



KATEDRA TECHNIK WYTWARZANIA I AUTOMATYZACJI

Przedmiot:

Obróbka skrawaniem i narzędzia

Temat ćwiczenia:

Toczenie cz. II

Numer ćwiczenia:

3

1. Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest zapoznanie studenta z parametrami technologicznymi w procesie toczenia oraz ich wpływem na chropowatość powierzchni przedmiotu obrabianego oraz postać wióra. Ponadto student zapoznaje się z procesem toczenia gwintów.

2. Wyposażenie stanowiska

- Tokarka konwencjonalna.
- Przedmiot obrabiany – wałek stalowy.
- Narzędzia tokarskie: nóż tokarski składany z płytą skrawającą dedykowaną do obróbki wykończeniowej stali, nóż tokarski do gwintów.
- Przyrząd do pomiaru chropowatości przedmiotu obrabianego.
- Instrukcja do ćwiczenia.

3. Przebieg ćwiczenia

- Zapoznanie z parametrami technologicznymi procesu toczenia.
- Wyznaczenie wartości teoretycznej chropowatości powierzchni dla wybranych parametrów technologicznych.
- Przeprowadzenie prób toczenia i porównanie rzeczywistej chropowatości powierzchni z obliczoną.
- Określenie wpływu parametrów technologicznych procesu na postać wióra w procesie toczenia.
- Określenie roli łamacza wióra.
- Wyznaczenie wartości współczynnika spęczenia wióra

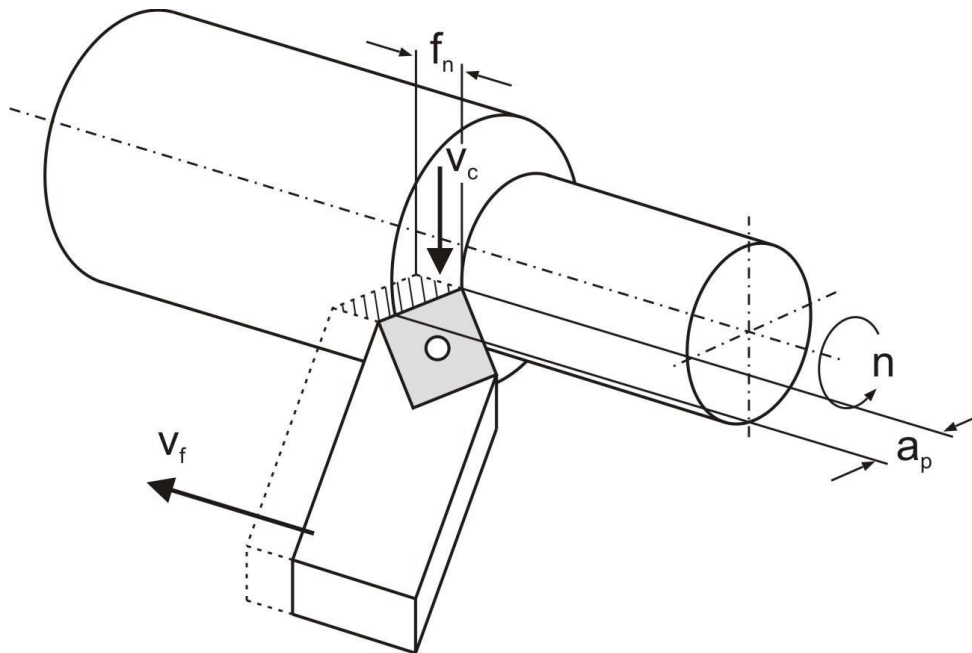
Uwagi:

Po wykonaniu ćwiczenia należy sporządzić sprawozdanie wg wytycznych zawartych w niniejszej instrukcji.

1. Parametry technologiczne toczenia

W procesie toczenia przedmiot obrabiany realizuje ruch obrotowy natomiast narzędzie dosunięte do przedmiotu na określoną odległość realizuje ruch posuwowy. Parametry technologiczne, to parametry opisujące proces obróbki, występujące w nim ruchy oraz wielkości charakteryzujące ustawienie narzędzia bądź przedmiotu obrabianego. Niektóre parametry technologiczne są jednocześnie wielkościami nastawczymi obrabiarki.

Na rys. 1. przedstawiono schemat procesu toczenia z zaznaczonymi parametrami technologicznymi.



Rys. 1. Schemat procesu toczenia

Parametry technologiczne toczenia:

- n [obr/min] **prędkość obrotowa wrzeciona**
- a_p [mm] **głębokość skrawania**
- d [mm] **średnica przedmiotu obrabianego**
- f_t [mm/min] **posuw minutowy narzędzia**
- f_o [mm/obr] **posuw na obrót narzędzia**
- v_c [m/min] **prędkość skrawania**

Zależności pomiędzy parametrami technologicznymi są następujące:

$$v_c = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} \left[\frac{m}{min} \right],$$

$$f_t = f_o \cdot n \left[\frac{mm}{min} \right]$$

2. Chropowość powierzchni w procesie toczenia.

Chropowość powierzchni obrobionej po toczeniu można wyznaczyć teoretycznie, rozpatrując profil powierzchni kształtowanej przez ostrze o określonym promieniu

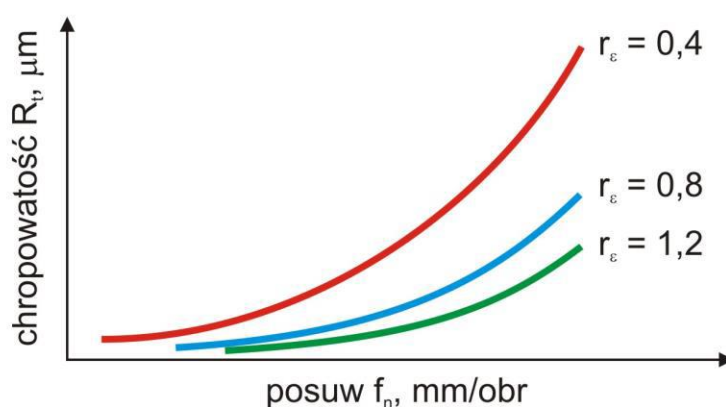
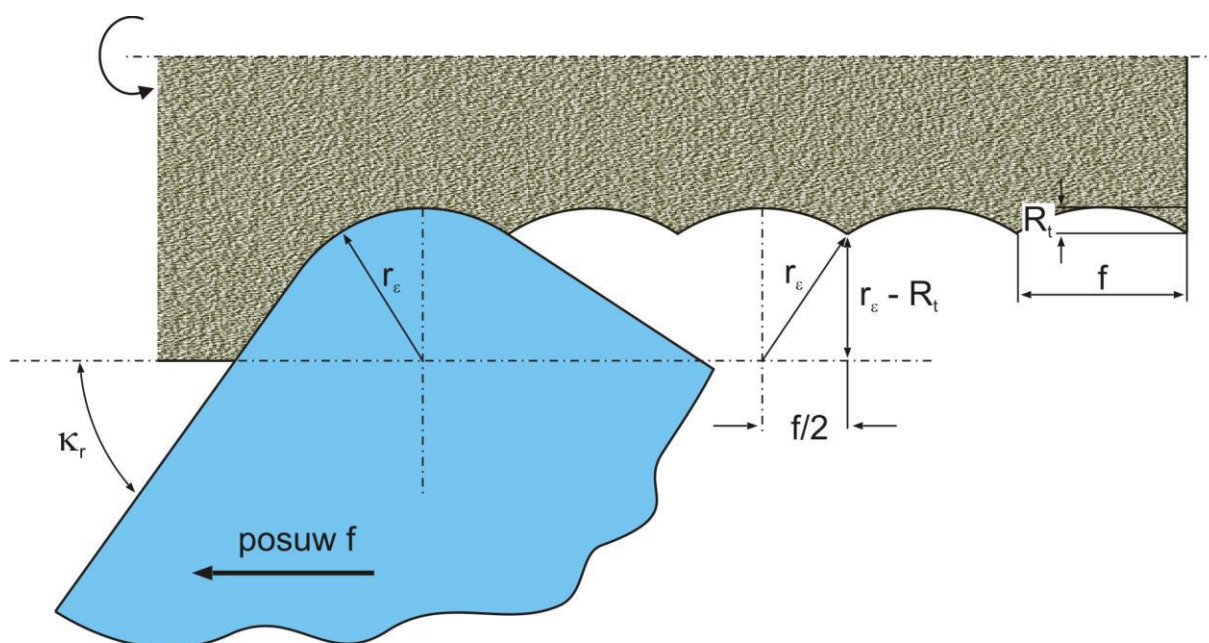
zaokrąglenia naroża przemieszczającego się o wartość posuwu f przypadającego na jeden obrót przedmiotu obrabianego. Na rys. 2 przedstawiono sposób wyznaczenia maksymalnej wysokości profilu chropowatości oraz wpływ posuwu oraz promienia zaokrąglenia naroża na chropowatość powierzchni w procesie toczenia.

Parametr R_t chropowatości wyraża się wzorem:

$$R_t = r_\epsilon - \sqrt{r_\epsilon^2 - \frac{f^2}{4}} \quad [mm]$$

Po uproszczeniu zależność ta przedstawia się następująco:

$$R_t = \frac{f^2}{8 \cdot r_\epsilon} \cdot 1000 \quad [\mu m]$$



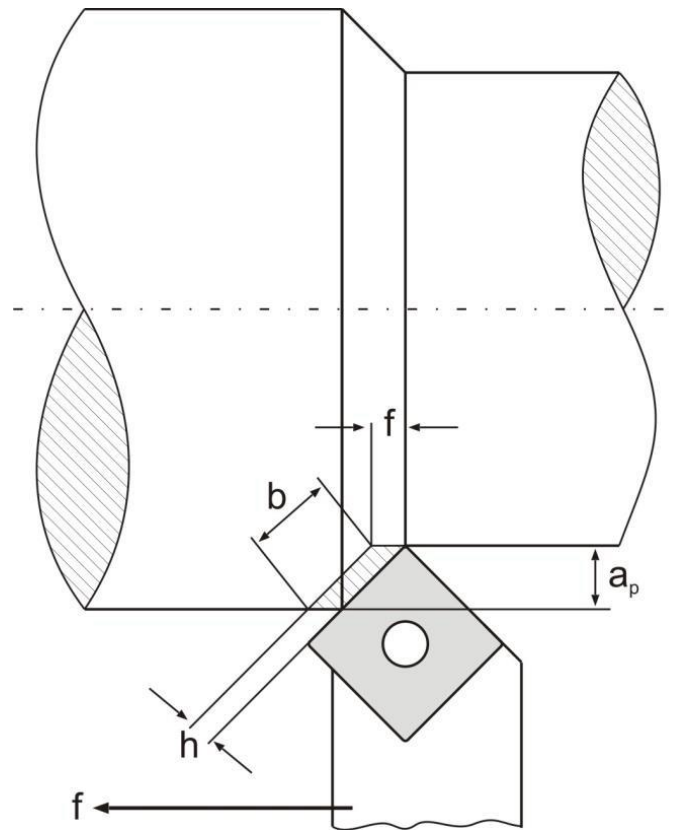
Rys. 2. Chropowatość powierzchni w procesie toczenia

Rzeczywista wartość chropowatości powierzchni obrabianej po toczeniu jest jednak uzależniona od wielu czynników, głównie od właściwości plastycznych materiału obrabianego, drgań układu OUPN, zużycia narzędzia itp. Wpływ tych czynników na chropowatość powierzchni określa się doświadczalnie. Dlatego też chropowatość powierzchni wyznaczona teoretycznie może różnić się od rzeczywistej chropowatości powierzchni po obróbce.

3. Przekrój warstwy skrawanej

Proces skrawania charakteryzowany jest również poprzez parametry geometryczne takie jak grubość warstwy skrawanej h oraz szerokość warstwy skrawanej b . Parametry te opisują wymiary i kształt warstwy skrawanej.

Elementy geometryczne warstwy skrawanej określone są w przekroju charakterystycznym warstwy skrawanej, tzn. w przekroju prostopadłym do wektora prędkości skrawania (rys. 2).



Rys. 3. Przekrój warstwy skrawanej

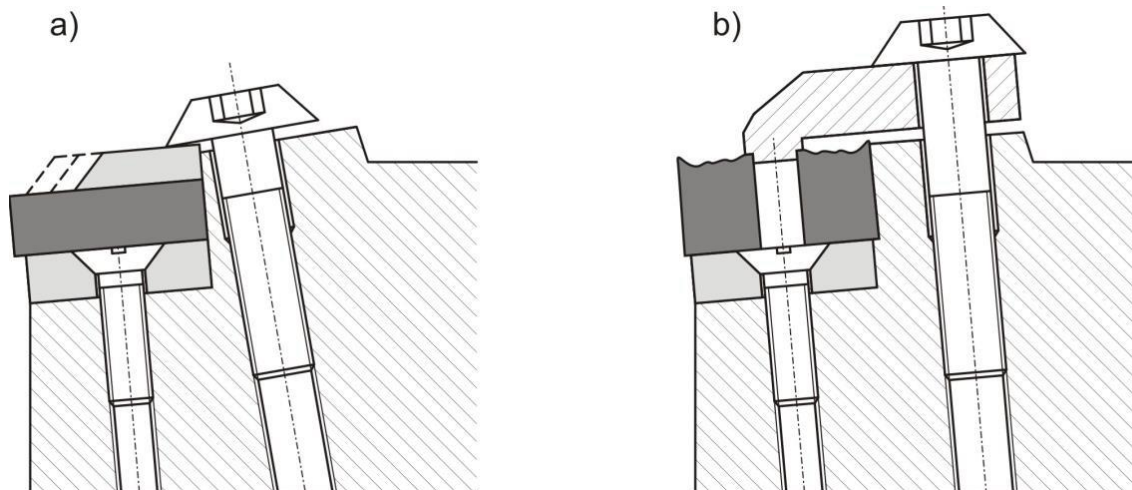
Pole przekroju warstwy skrawanej równe jest iloczynowi głębokości skrawania a_p oraz posuwu f lub iloczynowi grubości h i szerokości b warstwy skrawanej. Pole przekroju warstwy skrawanej w procesie toczenia jest stałe. Kształt pola przekroju zależy od wartości kąta przystawienia κ_r . Wartość pola przekroju warstwy skrawanej wiąże się bezpośrednio z przekrojem wióra, dlatego też można stwierdzić, że parametry technologiczne takie jak a_p oraz posuw f determinują grubość i szerokość wióra.

4. Zastosowanie łamacza wióra w procesie toczenia.

Proces toczenia najczęściej realizowany jest w sposób ciągły, tzn. ostrze zagłębia się w materiał obrabiany i skrawa bez przerw. W związku z tym bardzo często powstają podczas obróbki wióra, które mają niekorzystny kształt i stwarzają zagrożenie dla operatora i obrabiarki, nawijają się na narzędzie bądź przedmiot obrabiany oraz są trudne do usuwania ze strefy skrawania i kłopotliwe w transporcie. Do najbardziej niekorzystnych należą wióry wstępowe i śrubowe, ciągłe lub splątane.

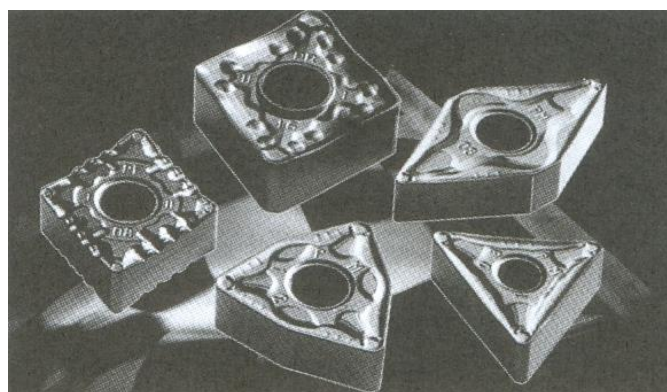
W związku z tym, dąży się do tego, aby w procesie toczenia występowało zjawisko łamania lub zwijania wiórów, co znacznie ułatwi ich transport i składowanie oraz zapewni bezpieczeństwo pracy. W tym celu stosuje się narzędzia tokarskie z łamaczami bądź zwijaczami wiórów, których zadaniem jest uzyskanie korzystnego kształtu wióra.

Na rys. 4 przedstawiono konstrukcje nakładanych łamaczy wiórów.



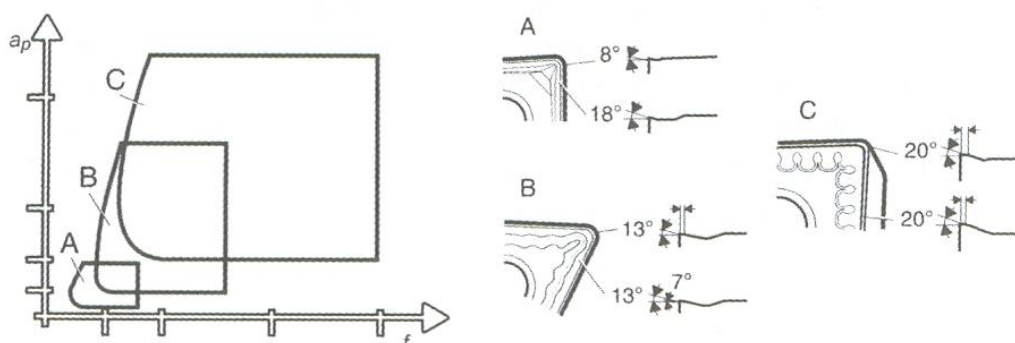
Rys. 4. Łamacze wiórów: a) nastawne, b) wyprasowane na płytce.

W przypadku płytek skrawających, łamacze wiórów są wykonywane na powierzchni natarcia płytki. Łamacze te, widoczne na rys. 5, kształtowane są w procesie prasowania płytki i są z nią zintegrowane.



Rys. 5. Ukształtowanie powierzchni natarcia mające na celu zwijanie lub łamanie wióra.

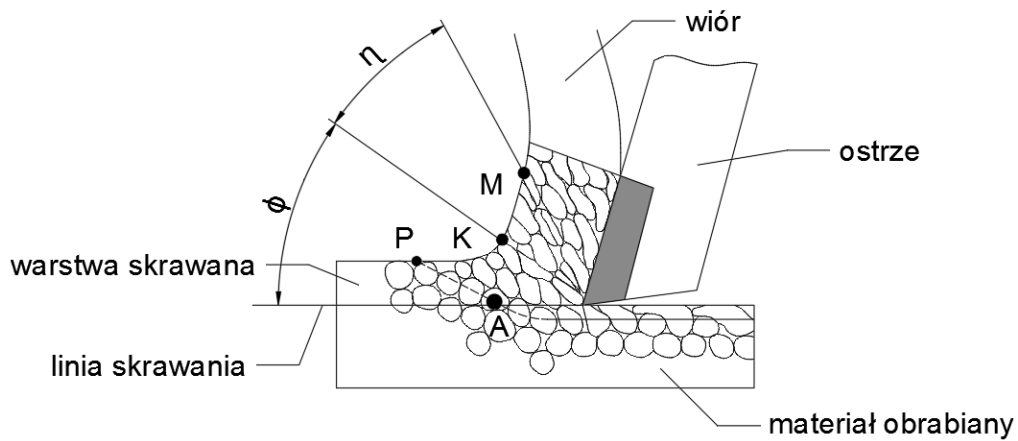
Łamacze wiórów projektowane są dla obróbki określonego rodzaju materiału (np. inne będą łamacze wiórów do obróbki stali węglowych a inne do obróbki stali nierdzewnych) oraz do pracy w określonym zakresie parametrów obróbki. Im zakres ten jest większy tym ostrze jest bardziej uniwersalne. Na rys. 6. Przedstawiono przykładowe zakresy łamania wiórów dla określonych łamaczy. Po lewej stronie rys. 6 przedstawiono wykres określający zakres pracy łamacza wióra. Oznacza to, że każdy łamacz wióra dedykowany jest do pracy w ściśle określonych parametrach technologicznych, czyli głębokości skrawania a_p oraz posuwu f , które decydują o przekroju wióra.



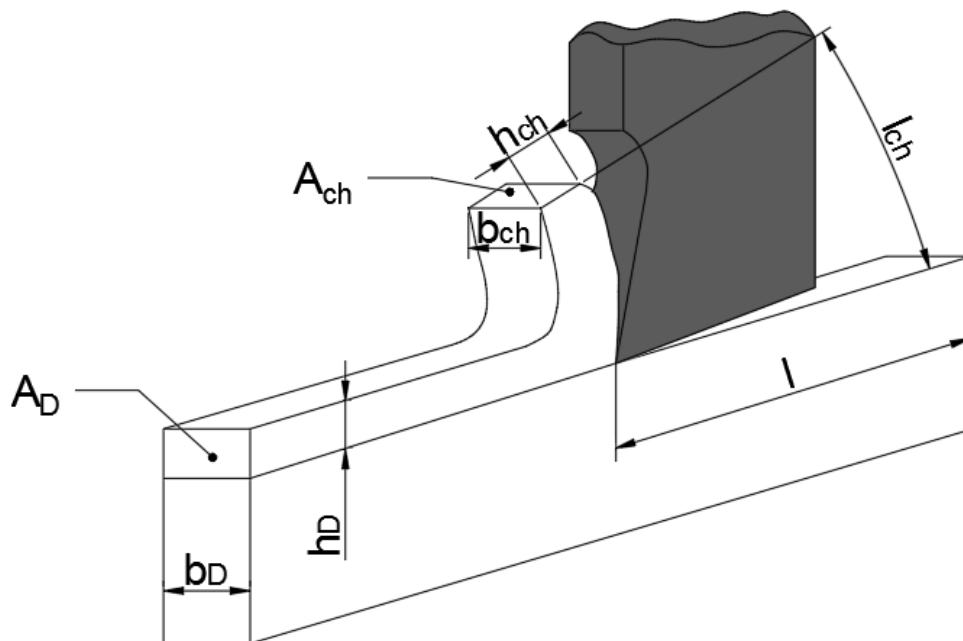
Rys. 6. Przykładowe zakresy pracy wybranych łamaczy wióra.

5. Spękanie wiórów

Proces odkształcania warstwy skrawanej, z której tworzy się wiór, nie jest stabilny. Następuje okresowe narastanie naprężeń i odkształceń, którym towarzyszą poślizgi dochodzące do zewnętrznej granicy obszaru odkształceń – linia PK (rys. 7). Konsekwencją tego zjawiska jest elementowa budowa wióra. Ze względu na odkształcenia plastyczne zachodzące w strefie skrawania, wymiary wióra nie odpowiadają wymiarom warstwy skrawanej (rys. 8). Zjawisko to nazywane jest spęcaniem wióra.



Rys. 7. Schemat obszaru odkształceń plastycznych materiału obrabianego i wióra



Rys. 8. Wymiary warstwy skrawanej i wióra

Zakładając, że objętość wióra jest równa objętości warstwy skrawanej, z której został ten wiór utworzony, można napisać:

$$h_D \cdot b_D \cdot l = h_{ch} \cdot b_{ch} \cdot l_{ch}, \text{ mm}^3$$

Przekształcając powyższą zależność, otrzymamy:

$$\frac{l}{l_{ch}} = \frac{h_{ch}}{h_D} \cdot \frac{b_{ch}}{b_D} = \frac{A_{ch}}{A_D}$$

gdzie: A_D – nominalny przekrój warstwy skrawanej, A_{ch} – przekrój wióra

Iloraz określony powyższym równaniem nazywamy współczynnikiem skrócenia wióra lub współczynnikiem spęczania:

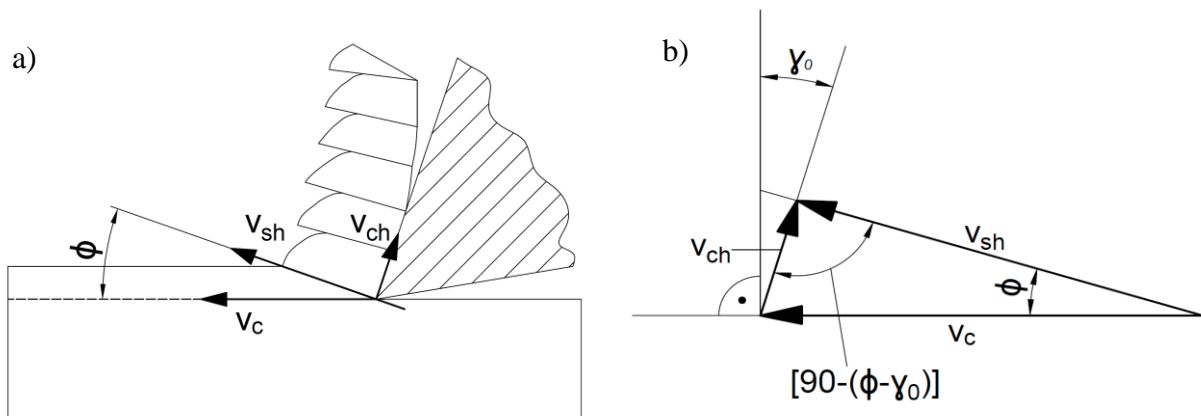
$$\Lambda_l = \frac{l}{l_{ch}}$$

Na podstawie powyższych zależności można napisać:

$$\Lambda_l = \frac{h_{ch}}{h_D} \cdot \frac{b_{ch}}{b_D} = \Lambda_h \cdot \Lambda_b$$

gdzie: Λ_h – współczynnik zgrubienia wióra, Λ_b – współczynnik rozszerzenia wióra

Prędkość sływu wióra wskutek dużych sił tarcia i sił adhezji na powierzchni natarcia jest wyhamowana odpowiednio do stopnia skrócenia warstwy skrawanej. Średnią prędkość sływu wióra można obliczyć z trójkąta wektorów prędkości (rys. 9).



Rys. 9. Charakterystyka przemian materiału w strefie skrawania (a), wpływ współczynnika zgrubienia wióra Λ_h na prędkość sływu wióra v_{ch} po powierzchni natarcia (b)

Z twierdzenia sinusów uzyskuje się zależność:

$$\frac{v_{ch}}{\sin \phi} = \frac{v_c}{\sin(90 - (\phi - \gamma_0))}$$

a po przekształceniach:

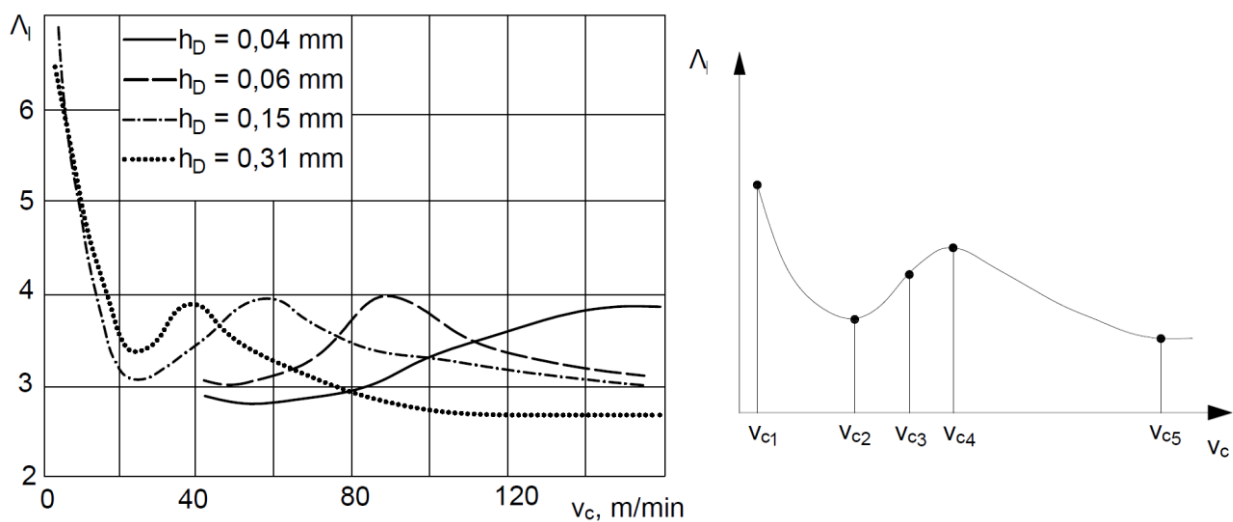
$$v_{ch} = \frac{v_c \cdot \sin \phi}{\cos(\phi - \gamma_0)} = \frac{v_c}{\Lambda_h}$$

gdzie: v_c – prędkość skrawania.

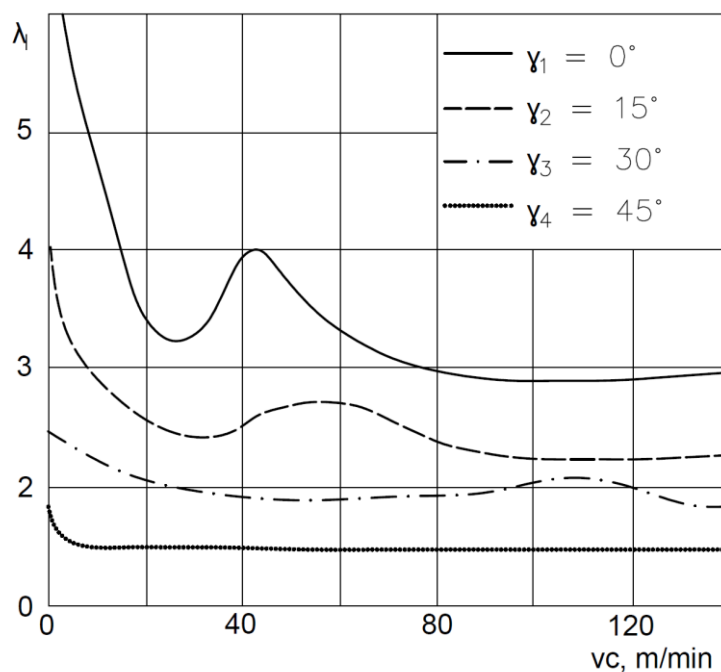
Współczynnik spęczania Λ_l jest tzw. fizycznym wskaźnikiem skrawalności materiału, a więc określa podatność materiału na odkształcenia plastyczne w danych warunkach skrawania. Jest on zależny od wielu czynników, a mianowicie:

- od rodzaju materiału obrabianego – dla materiałów kruchych, jak np. żeliwo, współczynnik śpęczenia jest zbliżony do 1, natomiast dla materiałów plastycznych, np. aluminium, Λ_1 może być większy od 5,
- od parametrów skrawania – v_c , f , a_p (rys. 10)
- od geometrii ostrza – kąt natarcia γ (rys. 11), kąt przystawienia κ , a także promień zaokrąglenia naroża r_ϵ i stopień zużycia narzędzia.

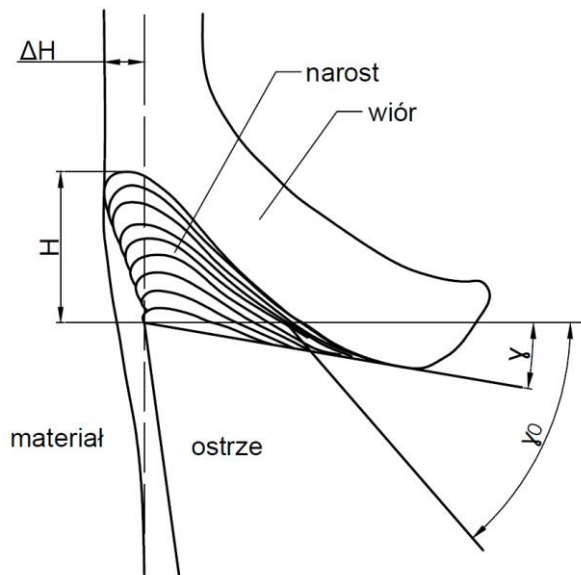
Zmniejszanie się wartości Λ_1 od v_{c1} do v_{c2} tłumaczy się zwiększaniem rzeczywistego kąta natarcia ostrza wskutek tworzącego się narostu (rys. 12), co wpływa na zmniejszenie odkształceń plastycznych wióra. Wartość Λ_1 w zakresie od v_{c2} do v_{c3} rośnie z powodu zanikania narostu oraz wzrostu tarcia zewnętrznego wióra o powierzchnię natarcia ostrza. W zakresie prędkości od v_{c3} do v_{c4} wzrost śpęczenia spowodowany jest tylko zwiększeniem się tarcia. Od prędkości v_{c4} tarcie wióra o ostrze zmniejsza się, co wpływa na zmniejszenie Λ_1 . Powyżej prędkości v_{c5} wartość Λ_1 jest stała.



Rys. 10. Wpływ prędkości skrawania oraz grubości warstwy skrawanej na współczynnik śpęczenia wióra



Rys. 11. Wpływ prędkości skrawania na Λ_1 dla różnych kątów natarcia γ



Rys. 12. Zmiana kąta natarcia w wyniku powstawania narostu.

6. Pytania kontrolne

- Wymienić parametry technologiczne w procesie toczenia (oznaczenie, nazwa, jednostka, wzór).
- Wyprowadzić zależność na obliczenie teoretycznej wartości chropowatości powierzchni w procesie toczenia.
- Opisać rolę łamacza wióra w procesie toczenia i określić wpływ parametrów technologicznych na postać wióra.
- Wymienić cechy charakterystyczne toczenia gwintów
- Wymienić sposoby usuwania nadmiaru obróbkowego w procesie toczenia gwintów.

SPRAWOZDANIE

Nazwisko i Imię:

Przedmiot :

OBRÓBKA SKRAWANIEM I NARZĘDZIA

Ćwiczenie:

Toczenie cz. II

- 1. Wyprowadzić wzór na chropowatość powierzchni po toczeniu, wykonać odpowiedni rysunek.**

2. Porównać teoretyczną i rzeczywistą chropowatości powierzchni po toczeniu.

Narzędzie 1:		$\kappa_r =$		$\kappa_r' =$	
Materiał obrabiany:		$R_m =$		Twardość:	

Lp.	d [mm]	a _p [mm]	n [obr/min]	v _c [m/min]	f [mm/obr]	r _ε [mm]	R _z [μm] (obliczone)	R _z [μm] (zmierzone)
1.								
2.								
3.								
4.								
5.								

Narzędzie 2:		$\kappa_r =$		$\kappa_r' =$	
Materiał obrabiany:		$R_m =$		Twardość:	

Lp.	d [mm]	a _p [mm]	n [obr/min]	v _c [m/min]	f [mm/obr]	r _ε [mm]	R _z [μm] (obliczone)	R _z [μm] (zmierzone)
1.								
2.								
3.								
4.								
5.								

Uwagi i wnioski:

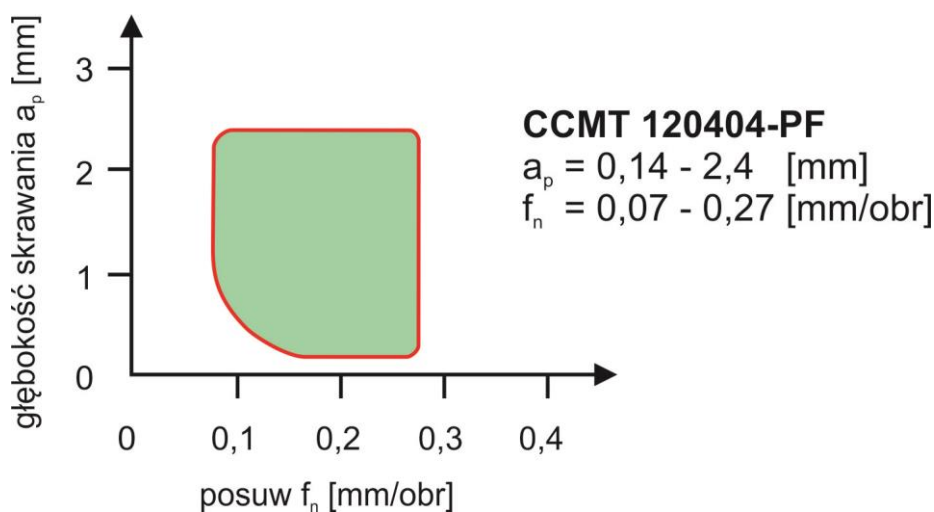
3. Badanie wpływu parametrów technologicznych na kształtowanie i postać wióra

Płytkę skrawającą: **CCMT 120404 PF 4215**, promień zaokrąglenia naroża $r_\epsilon=0,4$ mm; długość krawędzi skrawającej 12 mm, kąt przyłożenia $\alpha_o=7^\circ$, kąt wierzchołkowy $\epsilon_r=80^\circ$.

Nóż tokarski: **SCLCR 2020K 12**, nóż tokarski prawy na płytkę CCMT o wielkości 12, trzonek 20x20 prawy, mocowanie płytki śrubą M3,5 z łbem typu Torx Plus, kąt natarcia $\gamma=0^\circ$, kąt pochylenia krawędzi skrawającej $\lambda_s=0^\circ$, główny kąt przystawienia $\kappa_r=95^\circ$, pomocniczy kąt przystawienia $\kappa'_r=5^\circ$, długość trzonka 125 mm.

Łamacz wióra: **PF**, przeznaczenie: lekka obróbka, dodatnia geometria, zapewniająca niskie siły skrawania, do stosowania w obróbce smukłych, cienkościennych lub mało sztywnych przedmiotów obrabianych.

Gatunek węgla: **4215**, gatunek węgla spiekanego pokrywany metodą CVD, przeznaczony do obróbki ciągłej bądź lekko przerywanej, od obróbki zgrubnej do wykończeniowej stali i odlewów stalowych.



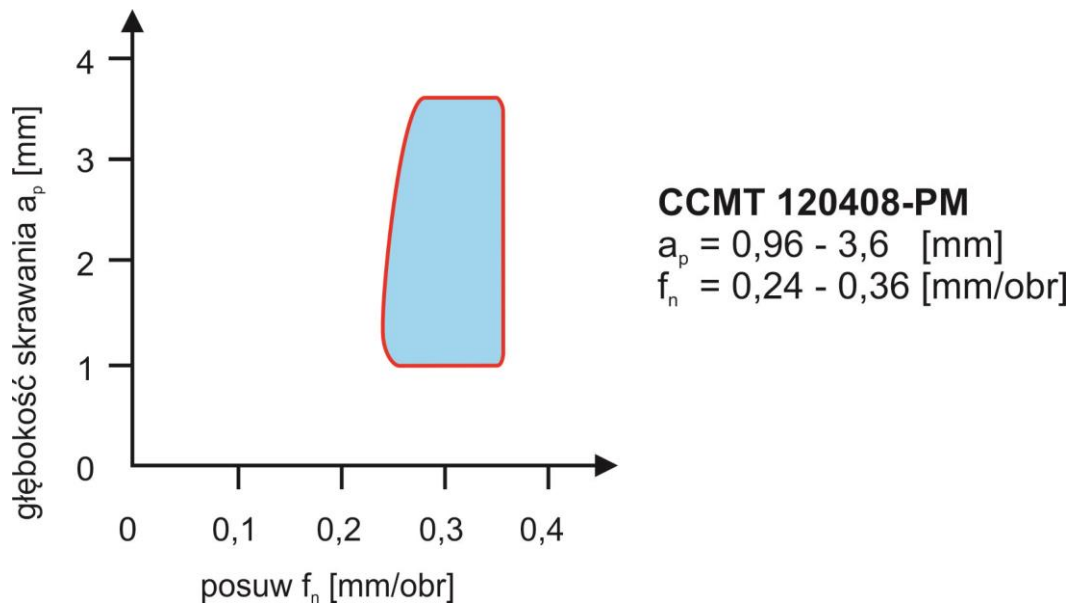
W układzie współrzędnych (a_p , f_n) zaznaczyć znakiem **•** gdy wystąpiło łamanie wióra, a znakiem **×** gdy wiór nie został złamany

Płytko skrawająca: **CCMT 120408 PM 4225**, promień zaokrąglenia naroża $r_\epsilon=0,8$ mm; długość krawędzi skrawającej 12 mm, kąt przyłożenia $\alpha_o=7^\circ$, kąt wierzchołkowy $\epsilon_r=80^\circ$.

Nóż tokarski: **SCLCR 2020K 12**, nóż tokarski prawy na płytkę CCMT o wielkości 12, trzonek 20x20 prawy, mocowanie płytki śrubą M3,5 z łbem typu Torx Plus, kąt natarcia $\gamma=0^\circ$, kąt pochylenia krawędzi skrawającej $\lambda_s=0^\circ$, główny kąt przystawienia $\kappa_r=95^\circ$, pomocniczy kąt przystawienia $\kappa'_r=5^\circ$, długość trzonka 125 mm.

Łamacz wióra: **PM**, przeznaczenie: toczenie wzdłużne, planowanie i profilowanie, uniwersalne zastosowanie.

Gatunek węgla: **4225**, gatunek węgla spiekanego pokrywany metodą CVD, przeznaczony do obróbki ciągłej bądź lekko przerywanej, od obróbki zgrubnej do wykończeniowej stali i odlewów staliwnych, do dużej wydajności skrawania.



W układzie współrzędnych (a_p , f_n) zaznaczyć znakiem **•** gdy wystąpiło łamanie wióra, a znakiem **×** gdy wiór nie został złamany

4. Wyznaczanie współczynnika śpęczenia wióra

Narzędzie:		$\kappa_r =$		$\kappa_r' =$	
Materiał obrabiany 1:		$d =$		Twardość:	

Lp.	a_p [mm]	n [obr/min]	v_c [m/min]	f [mm/obr]	h [mm]	h_{ch} [mm]	b [mm]	b_{ch} [mm]	A_D [mm ²]	A_{ch} [mm ²]	Λ_1 [-]
1.											
2.											
3.											
4.											
5.											

Narzędzie:		$\kappa_r =$		$\kappa_r' =$	
Materiał obrabiany 2:		$d =$		Twardość:	

Lp.	a_p [mm]	n [obr/min]	v_c [m/min]	f [mm/obr]	h [mm]	h_{ch} [mm]	b [mm]	b_{ch} [mm]	A_D [mm ²]	A_{ch} [mm ²]	Λ_1 [-]
1.											
2.											
3.											
4.											
5.											

Uwagi i wnioski: