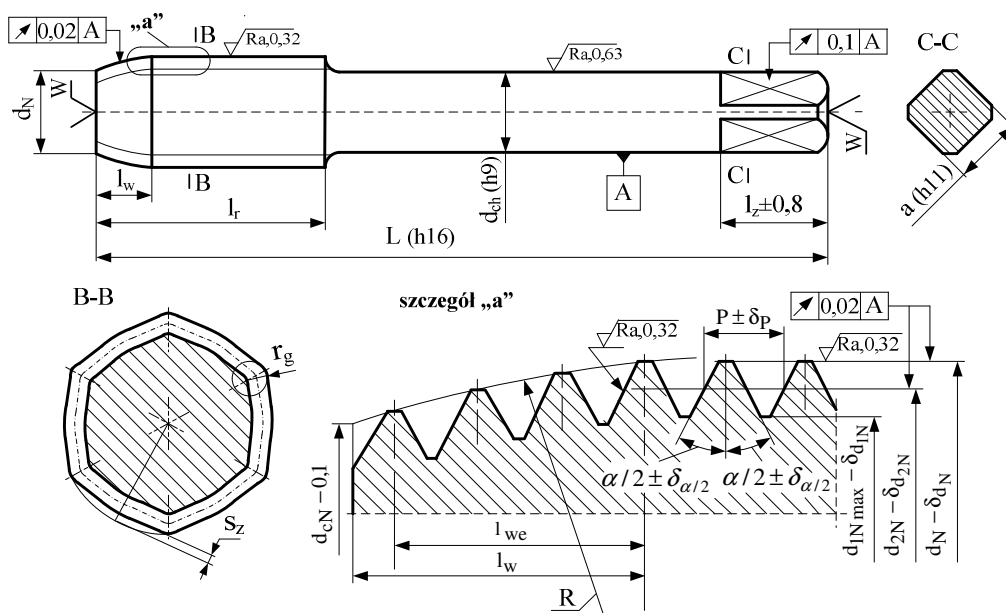
With the length of the lead-in portion being usually assumed to be equal to $0.5P$, the head diameter of the tap equals:

$$d_{cN} = D_{\text{omin}} - 2g_c \quad (10)$$

On the other hand, the value of g_c (Fig. 7), as defined by the axial profile of the embossing portion, is determined from the following equation:

$$[(l_{we} + 0.5P) - a_R]^2 + (g_c - b_R)^2 = R^2 \quad (11)$$

Figure 8 shows the design and dimensions of an embossing tap designed for making coarse metric thread M18x2.5 of the medium fit Class 6H.



Gwintownik wygniatający M18x2,5 – 6H Embossing tap M18x2.5 – 6H							
P	δ_P	d_N	δ_{dN}	d_{d2N}	δ_P	d_{1Nmax}	δ_{d1N}
2,5	0,015	18,325	0,04	16,578	0,045	15,159	0,135
d_{cN}	$\alpha/2$	$\delta_{\alpha/2}$	r_g	s_z	z_g	d_{ch}	l_{we}
16,02	30°	20	1,832	0,436	6	14	3,75
l_w	l_r	L	l_z	a	R	a_R	b_R
5	37	112	14	11,2	16,67	-1,2	-15,84

Zbieżność na części kalibrującej: $(0,1 \pm 0,15)$ mm/100 mm
Twardość: część robocza: 61 ÷ 62 HRC, część chwytowa: min. 30 HRC
Taper of sizing part: (0.1 ± 0.15) mm/100 mm
Hardness: working part: 61 ÷ 62 HRC, grip part: min. 30 HRC

Rys. 8. Konstrukcja i wymiary gwintownika M18x2,5 - 6H z krzywoliniowym zarysem części wygniatającej

Fig. 8. The design and dimensions of an M18x2.5 - 6H tap with a curvilinear embossing portion profile

Krzywoliniowy zarys osiowy części wygniatającej obliczono zgodnie z przedstawioną wcześniej metodyką. Pozostałe wymiary obliczono zgodnie z wytycznymi dotyczącymi cech geometrycznych części kalibrującej omawianych narzędzi [1] oraz wymiarami gabarytowymi dla gwintowników podanych w Polskich Normach [6, 7].

Dla oceny przyjętej metody można porównać objętość przyjętą do obliczeń a wynikającą z zarysu krzywoliniowego. W tym celu z równania (10) oblicza się wartości „g” a następnie z wzoru (7) objętości materiału przemieszczane przez poszczególne granie wygniatające. Dla przedstawionego na rys. 8 przykładu błędy zawierały się w granicach od +2,5% do -11%, co upoważnia do stwierdzenia, że przy zastosowaniu takich cech geometrycznych naddatek na wygniatańca rozłożony jest równomiernie na całej długości efektywnej części wygniatającej gwintownika. Zaletą jest również mniejszy błąd podziałki ΔP w strefie przejściowej obliczony dla gwintowników ze stożkową i krzywoliniową odpowiednio z zależności:

$$\Delta P = \frac{(d_N - D_o) \cdot P}{4 \cdot l_{we}} \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \quad (12)$$

$$\Delta P = \frac{a_R \cdot P}{(2b_R + d_N - D_o)} \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \quad (13)$$

Dla zarysu krzywoliniowego gwintownika (rys. 8) ΔP jest 3 razy mniejszy jak przy kształcie stożkowym i wynosi 0,05 mm w porównaniu do 0,15 mm przy zarysie stożkowym.

4. PODSUMOWANIE

Dla gwintowników do otworów nieprzelotowych, z krótką częścią wygniatającą, lepszym rozwiązaniem, mając na uwadze rozkład naddatków na wygniatańca jest konstrukcja z krzywoliniowym osiowym zarysem części wygniatającej od zarysu stożkowego. Zależności wyrażone w postaci funkcji $g = f(\Sigma V_j)$ oraz $(R, a_R, b_R) = f(g, l_{we})$ można wykorzystać w programie wspomagającym projektowanie gwintowników wygniatających, który będzie obejmował swoim obszarem gwintowniki

The curvilinear axial profile of the embossing portion was calculated following the methodology introduced above. The remaining dimensions were calculated in line with the guidelines of geometrical features for the design of the embossing portion of the tools under discussion [1] and the overall dimensions for taps, as indicated in the Polish Standards [6, 7].

For the evaluation of the adopted method, comparison of the volume taken for the calculation and the one resulting from the curvilinear profile can be made. For this purpose, the "g" values are calculated from Eq. (10) and then the material volumes displaced by individual embossing edges are calculated from formula (7). For the example given in Fig. 8, the errors were contained within the limits from +2.5% to -11%, which justifies the conclusion that with the use of these geometrical features the embossing allowance is distributed uniformly over the entire length of the effective embossing portion of a tap. The advantage is also a smaller pitch error, ΔP , in the transition zone, calculated for taps with a conical and curvilinear embossing portion, respectively, from the relationship:

$$\Delta P = \frac{(d_N - D_o) \cdot P}{4 \cdot l_{we}} \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \quad (12)$$

$$\Delta P = \frac{a_R \cdot P}{(2b_R + d_N - D_o)} \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \quad (13)$$

For the curvilinear profile, embossing tap (Fig. 8) ΔP is 0.05 mm, being more than 3 times smaller than that for the conical profile, which is 0.15 mm.

4. SUMMARY

For non-through hole taps with a short embossing portion, a better solution in terms of embossing allowance distribution is the design with the curvilinear axial embossing portion profile compared to the conical profile. The relationships expressed in the form of the function $g = f(\Sigma V_j)$ and $(R, a_R, b_R) = f(g, l_{we})$ can be used in a program aiding the design of embossing taps encompassing four - and six-edge taps with either a conical

cztero- i sześciograniowe, ze stożkową i krzywoliniową częścią wygniatającą, z pełnym i niepełnym zarysem gwintu wykonywanym w otworach nieprzelotowych i przelotowych.

or curvilinear embossing portion, with either a complete or incomplete thread form made in non-through and through holes.

LITERATURA / REFERENCES

- [1] Łyczko K.: Technologia narzędzi i wygniatań gwintów wewnętrznych. Wydawnictwa Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa 1999, s. 193.
- [2] Łyczko K.: Zużycie gwintowników wygniatających. Trybologia 1988, 6, s. 12-16.
- [3] Łyczko K.: Rozkład przemieszczanej objętości materiału na długości części wygniataanej przez gwintownik. Obróbka Plastyczna Metali 1992 t. II, 5, s. 27-34.
- [4] Łyczko K.: Technologia walcowania gwintów zewnętrznych. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 2010, s. 282.
- [5] Makówka F., Olszak W.: Gwintownik wygniatający. Patent polski Nr 113519.
- [6] PN-EN 25967: 1999 Gwintowniki – Podział i terminologia.
- [7] PN-ISO 529: 1996 Gwinty maszynowe krótkie i gwintowniki ręczne.