POLITECHNIKA KRAKOWSKA
Instytut Technologii Maszyn i Automatyzacji Produkcji

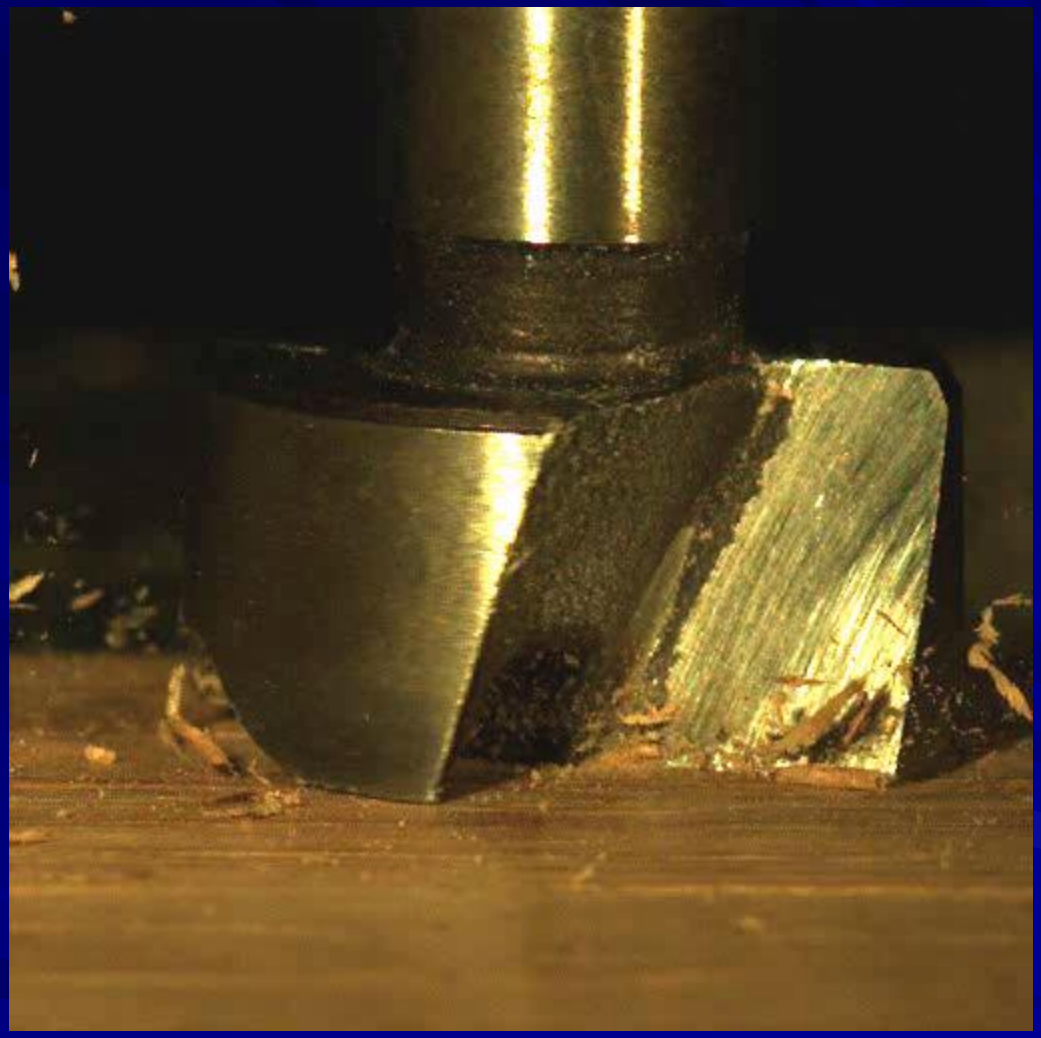
Wykonywanie otworów

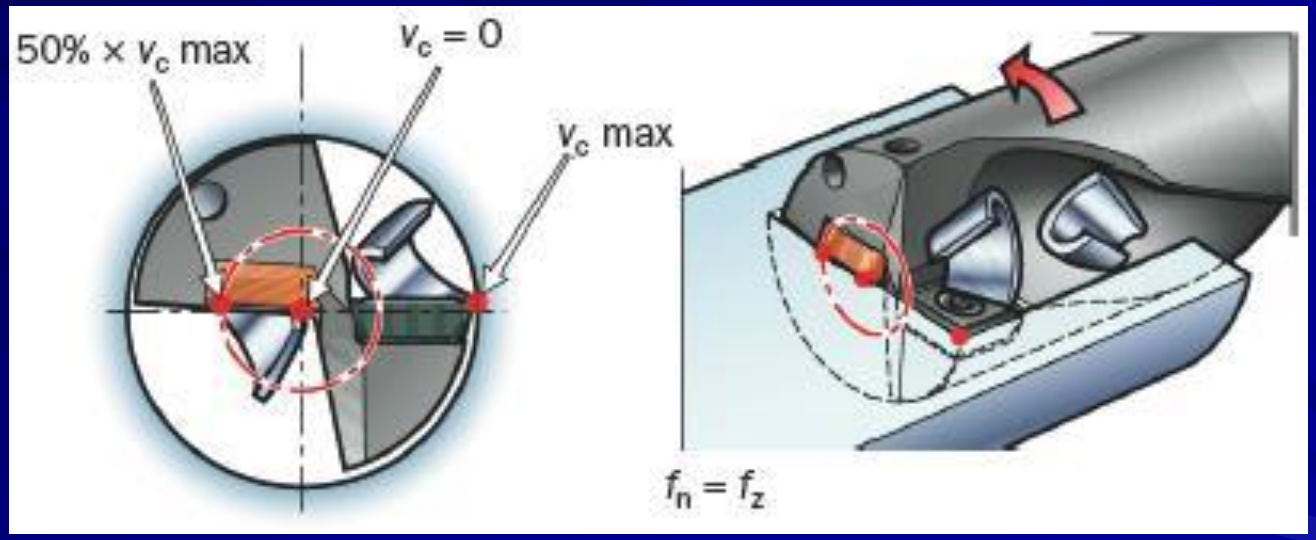
Dr hab. inż. Bogdan Słodki

WIERCENIE

Wykonanie otworu o kołowym przekroju poprzecznym za pomocą narzędzia skrawającego – ***wiertła***.
Wiercenie można wykonywać na wiertarkach, tokarkach (w produkcji jednostkowej), rewolwerówkach, automatach i półautomatach tokarskich, wytaczarkach, obrabiarkach zespołowych.

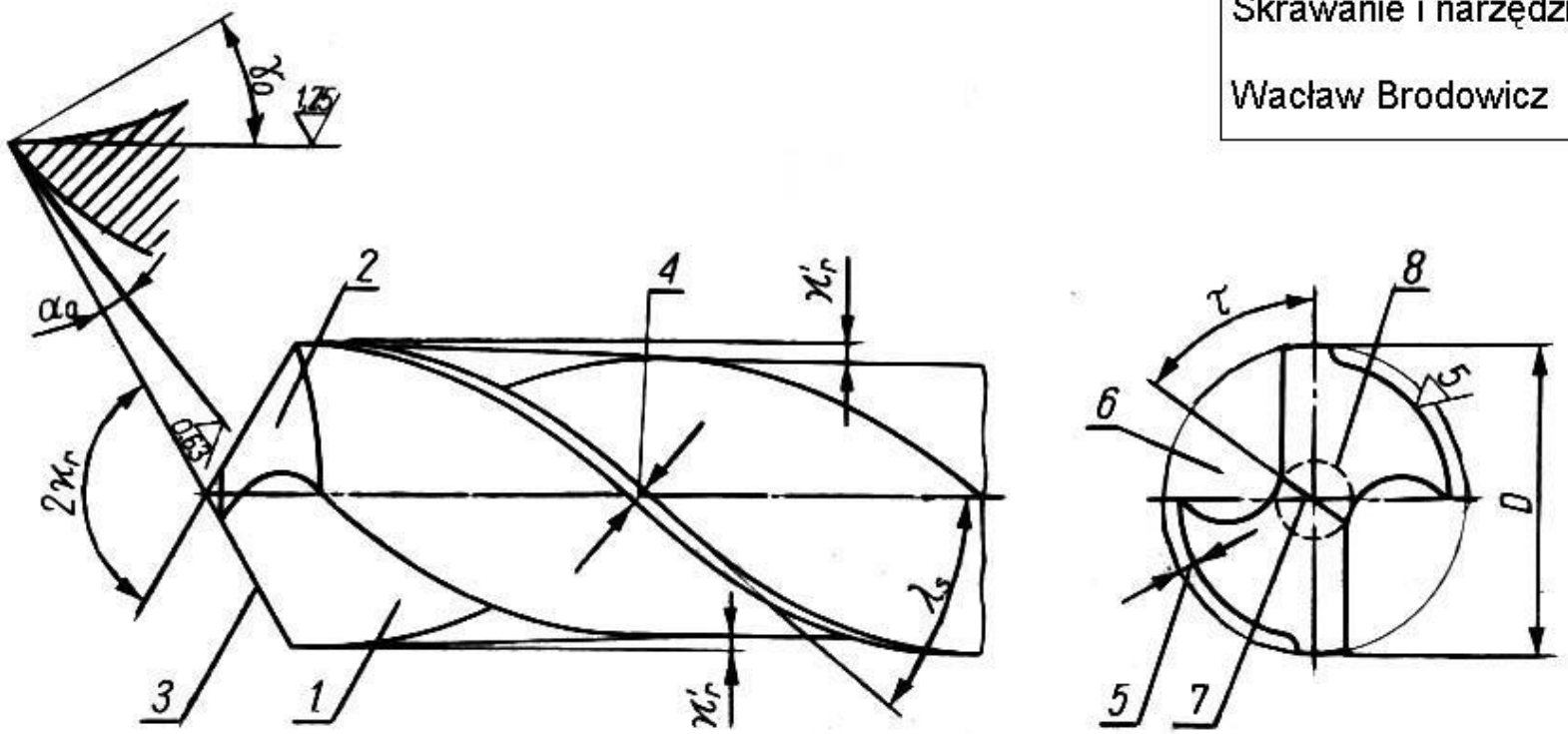
HERTEL
SE-DRILL
800 pictures per sec




50% × v_c max
$v_c = 0$
v_c max
$f_n = f_z$

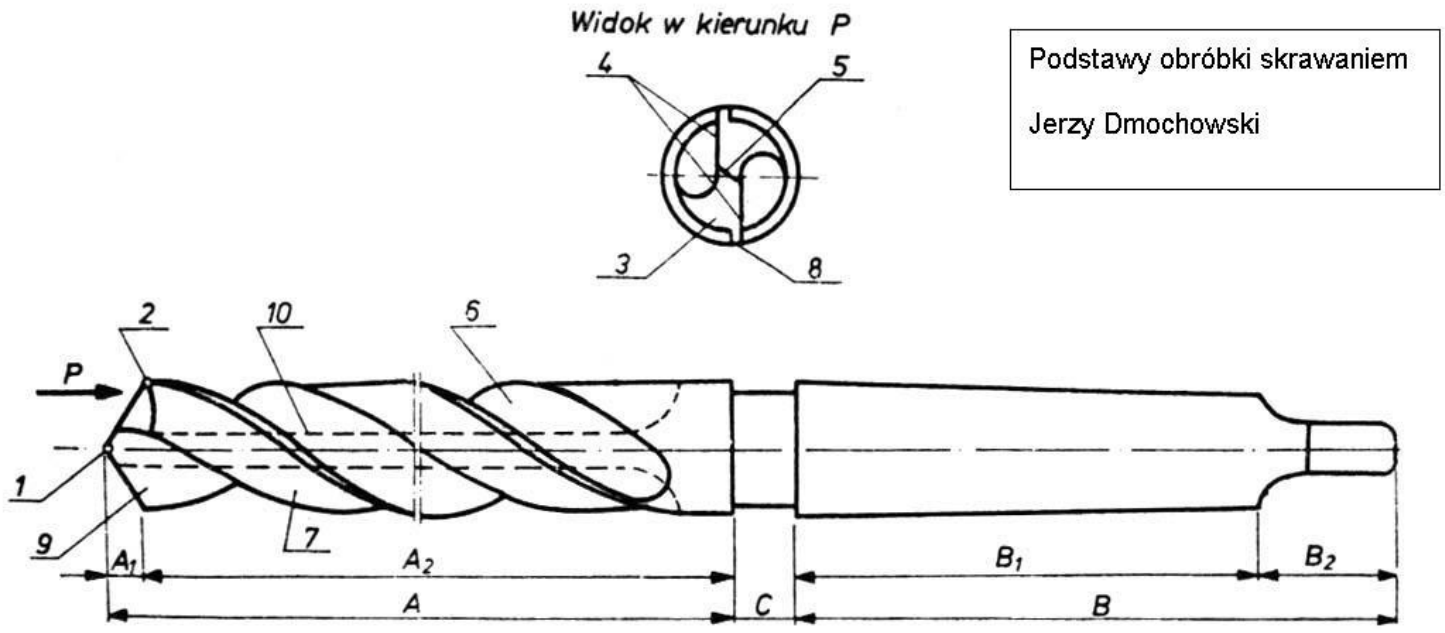
Skrawanie i narzędzia

Wacław Brodowicz



Podstawowe elementy konstrukcyjne wiertła krętego

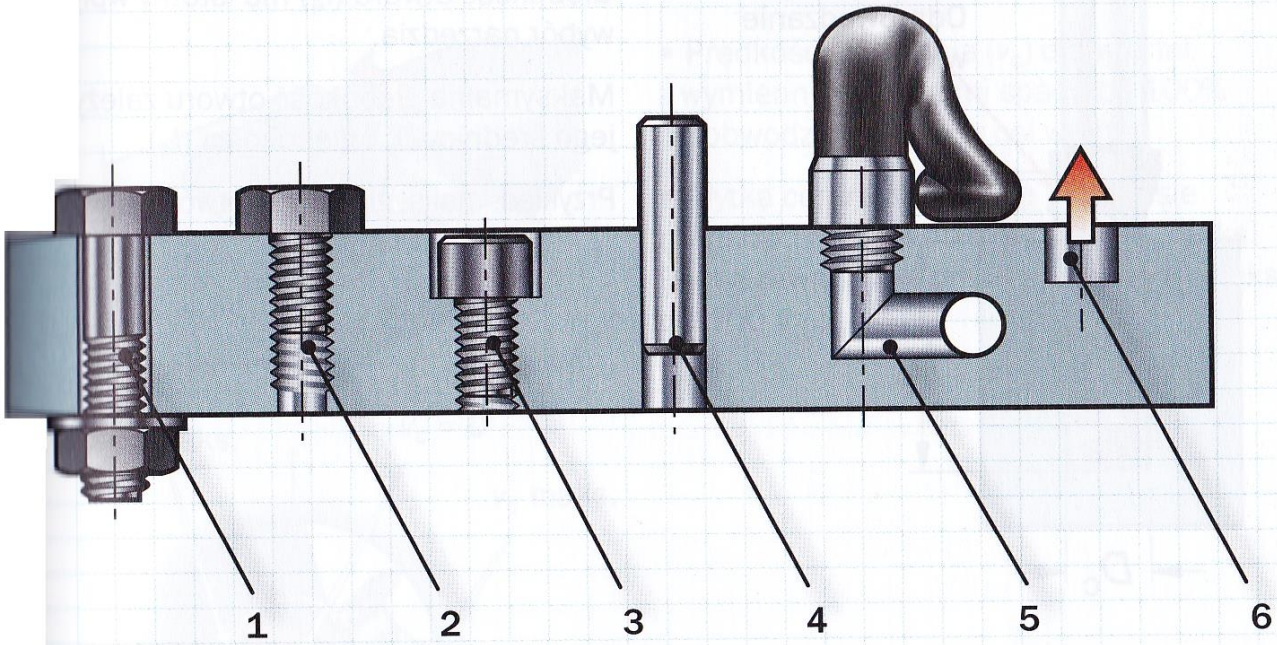
1 — powierzchnia natarcia, *2* — powierzchnia przyłożenia, *3* — krawędź skrawająca, *4* — pomocnicza powierzchnia przyłożenia, *5* — powierzchnia bocznego odsadzenia, *6* — rowek wiórowy, *7* — ścin, *8* — rdzeń



Podstawy obróbki skrawaniem

Jerzy Dmochowski

Budowa wiertła krętego: ***A*** **— część robocza,** ***B*** **— część chwytowa,** ***C*** **— część łącząca,** A_1 **— część skrawająca,** A_2 **— część prowadząca,** B_1 **— część stożkowa,** B_2 **— płetwa,** ***1*** **— wierzchołek,** ***2*** **— naroże,** ***3*** **— powierzchnia przyłożenia,** ***4*** **— krawędzie główne,** ***5*** **— krawędź poprzeczna (ścin),** ***6*** **— rowek wiórowy,** ***7*** **— powierzchnia boczna,** ***8*** **— łysinka prowadząca,** ***9*** **— powierzchnia natarcia,** ***10*** **— rdzeń**



Najczęściej wykonywane otwory to:

1 Otwory z luzem dla śrub

2 Otwory z gwintem dla śrub

3 Otwory z pogłębieniem

4 Otwory posiadające ciasne pasowanie

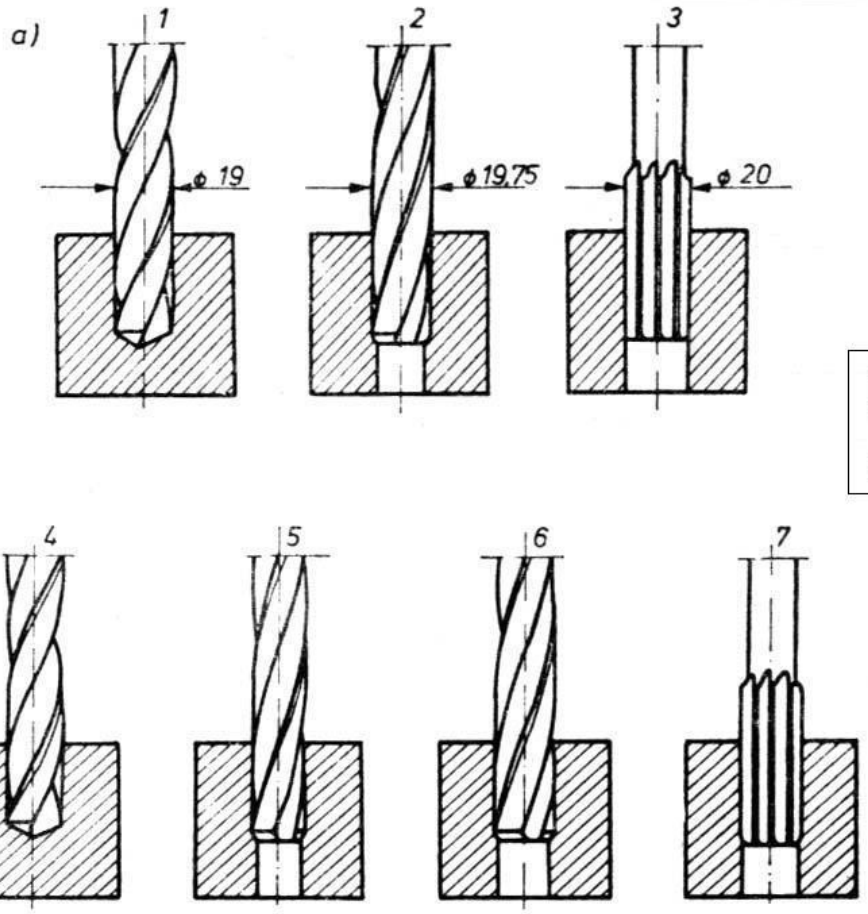
5 Otwory tworzące kanały

6 Otwory wyważeniowe (zmniejszające masę).

Zestawienie średnic narzędzi normalnych w mm

Średnica wykonywanego otworu [mm]	Średnica narzędzia przy wykonywaniu otworu w klasie				
	11 – 12		6 – 10		
	wiertło	rozwiertak zdzierak	wiertło	rozwiertak zdzierak	rozwiertak wykańczak
3	3		2,9		3
4	4		3,9		4
5	5		4,9		5
6	6		5,8		6
7	7		6,8		7
8	8		7,8		8
9	9		8,8		9
10	10		9,8		10
11	10,75	11	10,75	—	11
			10	10,8	
12	11,75	12	11,75	—	12
			11	11,8	
13	12,75	13	12,75	—	13
			12	12,8	
14	13,75	14	13,75	—	14
			13	13,8	
15	14,75	15	14,75	—	15
			14	14,8	
16	15,75	16	15,75	—	16
			15	15,8	
17	16,75	17	16,75	—	17
			16	16,8	
18	17,5	18	17,75	—	18
			17	17,8	

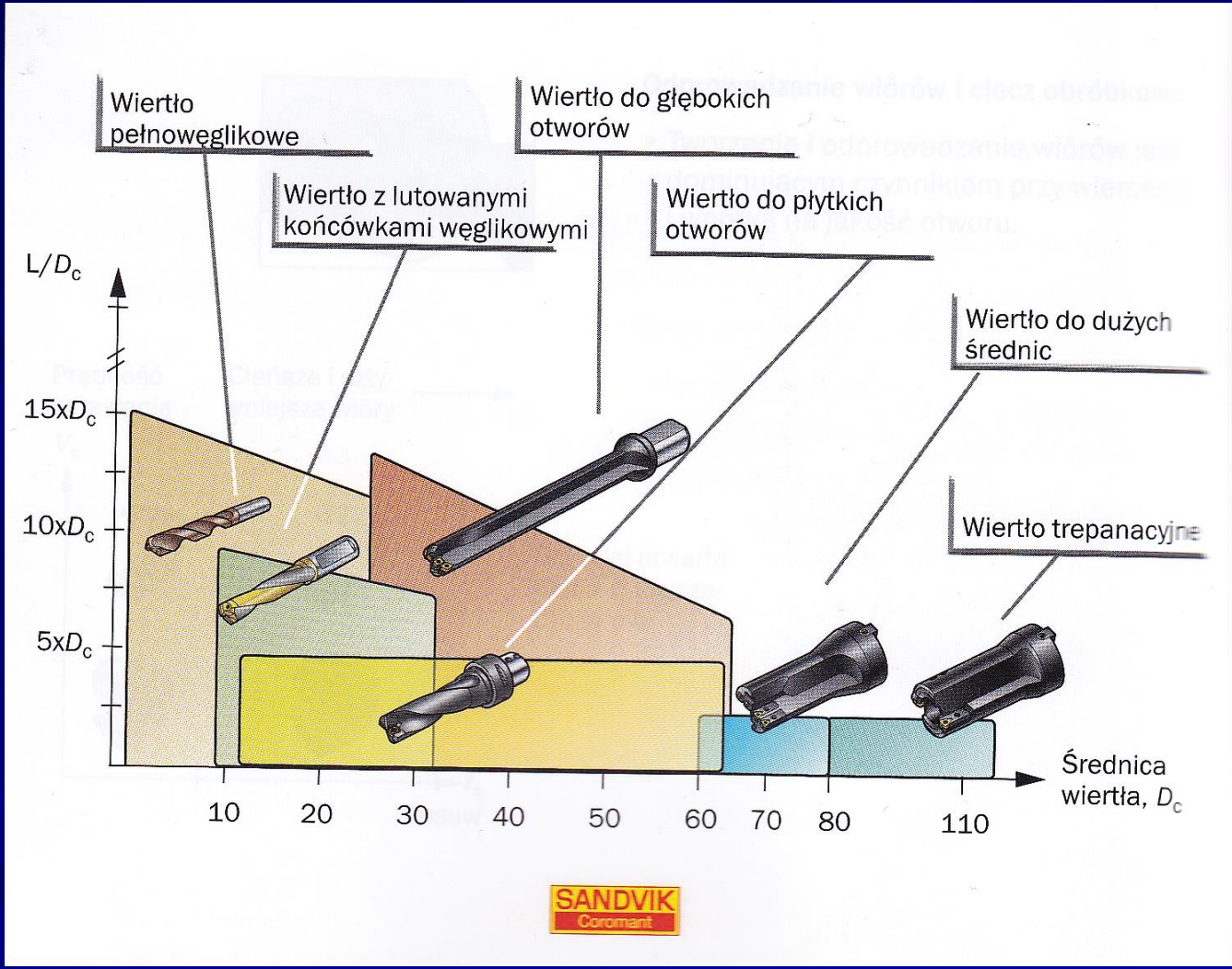
Gwint metryczny		Gwint Whitwortha	Gwint rurowy	Średnica wiertła [mm]
zwykły szereg A	drobnozwojny szereg B			
M5,5	M5 × 0,5			4,5
M6	(M5,5 × 0,5)			5
				5,1
	M6 × 0,75			5,2
M7				6
	(M7 × 0,75)			6,2
				6,5
M8				6,7
	M8 × 1			7
M9				7,7
				7,9
	(M9 × 1)			8
M10				8,4
			R1/8 "	8,8
	M10 × 1			9
				9,2
M11				9,4
M12	(M11 × 1)			10
	M12 × 1,5			10,25
				10,5



Podstawy obróbki skrawaniem

Jerzy Dmochowski

Obróbka otworów: a) trzystopniowa, *1* — wiercenie, *2* — rozwiercanie zgrubne, *3* — rozwiercanie wykańczające; b) czterostopniowa (przy wysokich wymaganiach dotyczących gładkości i kształtu), *4* — wiercenie, *5* — rozwiercanie zgrubne wstępne, *6* — rozwiercanie zgrubne (drugie), *7* — rozwiercanie wykańczające

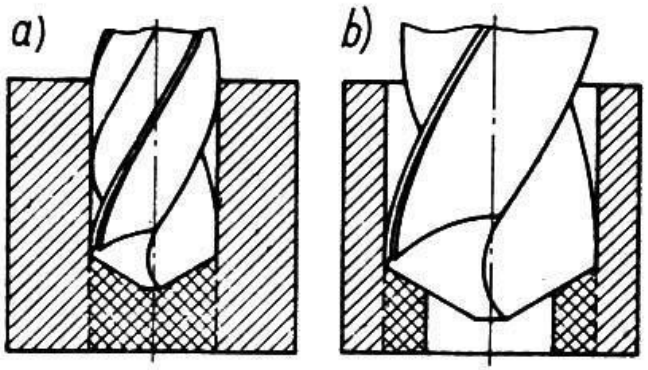

Wiertło pełnowęglikowe
Wiertło z lutowanymi końcówkami węglikowymi
Wiertło do głębokich otworów
Wiertło do płytkich otworów
Wiertło do dużych średnic
Wiertło trepanacyjne
L/Dc
15xDc
10xDc
5xDc
10
20
30
40
50
60
70
80
110
Średnica wiertła, Dc
SANDVIK
Coromant

A – do metalu z ostrzem stalowym
B – do drewna, kręte
C – do betonu, z ostrzem z węglików (tzw. „widiowe”)
D – do drewna, piórkowe
E – uniwersalne do metalu lub betonu z ostrzem z węglików
F – do blach
G – uniwersalne (do metalu, drewna, tworzyw)

Rozróżnia się wiercenie przelotowe, gdy otwór przechodzi przez cały przedmiot obrabiany i wiercenie nieprzelotowe, gdy otwór sięga tylko na pewną głębokość przedmiotu obrabianego.

Podstawy obróbki wiórowej, ściernej i erozyjnej

Jan Kaczmarek



Odmiany wiercenia: a) wiercenie w pełnym materiale, b) wiercenie wtórne (powiercanie)

a) *wiercenie w pełnym materiale*, zwane krótko *wierceniem*

b) *wiercenie wtórne*, zwane też *powiercaniem*

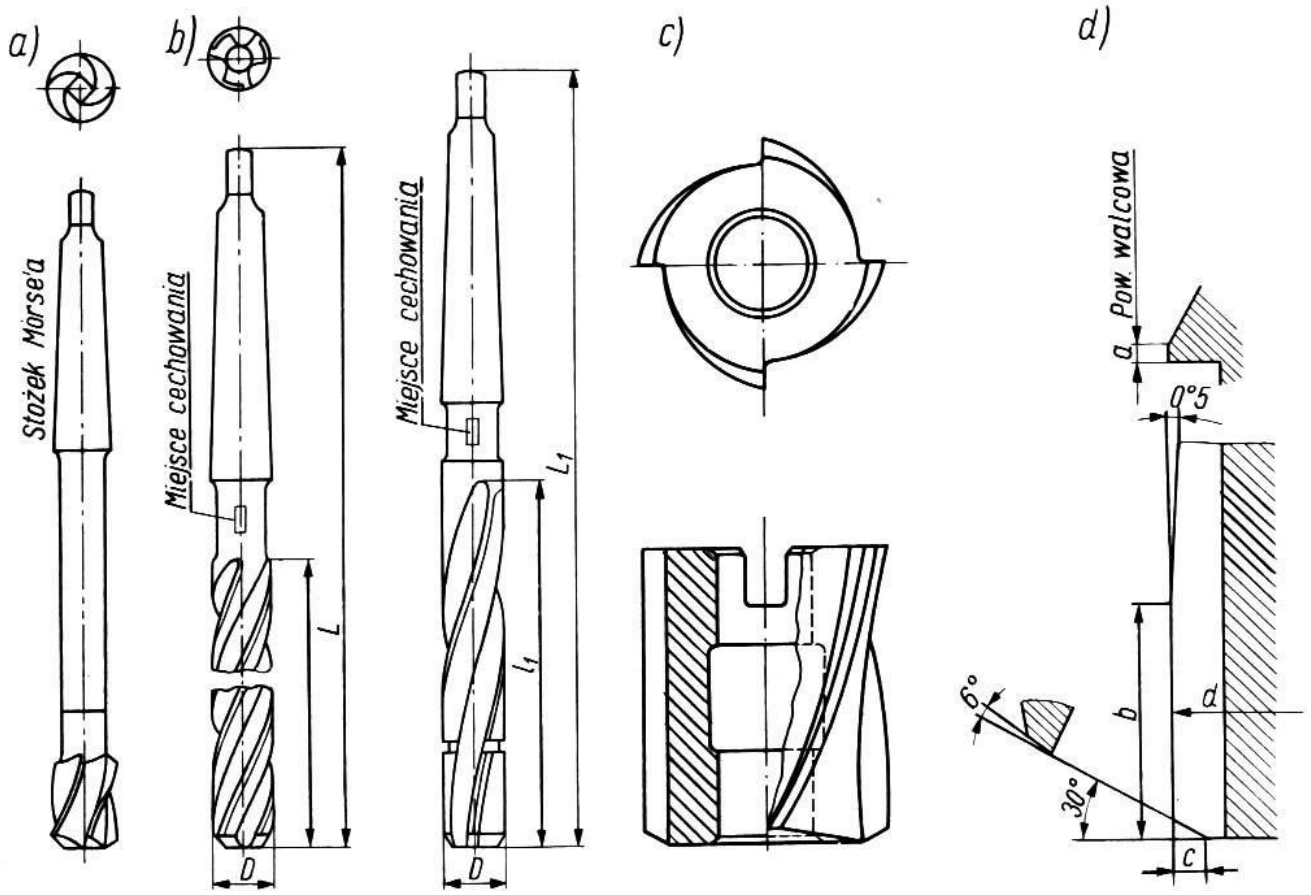
ROZWIERCANIE

Skrawanie (usuwanie) niewielkich naddatków z otworów za pomocą narzędzia wieloostrzowego – ***rozwiertaka*** – w celu poprawienia dokładności wymiaru, kształtu oraz zmniejszenia chropowatości powierzchni

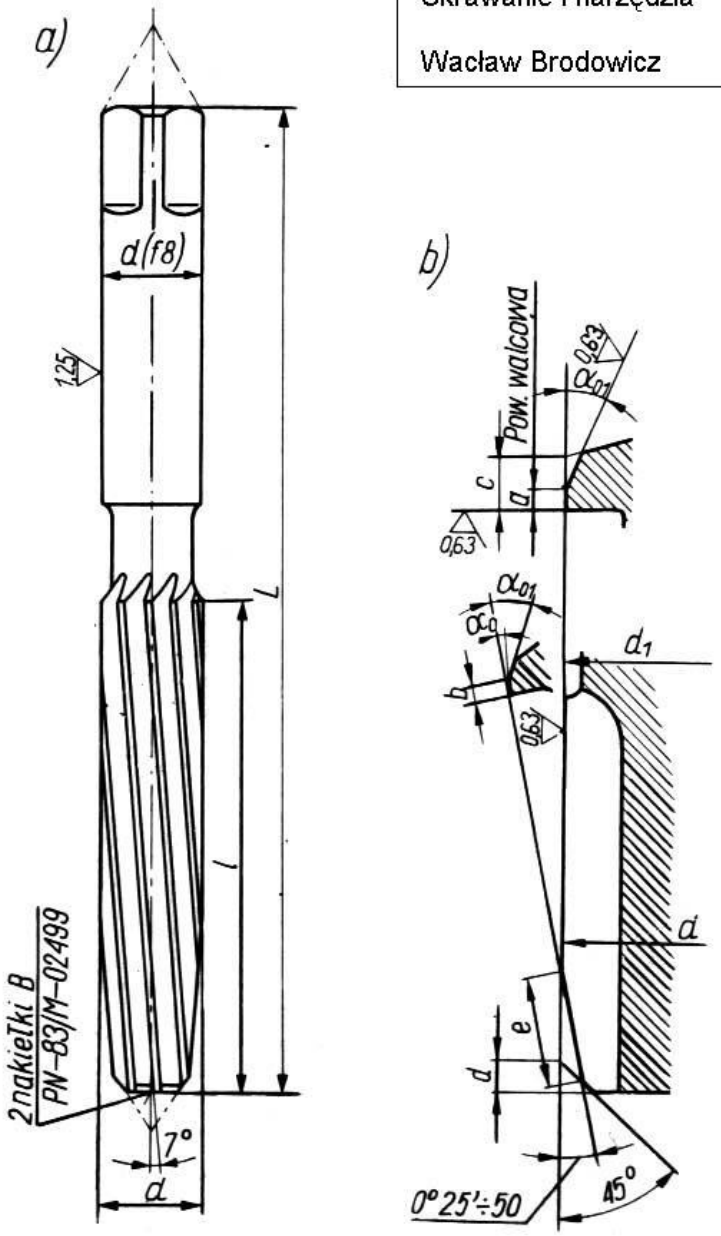
Ruch główny i posuwowy odbywa się tu w taki sam sposób, jak przy wierceniu.

Liczba użytych rozwiertaków i ich rodzaj zależą od średnicy otworu i dokładności wykonania. Rozwiertaki zdzieraki mają 3 lub 4 ostrza, a rozwiertaki wykańczaki więcej niż 4 ostrza.

Skrawanie i narzędzia - Wacław Brodowicz



Rozwiertak maszynowy zdzierak: *a*) 4-ostrzowy trzpieniowy, *b*) 3-ostrzowy trzpieniowy, *c*) nasadzany, *d*) geometria ostrza

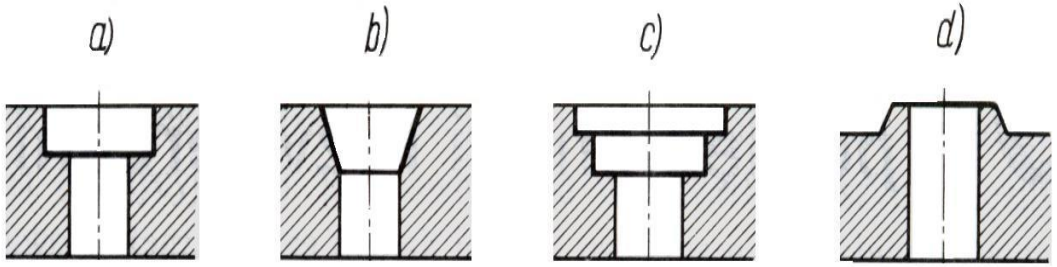


Rozwiertak ręczny: *a*) kształt, *b*) geometria

POGŁĘBIANIE

Zabieg polegający na wykonaniu w istniejącym otworze pogłębienia walcowego, stożkowego, lub o innym kształcie (np. stopniowanego), albo na obróbce powierzchni czołowej otworu.

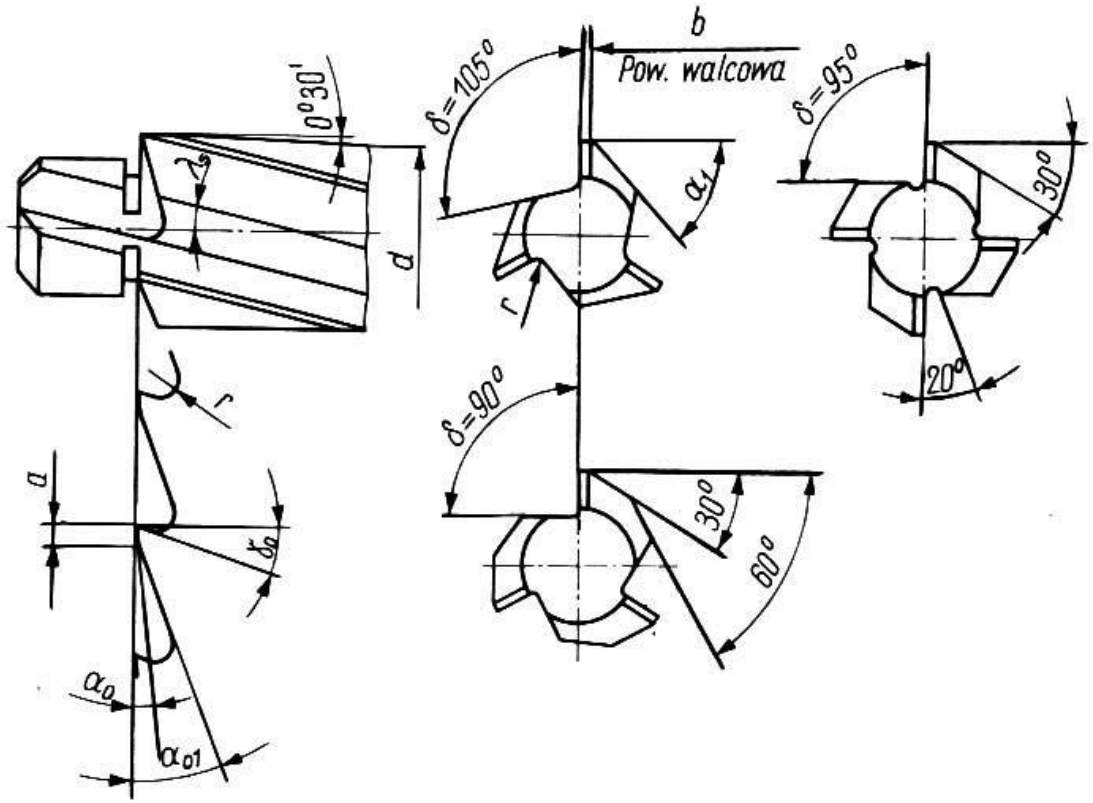
Ruch główny i posuwowy odbywa się tu w taki sam sposób, jak przy wierceniu.



Przykłady pogłębień

Skrawanie i narzędzia

Wacław Brodowicz



Geometria części roboczej pogłębiacza do obróbki powierzchni cylindrycznych i powierzchni czołowych

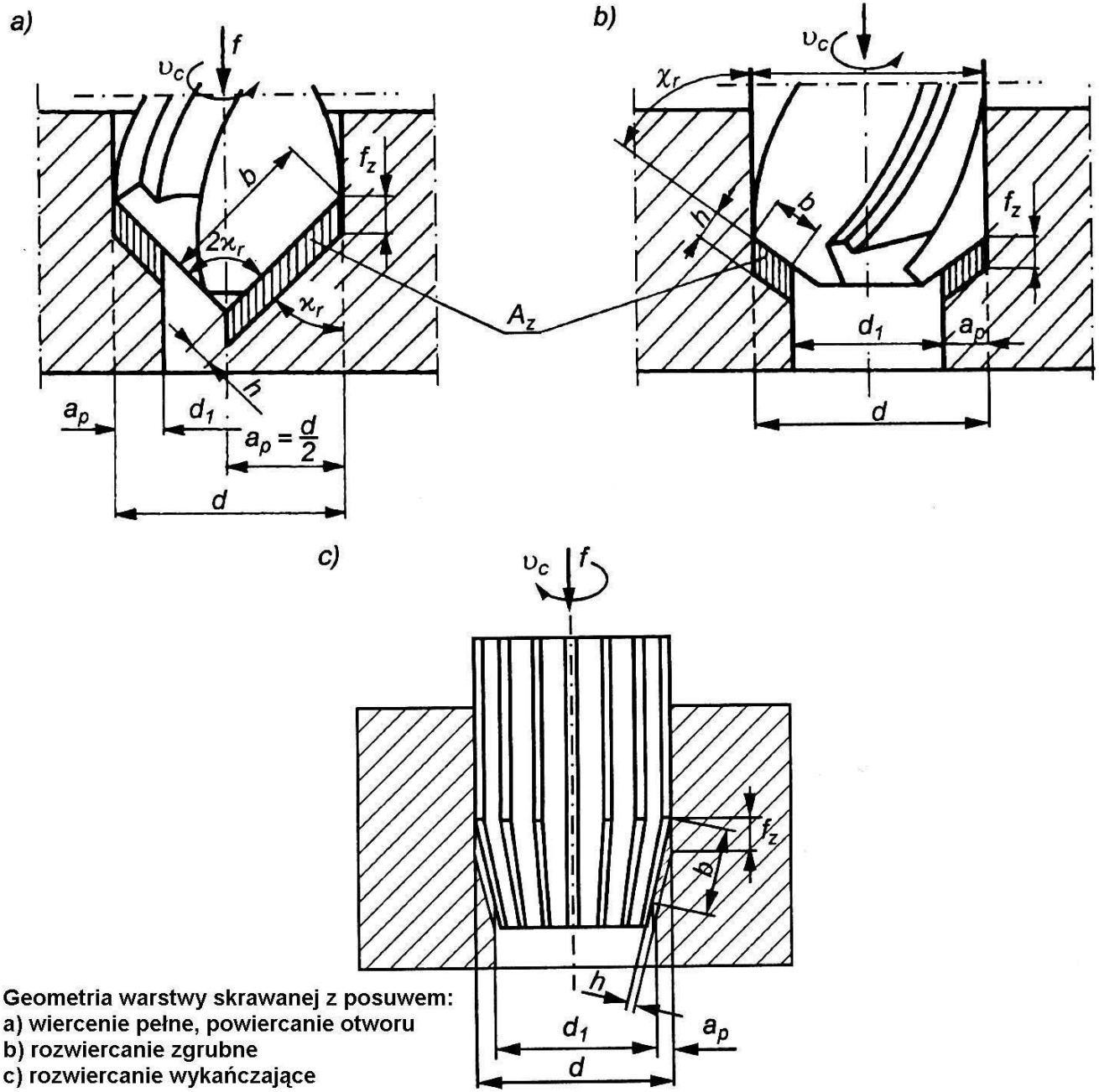
We wszystkich odmianach obróbek ***ruch główny*** jest ruchem obrotowym, który jest wykonywany na wiertarkach przez narzędzie, a na tokarkach przez przedmiot obrabiany. ***Ruch posuwowy*** jest ruchem prostoliniowym wykonywanym zarówno na wiertarkach, jak i na tokarkach przez narzędzie.

Parametry technologiczne

v_c – prędkość skrawania (odpowiada prędkości obwodowej narzędzia)
n – prędkość obrotowa narzędzia
a_p - głębokość skrawania
f_z - posuw na ostrze
f – posuw na obrót narzędzia

Parametry geometryczne

Do parametrów geometrycznych zalicza się wielkości charakteryzujące przekrój nominalny warstwy skrawanej A_z w płaszczyźnie prostopadłej do wektora prędkości skrawania v_c



Geometria warstwy skrawanej z posuwem:
a) wiercenie pełne, powiercanie otworu
b) rozwiercanie zgrubne
c) rozwiercanie wykańczające

Przekrój nominalny warstwy skrawanej jednym ostrzem

$$A_z = a_p \cdot f_z = h \cdot b \, [mm^2]$$

h – grubość warstwy skrawanej
b – szerokość warstwy skrawanej
a_p – głębokość skrawania dla:

wiercenia	$a_p = d/2$
powiercania	$a_p = (d-d_1)/2$
f_z – posuw na ostrze	$f_z = f/z$

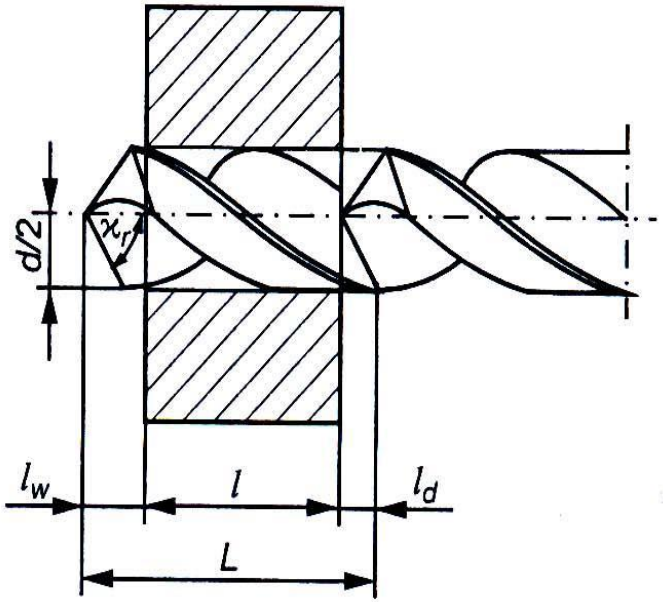
Prędkość skrawania v_c odpowiadająca prędkości obrotowej *n* narzędzia oblicza się według wzoru:

$$v_c = (\pi \cdot d \cdot n)/1000\,[m/\min]$$

d – średnica narzędzia

Prędkość ruchu posuwowego oblicza się według wzoru:

$$v_f = f_n \cdot n\left[mm/\min\right]$$



Techniki obróbki mechanicznej i erozyjnej

R. Filipowski, M. Marciniak

Droga wiertła L podczas wiercenia otworu; l – długość otworu, l_d – dobieg, l_w – wybieg

Czas maszynowy podczas wiercenia określa zależność:

$$t_m = \frac{L}{f_n} = \frac{l_d + l + l_w}{f_n} \text{ [min]}$$

L – droga wiertla podczas wiercenia otworu

l – dlugosć otworu

l_d – dobieg

l_w – wybieg

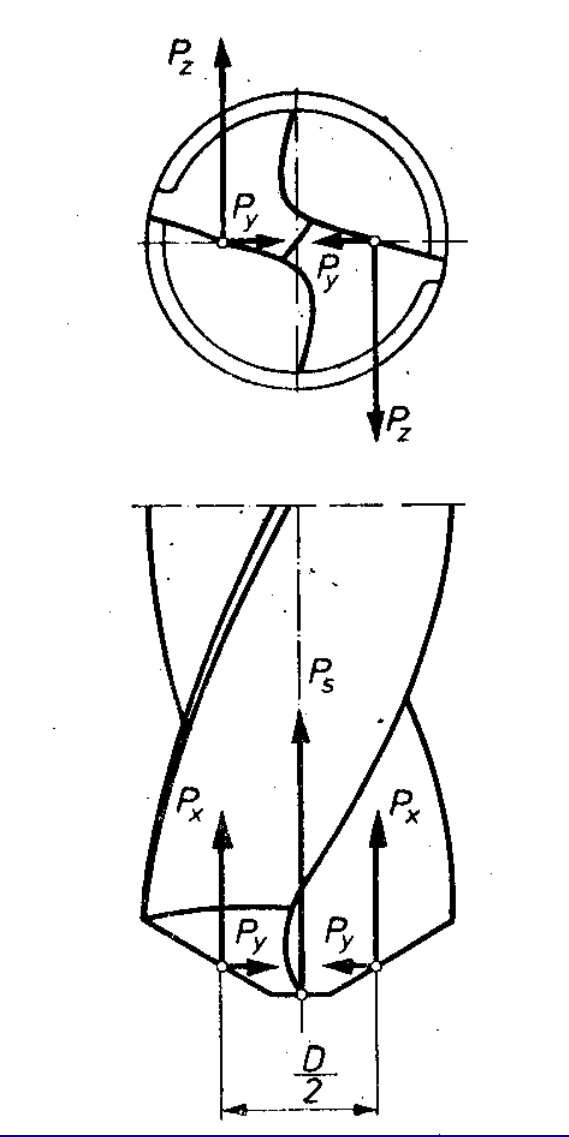
Drogę dobiegu oblicza się ze wzoru

$$l_d = d/2 \cdot ctg\,\chi_r$$

a drogę wybiegu:

$$l_w = l_d + 0,4 \cdot d$$

Siły działające na wiertło w układzie narzędzia



Siła i moc skrawania

- Siła posuwowa skrawania

$$F_f = 0.5 \cdot \frac{D_c}{2} \cdot f_n \cdot k_c \cdot \sin \chi_r \left[N\right]$$

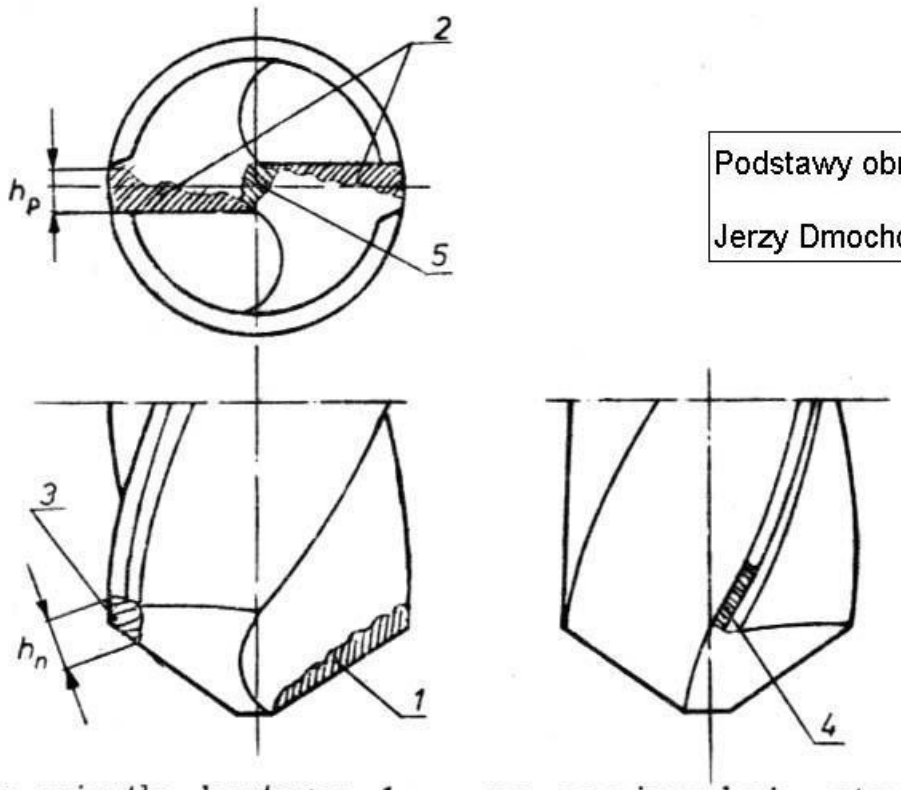
- Moc skrawania

$$N_e = \frac{v_c \cdot D_c \cdot f_n \cdot k_c}{240 \cdot 10^3} \left[kW\right]$$

- Moc pobierana od silnika obrabiarki

$$N_s = \frac{N_e}{\eta}$$

Przykłady zużycia wierteł



Podstawy obróbki skrawaniem

Jerzy Dmochowski

Zużycie wiertła krętego: *1* — na powierzchni natarcia, *2* — na powierzchniach przyłożenia, *3* — w narożach, *4* — na łysinkach prowadzących, *5* — na poprzecznej krawędzi (ścinie)

Dziękuję za uwagę